

61



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"CAMPUS ARAGÓN"

## PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE COMUNICACIONES EN HOSPITALES DE PEMEX EMPLEANDO UN BACKBONE

# T E S I S

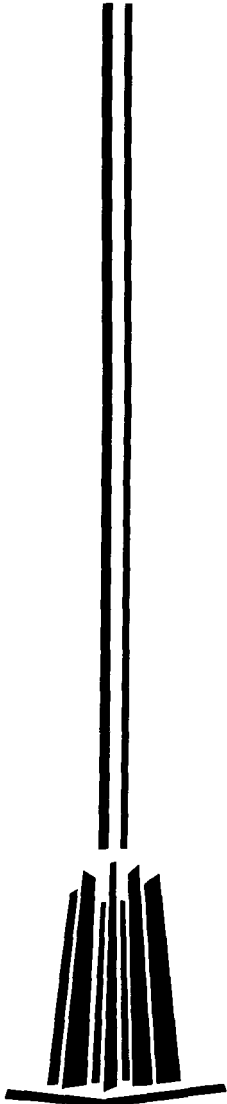
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICO  
(AREA ELÉCTRICO - ELECTRÓNICA)  
P R E S E N T A :  
RODOLFO HUGO HERRERA MORENO

ASESOR:  
ING. DAVID ESTOPIER BERMUDEZ

MÉXICO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2002





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

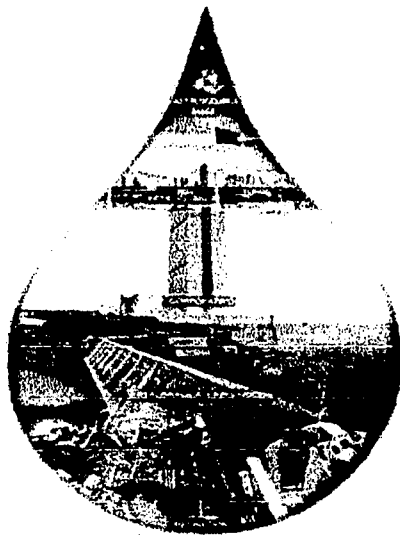
**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# PAGINACION DISCONTINUA

**PROYECTO DE  
INTEGRACION DE COMUNICACIONES  
EN HOSPITALES DE PEMEX  
EMPLEANDO UN BACKBONE**



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN – UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO No. ENAR/JAME/0551/2002.

ASUNTO: Revisión Previa de Tesis, antes  
de autorizar su Impresión.

ING. DAVID ESTOPIER BERMUDEZ (ASESOR)  
ING. PABLO LUNA ESCORZA  
ING. JUAN GASTALDI PÉREZ  
ING. JOSÉ LUIS GARCÍA ESPINOSA  
ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO

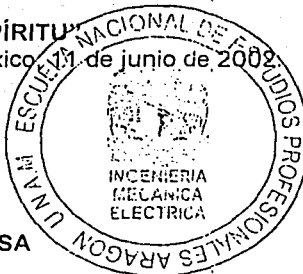
En forma anexa le hago entrega de un ejemplar del proyecto de tesis titulado:  
"PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE COMUNICACIONES EN HOSPITALES DE  
PEMEX EMPLEANDO UN BACKBONE", del alumno: RODOLFO HUGO  
HERRERA MORENO, con número de cuenta: 9562142-9.

Esto con el fin de que sea revisada por usted, y nos dé su evaluación y comentarios  
por escrito, mismos que le pido me haga llegar a la brevedad posible.

Agradezco de antemano su colaboración y aprovecho la oportunidad para enviarle  
un cordial saludo.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Bosques de Aragón, Estado de México, 27 de junio de 2002  
EL SECRETARIO TÉCNICO

ING. JOSÉ LUIS GARCÍA ESPINOSA



C.c.p. Alumno.  
JLGE/amce.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN – UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/0640/2002

ASUNTO: Sinodo

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS  
SECRETARIO ACADÉMICO  
P R E S E N T E

Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sinodo del Examen Profesional del alumno RODOLFO HUGO HERRERA MORENO, con Número de Cuenta: 9562142-9, con el tema de tesis: "PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE COMUNICACIONES EN HOSPITALES DE PEMEX EMPLEANDO UN BACKBONE".

PRESIDENTE:	ING. JUAN GASTALDI PÉREZ	OCTUBRE	79
VOCAL:	ING. DAVID ESTOPIER BERMUDEZ	JUNIO	87
SECRETARIO:	ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO	MAYO	90
SUPLENTE:	ING. PABLO LUNA ESCORZA	ENERO	96
SUPLENTE:	ING. JOSÉ LUIS GARCÍA ESPINOSA	AGOSTO	98

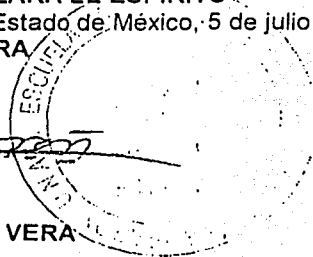
Quiero subrayar que el Director de Tesis es el Ing. David Estopier Bermudez, el cual esta incluido basándose en lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU".

Bosques de Aragón, Estado de México, 5 de julio de 2002.

EL JEFE DE CARRERA



ING. RAÚL BARRÓN VERA

C.c.p.- Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Depto. de Servicios Escolares.  
C.c.p.- Ing. David Estopier Bermudez.- Asesor de Tesis.  
C.c.p.- Alumno.  
RBVamce.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN  
SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. RAÚL BARRÓN VERA  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 5 de julio del año en curso, por la que se comunica que el alumno RODOLFO HUGO HERRERA MORENO, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, ha concluido su trabajo de investigación intitulado: "PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE COMUNICACIONES EN HOSPITALES DE PEMEX EMPLEANDO UN BACKBONE", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 5 de julio del 2002  
EL SECRETARIO

Lic: ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.  
C p Interesado.

AIR/vr

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

RODOLFO HUGO HERRERA MORENO  
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 9 de octubre del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. DAVID ESTOPIER BERMÚDEZ pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado "PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE COMUNICACIONES EN HOSPITALES DE PEMEX EMPLEANDO UN BACKBONE", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 22 de octubre del 2001  
LA DIRECTORA

  
ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cp Secretaría Académica.  
Cp Jefatura de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.  
Cp Asesor de Tesis.

LTG/AIR/IIa.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### *AGRADECIMIENTOS*

a Dios :

Agradezco infinitamente a ese Ser Supremo y Amigo constante que siempre estuvo conmigo en todo este trayecto, que siempre me animó en los momentos más críticos y que respetó mi privacidad y autenticidad. A ti Padre Celestial te doy las Gracias y comparto contigo este momento y esta victoria.

A mi Padre:

A ti tengo mucho que agradecerte de igual modo. El registro en mi mente te ve de muchas y variadas facetas a lo largo de mi vida y en conformidad con el paso del tiempo. El papel de Influencia que jugaste en mis estudios fue vital, pues tu confianza y desconfianza de algún modo fue un excelente catalizador para activar el coraje de hacer las cosas. Muy a tu manera Dr Tamariz. Comparto contigo esta victoria, y por tantas cosas más: Gracias.

A mi Novia :

Debería de escribirse una novela de todas las cosas que pasamos juntos para llegar hasta esta marca del camino. Te agradezco infinitamente por todo el apoyo que siempre me diste, por tu confianza y desconfianza. Por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas. Por activar mi coraje a hacer las cosas, por aterrizar mis sueños e impulsar muy a tu manera mis metas e ideales. Y por apoyar todos mis proyectos aun cuando en ocasiones no los comprendías. Por todos los detalles que solo ambos conocemos: muchísimas Gracias Amor.

A mi Madre:

Lo hicimos Má, lo hicimos !! estamos llegando juntos a la meta..... Gracias. En realidad no existen palabras creadas por el hombre para poderte expresar el sentimiento que llevo dentro, es una gratitud tan grande que el solo hecho de intentar medirla podría ofenderla. Solo tu y yo conocemos lo que tuvimos que hacer y que afrontar. Jamás olvidé cada uno de tus consejos. Gracias por tu confianza incondicional, y por no dudar en ningún momento, pese los vientos en contra. Por apoyar todos mis proyectos aun cuando no estuvieses de acuerdo, y por esforzarte en comprender siempre mis puntos de vista; por alentarme cuando llegué a dudar, por templar mi carácter, por moldear en mi las directrices y las bases, que ayudaron a llegar hasta donde hoy hemos llegado y que nos llevarán aun más lejos. He aquí el fruto de tu esfuerzo !! Gracias Má .... !!

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

A Ing David Estopier :

A Usted le guardo un profundo agradecimiento por todos los conocimientos adquiridos y una enorme admiración: hacia su persona y hacia su trayectoria profesional. Es para mi todo un ejemplo vivo, real y palpable a seguir. Por estimular el sentido de análisis e investigación así como la superición constante en cada segundo de nuestra vida, le estoy y estaré siempre extremadamente agradecido. Mil Gracias Ing Estopier.

A mi mismo:

Por curioso que parezca, me debo muchas cosas. Pues cuando me hallaba lejos o dadas las circunstancias me encontraba solo, física o internamente, siempre estuve allí, peleando o animándome a continuar adelante, a contraatacar con mayor rigor. Por ejercer la fuerza de voluntad y la disciplina, e incluso para romper reglas y protocolos, para conducirme por instinto en combinación con la inteligencia. Por mantenerme firme cuando todos tacharon mi entereza, incluso mis pilares más fuertes, y por levantarme una y otra, y otra vez; por continuar hacia delante cuando había perdido de vista la meta, y por afrontar ser como soy.

El llegar hasta aquí lo debo también a muchas personas que directa o indirectamente influyeron en mi para lograr esta meta, y que incondicionalmente me brindaron algo de si mismos. La manera en como me ayudaron solo puedo corresponderla, haciendo lo mismo con otros, como ellos hicieron conmigo; y doy sus nombres como muestra de este sentimiento de gratitud:

- Ing Miguel Angel Bache
- Ing Benito Zuñiga
- Mayor Nancy Alonso Pérez
- Dr Salvador Escalante
- Ing César De los Reyes
- Madre Marina ( alias la madre chinita )
- Eduardo Maldonado ( alias el 6 )
- Antonio Almorejo ( el Pato )
- Sr Abel Zuñiga
- Raymundo Juárez Céspedes
- Juan Luis Cano Rico

**INDICE**

Portada	<i>i</i>
Indice	<i>ii</i>
Introducción	<i>xi</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de los Hospitales de Pemex</li> <li>• Locación y distribución de Unidades Médicas</li> <li>• Inventario de locaciones médicas</li> </ul>	<i>xiii</i> <i>xiv</i> <i>xv</i>
Mapa de Servicios Médicos de Pemex a nivel Nacional	<i>xvi</i>
Esqueleto de Tesis	<i>xvii</i>
Justificación	<i>xviii</i>
Propuestas de Solución	<i>xix</i>
Las Telecomunicaciones en Pemex	<i>xx</i>
Organigrama Estructural de la GIT	<i>xxii</i>
Objetivo	<i>xxiii</i>
Objetivos Particulares	<i>xxiii</i>
<b>CAPITULO 1. CONCEPTOS GENERALES</b>	<b>1</b>
Definiciones básicas de redes	<b>1</b>
Velocidad de Transmisión y Ancho de Banda	<b>3</b>
Redes LAN y redes WAN	<b>4</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de Back Bone</li> </ul>	<b>4</b>
Medios de Transmisión	<b>6</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable de Par Trenzado</li> <li>• Cable Coaxial</li> <li>• Cable de Fibra Optica</li> <li>• Tecnología de Radio</li> <li>• Elección del Medio de Transmisión</li> </ul>	<b>7</b> <b>8</b> <b>9</b> <b>10</b> <b>10</b>
Elementos y Funciones de Red	<b>11</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo Cliente Servidor</li> <li>• Funciones de Red</li> </ul>	<b>11</b> <b>13</b>
Trabajo en Grupo	<b>13</b>
Expansión de la Red	<b>14</b>
Las Demandas de Comunicaciones de Datos del Dia de Hoy	<b>14</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolución de las Comunicaciones de Datos</li> <li>• Transferencia de datos en redes LAN</li> <li>• Transferencia de datos en redes WAN</li> </ul>	<b>14</b> <b>14</b> <b>15</b>

# INDICE

• Transmisión de Ancho de Banda en la Actualidad	17
○ Transmisión de Conferencia	
○ Transmisión de datos alfanuméricos	
○ Requisitos de Ancho de Banda para Multimedia	
○ Transferencia de Información de Video	
• Retardo extremo a extremo	20
• Sistemas de Transmisión de Banda Ancha	21
• Modulación PCM y Multiplexación TDM	21
<b>Canales Multiplex para estándares Europeo y Norte-Americano</b>	<b>22</b>
• Norma Europea	23
○ Sincronía de Trama	
○ Alineamiento de Multitrama	
○ Señalización por Canal Asociado	
○ Señalización por Canal Común	
• Norma Norte-Americana	25
• Velocidades de Transmisión de Norma Europea	27
• Velocidades de Transmisión de Norma Norte-Americana	28
<b>Interconexión de Redes</b>	<b>29</b>
<b>Tecnologías de Red existentes</b>	<b>29</b>
• Ethernet	29
• IEEE 802	30
• FDDI	31
• X.25	32
<b>Aspectos de Interconexión de redes de distinta tecnología</b>	<b>33</b>
<b>Historia de TCP / IP</b>	<b>34</b>
• El empleo de routers para la interconexión de redes	35
• El Protocolo IP	35
• Arquitectura TCP/IP	36
○ Protocolos TCP/IP	
○ Modelado del Protocolo TCP/IP	
<b>Organismos de Normalización</b>	<b>39</b>
<b>Frame Relay</b>	<b>40</b>
<b>FDDI</b>	<b>42</b>
<b>DQDB</b>	<b>43</b>
<b>Redes de Alta Velocidad</b>	<b>44</b>
○ El camino de la digitalización	
○ Redes analógicas	
○ La digitalización	
<b>Red Digital de Servicios Integrados</b>	<b>46</b>
○ RDSI-BE	
○ Configuración de referencia	
○ Grupos funcionales	

## INDICE

○ Puntos de referencia	
● Canales de la RDSI	49
● Protocolos de la RDSI	51
● Servicios de RDSI	53
● RDSI-BA (ATM)	53
○ Arquitectura	
○ Configuración de referencia	
○ Grupos funcionales	
○ Estructura de la transmisión	
○ Protocolo	
● Interconexiones RDSI-BA y RDSI-BE	57
<b>Frame Relay</b>	<b>58</b>
● Introducción	58
● Una alternativa a que ?	59
● Qué es Frame Relay ?	59
● Diferencias entre FR y X.25	60
● Topologías de conexión	62
○ Características Técnicas	
○ Ventajas	
○ Aplicaciones	
<b>XDSL, ADSL y Cable-Módems</b>	<b>64</b>
<b>Nuevas Reglas de Marcaje Telefónico (Dial Up)</b>	<b>67</b>
<b>Técnicas Digitales</b>	<b>68</b>
● Introducción	68
○ Antecedentes históricos	
○ Sistemas Digitales	
● Etapas	69
○ Conversión A/D	
○ Modulación	
○ Tratamiento de la señal y transmisión	
● Tipos de tratamiento de Señales	71
○ Regeneración	
○ Control de errores	
○ Multiplexación	
<b>Módems de Datos</b>	<b>73</b>
● Medios de Transmisión	73
● Módems asíncronos	75
● Módems síncronos	77
● Sincronización del Módem	79
● Módems de Baja Velocidad	79
● Módems de Mediana y Alta Velocidad	79
● Wireless LAN	80
● IPv6	80
● MPLS	85

# INDICE

<b>CAPITULO 2. PROBLEMÁTICA DE LOS HOSPITALES</b>	<b>87</b>
Introducción	87
Panorama de las Telecomunicaciones en México	88
Telecomunicaciones en la UNAM	89
Infraestructura de Telecomunicaciones en Pemex	91
Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos	93
• Recursos Humanos	94
• Infraestructura	96
• Hospitales de Tercer Nivel	96
• Hospitales de Segundo Nivel	96
• Hospitales de Primer Nivel	97
○ Derechohabencia	
○ Logros	
○ Población	
○ Estructura Poblacional	
○ Servicios	
○ Acceso a los Servicios	
○ Organigrama de Servicios Médicos de Pemex	
○ Salud Ocupacional	
• Hospital Centra' Sur de Alta Especialidad	103
Subdirección de Servicios Médicos	104
Intranet de Servicios Médicos	105
○ Definición de Intranet	
○ Componentes básicos de la Intranet	
○ Beneficios de la Intranet	
○ Factores Clave de la Intranet de SM	
Red de GIT, Intranet de SM	107
Sistema IVR	108
Sistema SAVD	109
Portal y Página Web de SM	109
Servicios On - Line	111
• Servicios de Información en Línea	111
Conexión Actual de la Infraestructura Médica	114
• Hospitales de Tercer Nivel	114
• Hospitales de Segundo Nivel	114
• Hospitales de Primer Nivel	115
• Consultorios Tradicionales	116
• Consultorios Directos con Serv Subrogado Complementario	117
• Consultorios Subrogados con Auxiliar Técnico "C"	118
• Consultorios Subrogados Puros	119
• Consultorios CENDIs	120
• Unidades Médicas de Salud Ocupacional	121
• Consultorios de Salud Ocupacional en Centros de Trabajo	122

## INDICE

• Consultorios en Plataformas Marinas	123
• Consultorios de Salud Ocupacional en Plataformas Marinas	124
• Clínicas y Consultorios Médicos en Area Metropolitana	125
Recursos de Comunicación con que cuentan instalaciones de SM (Resumen)	126
Carencias en materia de Comunicaciones (Resumen)	127
Problemática de Comunicaciones	128
<b>CAPITULO 3. ANALISIS FUNCIONAL DE TECNOLOGIAS</b>	<b>129</b>
Convergencia	129
• Conmutación de Circuitos a conmutación de Paquetes	130
• Preparación para la Convergencia	131
• Catalizadores de la Convergencia	132
Tecnologías existentes	134
○ Ethernet y Token Ring	
○ FDDI	
○ ATM	
○ Fast Ethernet y 100VG-Anylan	
○ Fibre Chanel	
○ Isochronous Ethernet	
○ HIPPI	
○ Gigabit Ethernet	
○ Frame Relay	
Integración de Redes	138
Interconexión de redes mediante IP	140
Encapsulado	144
○ Encapsulado en Ethernet y PPP	
○ Encapsulado en IEEE 802 y FDDI	
Direccionamiento	146
• Direcciones IP	146
• Resolución de direcciones IP	149
Encaminamiento	153
Fragmentación y Reensamblado	160
Interconexión de redes LAN mediante Puentes	165
• Puentes Transparentes	165
• Puentes Source-Routing	171
• Utilización de Puentes	172
• Puentes contra Routers	172
Introducción al Medio de Transferencia Asíncrono	174
• RDSI-BA	174

# INDICE

• Modos de Transferencia	175
• Modo de Traserferencia Sincrono	176
• Modo de Transferencia de Paquete	179
• Comparación de los modos Sincrono y de Paquete	181
Modo de Transferencia Asíncrono (ATM)	183
• Modo ATM	183
• Modo Circuito Virtual	183
• Modo Datagrama vs Modo Circuito Virtual	188
• La Célula ATM	188
Funcionamiento básico de las redes ATM	195
• Conmutación ATM	195
• Estructura de Conmutadores ATM	196
• Medios Físicos en ATM	
○ SONET STS-3	
○ Otros Estándares	
• Adaptación del Servicio ATM	201
• Protocolo AAL tipo 5	205
Funcionamiento Avanzado de las redes ATM	206
Señalización	207
• AAL de Señalización	209
• Protocolos de Señalización	210
• Señalización y Plano de Control	212
Encaminamiento	213
Direccionamiento	214
Introducción a la Gestión de Tráfico en ATM	215
• Contrato de Tráfico	215
• Descriptor de Tráfico	216
• Calidadad de Servicio	218
Gestión de Tráfico	220
○ Control de Admisión	
○ Control de Flujo	
○ Función de Policia	
○ Gestión de Memoria	
○ Planificación de Células	
Categorías de Servicio ATM	222
○ Categoría CBR	
○ Categoría rt-VBR	
○ Categoría nrt-VBR	
○ Categoría UBR	
○ Categoría ABR	
Interconexión de Redes Vía ATM mediate <i>Classical</i> IP	226



# INDICE

Integración de Redes de Datos vía ATM	226
Modelo <i>Classical</i> IP de Interconexión	227
• Encapsulado de Datagramas	230
• Resolución de Direcciones	230
• Comunicación fuera de subred	230
Evaluación de la Aproximación Classical IP	234
Interconexión de Redes Vía ATM mediante LAN Emulation	235
Modelo LANE de Interconexión	235
Protocolo LANE	236
• Comunicación Unicast en LANE	239
• Comunicación Multicast en LANE	240
Configuración ELAN	240
Comutación fuera de ELAN	240
• Comunicación mediante Routers IP	243
• Comunicación mediante Puentes	246
Evaluación de la Aproximación LANE	247
<b>CAPITULO 4. CASO DE ESTUDIO</b>	<b>249</b>
Introducción	249
Consolidación Convergente	250
Pemex renovó su red con equipo Cisco	251
Evolución de las redes más importantes	252
• Novel Netware	252
• ARPANET	254
• NFSNET	256
• Internet	256
Conformación de una red ATM	257
Servidores de Acceso Remoto	257
• Introducción	257
• Puentes y Routers	257
• La Tecnología	258
• Aplicaciones	258
Selección de un Servidor de Acceso	259
Serie de Servidores de Acceso Cisco 2500	260
Servidores de Acceso de Configuración Fija	260
• Aplicaciones	260
○ Concentración de módems de baja densidad	260
○ Servicios de Terminal	261
○ Configuración de la red	262

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

# INDICE

o Acceso de modo mixto RDSI Asíncrono y de Terminal	262
• Soluciones de soporte enfocadas al ciclo de vida	263
• Resumen de Características	263
<b>Evolución de las Redes de Campus hacia Conmutación LAN y ATM</b>	<b>264</b>
Introducción	264
El Cambio a Conmutación	264
Ventajas de LANE sobre PNNI	265
Redes Virtuales (VLANs) Movilidad, Control de Broadcast y Seguridad	266
Definición de Redes Virtuales	267
• VLAN por Puerto	267
o Facilidad de Movimientos y Cambios	
o Microsegmentación y Reducción del Dominio de Broadcast	
o Multiprotocolo	
o Administración	
• VLAN por Dirección MAC	268
o Facilidad de Movimientos	
o Multiprotocolo	
o Problemas de Rendimiento y Control de Broadcast	
o Complejidad de la Administración	
• VLAN por Filtros	269
o Segmentación por Protocolo	
o Asignación Dinámica	
o Problemas de Rendimiento y control de Broadcast	
o No soporta Protocolos de Nivel 2 ni Protocolos Dinámicos	
• ELAN o Red Emulada	270
o Facilidad de Administración	
o Facilidad de Movimientos y Cambios	
o Multiprotocolo	
o Aplicable solo a Ethernet y Token Ring	
o Problemas de Control de Broadcast	
<b>Capacidad de Crecimiento</b>	<b>271</b>
Netflow LAN Switching y MPOA	272
Clases de servicio en entornos de Campus	273
Un Modelo Lógico para una Red de Campus	274
Red Conmutada Plana	275
o Como encajan las VLANs en todo esto	
o Control de Broadcast	
<b>Crecimiento de la Red de Grupos de Trabajo</b>	<b>277</b>
• Ubicación del Servidor, asignaciones múltiples	277
• Crecimiento de la red de Campus	277
• Ancho de banda BUS	278
• Distribución de Servicios LANE	279

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

# INDICE

Redundancia de LANE	279
• Introducción	279
• Redundancia en Redes LANE 1.0	280
HSRP (Hot Standby Router Protocol)	280
o Tarjeta ATM doble PHY para Catalyst 5000	
o Protocolo Spanning Tree en Conmutadores ATM de Ethernet	
Routing entre VLANs o ELANs	281
Routers	283
o Que es una dirección lógica	
o Como se implementa una dirección lógica	
o Protocolos de ruteo	
• Nodos IP en LANs	284
• NAT (Network Address Translation)	284
Encaminamiento del Tráfico IPX a través de Redes IP	285
• Introducción	285
o Formato del Paquete	
o Paquetes reservados	
o Mapa de direcciones Unicast	
o Broadcast entre Servidores	
o Broadcast por Clientes	
• Unidad Máxima de Transmisión MTU	287
• Aspectos de Seguridad	287
Módulo de Encaminador WAN 3011	288
Label Switch Router Cisco IGX 8400	290
Gigabit Switch Router de la serie Cisco 12000	292
• Especificaciones técnicas	294
• Gigabit Ethernet 1 MM, SM-Lit, SM-ZX	294
Sistema Voice Network Switching	295
Cyclades-PR4000 DSU/CSU	297
<b>CAPITULO 5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b>	<b>249</b>
Introducción	301
Inventario de Infraestructura y tecnologías de red	302
Integración al Back Bone ATM	303
Análisis de Interconexión a la red ATM de Pemex	305
Switch ATM	306
▪ Cisco 75XX	
▪ LS1010	
▪ IGX	

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

# INDICE

- **AXIS**

Función del Switch ATM	308
BPX	308
Propuesta	309

### **CAPITULO 6. COSTO – BENEFICIO** 313

Introducción	313
Economía y Costos	315
Análisis Costo - Beneficio	315
Listado de Estimación Costo-Beneficio	315
Importancia del Costo – Beneficio	316
Análisis del Proyecto	317
Estimación de Costos y Beneficios	318

- Estimación de Costos
- Estimación de Ahorros
- Estimación de Beneficios

### **CONCLUSIONES** 324

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

# PROYECTO DE INTEGRACION DE COMUNICACIONES EN HOSPITALES DE PEMEX EMPLEANDO UN BACKBONE

## I

### INTRODUCCION

Si hay algo que identifica el grado de desarrollo de una Nación es la diversificación de sus Sistemas de Comunicaciones. En el ámbito Internacional, México figura entre las naciones que disponen de todos los medios de comunicación tanto en calidad como en cantidad. Por otra parte, nuestra nación como potencia petrolera ocupa el 4° lugar a nivel mundial como productor de crudo y el 5° lugar como productor de gas natural.

Tales circunstancias han llevado a Petróleos Mexicanos (Pemex) a extender y optimizar una vasta y moderna red de telecomunicaciones, la cual se considera ocupa el tercer lugar a nivel nacional después de la red de Teléfonos de México y de la de Telecom.

Las telecomunicaciones han dejado de ser una simple necesidad y se han convertido en una herramienta estratégica de operación, información y administración, constituyendo a su vez una de las infraestructuras más importantes para el desarrollo de toda nación. La evolución de las telecomunicaciones en los últimos años, se ha presentado de manera acelerada, en tal forma que en la actualidad es posible contar con tecnología avanzada y una sorprendente unificación de diversos servicios.

De esta manera, las telecomunicaciones se han convertido en instrumento de información sumamente valioso en la coordinación de actividades tanto operativas como administrativas en todo tipo de instalación petrolera, sean oficinas de carácter administrativo, oficinas corporativas, hospitales, refinerías, complejos, petroquímicas, áreas de perforación, etc....

En la actualidad es suficiente con marcar un número telefónico para establecer comunicación entre un determinado puesto de mando y la más distante o inaccesible área de trabajo. Se han acortado tiempos y distancias y por tanto, personas a cargo de toma de decisiones cuentan ahora con información necesaria y oportuna.

Dentro de Petróleos Mexicanos se encuentra la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones (GIT), responsable de proporcionar, mantener y operar los equipos y servicios tanto informáticos como de telecomunicaciones.

Resulta obvio pensar que la gran cantidad y diversidad de equipos y dispositivos que permiten la telecomunicación con una cobertura tan amplia como la requerida por Petróleos Mexicanos, frecuentemente escapa del conocimiento de los usuarios.

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

Un teléfono, un facsímil, un conmutador telefónico digital, una máquina télex, redes LAN, redes de microondas, sistemas de comunicación vía satélite, tendidos de fibra óptica, concentradores de canales, radio recepción y transmisión en unidades móviles terrestres, aéreas y marítimas son sólo algunos ejemplos de equipos e instalaciones de comunicación, los cuales permiten darnos una idea de la magnitud y de lo complejo que resulta ser la red de telecomunicaciones de Petróleos Mexicanos.

Por otra parte, dada la dimensión y la complejidad de la Parestatal, Petróleos Mexicanos para mantener un óptimo control organizacional tanto en el aspecto administrativo como en el operativo ha dividido en áreas diversos sectores de trabajo, donde cada uno de éstos tiene un cierto grado de autonomía en lo que a su área respecta, y es así como se tienen Direcciones, Sub-Direcciones y Gerencias de: Refinación, Exploración, Bombeo, Perforación, Producción, Petroquímicas, Telecomunicaciones, Ventas, Servicios Médicos, etc.... y será precisamente el área de Servicios Médicos en donde se concentrará la atención -en cuanto a telecomunicaciones se refiere- de la presente tesis.

Es así como la Sub-Dirección de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos dirige, controla y administra 219 Unidades Médicas directas, distribuidas estratégicamente en donde se ubican los centros de trabajo petroleros; o bien a través de servicios subrogados cuando las necesidades técnico asistenciales así lo justifican.

### CLASIFICACIÓN DE HOSPITALES DE PEMEX

Los Hospitales se encuentran clasificados en tres categorías a saber:

- 1) **Hospitales de Tercer Nivel;** son también conocidos como Hospitales Centrales en donde se proporciona atención a pacientes de la localidad y a los referidos de los Hospitales de Segundo Nivel con problemas de salud complejos que requieren de servicios y de tecnología especializada. Este tipo de hospitales también cuenta con programas de enseñanza e investigación.
- 2) **Hospitales de Segundo Nivel;** proporcionan atención a los derecho-habientes de la localidad y a los referidos de los Hospitales de Primer Nivel, prestando además servicios de consulta externa y hospitalización en las especialidades básicas. Cuentan además con auxiliares de diagnóstico y algunas otras especialidades en base a la demanda.
- 3) **Hospitales de Primer Nivel;** éste tipo de hospitales promueven y fomentan la salud, diagnostican y tratan los padecimientos más frecuentes y controlan ciertas enfermedades crónicas, frecuentemente en pacientes ambulatorios.

Y es de ésta manera como tenemos el listado de Hospitales, clasificados en forma jerárgica, la cual se muestra a continuación:

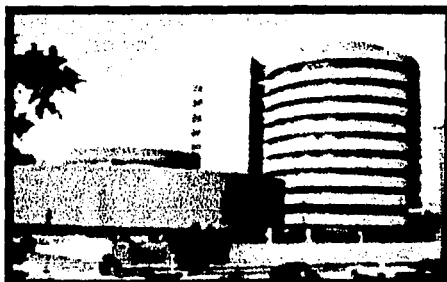
## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

### LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES MEDICAS

#### HOSPITALES DE TERCER NIVEL

- Hospital Central Sur de Alta Especialidad (Picacho)
- Hospital Central Norte (Azcapotzalco), D.F.

- Hospital Regional Salamanca, Gto.
- Hospital Regional Poza Rica, Ver.
- Hospital Regional Minatitlán, Ver.
- Hospital Regional Villahermosa, Tab.
- Hospital Regional Reynosa, Tamps.
- Hospital Regional Cd. Madero, Tamps.



#### HOSPITALES DE SEGUNDO NIVEL

- Hospital General Tula, Hgo.
- Hospital General Veracruz, Ver.
- Hospital General Nanchital, Ver.
- Hospital General Agua Dulce, Ver.
- Hospital General El Plan, Ver.
- Hospital General Salina Cruz, Oax.
- Hospital General Cadereyta, N.L.
- Hospital General Ebano, SLP
- Hospital General Cerro Azul, Ver.
- Hospital General Cd. Del Carmen, Camp.
- Hospital General Cd. Pemex, Tab.
- Hospital General Comalcalco, Tab.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

### HOSPITALES DE PRIMER NIVEL

### CLINICAS

- Clínica del Centro Administrativo, D.F.
- Clínica de Poza Rica, Ver.
- Clínica de Minatitlán, Ver.
- Clínica de Cd. Madero, Tamps.
- Clínica de Ecatepec, Edo. de Mex.



### CLINICAS-HOSPITAL

- Huachinango, Pue.
- Coatzacoalcos, Ver.
- Naranjos, Ver.

### CONSULTORIOS MEDICOS

- Consultorios en todas y c/u de las Plataformas Marinas
- Consultorios en Unidades y Complejos Petroquímicos
- Consultorios en localidades con derecho-habientes
- Consultorios en terminales Aéreas, Terrestres y Marítimas
- Consultorios en Instalaciones de Refinerías
- Consultorios en Centros Procesadores de Gas
- Consultorios en Super-Intendencias de Ventas
- Consultorios en Campos y Brigadas de Exploración
- Consultorios Subrogados

### Inventario de Locaciones Médicas

Camas Censables	95
Laboratorios Clínicos	2
Laboratorio de patología	10
Salas de Radiología	32
Salas de Expulsión	28
Quirófanos	58
Bancos de Sangre	8
Consultorios	1,252
Medicina General	306
Especialidad	855
Odontológicos	91
Farmacias	45

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



# PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

## SERVICIOS MEDICOS DE PEMEX A LO LARGO DEL TERRITORIO NACIONAL



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

### ESQUELETO DE TESIS

Con todo lo anterior, se hace imperativo que la Sub-Dirección de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos posea un aprovechamiento óptimo de los recursos humanos, materiales y tecnológicos con que cuenta, apoyándose para tal fin en los servicios y equipos de vanguardia que la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones puede brindarle. En el punto II se explica con mayor detalle la justificación del presente trabajo.

En el punto III se dan los antecedentes y datos históricos que han tenido las comunicaciones dentro de Petróleos Mexicanos. Y en el punto IV se explican los objetivos principales y particulares para dar solución a la problemática que viven actualmente los Hospitales de Petróleos Mexicanos.

- El Capítulo 1 se enfoca a una descripción breve y básica de conceptos generales dentro del área de telecomunicaciones, así como también una descripción funcional de los servicios básicos como son: DS $\phi$ 's, Dial-up, Video-Conferencia, Telefonía, Radio-Móvil, etc....
- El Capítulo 2 expone la problemática de comunicación externa que presentan los Hospitales de Petróleos Mexicanos, así como un análisis detallado de la situación actual en que éstos se encuentran.
- El Capítulo 3 lleva a cabo un análisis funcional de tecnologías; estableciendo además una crítica en base a las ventajas y desventajas que cada una de las tecnologías de vanguardia citadas presenta.
- El Capítulo 4 muestra un caso de estudio particular de algunos servicios y tecnologías vanguardistas de interés, dada la situación actual de los hospitales.
- El Capítulo 5 es una propuesta de solución a la problemática que viven los hospitales de Petróleos Mexicanos expuesta al inicio del presente trabajo.
- El Capítulo 6 hace las observaciones pertinentes en cuanto al Costo-Beneficio que conlleva la solución planteada en el Capítulo 5.
- El Capítulo 7 finalmente, muestra las conclusiones de la Investigación a que llevó el trabajo de tesis que se está presentando.

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

### II

## JUSTIFICACION

En la actualidad toda empresa puede ser vista como un ente vivo que debe evolucionar para adecuarse a los cambios en el ambiente y lograr así la supervivencia. Prácticamente todas las cosas se encuentran en un estado evolutivo que continuamente modifica sus características.

No obstante, son los cambios quienes adquieren una nueva dimensión en función de la complejidad del ente bajo estudio; de tal suerte que ya no sólo los cambios sino la velocidad con que éstos se llevan a cabo debe ser considerada. Por tanto, el mejoramiento sistemático continuo es fundamental para toda empresa que pretenda posicionarse en cualquier tipo de mercado y competencia.

La serie de cambios y modificaciones que se han dado en la Economía Mexicana ha propiciado la aparición de nuevos y difíciles retos, así como condiciones para todo tipo de empresa. Esto por supuesto, ha llevado a Petróleos Mexicanos a una re-estructuración interna en las áreas y organismos que le conforman; y dentro de los cuales se encuentran la Sub-Dirección de Servicios Médicos y la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones.

La historia nos muestra que ha sido la tecnología vanguardista del momento la que ha llevado a las naciones a un alto grado de desarrollo. Este hecho demanda el día de hoy la actualización, implementación y en su momento la adquisición de nuevos e innovadores sistemas y equipos de telecomunicaciones, que permitan al sector de Servicios Médicos de Pemex tener las características necesarias para aprovechar de manera óptima los recursos humanos, materiales y tecnológicos, y ofrecer así un servicio de alta calidad, profesional y altamente competitivo a sus beneficiarios finales: "*Los Pacientes*".

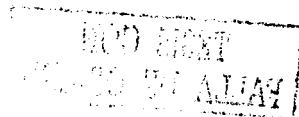
El análisis de la problemática que presenta todo tipo de instalación médica en cuanto a comunicación externa se refiere, conlleva a afrontar los problemas y a dar soluciones consisas e inmediatas. Es irrefutable la necesidad de adecuar, actualizar y adquirir sistemas, equipos y tecnologías que permitan un mejor desempeño médico con el único fin de lograr la recuperación de salud y bienestar de todo paciente, justificación irrefutable que dio origen a la presente Investigación.

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

### PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Entre las soluciones propuestas a la problemática expuesta en la investigación del presente trabajo tenemos:

- a) La implementación de una Red Nacional de Hospitales aprovechando la infraestructura ya existente de un backbone de más de 50 switches ATM instalados y operando en la Institución, a fin de evitar congestionamientos y cuellos de botella tanto actuales como futuros, dada la implementación de tecnologías de punta, las cuales ofrecen nuevos e innovadores servicios, donde a su vez éstos son grandes consumidores de ancho de banda.
- b) Diseñar una estrategia para la puesta en marcha de la integración del citado Backbone, para lo cual debe darse prioridad a la jerarquía de cada Hospital, dadas las funciones que estos desempeñan.
- c) Plantear la integración total del Backbone por etapas, a fin de cubrir a su término, toda Clínica y Hospital que conforman la red de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos.
- d) Analizar las características técnicas de los equipos e instalaciones informáticas y de telecomunicaciones en existencia, con la mira de optimizar, actualizar y adaptar a tales -en la medida en que sea posible- a la Integración de Comunicaciones propuesta, aprovechando los recursos ya existentes.
- e) Para llevar a efecto la implementación del Proyecto por etapas, se deberá definir una estrategia mediante la cual se puedan establecer libranzas de los equipos e instalaciones informáticas y de telecomunicaciones actualmente en operación.



III

## LAS TELECOMUNICACIONES EN PEMEX

En todo momento a lo largo de la historia de la Industria Petrolera, ha quedado de manifiesto la clara necesidad de contar con los servicios de telecomunicaciones, mismos que han tenido un proceso evolutivo que se apoya tanto en las tecnologías que soportan a dichos servicios, como en el papel que éstos tienen en el manejo oportuno de la información.

Fué en 1938, cuando el entonces presidente de la República: Lázaro Cárdenas proclamó la Expropiación Petrolera y con ella el nacimiento de Petroleos Mexicanos, esto es: Pemex. Así mismo se inició una etapa histórica en nuestro país de suma importancia y de consecuencias trascendentes, dado que desde entonces comenzaron a implementarse *Sistemas de Telecomunicaciones* que a la fecha del día de hoy resultan estratégicos para el desarrollo de una de las principales Industrias de nuestra nación: la Industria Petrolera.

La historia de las telecomunicaciones en Pemex data precisamente desde el nacimiento de Pemex mismo. En más de 60 años, la paraestatal ha procurado estar a la vanguardia en materia tecnológica y pendiente de las transformaciones globales que constantemente se inclinan a optimizar los procesos de intercambio y difusión en cuanto a información se refiere.

De 1938 a 1953 se instalaron circuitos de enlace en las bandas de altas frecuencias, los cuales se establecieron en los centros Industriales más importantes del país, como son: Tampico, Tuxpan, Poza Rica, Eban, Madero, Naranjos, Cerro Azul, Coatzacoalcos, Agua Dulce, El Plan, Nanchital, lo mismo que en las embarcaciones de la flota marina.

Por otro lado se lograron avances interesantes en materia de telecomunicaciones tanto en Onda Corta como en Telefonía, con la implementación de conmutadores de selección automática en las oficinas centrales de la Ciudad de México como en algunas Refinerías. La Comisión Técnica de Telecomunicaciones de Petróleos Mexicanos, cuya existencia abarcó de 1953 a 1955, promovió la puesta en marcha de la entonces moderna técnica de *Modulación de Frecuencias* (FM), instalada en un inicio en radios de bulbos en el Distrito de la Cuenca del Papaloapan.

En los años 60 se creó la Sección de Telecomunicaciones y Automatización quien se encargó de delimitar los criterios técnicos para el establecimiento de los sistemas de telecomunicaciones de altas y muy altas frecuencias, conmutación y selección automática, microondas, telegrafía, telex, facsímil, líneas y redes de transmisión y los circuitos de intercomunicación y sonido. Asimismo destacan los proyectos de telecontrol y telemedición destinados en su mayor parte a la operación automática de separación y recolección, sistemas de inyección de agua a yacimientos, y sistemas de ductos.

En esta misma década se instalaron los sistemas radioeléctricos para comunicaciones de tipo local en campos y distritos de explotación, así como el sistema de microondas Ciudad Pemex - México - Salamanca con capacidad (hasta 1967) de 120 canales telefónicos y un sistema de telegrafía automática equivalente a 2,600 km/circuito.

Ya a fines de los 60's existía el Departamento de Ingeniería de Telecomunicaciones con más de 160 estaciones de onda corta y más de 15 conmutadores telefónicos, entre los que destaca el de Poza Rica, Ver. con aproximadamente 1,000 abonados y el de la Cd de México con alrededor de 1,500 usuarios.

También se colocaron en operación sistemas de MO, Sistemas de Control Centralizado para los equipos de compresión de gaseoductos por apertura de válvulas de succión y descarga, y de secuencias de paro y arranque. Gracias al Sistema MO se inició una red de larga distancia interna y propia.

En 1980 se hablaba ya de una consolidación de las Telecomunicaciones en Pemex, debido a que se amplió la red de microondas, que se encontraba manejando 130 estaciones y 500 conmutadores telefónicos. Simultáneamente se conformó la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones (GIT) y el *Sistema de Larga Distancia Automática*, que se apoyó en 222 conmutadores con 711 vías de conexión y 35,486 extensiones.

En los años 80's siguieron los cambios vertiginosos, pues se modernizaron los sistemas de telecomunicación de la *Flota Marina* y los circuitos de muy altas frecuencias, conformados por equipos móviles, portátiles y fijos, cuyo conjunto ascendía a más de 5,000. A su vez, en esta etapa se realizó la incorporación de los Sistemas de Telemedición y Control Supervisorio mediante SCADAs (*Sistemas de Control Supervisorio y Adquisición de Datos*) instalados en las zonas marinas y del Sureste.

Aun en la década de los 80's se estableció la Red de Datos Pemex-Paq para dar solución a las necesidades de interconexión informática, contando a su vez con servicios hacia la red pública de transmisión de datos (Telepaq). La capacidad inicial de la red Pemexpaq fue de más de 1,000 puertos ascendiendo posteriormente a 4,000. Cabe destacar el hecho de que a fines de los 80's se contaba con alrededor de 140 estaciones de MO y se estaba inaugurando una estación terrena para comunicaciones satelitales en Campeche, y la cual estuvo en operación en el Sistema de Satélites Morelos.

Aparecieron también los Sistemas de Radar, microondas, enlaces por dispersión troposférica y larga distancia telefónica, implementados a fin de establecer comunicación en las zonas marinas para apoyo de actividades tan importantes como resultan ser: exploración, construcción, perforación, producción y transporte de producto.

De ésta manera tenemos que los servicios que la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones ha proporcionado a las Dependencias de Petróleos Mexicanos en toda su historia, han sido servicios altamente especializados, soportados en tecnologías de punta, que siempre han estado sujetas a una acelerada transformación.

Aquí cabe citar que el área tecnológica en la que se encuentra la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones es una de las más dinámicas en todo sentido, sin dejar de mencionar que a nivel mundial es una de las más sobresalientes dentro de la competencia comercial en este rubro.

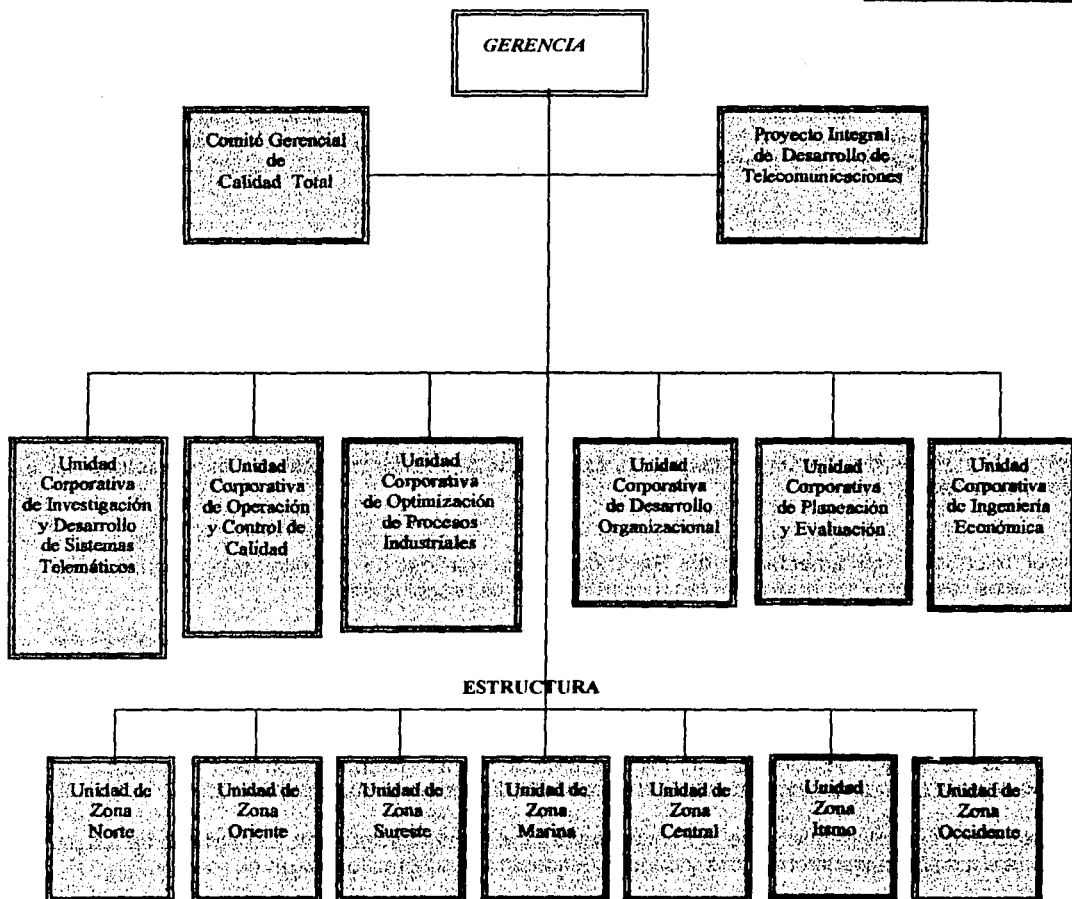
La Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones de Petróleos Mexicanos se encuentra formada por seis Unidades Corporativas y siete Unidades de Zona, las primeras constituyen las Unidades de Gestión Administrativa y de Proyectos Tecnológicos a nivel nacional, en tanto que las siete últimas son consideradas las sedes operativas, en donde se proporcionan los servicios de telecomunicaciones a nivel local.

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

Una de las políticas que establece la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones en cuanto al servicio, es que éste se debe de proporcionar a cualquier usuario que lo solicite sin importar su ubicación geográfica o el departamento al que pertenezca.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL



Organigrama Estructural de la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE TESIS

### IV

## OBJETIVO

El objetivo General establecido desde un inicio y que motivó y dio origen al presente trabajo de Investigación, es el siguiente:

- ***Implementar una Red Nacional de Hospitales de Petróleos Mexicanos empleando para ello los recursos materiales ya existentes, con el fin de optimizar y actualizar la red interna que une a dichos Hospitales, proporcionando a su vez las características necesarias para una Integración de Comunicaciones, que sea capaz de soportar Servicios y Tecnologías de vanguardia.***

## OBJETIVOS PARTICULARES

Con el propósito de alcanzar el objetivo principal anteriormente citado, se establece una serie de objetivos particulares y específicos, los cuales permitirán a mediano plazo la Integración de Comunicaciones que demanda la Calidad y Competitividad de la Intranet (Red Interna) de Hospitales de Petróleos Mexicanos. En base a lo anterior, se definen los siguientes objetivos particulares:

- a) Llevar a cabo la Implementación del Backbone en la Intranet de Hospitales de Petróleos Mexicanos, así como la adquisición (adopción) de nuevas tecnologías.
- b) Hacer un estudio de las características técnicas de los Equipos e Instalaciones Informáticas y de Telecomunicaciones existentes, que muestre el grado en el que éstos puedan o no soportar los nuevos servicios y tecnologías.
- c) Definir las metas que se deberán cubrir en cada etapa de la implementación del Proyecto de Integración de Comunicaciones en función de la jerarquía de la Instalación médica.
- d) Establecer la estrategia mediante la cual se llevarán a efecto las libranzas pertinentes de los equipos e instalaciones informáticas y de telecomunicaciones actualmente en operación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



---

# CAPITULO 1

---

## CONCEPTOS GENERALES

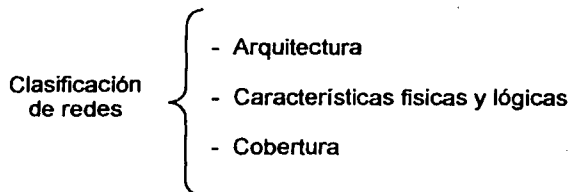
### DEFINICIONES BASICAS DE REDES



**RED :** En terminos de Telecomunicaciones, una red es la infraestructura fisica encargada para el transporte de información, ya sea de voz, datos, imágenes o video.

**TIPOS DE REDES :** Las redes de computadoras personales difieren en cuanto a sus alcances, las redes más pequeñas son denominadas "Redes de Area Local" comunmente conocidas como redes LAN (Local Area Network). Las redes más grandes, denominadas "Redes de Area Amplia" o redes WAN (Wide Area Network), emplean líneas telefónicas u otros medios de comunicación para alcanzar computadoras alejadas por distancias realmente considerables.

Resulta prudente destacar que las redes pueden ser clasificadas ya sea por su Arquitectura, por sus características físicas y lógicas, o bien, por el tipo de servicio que éstas prestan.



De clasificarlas por su Arquitectura estaríamos hablando del tipo de Servicio que prestan así como de los tipos de protocolos que emplean. Ahora, si se les quiere clasificar en cuanto a sus Características físicas y lógicas, estaríamos hablando del tipo de topología que presentan, que sistemas de transmisión utilizan, el tipo de acceso al medio que emplean y de los medios de transmisión que usan. En cuanto a su cobertura, la clasificación de red hace referencia a la cantidad de usuarios que hacen uso de la misma, las distancias entre usuarios y el tipo de medio físico.

**ADMINISTRADOR DE RED:** En el caso de las redes LAN -redes de área local- un administrador de red es la persona encargada de mantener la red y prestar ayuda a los usuarios.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO  
R. HUGO HERRERA M.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

**HOST:** Los host son máquinas destinadas para correr programas de usuario (aplicaciones). Un host es un anfitrión. En Internet cualquier computadora que puede funcionar como punto de inicio o como punto final en una transferencia de datos es un host. Sin embargo, en Redes y en Telecomunicaciones en general, un host es la computadora que realiza funciones centralizadas, como el poner al alcance de las demás computadoras los programas y los archivos de datos disponibles.

**APLICACIÓN:** El término aplicación comúnmente se emplea para denotar el uso de algún tipo de Software, el cual no es otra cosa mas un programa de aplicación.

**PROGRAMA:** Técnicamente un programa es una lista de instrucciones escritas en *Lenguaje de Programación* que ejecuta una computadora para que la máquina actúe en una forma determinada. El término *programa* es sinónimo de Software. El mundo de Programas de Computación se divide en programas de Sistema, de Utilerías y de Aplicación.

- **Programas de Sistema:** Los programas de sistema incluyen los programas que la computadora necesita para funcionar con efectividad, incluyendo el Sistema Operativo, el software de administración de memoria y los intérpretes de las líneas de comando. El Sistema Operativo MS-DOS es un ejemplo de Software de Sistema.
- **Programas de Utilerías:** Los programas de utilerías incluyen todos los programas para mantener el sistema de computación. MS-DOS incluye varios programas de utilerías, como CHKDSK. La mayoría de los usuarios equipa su sistema con paquetes de utilerías.
- **Programas de Aplicaciones:** Los programas de aplicaciones transforman la computadora en una herramienta para realizar un tipo de trabajo específico, como el de procesamiento de texto, el de análisis financiero (con una hoja de cálculo electrónica) o algún tipo de diseño.

**NODO:** Un nodo es el punto de convergencia de varios conductores eléctricos o de comunicaciones. No obstante, dentro del ambiente de redes y más particularmente dentro de una red LAN -Red de Area Local- un nodo es un punto de conexión capaz de crear, recibir o repetir mensajes. Los nodos incluyen repetidores, servidores de archivos y periféricos compartidos; sin embargo, en el uso cotidiano, el término nodo es un sinónimo de estación de trabajo.

**ESTACION DE TRABAJO:** Del inglés Workstation. En una red LAN -Red de Area Local- una estación de trabajo es la computadora de escritorio que corre programas de aplicación y sirve como u punto de acceso a la red. Una estación de trabajo profesional, por lo general ofrece una excelente resolución de pantalla, microprocesadores veloces y potentes asi como una muy extensa memoria. Una estación de trabajo es generalmente más costosa que una computadora personal y en general usan el Sistema Operativo: UNIX. Sin embargo, los límites entre las computadoras personales de alta calidad y las estaciones de trabajo profesionales se están desvaneciendo a medida de que las primeras se vuelven cada vez más poderosas.

**GRUPO DE TRABAJO:** Es un pequeño grupo de empleados asignados a laborar conjuntamente en un proyecto específico. En las grandes compañías, gran parte de las actividades las efectúan grupos de trabajo. Para que las actividades salgan bien y con rapidez, el grupo necesita comunicarse eficientemente y compartir recursos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

La tecnología de las computadoras personales, en especial cuando están vinculadas en una red LAN, la cual se encuentra concebida para mejorar la productividad de los grupos de trabajo, proporcionando canales adicionales de comunicación al grupo (en forma de correo electrónico), características de edición grupal de documentos (como subrayado y tachado) y acceso compartido a una base de datos común.

**PERIFERICOS:** Los periféricos son dispositivos tales como una impresora, un scanner o una unidad de disco, que se conectan a una computadora y que son controlados por ésta; no obstante éstos dispositivos son externos a la Unidad Central de Procesos CPU.

**ENLACE:** Proviene del Inglés Link. Dentro del ámbito informático un enlace consiste en establecer una conexión entre dos archivos o elementos de información, para que la modificación que se haga en uno de ellos se refleje en el otro. Un enlace o vinculación pasiva requiere la intervención y acción del usuario, como es la apertura de algún archivo en especial o la actualización del mismo. Por otra parte un enlace o vinculación activo se lleva a cabo en forma automática.

---

### VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN Y ANCHO DE BANDA

La velocidad de transmisión y en consecuencia el ancho de banda requerido por las aplicaciones que ya hemos definido, se ha ido incrementando notablemente en la medida en que han ido apareciendo aplicaciones más complejas.

- **ANCHO DE BANDA:** El ancho de Banda es el rango de frecuencias que un canal de comunicación es capaz de conducir sin una atenuación excesiva. Es una banda de frecuencias que puede ser reproducida por un amplificador, y que representa la diferencia entre dos frecuencias dadas.
- **VELOCIDAD DE TRANSMISION:** Es la velocidad en que son transmitidos caracteres o bits por segundo. Es la cantidad de elementos de información que pueden ser transportados por una unidad de tiempo.

Otro aspecto interesante a tener en cuenta, es que la tecnología de la telecomunicaciones permite en la actualidad velocidades mayores que las que se tienen en las transferencias internas de los procesadores. Esto se debe a que la transmisión se realiza ya en muchos casos con tecnología óptica; es decir, con fotones, en tanto que el proceso y la conmutación se llevan a cabo electrónicamente; es decir, con electrones.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### REDES DE AREA LOCAL Y DE AREA EXTENSA

#### REDES WAN (Redes de Area Extensa)

Una red WAN es una red de área extensa, las siglas provienen del Inglés Wan Area Network. Una red de éste tipo posee las siguientes características:

- Cubre una amplia superficie o área geográfica, cubriendo distancias que pueden llegar a miles de kilómetros.
- Utiliza por lo general medios de telecomunicaciones suministrados por operadores externos.

**BACKBONE:** Traducido literalmente del Inglés significa *Columna Vertebral*. Dentro de una red de área amplia (WAN) como lo es Internet, un backbone es un medio de alta velocidad y de alta capacidad diseñado para poder transferir datos a cientos o a miles de kilómetros. Se utilizan varios medios físicos para los servicios de Columna Vertebral o de Backbone, incluyendo los relevadores de microondas, los satélites y las líneas telefónicas dedicadas. Una línea dedicada es una línea destinada para la emisión y recepción de un servicio específico punto a punto.

#### REDES LAN (Redes de Area Local)

Una red LAN es una red de área local, sus siglas provienen del Inglés Local Area Network. Una red de éste tipo puede definirse como un sistema de comunicaciones, el cual proporciona una interconexión a una variedad de dispositivos dentro de un área restringida y que no utiliza medios de transmisión externos.

#### CARACTERISTICAS DE REDES DE AREA LOCAL

Características de redes LAN {

- Medios de Transmisión
- Topologías
- Técnicas de Transmisión
- Control de Acceso al Medio

#### REDES MAN (Redes de Area Metropolitana)

Las redes MAN (Metropolitan Area Network) es una red de tamaño superior a una LAN y suele abarcar el tamaño de una ciudad. Es típica de empresas que poseen varias oficinas repartidas en una misma área metropolitana; por lo que en su tamaño máximo comprenden un área de unos 15 km. En el Centro Administrativo de Petróleos Mexicanos en México se emplea una red MAN.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

**TOPOLOGIAS:** El concepto de Topología define la distribución de cada una de las estaciones de trabajo en relación a la red y al resto de la estaciones. Las topologías básicas en las redes locales son las topologías en estrella, en bus y en anillo. No obstante, en la actualidad las topologías más utilizadas son las denominadas *Híbridas*, que son una mezcla de las anteriores. Ejemplos de éste tipo de topologías son: topología en árbol, en estrella - estrella y anillo - estrella, con las que se refuerzan principalmente los aspectos de fiabilidad de la red, gestión de averías y capacidad de expansión.

La elección de una topología se encuentra en gran parte influenciada por el tipo de acceso al medio empleado, dado que determinadas topologías se adaptan más naturalmente a unos métodos de acceso que a otros.

**TECNICAS DE TRANSMISION:** Las principales técnicas de transmisión son la Banda Base y la Banda Ancha. En Banda Base, dominante en las redes locales la señal digital se transmite utilizando todo el ancho de banda, por lo que resultan necesarios mecanismos de compartición del medio. La señal se codifica con objeto de facilitar la sincronización. El sistema de codificación más empleado es el Manchester.

En la transmisión de Banda Ancha, las señales analógicas transmitidas son previamente moduladas y en la recepción demoduladas. Para ello se emplean dispositivos especiales denominados módems. El ancho de Banda del Medio puede ser dividido en canales independientes mediante técnicas de división por frecuencias (FDM).

**CONTROL DE ACCESO AL MEDIO :** El control de acceso al medio define los protocolos o mecanismos que deben seguir las estaciones para compartir de manera satisfactoria un recurso común como es la capacidad de transmisión de la red. El control de acceso al medio constituye el factor más característico en el funcionamiento de una red local. Los principales métodos de acceso al medio son: el de sondeo, paso de testigo en bus, paso de testigo en anillo y CSMA/CD. No obstante existen técnicas más recientes e innovadoras para redes de Alta Velocidad como son: FDDI, DQDB y ATM.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### MEDIOS DE TRANSMISION

El medio de transmisión constituye el elemento físico a través del cual se transporta la información. Sus parámetros más significativos a considerar son:

- Ancho de Banda
- Longitud
- Fiabilidad en la transferencia
- Seguridad
- Facilidad de instalación
- Costo

Uno de los aspectos clave en el diseño de una red es el medio físico que transporta la información, ya que puede condicionar la distancia, velocidad de transferencia, topología e incluso el método de acceso. Los medios de transmisión más usados en redes de área local son: el cable de par trenzado, el cable coaxial y el cable de fibra óptica. No obstante los enlaces por radio también forman parte como medios de transmisión en las redes inalámbricas que bien pueden ser locales o de área extensa. Los medios de transmisión en redes de área extensa, contemplan al vacío (por llamar de alguna manera al aire) como medio de transmisión, a través del cual viajan enlaces satelitales, de microondas y de radio.

El ancho de Banda está definido por el espectro de frecuencias que el medio puede transferir. Lógicamente, cuanto mayor sea el ancho de banda, se puede operar a velocidades de transmisión más elevadas. El ancho de banda es función de las características del cable y de su longitud.

La longitud de un segmento de cable es función del tipo de cable, arquitectura y topología de red. Normalmente, para cada arquitectura y tipo de cable están definidas las distancias máximas utilizables.

La fiabilidad en la transferencia, es la característica que determina la calidad de la transmisión, normalmente evaluada en porcentaje de errores por número de bits transmitidos. Está relacionada con la atenuación, así como por la sensibilidad a las interferencias externas.

La seguridad indica el grado de dificultad con que las señales transportadas pueden ser interceptadas.

La facilidad de instalación está relacionada con la ligereza y diámetro del cable, así como con su sensibilidad a las operaciones que sobre él se realicen. En fibra óptica -por dar un ejemplo- los optoacopladores son elementos muy complicados, por lo que su instalación y ajuste son complejos.

Obviamente el costo es un criterio determinante en la selección del cable. El cable más económico es el cable de par trenzado, siendo la fibra óptica el más costoso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### CABLE DE PAR TRENZADO

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Por su bajo coste y sencillez de instalación, el cable de par trenzado es el medio más utilizado en comunicaciones, tanto analógicas como digitales. Está constituido por dos hilos de cobre trenzados en forma de hélice. Este trenzado helicoidal le hace menos susceptible a las interferencias externas y reduce la posibilidad de interferencias entre pares cuando varios de estos se agrupan en el mismo cable.

El cable trenzado puede ser apantallado o sin apantallar; esto es, blindado o sin blindaje. Al cable blindado se le conoce frecuentemente por sus iniciales en inglés STP (Shielded Twisted Pair), mientras que el cable no blindado es conocido como UTP (Unshielded Twisted Pair).

Por su menor sensibilidad a las interferencias y menor atenuación, el cable STP es más adecuado para mayores distancias y velocidades de transmisión, así como para operación en entornos con interferencias; no obstante, la tendencia es emplear cable UTP siempre que sea posible, dado su bajo costo, sencillez de instalación y utilización en el tendido telefónico. Tanto el cable STP como el UTP se utilizan actualmente a velocidades muy elevadas, incluso a 150 Mbit/s con longitudes de cable no superiores a 100 m.

Los cables UTP se fabrican frecuentemente con 4 pares y los cables STP con 2 pares. La impedancia característica es de  $100\Omega$  para los cables UTP y de  $120\Omega$  a  $150\Omega$  para los cables STP. Los conectores utilizados se denominan RJ-45 para cables de 4 pares y RJ-11 para cables de 2 pares. En el caso del cable UTP existen varias versiones denominadas categorías: 2, 3, 4 y 5. Que han sido normalizadas por la EIA (Electronics Industries Association) en 1991. Ahora bien, puesto que todas las categorías permiten la transmisión de voz y datos, se señalarán las diferencias relativamente más significativas.

**UTP cat 2:** El cable UTP categoría 2 es el cable más sencillo, y se utiliza para la transmisión de datos a bajas velocidades, inferiores a los 4 Mbit/s. Este tipo de cable es idóneo para conversaciones telefónicas, no obstante, las velocidades requeridas actualmente por las redes locales exigen una mayor calidad.

**UTP cat 3:** Los cables UTP de categoría 3 comenzaron utilizándose en redes Ethernet a 10 Mbit/s con longitudes de segmento no superiores a los 100m y con una máxima longitud de red de 500m. Posteriormente se extendió su uso a otro tipo de redes como Token Ring (paso de testigo) a 4 Mbit/s y 16 Mbit/s y en redes de alta velocidad a 100 Mbit/s; a esta velocidad se necesitan varios pares (comúnmente 4 pares) para alcanzar la velocidad de transmisión.

**UTP cat 5:** Los cables UTP categoría 5 se han difundido enormemente en el tendido de cableado de las redes de área local. La ventaja de utilizar ésta categoría, radica en que el UTP categoría 5 puede utilizarse a 100 y 150 Mbit/s.

**10 BASE T :** La especificación 10 BASE T emplea par trenzado no apantallado, y como podemos observar en su nomenclatura, tiene una velocidad de transmisión de 10 Mbit/s utilizando una codificación Manchester, y cada segmento no supera los 100 metros.

**100 BASE T :** Es un cable de pares que posee una velocidad de transmisión de 100 Mbit/s en banda base. La conexión entre la estación y el Hub será punto a punto y no supera los 100 metros.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

**100 BASE T4** : Debido a que la oferta de UTP-3 más utilizada es con 4 pares, 100 BASE T4 emplea todos ellos. Los datos se transmiten sobre 3 pares, con lo cual la velocidad por par es de 33 Mbit/s. El cuarto par se utiliza para detectar colisiones. Las características básicas del 100 BASE T4 son:

- La conexión entre el hub y la estación es punto a punto.
- La distancia máxima del cable es de 100 metros.
- Puede trabajar sobre cableado UTP-3.

### CABLE COAXIAL

Un cable coaxial consta de un par de conductores de cobre o aluminio. Uno de ellos forma un alma central y está rodeado por el segundo conductor constituido por una malla muy fina de hilos trenzados o una lámina metálica cilíndrica. La separación y aislamiento entre los dos conductores se realiza generalmente mediante un material dieléctrico de teflón o plástico.

Todo el cable está cubierto por un aislamiento de protección para reducir las emisiones eléctricas. El cable coaxial tiene normalmente un mayor ancho de banda que el cable de pares trenzados. Se utiliza tanto para transmisión de datos, fonía o señales de video. En redes de área local, el cable coaxial se emplea tanto con transmisión de banda base como con transmisión de banda ancha; donde la primera modalidad es la más empleada frecuentemente. Fue en las redes tipo Ethernet donde su utilización fue más extendida, sin embargo ha ido siendo desplazado progresivamente por el cable de par trenzado. Los tipos de cable coaxial empleados más comunmente son los siguientes:

( velocidad en Mbit/s )( tipo de transmisión )( distancia en centenares de metros)

**10 BASE 5** : Es un cable coaxial grueso. Su impedancia característica de  $50\Omega$ . Conector tipo N. Y su nomenclatura indica que posee una velocidad de operación de 10 Mbit/s, una transmisión en banda base y una longitud máxima de un segmento de cable de 500 metros.

**10 BASE 2** : Es un cable coaxial delgado. Su impedancia característica es de  $50\Omega$ . Conector tipo BNC. Su nomenclatura indica que puede operar a una velocidad de 10 Mbit/s, con una transmisión en banda base y con una longitud no mayor a los 200 metros.

**10 BROAD 36** : Es un cable coaxial de Banda Ancha. Tiene una impedancia característica de  $75\Omega$  opera a una velocidad de 10 Mbit/s con transmisión de banda ancha y con una longitud máxima extremo a extremo de 3600 metros. En lo que respecta a la longitud, hay que tener en cuenta que las estaciones se conectan a los dos extremos del cable (uno para emisión y otro para recepción), por tanto la cobertura es de 1800 metros.

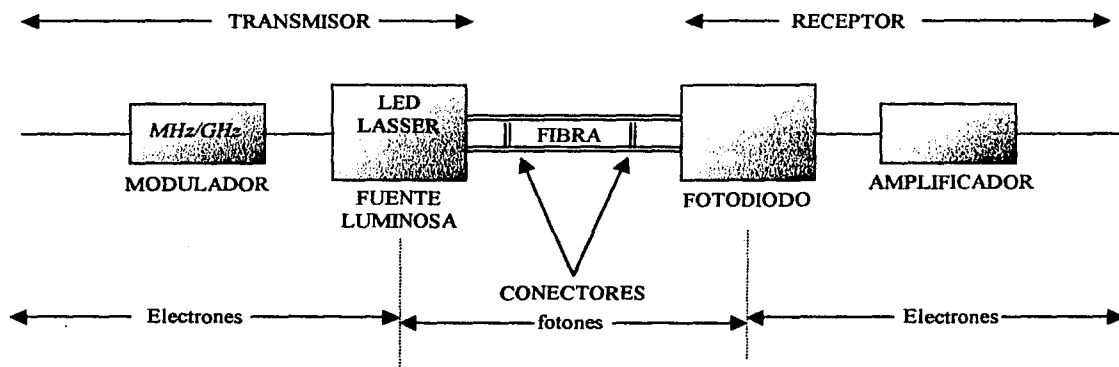
### CABLE DE FIBRA OPTICA



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El cable de fibra óptica constituye el medio de transmisión más reciente y el de mayor potencial para redes de alta velocidad. La fibra óptica se encuentra constituida por un núcleo circular muy fino de fibra de vidrio; esto es, de silicio transparente, el cual es capaz de conducir en su interior la energía óptica. Tal núcleo se encuentra rodeado por un revestimiento de otro tipo de vidrio con diferente índice de refracción. Así mismo, todo el conjunto se encuentra cubierto con una cubierta opaca y absorbente de luz.

### SISTEMA DE TRANSMISION OPTICA



### TRANSMISOR DE ENERGIA OPTICA

El transmisor de energía óptica cuenta con un modulador que transforma la señal electrónica entrante a la frecuencia aceptada por la fuente luminosa, la cual convierte la señal electrónica (electrones) en una señal óptica (fotones), que se emite a través de la fibra óptica. Las fuentes luminosas pueden ser semiconductores, como un LED (diodo emisor de luz), o bien lásseres con una mayor capacidad.

#### FIBRA OPTICA

La fibra óptica se conecta a la fuente luminosa y al detector de energía óptica. El componente de la fibra es Silicio. La conexión a la fuente y al detector requiere una tecnología compleja y es un factor crítico en el rendimiento de todo el sistema.

#### RECEPTOR DE ENERGIA OPTICA

El receptor no es otra cosa mas que un detector de energía óptica, normalmente un fotodiodo que convierte la señal óptica recibida en electrones. Es necesario también un amplificador para regenerar la señal.

### TECNOLOGIA DE RADIO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Las primeras técnicas utilizadas transmiten en los espectros de UHF (Ultra High Frequency de 300 MHz a 3 GHz), microondas en la banda SHF (Super High Frequency de los 3 GHz a 30 GHz). La mayoría de las redes inalámbricas que operan en el espectro de UHF utilizan la banda de 902 a 928 MHz, empleada también por los teléfonos móviles e inalámbricos. Las redes que operan con microondas utilizan normalmente la banda de 18 GHz alcanzando velocidades de 10 a 15 Mbit/s y distancias del orden de 100 m.

Las redes de infrarojos exigen una visión libre y sin obstáculos, dada su propagación en línea recta. Pueden operar con velocidades que van desde 4 a 10 Mbit/s con una cobertura máxima de pocas decenas de metros. Puede decirse que la tecnología de redes inalámbricas es emergente y que comienza a utilizarse en entornos departamentales o de pequeñas oficinas, así como en situaciones en las que resulte necesario disponer de una estación de trabajo en localidades en las que no es accesible el cableado.

### ELECCION DEL MEDIO DE TRANSMISION

La elección del tipo de cable forma parte de la tarea global del diseño de una red de área local; por tanto, con respecto al cable de par trenzado, puede decirse que como medio de transmisión y en una de sus variantes más sencillas (UTP) resulta ser el más económico. Se emplea para velocidades de hasta 150 Mbit/s, siempre y cuando la distancia máxima de un segmento no supere los 100 m. Sus límites de utilización dependen de la topología y arquitectura de la red. La tendencia actual es emplear cable UTP categoría 5; no obstante que la mayor base instalada corresponde al cable UTP cat 3.

Con respecto al cable coaxial, este ha sido tradicionalmente uno de los medios de transmisión más utilizados, sin embargo la tendencia actual se dirige hacia la utilización del par trenzado y la fibra óptica. La fibra óptica por su parte es un medio cuyo uso se está extendiendo de forma masiva, tanto en redes locales como en redes de área extensa, y esto debido a sus muy notables capacidades de ancho de banda, seguridad, ligereza, fiabilidad y baja atenuación, su único inconveniente es el coste y la complejidad de sus optoacopladores. Su utilización es muy adecuada para extender la cobertura de una red, interconectar edificios, trabajar como backbone y aplicaciones similares. Su instalación es apropiada tanto en entornos de oficina como industriales.

Tipo de Cable	Ancho de Banda	Longitud	Fiabilidad de Transferencia	Seguridad	Complejidad de Instalación	Coste
Par Trenzado	Moderado	Pequeña	Moderada	Baja	Sencilla	Bajo
Coaxial	Grande	Moderada	Alta	Moderada	Moderada	Moderado
Fibra Óptica	Muy Grande	Muy Grande	Muy Alta	Alta	Compleja	Alto

Resumiendo, el medio de transmisión constituye el elemento físico a través del cual se transporta la información. Sus parámetros más significativos a considerar son: ancho de banda, longitud, fiabilidad, seguridad, facilidad de instalación y coste. Como se comentó anteriormente, los medios de transmisión más empleados en redes de área local son: cable de par trenzado, cable coaxial y la fibra óptica. Actualmente la tendencia es el empleo del cable UTP y la fibra óptica, dadas las condiciones de velocidad, cobertura y protección exigidas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### ELEMENTOS Y FUNCIONES DE RED

#### ELEMENTOS DE RED

En una Red de Area Local se pueden encontrar diversos elementos, tanto equipo y hardware en general como software. Entre los equipos y hardware destacan los siguientes:

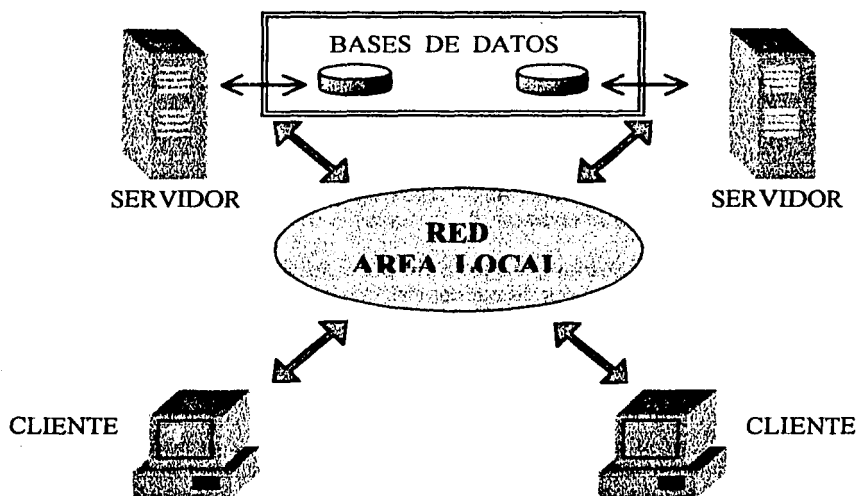
- El Sistema de Cableado: el cual se emplea para conectar los demás componentes de la red; como ya hemos mencionado el cable puede ser coaxial, de par trenzado o fibra óptica.
- Un Conjunto de Elementos de Hardware: los cuales configuran el concepto tradicional de red local, tales elementos son: tarjetas de conexión, transceptores, repetidores, hubs (concentradores), etc...
- Estaciones de Trabajo: es decir, las computadoras propiamente dichas (que en algunos casos pueden no disponer de disco duro) con sus periféricos asociados. Normalmente en las estaciones de trabajo se ejecutan los procesos cliente en un ambiente cliente/servidor.
- Equipos Servidores: Estos son los equipos informáticos que soportan los recursos compartidos: como son las Unidades de Disco, Impresoras, Plotters (trazadores), Bases de datos, etc... En los equipos servidores se ejecutan los procesos servidor.

No obstante, un equipo puede ser cliente para una determinada aplicación y servidor para otra. Un cliente en una red es una estación de trabajo con capacidades de procesamiento; o bien, una computadora personal que pueda requerir información o aplicaciones del servidor de la red.

#### MODELO CLIENTE / SERVIDOR

Las necesidades actuales de las empresas (mayor competitividad, globalización, flexibilidad, calidad, etc... ) junto a la evolución de la tecnologías de la Información han proporcionado la difusión del modelo conocido con el nombre de Cliente / Servidor. No existe una definición universal del modelo cliente / servidor, sin embargo podemos decir que "Cliente / Servidor es una tecnología distribuida que define el papel que realiza un cliente que requiere un servicio o en su defecto el papel del servidor que proporciona el servicio".

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



### ELEMENTOS BASICOS DEL MODELO CLIENTE / SERVIDOR

- Servicios de identificación de entidades (Directorio)
- Servicios de seguridad
- Servicios de conversión de datos
- Servicios de gestión de transacciones
- Servicios de tiempo
- Servicios de conexión entre redes
- Servicios de comunicación entre procesos

Resumiendo podemos decir que entre los principales elementos de una red destacan, por un lado el hardware: sistema de cableado, tarjetas, hubs, estaciones de trabajo y los equipos servidores; y por otro lado tenemos el software: el sistema operativo de red, las diferentes aplicaciones y el sistema de gestión de red.

En cuanto al modelo Cliente / Servidor se destacan cuatro componentes básicos: aplicaciones, servidores, infraestructura y red. La infraestructura está constituida por un conjunto de servicios que pueden ser utilizados por cualquier aplicación: directorio, seguridad, conversión de datos, conexión entre redes, comunicación entre procesos, etc... Y existen a saber diferentes tipos de servidores: de impresión, de disco, de ficheros, de terminales, de comunicaciones, de ejecución remota, de nombres, de transacciones, de ventanas, etc.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### FUNCIONES DE RED

Las funciones de una red de área local (LAN), permiten al administrador de la misma desempeñar sus responsabilidades, entre las cuales destacan las siguientes:

- Instalar y configurar la red.
- Mantenerla
- Diagnosticar problemas
- Mejorar su rendimiento
- Planificar su utilización
- Realizar copias de seguridad

Por tanto las redes deben de ofrecer una serie de funciones que faciliten su administración tales funciones son:

- Utilidades para su instalación
- Gestión de directorios y ficheros
- Administración de usuarios
- Monitorización de la red
- Gestión de Impresión
- Copias de respaldo
- Facilidades de contabilidad
- Seguridad
- Dominios, etc....

### TRABAJO EN GRUPO

Una definición sencilla de Sistema de Trabajo en Grupo: "Groupware" consiste en mencionar que dicho Grupo de Trabajo es un conjunto de aplicaciones utilizadas cooperativamente por un grupo de personas con el fin de aumentar la eficiencia y la productividad del grupo. Entre las principales aplicaciones que componen al Groupware se encuentran:

- 1) Correo Electrónico: Es la aplicación más extendida y que proporciona un mecanismo de intercambio de información entre usuarios y aplicaciones.
- 2) Conferencia Electrónica: Permite a los usuarios realizar conferencias electrónicas, mediante las cuales pueden intercambiar y modificar datos compartidos, mediante el compartimiento de recursos como son Impresoras, pantallas, base de datos, gestión de ideas, etc.....
- 3) Flujo de Trabajo: Del Inglés Workflow, permite la automatización de las actividades de los individuos dentro del grupo.
- 4) Gestión de Documentos: Proporciona las utilidades necesarias para la gestión de documentos compartidos, como son la creación, edición, revisión y almacenamiento, entre otras.
- 5) Agenda Electrónica: Facilita la programación y planificación de tareas, fijando fechas de terminación, recursos, facilidades para la organización de las reuniones, etc.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### EXPANSION DE LA RED

Debido al crecimiento que pueden experimentar las redes, resulta fundamental el que estas ofrezcan una función de expansión que permita superar sus límites (relativos en cuanto a longitud de cable y número de estaciones de trabajo). Con éste fin se han desarrollado diferentes dispositivos como:

- **Repeaters:** Repetidores, que amplifican las señales para cubrir mayores distancias.
- **Bridges:** Puentes, que permiten interconectar dos redes.
- **Routers:** Encaminadores, que proporcionan la ruta para los datos.
- **Gateways:** Pasarelas, que surgen de la necesidad de interconectar distintos tipos de redes o la conversión entre familias de protocolos dentro de la misma red.

---

### LAS DEMANDAS DE COMUNICACIONES DE DATOS DEL DIA DE HOY

#### EVOLUCION DE LAS COMUNICACIONES DE DATOS

En años recientes, los sistemas de cómputo han alcanzado un incremento enorme en cuanto a desempeño y rendimiento se refiere, de tal forma que el desarrollo en el campo de las comunicaciones de datos ha crecido en la misma proporción. Se ha visto que el funcionamiento del microprocesador y la capacidad de memoria de las PCs ha crecido durante los pasados 10 años por un factor de 100; así mismo las velocidades de transferencia en redes WAN ha ascendido en un factor de 10, en tanto que en redes LAN (con excepción de unas pocas redes FDDI que existen) se ha sucedido relativamente lo mismo.

#### TRANSFERENCIA DE DATOS EN REDES LOCALES

Más del 99% de las redes locales aún están basadas en los estándares definidos a principios de los 80's para Ethernet/IEEE 802.3 (1982) y Token Ring/802.5 (1985), con velocidades de transferencia de 10 y 16 Mbit/s respectivamente. La única manera de compensar el continuo incremento del desempeño del procesador y de las más sofisticadas aplicaciones de software en los nodos de red, ha sido reducir el número de usuarios de red. Hace pocos años no era de extrañarse encontrar redes Ethernet 802.3 con más de 300 nodos.

El día de hoy el número típico de usuarios en una red se encuentra entre 30 y 40 usuarios y la tendencia está aún disminuyendo. A fines de los 80's un nuevo estándar de redes LAN fue finalmente creado: FDDI (Fiber Distributed Digital Interface), basado en un topología de anillo de fibra óptica con una velocidad de transferencia de 100 Mbit/s.

Sin embargo FDDI no resultó fácil de poder establecer, dado que los componentes de hardware son muy costosos; lo que es más, un ancho de banda de 100Mbit/s generalmente será utilizado para solo una fracción de su potencial en aplicaciones de redes convencionales, pero esto aún no es suficiente para las verdaderas aplicaciones multimedia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Un mínimo ancho de banda requerido por multimedia de 10 Mbit/s por nodo de red, permitiría un máximo de 10 usuarios para estar activos al mismo tiempo. De manera similar lo mismo se aplica para el estándar IEEE 802.12 de redes LAN ( Fast Ethernet, Fast Token Ring ) introducidas en 1994, las cuales permiten a redes Ethernet convencionales o redes Token Ring ser ejecutadas a velocidades de transferencia de 100 Mbit/s. Haciendo uso de las dos diferentes prioridades de transmisión proveídas por el Protocolo de Prioridad de Demanda usado en éste estándar, es posible implementar aplicaciones multimedia a una extensión limitada, pero las restricciones básicas resultantes de un ancho de banda arreglado entre un número variable de usuarios sigue siendo el mismo.

Además, la razón crucial para la incapacidad de redes tradicionales con topologías: Ethernet, Token Ring, FDDI, Segment Switching y Fast Ethernet, consiste en que se enfrentan a las demandas de las aplicaciones multimedia de fines de los 90's y principios del nuevo milenio.

Ha sido posible por algún tiempo generar anchos de banda más altos para nuevas aplicaciones restringiendo el número de nodos de red a uno por segmento, lo cual es el principio de Segment Switching. Sin embargo, la transmisión de aplicaciones multimedia requiere capacidades en tiempo real así como también un alto ancho de banda, lo que excede ( y por mucho ) más allá de lo que puede ser proveído con arquitecturas de redes tradicionales.

Sólo el empleo de ATM como la base de redes de alta velocidad permitirá el uso de multimedia sin ninguna restricción. La razón de esto es que ATM no se encuentra basada sobre mecanismos de media compartidos sin conexión como las tradicionales tecnologías LAN, con la consecuencia de que el ancho de banda disponible depende del número de estaciones activas.

ATM cada estación de trabajo posee canales de comunicación de tamaño fijo, los cuales son definidos durante la instalación de la conexión en el tan llamado contrato de tráfico. Una red ATM con 10 usuarios y un ancho de banda garantizado de 100 Mbit/s por cada estación, es por tanto equivalente a una red LAN media-compartida con un ancho de banda de 1 Gbit/s, y esto no toma en cuenta las capacidades superiores en tiempo real de los canales de comunicación ATM, los cuales tienen origen debido a su conexión orientada.

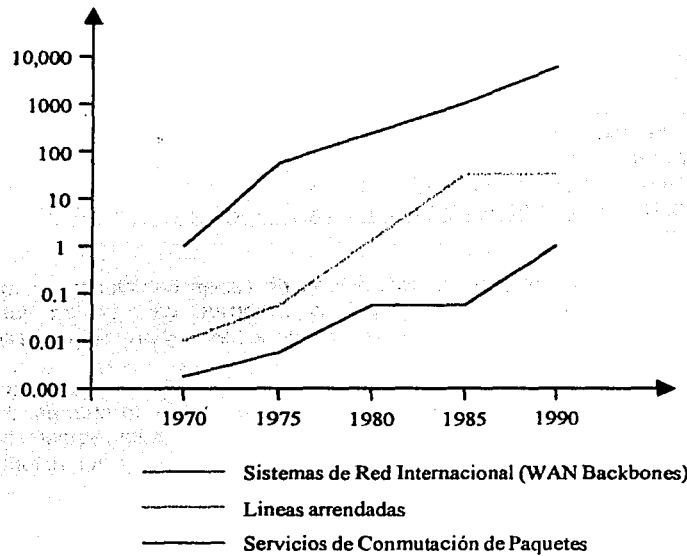
### TRANSFERENCIA DE DATOS EN REDES DE AREA ANCHA

En redes WAN, a diferencia de las redes de área local, las velocidades de transferencia se han elevado continuamente con el paso de los años. Comenzando desde los 2.4 Kbit/s y 4.8 Kbit/s en enlaces de datos desde hace 10 años. En la actualidad velocidades de transferencia estándar de 64 Kbit/s y 2 Mbit/s han sido alcanzada por servicios de datos con intercambio de paquetes.

En la segunda mitad de los 80's se observó la introducción de transmisiones compartidas de información analógica y digital en una base amplia: ISDN (Integrated Services Digital Network). Una velocidad básica de una línea ISDN provee un ancho de banda de 2 x 64 Kbit/s; esto es 128 Kbit/s. Estos 2 canales con un ancho de banda de 64 Kbit/s pueden ser usados como un solo canal, ofreciendo 128 Kbit/s. En la conexión multiplex primaria con 30 canales de usuario cualquier número de canales con ancho de banda puede ser combinado en un canal de datos común (Hiper ISDN).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



A diferencia de las redes LAN tradicionales, ISDN es una tecnología de conexión orientada y hubiera sido conveniente para aplicaciones multimedia si el ancho de banda hubiese sido suficientemente amplio.

El siguiente paso por tanto tenía que ser el desarrollo de los sistemas de transmisión de ancho de banda con un ancho de banda de usuario de 2 Mbit/s y más. En 1988 la ITU (International Telecommunications Union) formada por el CCITT (International Telephone and Telegraph Consultative Committee) desarrolló una nueva versión universal de ISDN: "B-ISDN" y seleccionó a ATM (Asynchronous Transfer Mode) como el mecanismo de transmisión para la misma.

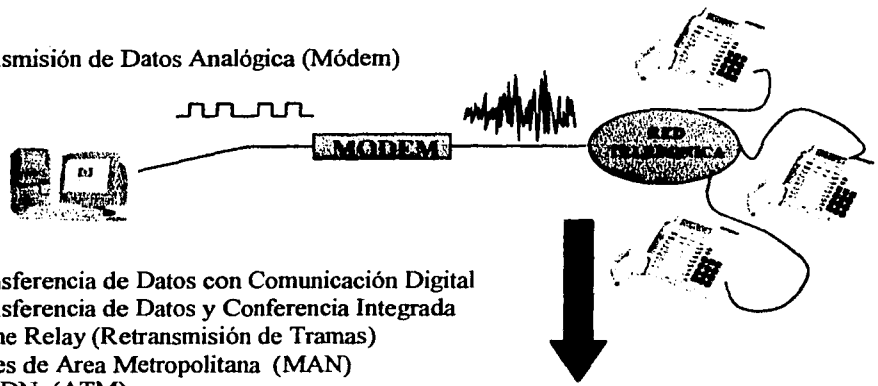
Desde principios de los 90's B-ISDN ( Broadband Integrated Services Digital Network ) ha sido aceptada generalmente como la nueva tecnología para redes públicas de área extensa en todo el mundo y esta cada vez más disponible como un servicio público en más y más países.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

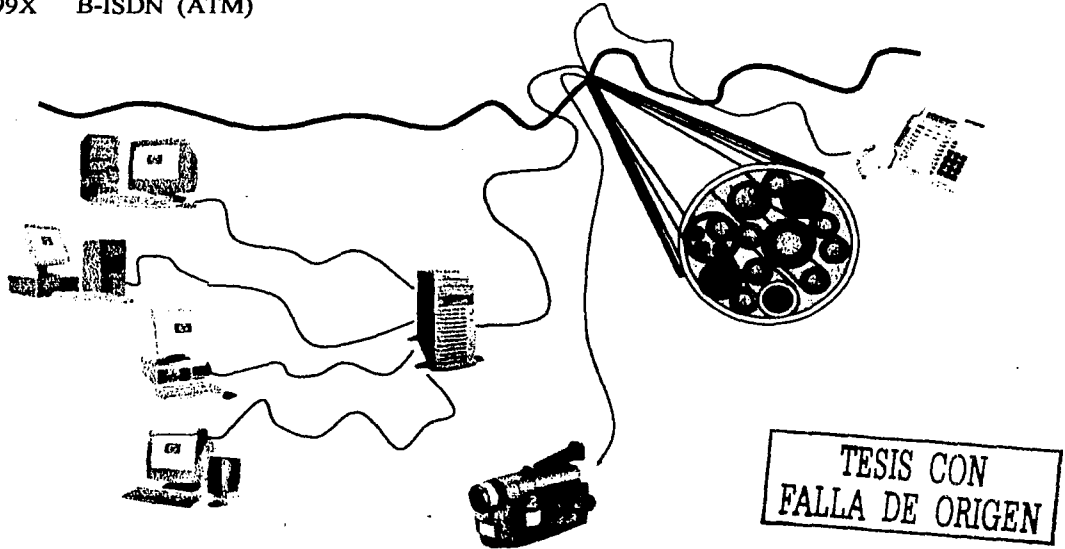


## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

1960 Transmisión de Datos Analógica (Módem)



1976 Transferecia de Datos con Comunicación Digital  
1984 Transferecia de Datos y Conferencia Integrada  
1991 Frame Relay (Retransmisión de Tramas)  
1993 Redes de Area Metropolitana (MAN)  
199X B-ISDN (ATM)



### TRANSMISION DE ANCHO DE BANDA EN LA ACTUALIDAD

Por décadas, las aplicaciones de proceso de datos salvaron primordialmente la información en forma alfanumérica. Fue solo hasta principios de los 90's que la baja de los precios en los mercados y el desempeño del microprocesador lograron hacer posible el correr aplicaciones multimedia en sistemas de cómputo; esto es, en sistemas informáticos. La información se presenta ahora en forma de imagen, texto, video y sonido ( bases de datos multimedia ). Adicionalmente, estas nuevas tecnologías de información se están utilizando para la comunicación interactiva, tal como la video-conferencia y la telemedicina.

Satisfaciendo éstos requisitos, las redes deben contar con ancho de banda enorme y nuevos mecanismos de transporte.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### TRANSMISION DE CONFERENCIA

Si la transmisión de conferencia está limitada a un ancho de banda de 4 KHz ( el cual corresponde al ancho de banda usado en telefonía ), transmisiones digitales de ésta banda de frecuencia, requerirán una capacidad de transmisión de 64 Kbit/s. De acuerdo al principio de Nyquist, 4 KHz requieren 8,000 muestras por segundo para capturar toda la información de la señal analógica.

La codificación de los valores medidos empleando 8 bits (dígitos binarios) permite a 256 diferentes niveles de señal estar suficientemente bien representados; la securncia de bits resultante asciende de esta manera a (8000)(8) bits cada segundo; es decir: 64 Kbit/s.

### TRANSMISION DE DATOS ALFANUMERICOS

En las aplicaciones informáticas más convencionales el tamaño de la pantalla es de 40 líneas por 80 caracteres. Cada caracter es codificado mediante 8 bits, de tal manera que la pantalla completa contiene 25.6 Kbit de datos. Transmitir esta cantidad de datos por un enlace de 9.6 Kbit/s tomaria 2.6 segundos. Sin embargo, es solo en casos excepcionales que el contenido de una pantalla entera necesite ser transferido ( por ejemplo, cuando una entrada a menú es seleccionada ). Si sólo es cuestión de actualizar entradas y salidas de información a la pantalla, significa que las velocidades de transmisión de datos necesitaron una caída marcada y velocidades de 2.4 Kbit/s a 4.8 Kbit/s prueban ser perfectamente adecuadas para aplicaciones interactivas alfanuméricamente orientadas.

### REQUISITOS DE ANCHO DE BANDA PARA SERVICIOS MULTIMEDIA

Los requisitos de ancho de banda para aplicaciones multimedia actualmente varían entre 10 Mbit/s ( Video ) y 900 Mbit/s ( HDTV High Definition Television ). Una parte importante se encuentra a cargo de los procedimientos de optimización y compresión empleados. Por ejemplo, la transmisión de video se puede restringir a transmitir únicamente aquellas partes de la imagen que han cambiado, ejemplo de esto el resultado de un movimiento en la imagen.

### TRANSFERENCIA DE INFORMACION DE VIDEO

Una pantalla contiene alrededor de un millón de elementos de información; esto es: pixeles. Usando con cada pixel generado (en el caso de una fotografía a color) 3 bytes (24 bits); esto significa que 24 Mbits tienen que ser transmitidos. Usando una conexión de 64 Kbit/s se requerirían 6 minutos para generar la pantalla, reduciendose a 0.15 segundos sobre un enlace de 155 Mbit/s.

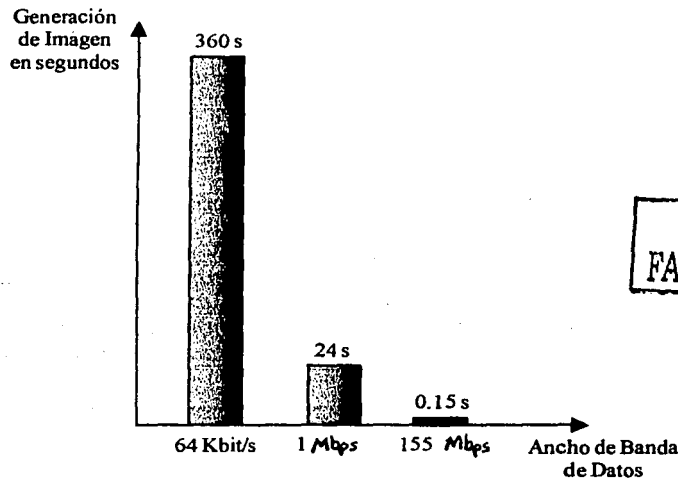
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Servicio de Información	Transferencia de Ancho de Banda	Aplicación Típica
Video	..... - 1 Mbit/s	Monocromático
Video	1 - 10 Mbit/s	Color
Video	10 - 100 Mbit/s	High Definition Colour (CAD)

### VIDEO – TRANSMISION

La transmisión de las secuencias de video requiere una transmisión de ancho de banda mucho mayor en comparación con toda otra aplicación. Sin embargo debido a los altamente eficientes mecanismos de compresión que han sido desarrollados en años recientes, ha sido posible reducir las velocidades de transmisión significativamente. Por tanto, el uso de video ha venido a identificarse con redes locales de alta velocidad.



En 1992 un primer estándar internacional para la compresión de video con calidad aceptable fue creado: MPEG-1. El estándar MPEG-1 procesa el video con una resolución de 352 x 288 pixeles, a una frecuencia de 25 imágenes por segundo. En una velocidad de compresión de 26:1 esto resulta en un torrente de bits de 1.5 Mbit/s. Como en el caso de las transmisiones de audio, en videoconferencia la necesidad de ancho de banda aumenta significativamente con el número de participantes ( para n participantes el ancho de banda requerido es de  $n \times (n - 1)$  veces que para un solo videoconferencista ).

A finales de 1993, el estándar MPEG-2 para transmisiones de video con difusión de calidad fue terminado. MPEG-2 transmite video con una resolución de 720 x 576 pixeles a una frecuencia de 25 imágenes por segundo, y de ésta manera alcanza los estándares de difusión de Televisión.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Sin embargo, la transmisión de ancho de banda necesaria para datos MPEG-2 suma a más de 4 Mbit/s. La transmisión de video de alta resolución en el formato HDTV ( 1000 a 1200 líneas de resolución ) requiere -dependiendo del esquema de compresión- entre 90 y 900 Mbit/s. El recuadro que aparece a continuación resume los requerimientos de ancho de banda típicos de conferencias en video multimedia.

Servicios de Información	Transferencia de Ancho de Banda	Aplicaciones Típicas
Conferencia Video / Multimedia	... - 1 Mbit/s	Imagen de Ventana: encabezados
	1 - 10 Mbit/s	Imagen de pequeña ventana: Alta calidad de Imagen
	10 - 100 Mbit/s	Pantalla completa: Alta Calidad

Dependiendo del contenido de la pantalla, la transmisión de ancho de banda necesaria puede variar dramáticamente. El contenido de la pantalla con pocos movimientos lentos, genera mucho menos datos que el contenido con un gran número de objetos en movimiento rápido.

### RETARDO EXTREMO A EXTREMO

El segundo parámetro importante para la transmisión de aplicaciones multimedia ( así como el ancho de banda ) es el retardo máximo aceptable de extremo a extremo. Estudios de la ITU ( International Telecommunication Union, anteriormente CCITT ), muestran que en el caso de servicio de voz de baja calidad, el retardo máximo extremo a extremo está ubicado entre los 100 y 150 ms. En el caso de sistemas de visualización ( video ) éste parámetro no tiene que exceder los 30 ms. Si retardos adicionales por transmisión y encaminamiento vía Backbone son tomados en cuenta, para un grupo de trabajo en LAN esto significaría un máximo aceptable extremo a extremo de 10 ms.

Retardo en cada Dirección	Efectos para el Usuario Final
> 600 ms	La comunicación no es posible
600 ms	Difícilmente alguna comunicación es posible
250 ms	El retardo provoca disturbios de comunicación significativamente
100 ms	El retardo no es audible, si el escucha puede oír al hablante a través de la red
50 ms	No hay retardo audible

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

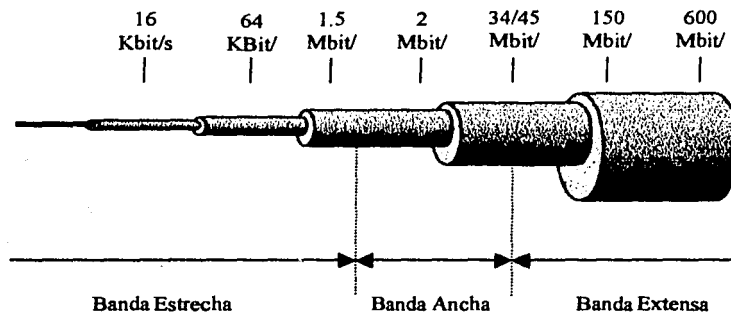
Actualmente ATM es la única tecnología capaz de manejar la mayoría -sino es que todos- los requisitos de aplicaciones modernas para la infraestructura de comunicaciones de datos.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### SISTEMAS DE TRANSMISION DE ANCHO DE BANDA

Por definición de la ITU, los servicios de ancho de banda son aquellos que requieren velocidades de datos para excesivas transmisiones de la velocidad primaria multiplex. Esta velocidad primaria multiplex (o velocidad primaria) es el primer nivel de la jerarquía establecida a principios de los 70's para proveer una transferencia eficiente de 64 kbit/s en canales telefónicos. Después de la conversión de las señales analógicas en secuencias de 64 Kbit/s, éstas son colectadas en grupos de 24 canales para la norma norte-americana y en 32 canales para la europea, para formar un canal multiplex primario, tal cual se verá con más detalle más adelante.

Esto da una velocidad de transferencia total de 1.544 Mbit/s o de 2.048 Mbit/s que no es otra cosa mas que la velocidad primaria multiplex. Sistemas con velocidad de datos por debajo de la velocidad primaria son conocidos como sistemas de banda estrecha. Algunas veces el término "Banda Estrecha" es usado para señalar al extremo más bajo del rango de banda ancha, a partir de 2 Mbit/s a 45 Mbit/s. A continuación se muestra una representación de los diferentes rangos de transmisión.



### SISTEMAS DE TRANSMISION

#### MODULACION "PCM" Y MULTIPLEXACION "TDM"

Es conocido a través del teorema del muestreo que una señal analógica se puede convertir en una serie de pulsos tomando para ello los valores instantáneos de tensión en intervalos constantes equivalentes a:

$$T = \frac{1}{2 f_M} \quad \text{Donde } f_M \text{ es la frecuencia máxima de la señal analógica}$$

Utilizando los valores muestreados en lugar de la señal analógica, se vuelven disponibles amplios espacios libres en el eje del tiempo, y estos espacios pueden llenarse con muestras procedentes de otras señales. Así, de esta manera se lleva a cabo la multiplexación TDM (Time Division Multiplexing) comunmente conocida como Multiplexación por División de Tiempo de señales PAM.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En realidad los pulsos PAM no se localizan directamente como podría pensarse, sino que la información de amplitud -relativa a cada pulso- se codifica en un sistema binario y sucesivamente se localiza en el eje del tiempo en forma de paquete de bits.

El proceso que realiza esta transformación es conocido como PCM ( Pulse Code Modulation ; es decir: Modulación por Pulsos Codificados) obteniéndose de éste modo una multiplexación por división de tiempo de señales numéricas PCM.

En la recepción, para poder separar los distintos paquetes de bits de manera correcta, intercalada en los paquetes PCM se debe transmitir de igual modo una secuencia de sincronismo denominada: sincronismo de trama. El conjunto constituido por el sincronismo y los bits PCM se denomina: trama. Obsérvese que la trama tiene una duración equivalente al intervalo de muestreo  $T_s$ , y que el intervalo  $T_s$  asignado a cada canal de muestra en el interior de la trama, será inversamente proporcional al número de canales a transmitir.  $T_s$  comunmente se denomina: Time Slot (ranura de tiempo).

### CANALES MULTIPLEX PARA ESTANDARES EUROPEO Y NORTEAMERICANO

#### JERARQUIA DE ENLACES

Como para el caso analógico, también la multiplexación por división de tiempo TDM prevee la construcción de estructuras jerárquicas, cuyos niveles se edifican mediante combinaciones de cierto número de señales del nivel inferior a partir de una señalización básica, donde el nivel Uno se denomina también Sistema Primario. A continuación se muestran las jerarquías para las multiplexaciones TDM de acuerdo al estándar del CCITT (norma europea) y del estándar Bell (norma norte-americana).

#### Jerarquía TDM del CCITT (Norma Europea)

Norma Europea			
Número de Nivel	Equivalencia	Número de Canales	Velocidad
E1		30 Canales	2.048 Mbit/s
E2	4 E1	120 Canales	8.448 Mbit/s
E3	4 E2	480 Canales	34.368 Mbit/s
E4	4 E3	1,920 Canales	139.264 Mbit/s
E5	4 E4	7,680 Canales	565.148 Mbit/s

$E\phi = 64 \text{ Kbit/s}$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

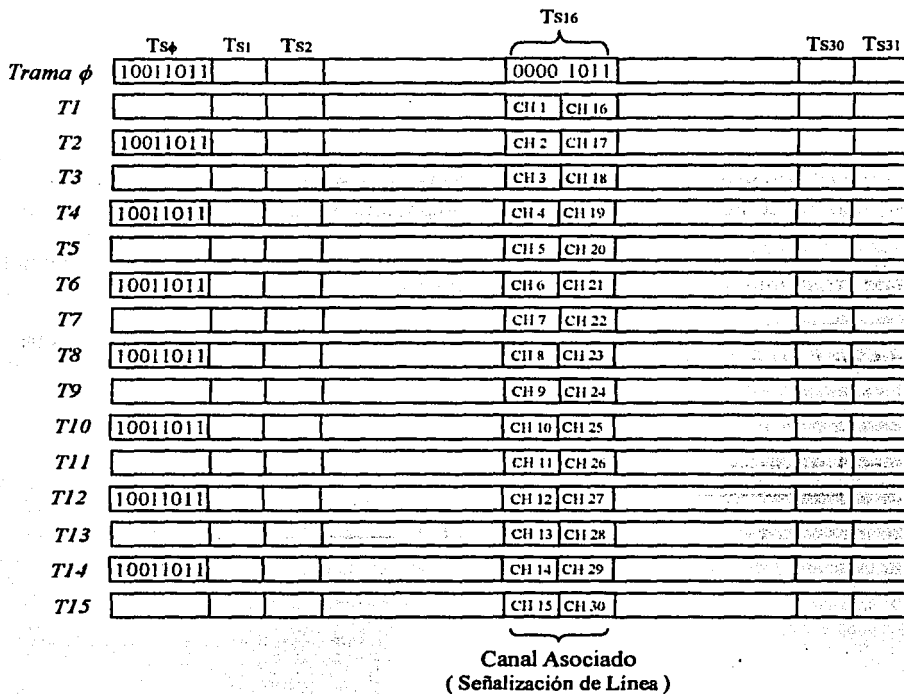
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

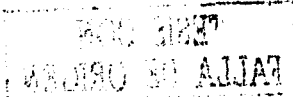
Jerarquía TDM de BELL (Norma Norteamericana)

Norma Americana			
Número de Nivel	Equivalencia	Número de Canales	Velocidad
T1		24 Canales	1.544 Mbit/s
T2	4T1	96 Canales	6.312 Mbit/s
T3	7T2	672 Canales	44.736 Mbit/s
T4	6T3	4,032 Canales	274.176 Mbit/s
T5	2T4	8,064 Canales	560.160 Mbit/s

SISTEMA PCM/30 DEL CCITT  
(NORMA EUROPEA)

- La trama está compuesta por 32 intervalos temporales (Time Slot), de los cuales 30 son reservados a los canales telefónicos.
- El primer time slot (Time Slot  $\phi$ ) de cada trama, contiene la configuración de sincronismo de trama, en tanto que el décimo séptimo (Time Slot 16) está reservado para las señalizaciones de Servicio.





### INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- Una Multitrama es el conjunto de 16 tramas numeradas de cero  $\phi$  a 15.
- La velocidad de transmisión (Bit rate) del flujo TDM/PCM es de 2.048 Mbit/s

$T_{S1}$	Lleva información del primer Canal de Voz			
$T_{S2}$	Lleva información del segundo Canal de Voz			
$T_{S(1-15)}$	Lleva información del segundo Canal de Voz			
$T_{S(17-31)}$	Lleva información del segundo Canal de Voz			
$T_{S\phi}$	<table border="0"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td>Tramas Pares: Comenzando en trama cero <math>T\phi</math></td> </tr> <tr> <td>Tramas Impares: Comenzando en trama uno <math>T1</math></td> </tr> </table>	}	Tramas Pares: Comenzando en trama cero $T\phi$	Tramas Impares: Comenzando en trama uno $T1$
}	Tramas Pares: Comenzando en trama cero $T\phi$			
	Tramas Impares: Comenzando en trama uno $T1$			

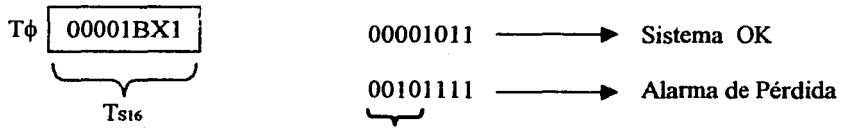
#### SINCRONIA DE TRAMA

En la trama  $T\phi$  con  $T_{S\phi}$  hallamos una palabra de alineamiento de trama, también conocida como sincronía de trama. Donde se debe de transmitir la palabra de 8 bits: X0011011 en todas las tramas pares en el intervalo de tiempo cero; esto es, en el time slot cero  $T_{S\phi}$ . Dicha palabra se conoce como FAS ( Frame Alignment Signal ). Convencionalmente indica un cruce de frontera. X = 1 si se usa dentro de México.

#### ALINEAMIENTO DE MULTITRAMA

También conocido como "Sincronía de Multitrama". Deberá transmitirse 0000 en la primera mitad del intervalo de tiempo 16; esto es, en la primera mitad del time slot  $T_{S16}$  de la trama  $T\phi$ . La palabra se conoce como MFAS ( Multi - Frame Alignment Signal ). En la segunda mitad del time slot  $T_{S16}$  de  $T\phi$  se transmite la palabra: 1BX1, en donde el bit B sirve para identificar una falla en la sincronía de multitrama. Si B = 0 el sistema es normal, sin embargo si B = 1 hay pérdida de sincronía de multitrama, y por tal razón se presenta una alarma.

Esta última palabra de 4 bits (1BX1) se le conoce como NMFAS que significa No Multi - Frame Alignment Signal. El bit X adquiere el valor de 1 en México. Es así como tenemos:



Cualquier otra combinación diferente de 0000 activa la alarma.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En la intersección de  $T\phi$  y  $TS\phi$  encontramos la palabra NFAS. La señalización se encuentra en T16 de todas y cada una de las tramas, a excepción de  $T\phi$ . Por otra parte, existen dos tipos de señalización: Señalización de Línea y Señalización de Registro.

**Señalización de Línea:** Define los estados en que se encuentran los equipos, sea por parte del abonado o por parte de la Central, informando si el equipo se halla colgado, descolgado, en uso, etc... Se asigna un valor numérico a un determinado significado en cuanto al estado del equipo se refiere. Un ejemplo de la señalización de línea es el Loop Start.

**Señalización de Registro:** Es la encargada de cuestionar el estado de los equipos; es decir, si el dispositivo se halla descolgado pregunta: es porque va a marcar ? o es porque se encuentra mal colgado el equipo telefónico ? etc... Por otra parte la señalización de registro comprende frecuencias de marcación de teclado, y como ejemplo de ello tenemos a la recomendación Q23 del CCITT.

Por otra parte, existen dos maneras de enviar o de transmitir la señalización y éstas son: CCS y CAS. Como nota adicional, podemos mencionar que la señalización para los E1 en México es la R2 modificada.

### CAS

(Señalización por Canal Asociado)

Dentro de la estructura de trama de una señal E1 se reserva el time slot TS16 desde la trama T1 hasta la trama T15 para llevar la señalización de línea, la cual contiene información del estado del circuito empleando 4 bits para cada canal. De esta manera se señalizan dos canales por trama y con las 15 tramas se logran cubrir los 30 canales de información; en otras palabras, cada canal telefónico tiene asociado un canal de 4 bits por multitrama.

### CCS

(Señalización por Canal Común)

Para el caso de una señal E1, la información de señalización es transportada por un canal común (time slot), en donde la información es un protocolo de datos, que en conjunto maneja la señalización de todos los circuitos. Además puede establecer los circuitos y llamadas; es decir, de manera lógica realiza las funciones de señalización de línea y de registro de todos y cada uno de los time slots del E1 por un canal común a ellos.

---

### SISTEMA PCM-24 DE BELL (NORMA NORTEAMERICANA)

- La trama está compuesta por 24 intervalos temporales (time slot); es decir, la norma norteamericana se basa en el multiplexaje de 24 canales telefónicos de 8 KHz cada muestra.
- La multitrama está compuesta por 12 tramas:
  - a) 12 tramas  $\rightarrow$  SF (Super Frame)
  - b) 24 tramas  $\rightarrow$  ESF (Extended Super Frame)
- La velocidad de transmisión del flujo TDM/PCM es de 1.544 Mbit/s; es decir, la totalidad de la trama tiene una velocidad de transmisión de 1.544 Mbit/s.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

	F	Ts <sub>1</sub>	Ts <sub>2</sub>	Ts <sub>3</sub>	.....	Ts <sub>12</sub>	.....	Ts <sub>22</sub>	Ts <sub>23</sub>	Ts <sub>24</sub>
T1										
T2	e <sub>1</sub>									
T3	m									
T4	0									
T5	m									
T6	e <sub>2</sub>	A	A	A		A		A	A	A
T7	m									
T8	0									
T9	m									
T10	e <sub>3</sub>									
T11	m									
T12	1	B	B	B		B		B	B	B
T13	m									
T14	e <sub>4</sub>									
T15	m									
T16	0									
T17	m									
T18	e <sub>5</sub>	C	C	C		C		C	C	C
T19	m									
T20	1									
T21	m									
T22	e <sub>6</sub>									
T23	m									
T24	1	D	D	D		D		D	D	D

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Usamos un bit "F" en la estructura ESF.
- La palabra de alineamiento de trama 001011 emplea el bit "F" (de manera vertical) en las tramas: T4, T8, T12, T16, T20 y T24.
- Canal de datos de 4 Kbit/s bits m distribuidos en las tramas impares.
- Monitoreo de error mediante CRC, bits: e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>3</sub>, e<sub>4</sub>, e<sub>5</sub> y e<sub>6</sub> en las tramas: T2, T6, T10, T14, T18 y T22.
- Para señalización se toma el bit menos significativo de cada time slot T<sub>s</sub> de las tramas T6, T12, T18 y T24 bits: A, B, C y D. A este bit se le conoce como bit sustraído o bit robado, y se le encuentra en todos y cada uno de los 24 time slot para dichas tramas.
- En la norma Norteamericana se comienza con una trama T1 y un time slot Ts<sub>1</sub> a diferencia del sistema europeo que comienza en T<sub>0</sub> y Ts<sub>0</sub>.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- La duración de una trama es de 125  $\mu$ s.
- Cada canal consta de 8 bits, más un bit para cada trama.
- El bit de trama ocurre a una velocidad de 8 kbit/s.
- La velocidad de la línea es de 1.544 Mbit/s para un T1.

### PDH

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) que traducido al Español significa "Jerarquía Digital Plesiócrona", la cual es una jerarquía de velocidades de transmisión para redes de Area Amplia. El PDH fue formulado por el aún CCITT (actualmente UIT) en 1972 para Europa, USA y Japón.

Por tanto, tal jerarquía denominada *plesiócrona* está fundamentada en el concepto de "transparencia"; esto es, que al sistema de transmisión no le interesa el contenido de lo que transmite, simplemente lo transmite.

### VELOCIDADES DE TRANSMISION

#### NORMA EUROPEA

- E $\phi$**  Velocidad de bit básica para la estructura de multiplexaje PDH, la cual corresponde a 64 Kbit/s. (Norma Europea).
- E1** Velocidad de transmisión primaria de la Jerarquía de multiplexaje PDH europea, la cual consta de 30 canales de usuario más 2 canales de señalización (32 canales en total); dicha velocidad de transmisión es equivalente a 2.048 Mbit/s. Es decir 32 Canales E $\phi$  ( 64 Kbit/s ) pueden ser multiplexados sobre una línea E1.
- E2** Velocidad de transmisión de la segunda jerarquía de multiplexaje PDH europea, equivalente a 8.448 Mbit/s. Un E2 = 4E1, o bien, 4 canales E1 (de 2.048 Mbit/s) pueden ser multiplexados sobre una línea E2. Por tanto, Un E2 se compone de 128 canales, de los cuales 120 de ellos son canales de usuario y 8 de señalización.
- E3** Velocidad de transmisión de la tercera jerarquía de multiplexaje PDH europea, equivalente a 34.368 Mbit/s. Un E3 = 4 E2, es decir, 4 canales E2 (de 8.448 Mbit/s) pueden ser multiplexados sobre una línea E3. De éste modo un E3 se compone de 512 canales, de los cuales 480 de ellos son canales de usuario y 32 de señalización.
- E4** Velocidad de transmisión de la cuarta jerarquía de multiplexaje PDH europea equivalente a 139.264 Mbit/s. Un E4 = 4 E3; es decir, 4 canales E3 (de 34.368 Mbit/s) pueden ser multiplexados sobre una línea E4. De este modo un E4 se compone de 2048 canales, de los cuales 1920 de ellos son canales de usuario y 128 de señalización.
- E5** Velocidad de transmisión de la quinta jerarquía de multiplexaje PDH europea equivalente a 565.148 Mbit/s. Un E5 = 4 E4; es decir, 4 canales E4 (de 139.264 Mbit/s) pueden ser multiplexados sobre una línea E5. De este modo, un E5 se compone de 8192 canales, de los cuales 7680 de ellos son canales de usuario y 512 de señalización.

# INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

## VELOCIDADES DE TRANSMISION

### NORMA NORTEAMERICANA

**DS $\phi$**  Velocidad de bit básica para la estructura de multiplexaje PDH, correspondiente a 64 Kbit/s, correspondiente a la norma norteamericana.

**DS1** Velocidad de transmisión primaria de la jerarquía de multiplexaje PDH norteamericana, equivalente a 1.544 Mbit/s. Al DS1 también se le conoce como T1 (Transmisión de Clase 1). Un DS1 = 4 DS $\phi$ ; es decir, 4 canales DS $\phi$  (de 64 Kbit/s) pueden ser multiplexados sobre una línea DS1; de ésta manera, un DS1 se compone de 24 canales de usuario, con señalización integrada dentro de los mismos.

**DS2** Velocidad de transmisión de la segunda jerarquía de multiplexaje PDH norteamericana, equivalente a 6.312 Mbit/s. El DS2 también es conocido como T2 (Transmission Class 2). Un DS2 = 4 DS1; es decir, que 4 canales DS1 (de 1.544 Mbit/s) pueden ser multiplexados sobre una línea DS2; de esta manera, un DS2 se compone de 96 canales de usuario con señalización integrada dentro de los mismos.

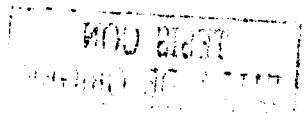
**DS3** Velocidad de transmisión de la tercera jerarquía de multiplexaje PDH norteamericana, equivalente a 44.736 Mbit/s. El DS3 también es conocido como T3 (transmission class 3). Un DS3 = 7 DS2; es decir, 7 canales DS2 (de 6.312 Mbit/s) pueden ser multiplexados sobre una línea DS3. De esta manera un DS3 se compone de 672 canales de usuario, con señalización integrada dentro de los mismos.

**DS4** Velocidad de transmisión de la cuarta jerarquía de multiplexaje PDH norteamericana, equivalente a 274.176 Mbit/s. El DS4 también es conocido como T4 (transmisión de clase 4). Un DS4 = 6 DS3; es decir, 6 canales DS3 (de 44.736 Mbit/s) pueden ser multiplexados sobre una línea DS4; de esta manera, un DS4 cuenta con 4032 canales de usuario, con señalización integrada dentro de los mismos.

**DS5** Velocidad de transmisión de la quinta jerarquía de multiplexaje PDH norteamericana, equivalente a 560.160 Mbit/s. El DS5 también es conocido como T5 (transmission class 5). Un DS5 = 2 DS4; es decir, 2 canales DS4 (de 274.176 Mbit/s) pueden ser multiplexados sobre una línea DS5; de esta manera, un DS5 consta de 8064 canales de usuario, con señalización integrada dentro de los mismos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



### INTERCONEXION DE REDES

Desde el comienzo de las primeras redes de datos, se vislumbró la necesidad de la interconexión de redes. Como primer ejemplo tenemos la evolución de la red ARPANET hacia lo que hoy en día conocemos como Internet. Interconexión de redes es la traducción del término usado en la literatura anglosajona como "Internetworking".

Así pues, el problema de la Interconexión de redes fué planteado desde el momento en que se hace evidente la existencia de redes de tecnología diferente e incompatible, y basta para evidenciar tal hecho el nombrar las tecnologías de: Ethernet, Token Ring, Frame Relay, ATM, SDH, StarTalk, etc... No obstante, hacía tiempo que esta situación ya había sido prevista a fines de los años 70's, cuando además de contar con redes de conmutación de paquetes totalmente incompatibles entre si como: X.25, Tymnet, ARPA y Datapac por mencionar algunas, aparecieron distintas redes de area local, como fueron: Ethernet, Token Bus y Token Ring.

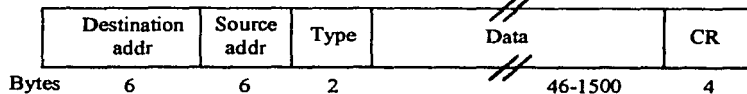
En cada una de éstas redes existía la posibilidad de comunicación entre estaciones conectadas dentro de la misma red, pero era totalmente imposible una comunicación entre estaciones que pertenecieran a redes diferentes. Un ejemplo, era tener una red de Area Local Ethernet y una red telefónica; es decir un enlace telefónico conmutado controlado mediante el protocolo PPP (Point to Point Protocol). Características tales como velocidad de transmisión, tamaño máximo de campo de datos, esquema de direccionamiento y alcance permitido, son solo algunas características en las que difieren unas redes de otras.

### TECNOLOGIAS DE RED EXISTENTES

#### REDES ETHERNET

Se trata de un estándar de Red de Area Local publicado en 1982 por las empresas norteamericanas DEC, Intel y Xerox. Inicialmente se previó que el medio físico fuese cable coaxial a una velocidad de 10 Mbit/s. El mecanismo de acceso al medio compartido es del tipo CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection). El formato de trama Ethernet normalizado entonces se muestra en la siguiente ilustración.

*Formato de Trama Ethernet*



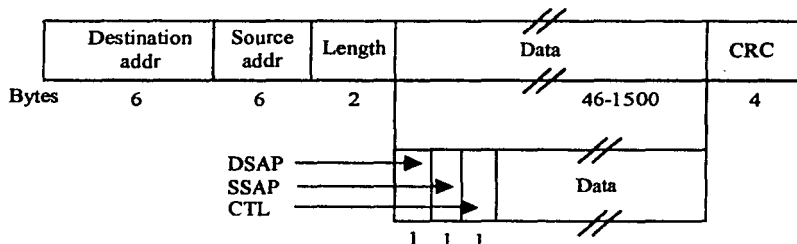
Las direcciones son de 48 bits, esto es, 6 bytes y se dispone un campo *type* que indica el tipo de protocolo encapsulado en el campo de datos. Este campo de datos puede tener un tamaño variable entre 46 y 1500 bytes. Finalmente un campo CRC (Cyclic Redundancy Check) permite detectar errores en la transmisión. Se especificó entonces que las direcciones Ethernet fueran únicas, para lo cual se estableció que Xerox se encargase de su asignación a nivel mundial.

REDES IEEE 802

El comité 802 del IEEE (Institute of Electronic and Electrical Engineers) tomó el encargo de generar un estándar de red de Area Local a partir de los estándares existentes a principios de los años ochenta, entre los que se encontraban: Ethernet, Token Ring y Token Bus. Por razones de índole ajena a la tecnología, el Comité IEEE 802 evacuó 3 especificaciones, con lo cual perpetuó la situación de diversidad. El estándar Ethernet se correspondió con algunas especificaciones con el estándar IEEE 802.3 que normalizó los aspectos físicos y de control de acceso al medio compartido (Medium Access Control MAC).

Las redes IEEE 802.3 son como las redes Ethernet, redes con mecanismo CSMA/CD de acceso al medio y velocidad de transmisión de 10 Mbit/s. El formato de trama IEEE 802.3 es ligeramente distinto al de la trama Ethernet, tal cual se aprecia a continuación:

Formato de Trama MAC/LLC 802.3/802.2



Los dos primeros campos de la cabecera son al igual que en Ethernet, las direcciones de destino y origen de la trama, con un tamaño de 48 bits. Sin embargo, el campo de 2 bytes *length* es un indicador del tamaño de la trama, el cual ocupa el lugar del campo *type* de la trama Ethernet. Finalmente el campo CRC es idéntico al mismo campo en la trama Ethernet.

El comité de IEEE 802.3 normalizó, además de las funciones de capa física y de subcapa MAC, una serie de funciones de control de enlace de datos, que incluyó en una subcapa denominada LLC (Logical Link Control) y que se contiene en la especificación IEEE 802.2. Esta subcapa LLC es común a las tres redes LAN que estandarizó el comité IEEE 802.2, esto es: 802.3, 802.4 (a partir de Token Bus) y 802.5 (a partir de Token Ring). El protocolo LLC permite dos modos de funcionamiento, lo cual refleja nuevamente las discrepancias presentes en el Comité IEEE 802:

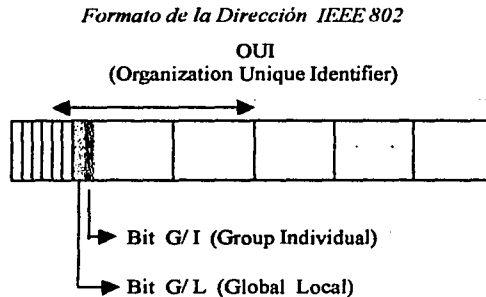
- LLC1 que ofrece un servicio sin conexión y no incorpora control de errores ni control de flujo.
- LLC2 ofrece un servicio orientado a la conexión y sí incorpora los controles de errores y de flujo.

La trama LLC se encapsula siempre en la correspondiente trama 802.3 y contiene tres campos de cabecera. Un campo CTL, que permite identificar el tipo de trama LLC; y dos campos de identificación del punto de acceso al servicio en origen (*Source Service Access Point*, SSAP) y en destino (*Destination Service Access Point*, DSAP).

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El Comité IEEE 802 reveló a Xerox su responsabilidad en la asignación de las direcciones únicas de 48 bits, por cuanto que este formato fue el escogido también para 802.4 y para 802.5. Asimismo, tal cual se indica en la figura que aparece a continuación, se especificó que 2 bits en el byte más significativo de la dirección desempeñarían funciones específicas, las cuales son:

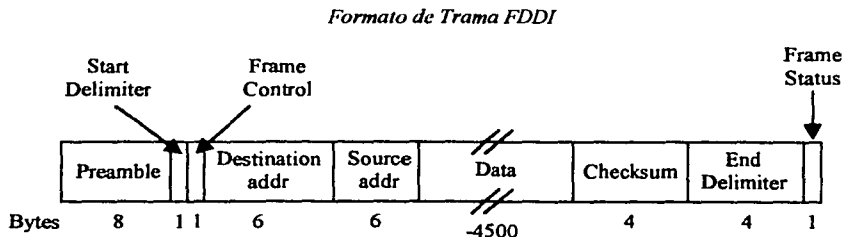
- Bit G/L (Global / Local), permite distinguir si la dirección es efectivamente asignada por el Comité IEEE 802 o no lo es (bit G/L=1).
- Bit G/I (Group / Individual), permite distinguir si la dirección identifica a un único destino o a un grupo de destinatarios (bit G/I=1).



A la hora de asignar las direcciones, se estableció que el Comité IEEE 802 asignaría bloques de 2 a la 24 direcciones, para lo cual asignaría, bajo petición de los 3 bytes más significativos (excluyendo los bits G/L y G/I). Estos bytes más significativos se denominan OUI (Organization Unique Identifier).

### REDES FDDI

FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) es un estándar de red de Area Metropolitana desarrollado por ANSI (*American National Standard Institute*). Se caracteriza por emplear un mecanismo de acceso al medio compartido por paso de testigo y una velocidad de 100 Mbit/s sobre fibra óptica. Este estándar especifica la utilización del protocolo LLC 802.2 y la adhesión al esquema de direccionamiento normalizado por el IEEE 802. El formato de trama FDDI es el que se muestra a continuación:



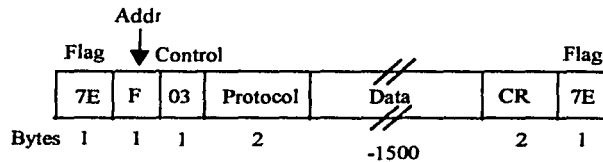
Se trata de un formato similar al formato de la trama IEEE 802.5. El tamaño máximo de datos es de 4500 bytes.

# INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

## EL PROTOCOLO PPP

El protocolo PPP (*Point-to-Point Protocol*) es un estándar publicado por el IAB (*Internet Architecture Board*) en 1994. Es básicamente un protocolo de enlace de datos que, por tanto, permite la comunicación a través de un enlace punto a punto. Incluye como protocolo auxiliar, el protocolo LCP (*Link Control Protocol*), que es responsable del control del enlace de datos. El formato de trama es el que se muestra a continuación, en donde se ha tomado el formato de la trama HDLC de ISO; de ahí el hecho de que algunos de los campos aparezcan con valores predefinidos.

Formato de Trama PPP



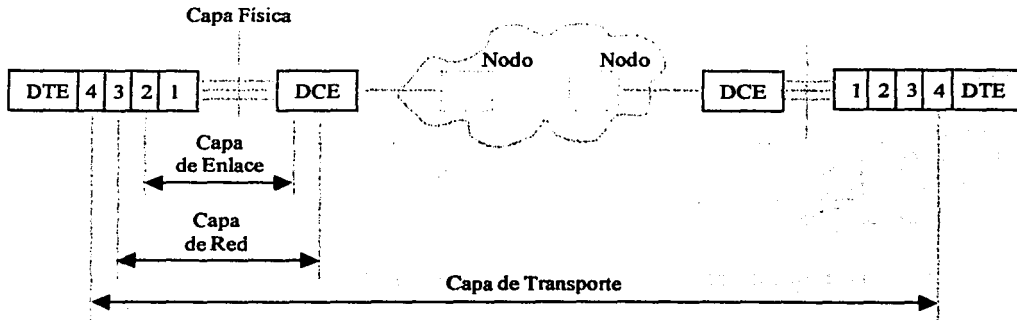
Cabe destacar que el tamaño máximo del campo de datos se ha fijado en 1500 bytes y que aparece un campo *protocol* de 2 bytes para identificar el protocolo de capa superior encapsulado en la trama PPP.

## REDES X.25

X.25 es una recomendación del CCITT (*Comité Consultatif International de Télégraphique et Téléphonique*) aprobada en 1976 y revisada y modificada en 1978, 1980, 1984, 1988 y 1993, aunqu la revisión de 1984 es estable.

X.25 normaliza el acceso a redes públicas de datos, las cuales son redes de conmutación de paquetes, operadas por un operador público de Telecomunicación. X.25 especifica protocolos para la capas: física, de enlace de datos y de red, todas ellas del modelo OSI, y donde la interface física es X.21, el protocolo de enlace de datos es LAP-B y finalmente el protocolo de red es X.25 PLP (*Packet Layer Protocol*). Esta aproximación a la normalización de acceso a las redes públicas de datos se ilustra a continuación:

Capas OSI de Acceso a una Red Pública de Datos



TESIS CON FALLA DE ORIGEN



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El protocolo X.25 PLP, que es el protocolo de acceso a la red, se caracteriza por operar en modo circuito virtual y por realizar control de errores y de flujo a nivel de circuito virtual. Las direcciones siguen el patrón normalizado en X.121 y pueden tener una longitud de hasta 14 dígitos BCD. Por último el tamaño máximo de campo de datos varía, aunque el valor de 128 bytes es el más empleado. Asimismo, las velocidades de acceso a una red X.25 son típicamente de 48 Kbit/s como máximo. Desde el punto de vista de la aplicación usuaria de una red X.25, se trata de un estándar de red WAN, basado en la técnica de conmutación de paquetes.

### ASPECTOS DE INTERCONEXION DE REDES DE DISTINTAS TECNOLOGIAS

Los principales aspectos en los cuales las diferentes tecnologías de red difieren, pueden resumirse en los siguientes cuatro puntos:

- Cada red ofrece una velocidad de transmisión adecuada al medio de transmisión sobre el que se soporta y de acuerdo al estado de la tecnología en el momento de su aparición.
- Los esquemas de direccionamiento son diferentes para las redes LAN y para las redes WAN.
- El alcance o cobertura de las redes depende de la tecnología y del medio de transmisión, siendo ésta: paso de testigo, resolución de colisión, conmutación de paquetes, conmutación de circuitos, etc.
- Los tamaños máximos de paquete son distintos a causa de decisiones de los organismos de normalización.

Estas características son diferentes en las distintas redes que ya se han mencionado, no sólo por capricho del organismo normalizador, sino porque tales características hace óptimas las prestaciones de la tecnología de red en el escenario de su aplicación. Por ejemplo, mayores tamaños de trama en fibra óptica (FDDI) que en coaxial (Ethernet), o que en par trenzado (X.25). En conclusión puede decirse que para lograr una interconexión de redes de distinta tecnología, es necesario resolver los siguientes aspectos:

- Hay que decidir como compatibilizar los esquemas de direccionamiento de las distintas redes. Una solución posible consistiría en definir un nuevo espacio de direccionamiento independiente de las redes a interconectar.
- Hay que decir qué dispositivos permitirán la interconexión entre redes y qué funcionalidad incorporarán.
- Hay que decidir como encaminar los datos a través de un conjunto interconectado de redes, pero con independencia de los mecanismos internos de cada tipo de red.
- Hay que resolver el problema de la disparidad de tamaños máximos de campo de datos de las tramas/paquetes de cada red, de modo que los datos no queden bloqueados a la entrada de una red con un tamaño máximo de campo de datos menor que los datos que se intentan transmitir a través de dicha red.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### INTERCONEXION DE REDES MEDIANTE IP

La interconexión de redes conseguida de forma exitosa se fundamenta en una aproximación simple: Superponer un protocolo independiente de cada red. Y esto fue y es el protocolo *IP*. El protocolo *IP* es una de las soluciones existentes para la interconexión de redes de datos. Ha sido, por razones no exclusivamente técnicas, el protocolo más implantado y actualmente es el núcleo de la Internet.

### HISTORIA DE TCP/IP

Los primeros conceptos de las Redes de Paquetes fueron desarrollados por Paul Baran en la década de los 60's. Se trataba de diseñar una red estratégica para aplicaciones militares que no fuera fácilmente vulnerable. Para ello, la red no debía tener una autoridad central, y además, una destrucción parcial de la red debería permitir una reestructuración de forma que continuara siendo operativa.

En otras palabras, se estaban planteando los conceptos básicos de las Redes de Paquetes y particularmente de la red Internet. Curiosamente la primera aplicación fue para sistemas de telefonía. Posteriormente el concepto de conmutación de paquetes encontró lugar en la Corporación RAND, el MIT y la Universidad de UCLA, el Los Angeles. Sin embargo, el primer prototipo de datos fue realizado por el Laboratorio Nacional de Física del Reino Unido en 1968.

Posteriormente, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada ARPA (Advanced Research Projects Agency) del Pentágono, propuso y dirigió un proyecto para interconectar las grandes Computadoras dedicadas a proyectos nacionales de investigación. Y así fue como el Departamento de Defensa de los Estados Unidos creó en 1969 la red ARPANET. Siguiendo la famosa ley de que toda oferta crea una demanda, en poco tiempo a través de esta red, no circulaba sólo información científica, sino de todo tipo, particularmente mensajes de correo electrónico.

La red ARPANET continuó creciendo e interconectando Centros, sin más requisito básico que la utilización de una Arquitectura común, que se denominó: NCP (*Network Control Protocol*). Paralelamente se desarrollaron otro tipo de proyectos de redes de conmutación de paquetes.

Un organismo denominado DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) promovió aún más el desarrollo de ARPANET, la cual llegó a interconectar en 1972: Bases Militares, Centros de Investigación, Universidades y Laboratorios Gubernamentales. Para 1973 la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada ARPA, había sido absorbida en su totalidad por el Departamento de Defensa de USA, por lo que ahora a la red se le denominaba DARPANET (Defense Advanced Research Projects Agency Network).

Para este mismo año, DARPA planteó un nuevo proyecto para interconectar las redes de paquetes. Este proyecto se denominó: "*Interneting Project*" del cual se derivó el tan conocido nombre de Internet. En 1982, se especificó un nuevo conjunto de protocolos para la red DARPANET los cuales se denominaron como TCP/IP. Se suministraron además implementaciones con algunas versiones de UNIX, lo que facilitó aun más su expansión.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En 1983 TCP/IP se adoptó como estándar en DARPA NET. Y para este año, ya habían surgido en Estados Unidos otras redes, entre las que se destaca a CSNET (Computer Science Network). En este mismo año, se separó de ARPANET la parte relacionada con la Defensa, que se denominó MILNET, y es así como en 1983 nace propiamente *INTERNET* como Red de Redes, interconectando a las redes: ARPANET, MILNET y CSNET mediante la utilización de los protocolos TCP/IP. ARPANET dejó de existir en 1990, pero ya había dado origen a la red de redes: Internet.

Actualmente TCP/IP se considera como el conjunto de protocolos abiertos, no específicos de un fabricante en particular, que más se ha extendido, y con lo cual se ha convertido en un estándar soportado por la mayoría de los fabricantes en los sistemas operativos más extendidos y de mayor cobertura a nivel mundial.

### EL EMPLEO DE ROUTERS PARA LA INTERCONEXIÓN DE REDES

El protocolo TCP/IP resuelve la interconexión de redes de distintas tecnologías mediante el empleo de un dispositivo de interconexión denominado: *router* (encaminador). Los *routers* se encuentran conectados a más de una red; esto implica que incorpora protocolos de acceso de cada una de éstas redes, haciendo posible la intercomunicación entre redes de distinta tecnología.

El intercambio de información entre la estación origen y el router, así como entre el router y la estación destino, debe de ser independiente de la tecnología de red por la que deba de atravesar tal información, para no depender de ninguna tecnología en particular y así poder cumplir su propósito de interconectar redes de tecnologías de red distintas; a su vez, al no depender de ninguna tecnología de red existente, podrá soportar la evolución de las tecnologías de red.

### PROTOCOLO IP

El protocolo IP (*Internet Protocol*) es un protocolo de interconexión independiente de la tecnología de red, y permite la coordinación entre estaciones y routers en un conjunto interconectado de redes. El protocolo IP siempre trabaja con entregas de datagramas (sin conexión previa) que viajan de extremo a extremo de la red. Estos datagramas enviados por IP pueden perderse, llegar desordenados o duplicados. IP no se responsabiliza de estas situaciones; no obstante son contempladas por un nivel TCP (Transmission Control Protocol). Resumiendo, las característica principal del protocolo IP es que no está orientado a conexión, por lo que:

- No garantiza el control de flujo
- No garantiza la recuperación de errores
- No garantiza que los datos lleguen a su destino

No obstante, este protocolo se encarga de seleccionar la trayectoria a seguir por los datagramas; es decir, por donde se deben encaminar los datagramas salientes, pudiendo llevar a cabo labores de fragmentación y reensamblado.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

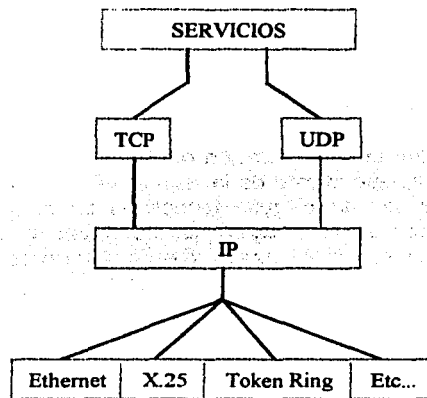
Por último, el protocolo IP a nivel de capa de transporte, trabaja con dos protocolos de transporte a saber:

- Protocolo TCP (Transmission Control Protocol).
- Protocolo UDP (User Datagram Protocol).

### ARQUITECTURA TCP/IP

TCP/IP es una familia de protocolos desarrollados para permitir la comunicación entre cualquier par de computadoras de cualquier tipo de red, tecnología o fabricante, y respetando a su vez los protocolos de cada red individual. A continuación se muestra un modelo general de los protocolos TCP/IP con algunas de las aplicaciones normalizadas que hacen uso del mismo.

MODELO GENERAL DEL PROTOCOLO  
TCP/IP



**Protocolo TCP** (Transmission Control Protocol), es un protocolo orientado a conexión; es decir, a TCP le interesa una ruta predeterminada hacia un destino determinado, dando simultáneamente un seguimiento a la trayectoria de la información; es decir, ejerciendo un monitoreo de trayectoria.

**Protocolo UDP** (User Datagram Protocol), es un protocolo no orientado a conexión; en otras palabras, no le importa que ruta se tome para llegar al destino, y por tanto no supervisa la trayectoria de la información.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Los protocolos TCP/IP proporcionan a los usuarios servicios de comunicación universales tales como:

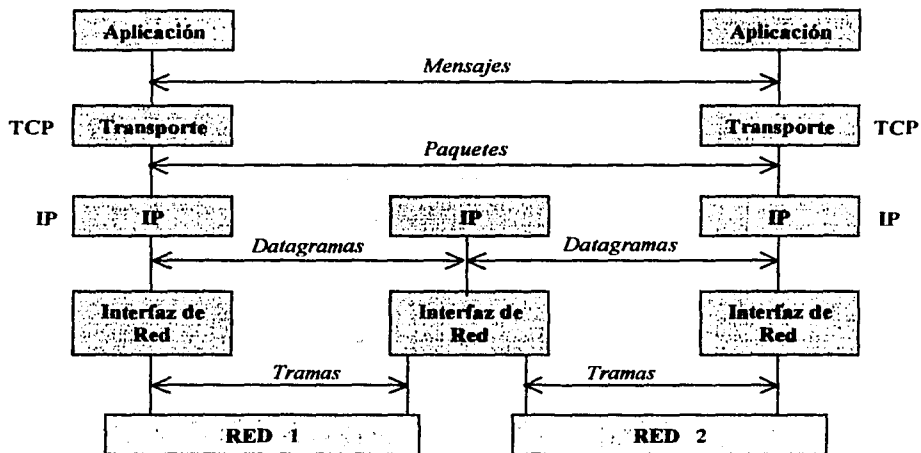
- Transferencia de ficheros (FTP)
- Login Remoto o Terminal Virtual (rlogin)
- Correo Electrónico (SMTP)
- Acceso a ficheros distribuidos
- Administración de Sistemas
- Manejo de ventanas

Por otra parte, los protocolos TCP/IP pueden ser estructurados en cinco niveles funcionales, los cuales son:

- 1) Nivel de Aplicación
- 2) Nivel de Transporte
- 3) Nivel de IP (*Protocolo Internet*)
- 4) Nivel de Red
- 5) Nivel Físico

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### PROTOSCOLOS TCP/IP Y SUS NIVELES



**NIVEL DE APLICACIÓN:** En este nivel se encuentran las aplicaciones disponibles para los usuarios. Una aplicación es un proceso de usuario que está cooperando con otro proceso de usuario en una misma máquina, o en máquinas diferentes. Como ejemplos de tales aplicaciones tenemos a: FTP (File Transfer Protocol) y el SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).

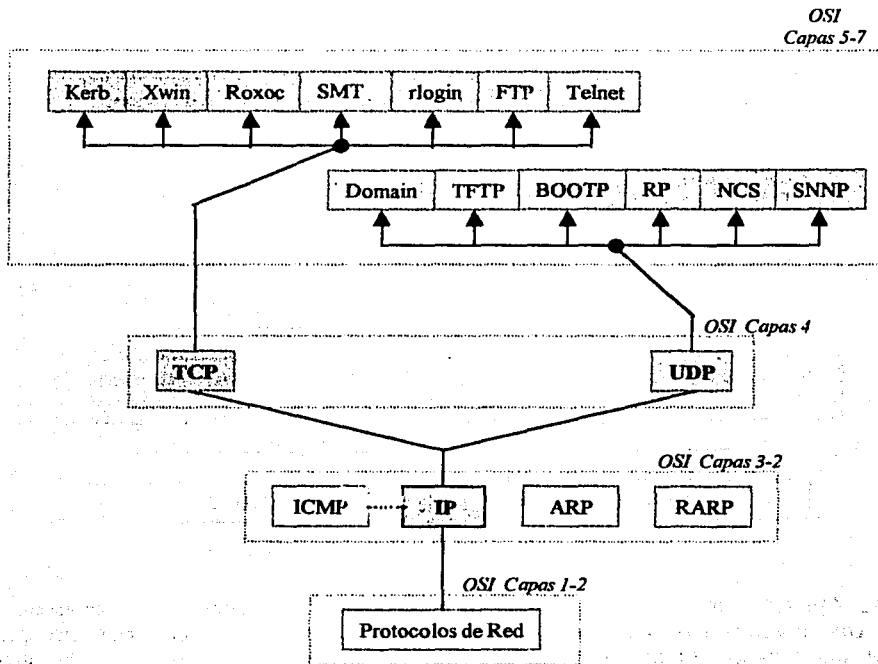
## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

**NIVEL DE TRANSPORTE:** El nivel de transporte suministra a las aplicaciones, servicios de comunicaciones de extremo a extremo, utilizando dos tipos de protocolos: el Protocolo de Control de Transmisión TCP (Transmission Control Protocol) que es fiable y orientado a conexión; y por otra parte el Protocolo de Datagrama de Usuario UDP (User Datagram Protocol) que no es fiable y no es orientado a conexión.

**NIVEL DE IP (INTERNET PROTOCOL):** El nivel IP se superpone a la red física creando un servicio de red virtual independiente de aquella. No es fiable ni orientado a conexión. Realiza su mejor esfuerzo para entregar los paquetes, denominados datagramas a su destino.

**NIVEL DE RED:** es la interfaz con la red "real". Puede o no proporcionar fiabilidad en la distribución de datos, los cuales pueden adoptar diferentes formatos. De hecho TCP/IP no especifica ningún protocolo en este nivel, lo que manifiesta la flexibilidad del nivel IP. Como ejemplos de esta interfaz tenemos: IEEE 802.2 (para redes LAN), X.25, Frame Relay o incluso SNA.

### MODELO DETALLADO DEL PROTOCOLO TCP/IP



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Las aplicaciones se comunican entre sí mediante mensajes. No tiene nivel de presentación. Este nivel debe ser realizado por la aplicación.

**PUERTOS:** Lo más normal es que en un momento dado haya más de un proceso de usuario o aplicación utilizando TCP simultáneamente. Por ello es necesario un método que identifique los datos asociados a cada proceso. Un puerto es una palabra de 16 bits que identifica hacia que aplicación o proceso deben dirigirse los datos. Se trata de un mecanismo a través del cual las distintas aplicaciones contactan con TCP/IP.

**SOCKETS:** Un socket es un par de números que identifica de manera única cada aplicación. Cada socket se compone de dos campos:

- La dirección IP del host en el que la aplicación está corriendo.
  - El puerto a través del cual la aplicación se comunica con TCP/IP. Este número de puerto identifica el proceso.
- 

## ORGANISMOS DE NORMALIZACION

Como ya se ha mencionado, el CCITT dio un impulso inicial en la definición y normalización del modo ATM. El CCITT cuyas siglas lo denotan como Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía, ha venido protagonizando la normalización a nivel internacional de las telecomunicaciones en los últimos treinta o cuarenta años. El CCITT es un comité dependiente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), que remonta sus orígenes a 1865. Evidentemente en aquel año lo único que podía normalizarse era la telegrafía. Es después de la Segunda Guerra Mundial, cuando a la UIT se le dota del status de Agencia de la ONU, carácter que ha mantenido hasta la actualidad.

La composición del CCITT y su funcionamiento han sufrido un gran cambio a principios de los noventa, principalmente debido a la liberación y globalización que el sector de las telecomunicaciones comenzó a experimentar. Como consecuencia de ello, en 1993 la UIT se reorganizó y quedó estructurada en tres sectores, que son:

- La *UIT-T*, o Sector de la Normalización en las Telecomunicaciones de la UIT, quien hereda la función del ya extinto CCITT.
- La *UIT-R*, o Sector de Radiocomunicaciones de la UIT, que hereda la función del extinto CCIR y una de cuyas principales atribuciones es la asignación del espacio radioeléctrico.
- La *UIT-D*, o Sector de Desarrollo de la UIT, encargado del desarrollo de las telecomunicaciones en los países en vía de desarrollo.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Por otra parte, las normas que genera la *UIT-T* se denominan Recomendaciones, dado que no tienen carácter vinculante. Además, la *UIT-T* organiza su trabajo de normalización en forma de Comisiones de Estudio (*Study Groups*, SG).

### ATM FORUM

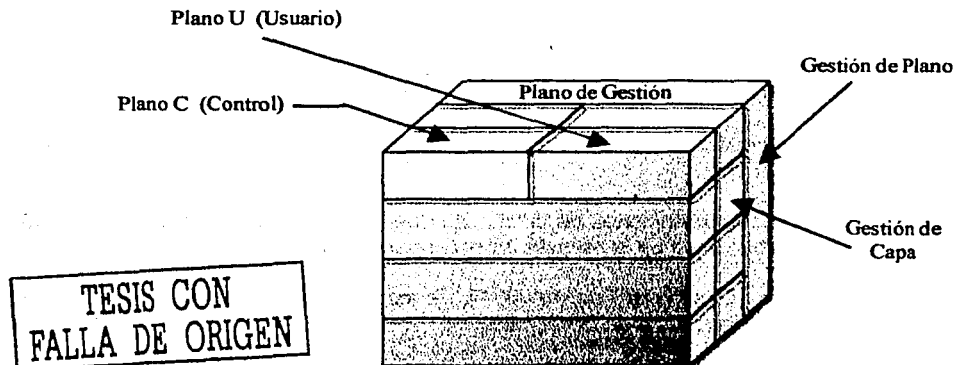
A principios de los años noventa, cuando apareció la primera tanda de recomendaciones de la *UIT-T* sobre la RDSI-BA ( B-ISDN ), quedó patente el potencial que ofrecían las redes basadas en el modo ATM. Esto estimuló enormemente el interés de los proveedores y de los usuarios corporativos por esta tecnología. Este interés sobre el temor planteado por algunos, acerca de que la implantación de la tecnología ATM viviese lo mismo que experimentó la RDSI-BE, llevó a un grupo de proveedores a crear una Organización privada con fines de acelerar la introducción de las redes ATM en el mercado. Esta organización se creó en 1992 en los Estados Unidos bajo el nombre o denominación de *ATM Forum*.

El ATM Forum estaba abierto a cualquier Compañía, Organización o Individuo. Las normas que genera el ATM Forum se denominan Especificaciones Técnicas, que evidentemente no tienen ningún carácter vinculante, únicamente el que asumen los proveedores. El ATM Forum dio un impulso vital al proceso de normalización de ATM, hasta el punto de que en el 2000 muchos piensan que, sin la intervención del ATM Forum la tecnología ATM habría perdido su venta de mercadeo.

Desde un principio se planteó el problema de las incompatibilidades entre las recomendaciones *UIT-T* y las especificaciones técnicas del ATM-Forum. Tras unos primeros años de problemas al respecto, a partir de mediados de los noventa las normas de ambos organismos están alineadas. No obstante el enfoque que han tomado ambas organizaciones en cuanto a la normalización de la tecnología ATM es diferente. Mientras que el *UIT-T* históricamente ha considerado a las redes públicas su objeto de normalización, el ATM Forum nació con el objetivo de normalizar los equipos ATM que integrarían las redes corporativas ATM.

### FRAME RELAY (Arquitectura)

Al igual que otras arquitecturas de redes de computadoras, los planos de una Arquitectura *Frame Relay* y que se muestran en la figura que se muestra a continuación son:





## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- *Plano de Control* (Plano C), entre cuyas funciones está la señalización, así como el establecimiento y liberación de las conexiones.
- *Plano de Usuario* (Plano U), cuya función es la transferencia de información entre usuarios.
- *Plano de Gestión* (Plano G), cuya misión es el control y la gestión de las operaciones de la red, pudiendo dividirse en gestión de planos y gestión de capas.

Para la transmisión de información entre usuarios finales, el protocolo empleado en el plano de usuario es el Q.922, una nueva recomendación, que no es otra cosa más que una versión adaptada del Protocolo LAP-D. Frame Relay solo utiliza las funciones consideradas esenciales de este protocolo, las cuales se listan a continuación:

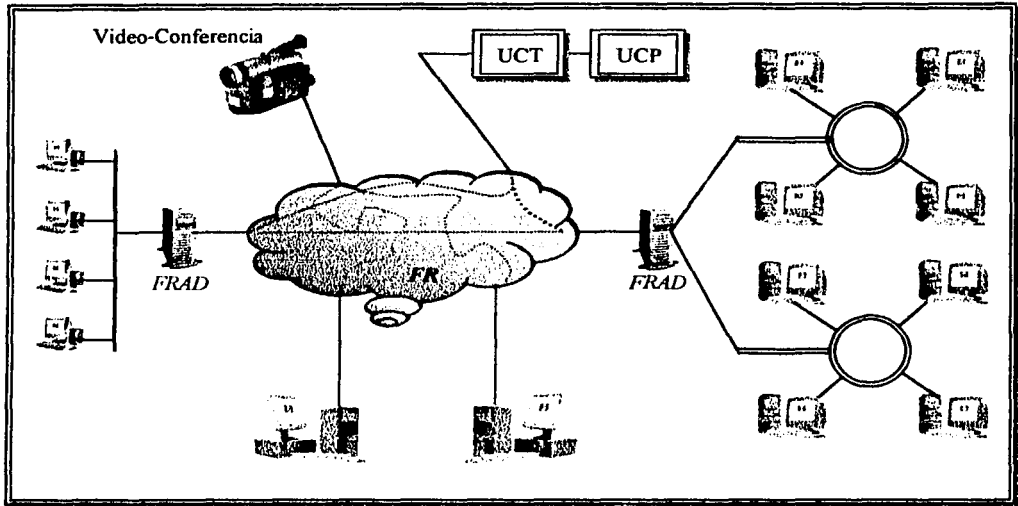
- Delimitación, alineación y transparencia de tramas.
- Multiplexación y demultiplexación de tramas utilizando el campo de dirección.
- Inspección de la trama para asegurar que está formada por un número entero de octetos antes de la inserción de un bit cero o después de la extracción de un bit cero.
- Inspección de la trama para comprobar que no es demasiado corta o demasiado larga.
- Detección de la transmisión de errores.
- Funciones de control de gestión.

El concepto de retransmisión de tramas (*Frame Relay*) se desarrolló para proporcionar un servicio de calidad para las redes RDSI. Sin embargo, su utilización no solo ha trascendido los escenarios de RDSI, sino que fundamentalmente se utiliza como interfaz de usuario para otros tipos de redes, independientemente de que los protocolos internos de éstas sean o no FR. Frame Relay es realmente una tecnología muy sencilla que se deriva de simplificar al máximo los conceptos de Conmutación de Paquetes de la recomendación X.25. Por lo cual es fácil de implementar en los equipos existentes, que además normalmente conservarían los adaptadores necesarios para soportar el formato de las tramas HDLC o LAP-B.

### VENTAJAS DE REDES FRAME RELAY HACIA EL USUARIO

- Debido a la reducción de los procesos en los nodos se pueden emplear enlaces de mayor velocidad, con lo que el tiempo de tránsito se reduce considerablemente hasta un orden de magnitud de una décima parte. Esta mejora es muy interesante tanto para aplicaciones interactivas como para aplicaciones de transferencia masiva de datos.
- La velocidad de acceso de los usuarios puede ser mayor; normalmente se utilizan múltiplos de 64 Kbit/s.
- Frame Relay no ha sido diseñada específicamente para la transferencia de tráfico isócrono. Evidentemente las tramas pueden ser de longitud variable, llegando a varios miles de octetos. Con un apropiado control sobre el tamaño de las tramas y el nivel de ocupación de la red se puede evitar tráfico isócrono, como audio y videoconferencia; con este fin normalmente se utilizan velocidades de acceso de 128 kbit/s o superiores, si bien, con menor calidad también podrían ser aceptables en determinadas ocasiones a 64 kbit/s.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



UCT: Unidades de Control de Transmisión  
UCP: Unidades de Control de Proceso

FRAD: Frame Relay Access Device

### FRAD (Frame Relay Access Device)

En la figura anterior, se muestran algunos escenarios de aplicación de Frame Relay, como Conexiones de Unidades Centrales de Proceso, conexiones entre Redes de Area Local y Video-conferencias. Los FRAD (*Frame Relay Access Devices*), típicamente son routers (encaminadores) con interfaces FR. Las unidades de Control de Transmisión no requieren normalmente un hardware distinto para pasar un circuito X.25 a Frame Relay. Las redes frame relay suelen proporcionar la conversión X.25-FR con lo que se facilita la migración y coexistencia.

### FDDI

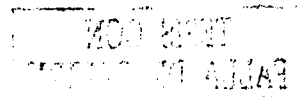
El funcionamiento de FDDI (*Fiber Distributed Digital Interface*) está basado en un doble anillo que proporciona una conexión para el intercambio de información a alta velocidad (100 Mbit/s) entre 500 estaciones como máximo y sobre distancias de hasta 100 km.

La topología de doble anillo hace que FDDI sea tolerante a fallos, tanto si se produce una ruptura en el cable, como si falla uno de los nodos. Durante el funcionamiento normal, solo uno de los anillos transmite la información encontrándose el otro en el modo de espera (stand by). Si se produce una interrupción en el anillo, la topología de doble anillo se transforma en un único anillo y que aísla el punto en donde se ha producido el fallo.

Cada anillo funciona a 100 Mbit/s y consiste en un conjunto de estaciones activas conectadas en serie a través del medio de transmisión, formando un bucle cerrado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



El medio de transmisión elegido para una red FDDI es normalmente la fibra óptica que ofrece un elevado ancho de banda, mayor fiabilidad y una muy baja tasa de errores. En las redes FDDI, los datos se transmiten en tramas, que pasan secuencialmente entre las estaciones activas. El medio compartido es controlado mediante un protocolo de Paso de Testigo, sin centralizar, que se ha optimizado para adaptarse a transmisiones de alta velocidad y a los servicios tanto síncronos (ancho de banda y tiempo de espera controlados) como asíncronos (que emplean el ancho de banda remanente). Cada estación tiene asignado un ancho de banda síncrono, y los servicios asíncronos utilizan el ancho de banda residual.

Una estación adquiere el derecho a transmitir cuando detecta el paso de un testigo. En primer lugar transmite las tramas síncronas, utilizando el tiempo de transmisión restante para enviar tramas asíncronas. La cantidad de tiempo que una estación puede utilizar para transmitir tramas asíncronas depende de que el tiempo transcurrido entre las sucesivas llegadas del testigo a dicha estación sea mayor o menor que el tiempo medio objetivo de rotación del testigo TTRT (Target Token Rotation Time).

Debido a que el protocolo permite la transmisión de múltiples tramas por testigo y a que una estación tiene que liberar el testigo inmediatamente después del final de la transmisión de la trama, se produce un uso eficiente de la capacidad del ancho de banda. Esta liberación anticipada del testigo es equivalente a la que tiene lugar en IEEE 802.5 con testigo anticipado.

FDDI tuvo su época de mayor difusión a fines de los años ochenta y principios de los noventa. Fundamentalmente se ha utilizado en redes de Area Local para interconexión de subredes con alto tráfico y elevado número de estaciones. No desarrolló su vocación de convertirse en red de Area Metropolitana por la aparición de nuevas tecnologías, tales como DQDB y fundamentalmente ATM.

### DQDB

DQDB (Distributed Queue Dual Bus) es una arquitectura para redes de Area Metropolitana desarrollada por el IEEE. El objetivo de DQDB es la interconexión de redes de Area Local a redes de Area Extensa a través de una red de Area Metropolitana con un perímetro máximo de 160 km. De esta manera se diferenciaba su planteamiento del establecido para FDDI, el cual era básicamente interconectar recintos o campus a través de una red de 100 km de perímetro. Por estar concebida para conectarse a redes de Area Extensa, DQDB debía apoyarse en los conceptos de transferencia emergentes, particularmente en la tecnología ATM. Por ello, la unidad de transferencia en DQDB es también una célula de 48 octetos de carga útil y 5 octetos de cabecera.

En los Estados Unidos se inició el servicio denominado SMDS (*Switched Multi-Megabit Data Service*) basado en DQDB. El SMDS utiliza DQDB como protocolo de acceso a redes de alta velocidad.

### CARACTERISTICAS DE DQDB

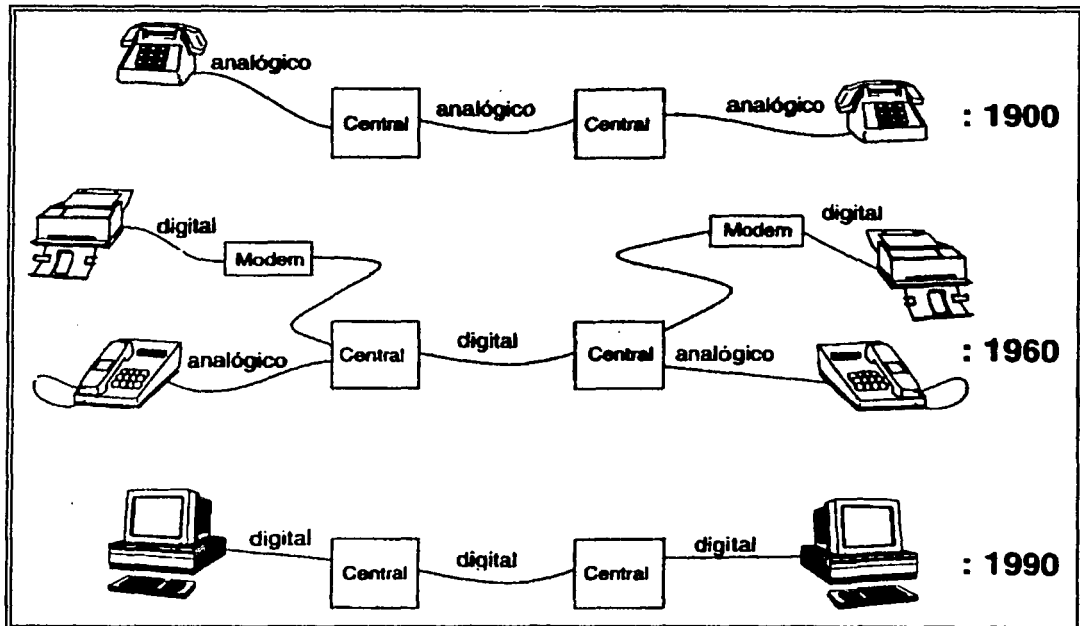
- Posee una topología de doble bus en anillo, proporcionando tolerancia a fallos.
- Compatibilidad con los servicios de usuario de las capas superiores en las Redes de Area Local, mediante la utilización del subnivel LLC.

- Tiene además velocidades de transmisión compatibles con las redes de Area Extensa, desde 34 Mbit/s hasta 155.52 Mbit/s, no obstante, conceptualmente se pueden alcanzar mayores velocidades.
- Posee una operación independiente del número de estaciones.
- Tiene servicios orientados a conexión y no orientados a conexión. Posibilidad de proporcionar simultáneamente servicios isócronos (conmutación de circuitos) así como asíncronos (conmutación de paquetes).
- Como límite de la red y propuesto en el documento IEEE 802.6 es que solamente puede poseer 512 nodos y una cobertura no mayor a 160 km con una velocidad de 155.52 Mbit/s.

**REDES DE ALTA VELOCIDAD  
INTRODUCCIÓN**

**EL CAMINO DE LA DIGITALIZACIÓN**

Desde que A. Graham Bell descubriera el teléfono, las redes analógicas han dominado el panorama de las comunicaciones durante más de un siglo y han resultado adecuadas para la transmisión de voz a través de las redes telefónicas o de imágenes en movimiento mediante la difusión de las señales de TV. Sin embargo, este tipo de redes resultaron inapropiadas para transmitir datos cuando aparecieron los primeros ordenadores digitales, ya que la naturaleza íntima de estas señales no coincidía con la de las redes de comunicaciones existentes. Este requerimiento empujó al desarrollo de los módems (laboratorios Bell, 1958) para realizar la transformación analógico-digital y poder utilizar las redes telefónicas existentes para conectar equipos digitales.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Esta figura muestra como las redes telefónicas han ido evolucionando hacia la progresiva digitalización de sus infraestructuras, comenzado por los centros de conmutación y las arterias principales, hasta finalizar con la digitalización del bucle de abonado.

Pero la tecnología digital hoy en día ya no sólo se utiliza para transmitir datos informáticos, sino que también ha sido adoptada para la transmisión de voz e incluso de vídeo, gracias a las posibilidades que ofrece y a la mayor calidad obtenida.

A causa de las ventajas que ofrecen las tecnologías digitales frente a sus equivalentes analógicas, las tres últimas décadas han estado marcadas por la progresiva digitalización de las redes de comunicaciones que, sucesivamente, han ido sustituyendo tramos enteros de la red analógica: primero fueron los troncales, luego los conmutadores, y finalmente, han sido los bucles de abonado hasta llegar a ser finalmente redes totalmente digitales.

### REDES ANALÓGICAS

Las redes analógicas puras, a pesar de su uso extensivo durante casi un siglo, presentan dos graves inconvenientes intrínsecos a su misma naturaleza. Por un lado, el ruido que inevitablemente se introduce y que resulta prácticamente imposible de eliminar y, por otro, las dificultades para el almacenamiento, la reproducción fidedigna y análisis de las señales transmitidas. La combinación de ambos problemas impide dar servicios como el routing y limita la detección de errores, imprescindibles para la transmisión de datos.

Otro inconveniente es el de la multiplexión que resulta excesivamente compleja cuando se han de conmutar por separado varios canales. En una red telefónica analógica los canales de comunicación llegan a las centrales donde las señales son moduladas y transmitidas utilizando técnicas de multiplexión por división en frecuencia (FDM). Los canales de comunicación pasan por varios centros de conmutación, donde necesariamente la señal ha de ser demultiplexada y modulada antes de ser reenviada hacia su destino a través de la arteria adecuada, donde es nuevamente modulada y multiplexada.

### LA DIGITALIZACIÓN

Desde que se realizaron los primeros ensayos, las tecnologías digitales demostraron ser más sólidas que sus equivalentes analógicas, simplemente porque resultaban más fáciles de manipular y almacenar; no obstante, el coste de los primeros equipos limitó su instalación a gran escala, quedando reducido su uso a unos pocos sectores. El concepto de telefonía digital ya fue desarrollado en los años treinta y cuarenta, y las primeras implementaciones datan de los años cincuenta. Desde entonces, la evolución hacia la digitalización ha utilizado dos fundamentos tecnológicos:

- La conmutación digital
- La transmisión digital

AT&T fue la primera operadora que introdujo en 1962, la transmisión digital y Western Electric la primera que introdujo la conmutación digital en 1976. Cuando la transmisión y la conmutación son digitales, los conmutadores basados en multiplexión por división de tiempo (TDM) pueden extraer señales individuales sin necesidad de decodificarlas, ni tampoco son necesarios los multiplexores pues el mismo conmutador realiza esta función.

La utilidad de los nodos digitales, que integran en una sola operación conmutación y transmisión, dio lugar a las denominadas Integrated Digital Network (IDN) o redes totalmente digitales de extremo a extremo.

Si a estas redes les añadimos unos estándares universales de acceso, empezaremos a estar muy cerca de lo que se conoce como Integrated Services Digital Network (ISDN).

## **RDSI**

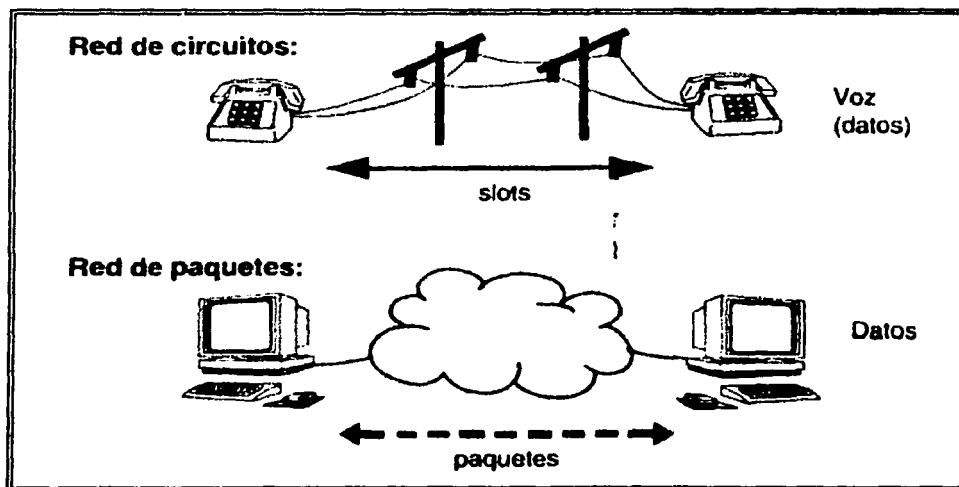
### **EL ESTANDAR UNIVERSAL**

RDSI (o bien ISDN en inglés) es un concepto ligado al de una red totalmente digital que, utilizando unos estándares universales de acceso, permite la conexión de una amplia gama de terminales como teléfonos, ordenadores, centrales PBX, etc., a los que la red proporciona una gran variedad de servicios entre los que se incluyen voz, datos e imágenes.

Siendo rigurosos, cabría matizar la anterior definición diciendo que los estándares no son tan universales como hubiera sido deseable, existiendo serias diferencias entre EEUU, Japón y Europa. También podría considerarse la tema "voz, datos e imágenes" como poco significativa (a pesar de haberse convertido en un tópico), ya que al tratarse de una red digital de paquetes y de circuitos poco importa el origen de la información codificada, y la lista podría ampliarse indefinidamente con texto, Hi-Fi, gráficos, etc.

Es decir, la RDSI se presenta como la bandera de las redes RDI, aunque su oferta es diferente

- Audio de 7 kHz de ancho de banda, en lugar de los 3.1 kHz de la red telefónica actual.
- Canales digitales de 64 kbps de velocidad en lugar de los que se alcanzan utilizando *módems* que difícilmente llegan a los 40 kbps.
- Mayor funcionalidad y servicios gracias al canal común de señalización.
- Un único y estandarizado método de acceso que da paso a toda una red de área extensa, con posibilidad de transferir información tanto en modo circuito como en modo paquete.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En la figura anterior, la RDSI-BE integra redes de circuitos y redes de paquetes permitiendo el soporte eficiente de voz, datos e imágenes en baja definición.

### LA RDSI DE BANDA ESTRECHA (RDSI-BE)

Las comunicaciones hoy en día se configuran como un conjunto de redes separadas:

- Red X.25 para datos.
- Redes de conmutación de circuitos para voz y datos.
- Redes para transmisión de la señal de TV.
- Redes de área local (LAN).
- Redes metropolitanas (MAN).
- etc.

Es evidente que no existe una red universal donde podamos conectar indistintamente el teléfono, los terminales X.25, ni por supuesto un receptor de TV. Cada uno de estos dispositivos requiere un tipo específico de servicio, contratado, instalado y gestionado por separado. La RDSI pretende ser la gran integradora de los servicios que hasta ahora proporcionaban las compañías telefónicas: desde la red conmutada para voz, redes de paquetes, hasta los enlaces digitales punto a punto, pasando por la mayoría de redes especializadas en dar un solo servicio.

La integración de las LAN y circuitos de TV quedan como objetivo para una futura RDSI en banda ancha. En principio, la RDSI convivirá y permitirá la conectividad con el resto de redes públicas, aunque éstas progresivamente irán siendo integradas o sustituidas por la RDSI hasta llegar a constituirse en red única.

Para permitir la interconexión de los terminales actuales, que no soportan de forma nativa protocolos RDSI, se han diseñado los denominados Adaptadores de Terminal (TA). Los TA garantizan de esta forma la conexión de la mayoría de recursos de comunicaciones existentes sin necesidad de cambios notables.

Especial énfasis están poniendo las compañías operadoras en captar el máximo número de usuarios en datos, ya que es el sector de mayor crecimiento. Un reciente estudio indica que la red telefónica en voz tiene un crecimiento anual en Europa estimado entre el 2% y el 5%, mientras que la demanda para datos se estima entre el 20% y el 30%. A pesar de que se habla mucho de los nuevos usuarios residenciales y sus aplicaciones típicas como video bajo demanda y otros, lo cierto es que las fuerzas que van a mover la banda ancha en los próximos años van a ser la industria y los gobiernos principalmente.

### CONFIGURACIÓN DE REFERENCIA PARA RDSI-BE

La configuración de referencia del acceso usuario-red está basado en dos elementos:

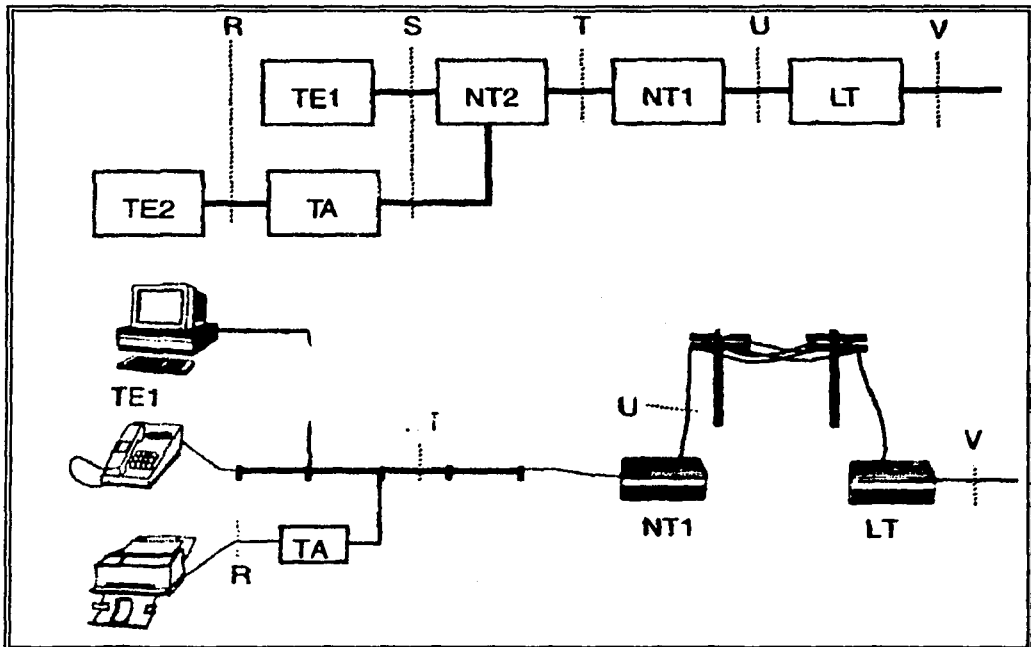
- a) Grupos funcionales o los modelos de los terminales.
- b) Puntos de referencia o interfaces de comunicación de los terminales.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### Grupos funcionales

Se llaman grupos porque no intentan describir un terminal específico, sino un conjunto genérico de equipos con sus funciones y responsabilidades:

- **NT1: Terminación de Red 1.** Localizado en casa del abonado es el responsable de ejecutar funciones de bajo nivel. Presenta el final de la conexión física que monitoriza el acceso a la red.
- **NT2: Terminación de Red 2.** Equipo de usuario que realiza las funciones de adaptación a los distintos medios físicos, así como de la señalización y multiplexión del tráfico. Por ejemplo, una centralita PBX.
- **TE1: Equipo Terminales 1.** Son periféricos que integran de forma nativa los protocolos RDSI y pueden conectarse directamente a la interfaz S y T. Por ejemplo, un teléfono digital o una tarjeta adaptadora para PC.
- **TE2: Equipos Terminales 2.** Son aquellos periféricos que utilizan las actuales interfaces y protocolos no-RDSI. Precisan de un TA para poder acceder a la red. Por ejemplo, un teléfono analógico tradicional.
- **LT: Terminación de línea.** Su función es simétrica a la del NT1 pero localizado al lado de la central.
- **TA: Adaptador de Terminal.** Permiten la conexión de los ET1 a la RDSI actuando como convertidor de protocolos V.24 o X.21 en la señalización RDSI.





## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

La figura anterior muestra un Modelo genérico de configuración RDSI y su implementación en un acceso básico con bus pasivo.

### PUNTOS DE REFERENCIA

Son las interfaces de comunicación entre los grupos funcionales. Están definidos:

- **R:** Son todos los protocolos no-RDSI, como V.24 o X.21, los que pueden ser incluidos en este apartado. Precisan adaptadores de terminal para conectarse.
- **S:** *Subscriber*, es el punto de acceso universal a la red para los terminales con RDSI nativo. Puede coincidir o incluir al punto T.
- **T:** Interfaz entre NT1 y NT2. Separa el bucle de abonado de la instalación propia del usuario.
- **V:** Interfaz dentro de la central. Pertenece a la implementación propia de la compañía operadora.

### CANALES RDSI

Se denomina canal al medio a través del cual fluye la información y que es utilizado por los abonados para interactuar con otros usuarios. Hay definidos tres tipos de canales según su capacidad y funcionalidad.

1. **Canal B:** Es el canal básico del usuario. Transporta la información entre usuarios (datos digitales, voz digital codificada PCM, etc...) generalmente a 64 Kbps (56 Kbps en EEUU). En un canal B se pueden establecer cuatro tipos de conexiones:
  - **Circuito conmutado:** El usuario realiza una llamada y se establece una conexión de circuito conmutado con otro usuario de la red. El establecimiento de la llamada no tiene lugar en el canal B, sino en el canal D, como se verá más adelante.
  - **Paquetes conmutados:** El usuario se conecta a un nodo de conmutación de paquetes, intercambiando los datos con los demás usuarios vía X.25.
  - **Modo de trama:** El usuario se conecta a un nodo de retransmisión de tramas y los datos se intercambian con otros usuarios vía LAPF.
  - **Semipermanente:** Es una conexión con otro usuario establecida anteriormente, y que no requiere un protocolo de establecimiento de llamada.
2. **Canal D:** Transporta la información de señalización entre el usuario y la red, que sirve para controlar las llamadas de circuitos conmutados asociadas a los canales B. Dependiendo de la configuración pueden tener una velocidad de 16 o 64 Kbps.
3. **Canal H:** Usados para información de usuario a alta velocidad. Tienen por tanto la misma funcionalidad que los canales B, de hecho son agrupaciones de canales B, con lo que se logra conseguir velocidades en múltiplos de 64 kbps: 384 kbps (H0), 1536 (H11) y 1920 kbps (H12).

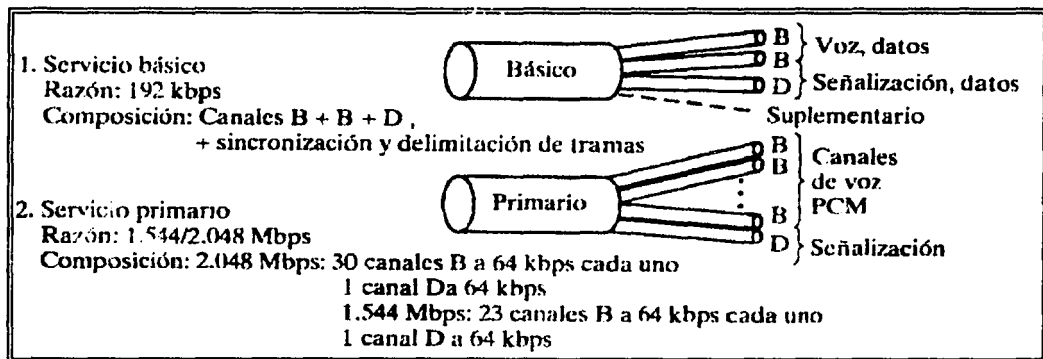
Ya se ha dicho que el acceso a los servicios de la red se consigue a través del canal D (canal de señalización), mientras que los datos se transportan a través de los canales B. Todos ellos son digitales, *full-duplex* e independientes entre sí.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Estos tipos de canales se agrupan en estructuras de transmisión que se ofrecen como paquetes al usuario.

Pueden distinguirse dos tipos de estructuras:

1. Estructura de canal básico (Acceso básico): consiste en dos canales B de 64 Kbps y un canal D de 16 Kbps. Es una configuración para entornos con bajo volumen de tráfico, y que puede satisfacer las necesidades de la mayoría de usuarios individuales, viviendas y pequeñas oficinas.
2. Estructura de canal primario (Acceso primario): Destinado a entornos con alto volumen de tráfico, como oficinas con PBX digitales, LAN o bases de datos. En Europa proporciona 30 canales B de 64 Kbps y un canal D de 64 Kbps consiguiendo una capacidad de 2,048 Mbps. En EEUU en cambio, proporciona 23 canales B de 64 Kbps y un canal D de 64 Kbps para una velocidad de 1,544 Mbps.



Para usuarios con menos requerimientos, se pueden usar menos canales B, proporcionando accesos no estandarizados ( D, B- , 6B+D, etc... ).

También existen estructuras que incluyen canales H.

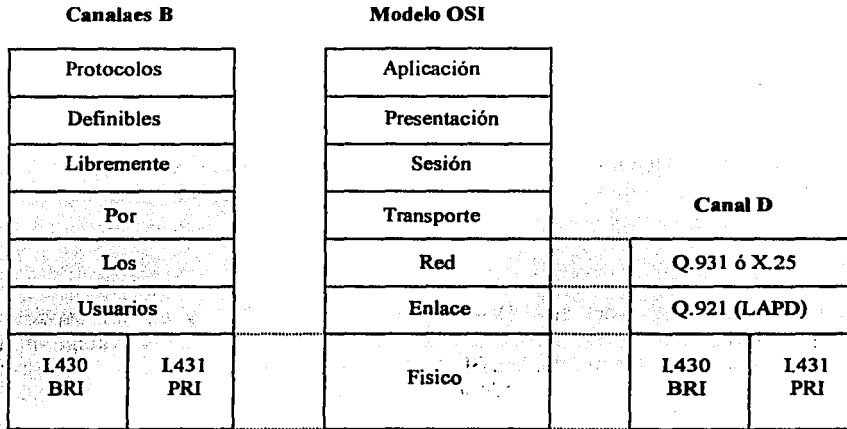
- Estructura del canal H0 con interfaz de velocidad primaria: Admite canales H0 a 384 Kbps. Para 1,544 Mbps se usan las estructuras 3H0+D y 4H, mientras que para 2,048 Mbps se usa la estructura 5H0+D.
- Estructura del canal H1 con interfaz de velocidad primaria: La estructura del canal H11 consiste en un canal H11 a 1,536 Kbps. La estructura del canal H12 consiste en un canal H12 a 1,920 Kbps y un canal D a 64 Kbps.
- Estructuras con interfaz de velocidad primaria para mezcla de canales B y H0: Consta de un o ningún canal D más una combinación de canales B y H0 ( 3H0+5B+D, 3H0+6B, etc...).

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Cuando en una estructura no hay ningún canal D, se supone que otro canal D en otra interfaz primaria, en la misma posición de abonado, proporcionará cualquier señalización necesaria.

### PROTOCOLOS RDSI

Los protocolos definen reglas para el intercambio de información entre los diferentes niveles de una red. El modelo OSI para redes está estructurado en siete niveles, cada uno con un conjunto de funciones específicas que definen desde las interfaces físicas hasta la estructura de datos de las aplicaciones.



La figura anterior muestra que los canales B accesibles son auténticos circuitos que conectan los usuarios finales y proporcionan un inmejorable nivel de transparencia cuyas limitaciones son únicamente las del nivel físico.

En RDSI, el canal D tiene implementados los niveles 1, 2 y 3 del modelo OSI, mientras que los canales B sólo tienen implementado el nivel 1, lo que permite a los usuarios utilizar sus propios protocolos desde el nivel 2 hasta el 7.

**Protocolos en el canal D:** Los tres niveles definidos en el canal D son:

**Nivel 1:** Basado en la recomendación I.430, describe la conexión física entre el *Equipo Terminal* (TE) y el *Terminal de Red* (NT2). Define las características eléctricas, el tipo de conector, codificación de línea y *framing*. La conexión física es síncrona, serie y *full-duplex*. Los canales B y D son multiplexados en el tiempo sobre la misma línea física en un mismo *frame*, desde el NT1 en casa del abonado y la central telefónica.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

**Nivel 2:** Basado en la recomendación Q.421, describe los procedimientos que aseguran la comunicación libre de errores sobre el enlace físico y define la conexión lógica entre el usuario y la red. El protocolo también proporciona las reglas para la conexión de múltiples terminales sobre una misma línea física (multipunto). El protocolo de nivel 2 es LAPD, una extensión del LAPB del X.25, que mejora la capacidad de direccionamiento.

**Nivel 3:** Basado en la recomendación Q.931, define la interfaz y los mensajes de señalización entre el usuario y la red. El protocolo implementado a este nivel determina las rutas tomadas a través de la red para conectar a los usuarios entre sí. También puede utilizarse el protocolo X.25 como nivel 3, aunque no está implementado en todas las redes.

### **Protocolos en el canal B:**

**Nivel 1:** Tiene exactamente la misma especificación I.430 que el canal D ya que comparten la misma línea física donde ambos canales son multiplexados.

**Nivel 2-7:** No está definido ninguno de estos niveles, lo que permite al usuario utilizar los protocolos que prefiera.

### SEÑALIZACIÓN

El canal de señalización utilizado en RDSI es conocido por SS7 y es un aspecto muy significativo de la arquitectura de la red. Hasta la aparición de RDSI, las redes transportaban los datos y la señalización por el mismo medio. En RDSI, como ya hemos comentado, la señalización es transportada por los canales D, que son independientes de los canales B utilizados para transportar los datos.

El término independiente no ha de tomarse en un sentido lógico, sino también físico, puesto que los canales D utilizan una propia subred con sus propios enlaces, protocolos y formatos. Se puede afirmar por tanto que RDSI está formada por dos redes separadas pero complementarias.

1. Una red utilizada para transportar la información entre usuarios (canales B y H)
2. Una red de señalización inteligente.

Los canales B y H al quedar liberados de la señalización, pueden ofrecer un servicio portador puro, de alta calidad y sin limitaciones de protocolos. Por otra parte, los canales D, además de gestionar la conexión y controlar los circuitos, proporcionan los servicios complementarios, incluso pueden llegar a constituir una red de paquetes X.25.

Esta arquitectura segregada aporta una serie de ventajas:

1. El tiempo de establecimiento de la conexión entre usuarios finales es menor.
2. Es más fácil el control de la llamada durante su establecimiento y después, lográndose mayor rapidez, flexibilidad y seguridad.
3. La interconexión de las bases de datos de la red de señalización permite introducir nuevos servicios, extendiendo la red de señalización para la administración de la red, monitorización y gestión.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Al ser un estándar mundial de señalización, se simplifica la interconexión de redes y facilita el acceso a bases de datos remotas.

### SERVICIOS DE UNA RED RDSI

Los servicios de una red RDSI se pueden clasificar en tres categorías:

#### a) Básicos o portadores

Permiten acceder (a través de una interfaz normalizada) a la red básica y transferir información entre usuarios. Existen dos modalidades:

- *Commutación de circuitos en el canal B* : Proporciona un circuito dedicado de principio a fin. Es utilizado por aquellas aplicaciones que requieren una conexión en tiempo real, por ejemplo una conversación telefónica. Es un servicio sin restricciones, por lo que los usuarios pueden implementar sobre él cualquier protocolo.
- *Commutación de paquetes en los canales B y D* : Proporciona una conexión lógica entre los usuarios. Es utilizable por aquellas aplicaciones insensibles al retardo, como por ejemplo, una transmisión de ficheros.

#### b) Teleservicios o Servicios de Valor Agregado

Utilizan los servicios portadores e implementan niveles superiores de comunicación. Pueden ser ofertados tanto por la compañía operadora como por terceras empresas. Pertenecen a esta categoría el videotext, el facsímil, incluso la telefonía digitalizada.

#### c) Servicios Suplementarios

Proporcionan a los usuarios información que ya tiene la red, razón por la que no se consideran de valor agregado. Entre los muchos servicios de esta categoría se encuentra la identificación de la llamada entrante, la multiconferencia, la redirección de llamadas, la información de tarificación, etc.

### RDSI DE BANDA ANCHA (ATM)

La RDSI de banda ancha (RDSI-BA) es el resultado de la evolución de la RDSI (conocida ahora como RDSI de banda estrecha) para soportar mayores velocidades y posibilitar servicios avanzados como la transmisión de video.

Fue en 1988 cuando el CCITT (Comité Consultivo Internacional en Telegrafía y Telefonía) aprobó la primera recomendación para la RDSI-BA ( I.121 ). En ella se define RDSI-BA como " *un servicio que requiere canales de transmisión capaces de soportar velocidades mayores que la velocidad primaria* ". Se definió ATM ( Modo de Transferencia Asíncrono ) como la tecnología de conmutación que utilizaría RDSI-BA y 155 Mbps la velocidad que debía soportar. A pesar de las diferencias entre RDSI-BA y RDSI-BE, ambas mantienen muchos puntos en común, ya que la RDSI-BA es la evolución hacia la alta velocidad de la RDSI-BE. Alguno de estos puntos en común son:

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- El modelo de referencia para la configuración es similar, ya que RDSI-BA asumió con algunas modificaciones el de RDSI-BE.
- Ambas son de naturaleza conmutada y con conexión, utilizando un protocolo de señalización similar.

### ARQUITECTURA DE RDSI-BA (ATM)

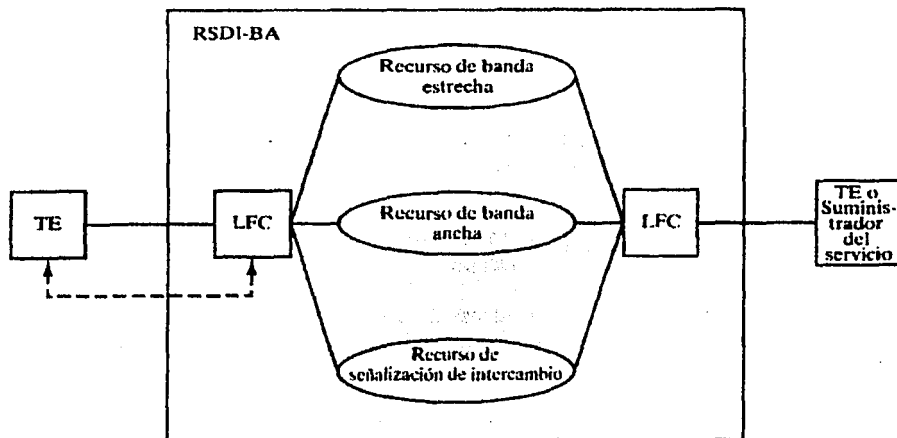
Para reunir los requisitos para vídeo de alta resolución, se necesitan velocidades de unos 150 Mbps. Además para poder ofrecer uno o más servicios interactivos y distribuidos se necesita una velocidad de línea de abonado de unos 600 Mbps. La única tecnología que permite estas velocidades es la fibra óptica.

Por tanto la introducción de la RDSI-BA depende del ritmo de introducción del bucle de abonado de fibra. El dispositivo de conmutación debe soportar un amplio rango de velocidades diferentes y de parámetros de tráfico. Por eso se utiliza una tecnología de conmutación de paquetes rápidos que admite fácilmente el protocolo ATM.

### ARQUITECTURA FUNCIONAL

En la siguiente figura vemos la arquitectura funcional de RDSI-BA:

TESIS CON:  
FALLA DE ORIGEN



RDSI-BA debe dar soporte a todos los servicios de transmisión a 64 Kbps que son admitidos por RDSI-BE para facilitar la conexión de RDSI-BE a RDSI-BA. También observamos como el control de RDSI-BA se basa en señalización de canal común. Se usa un SS7 mejorado para admitir capacidades suplementarias de red de mayor velocidad.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

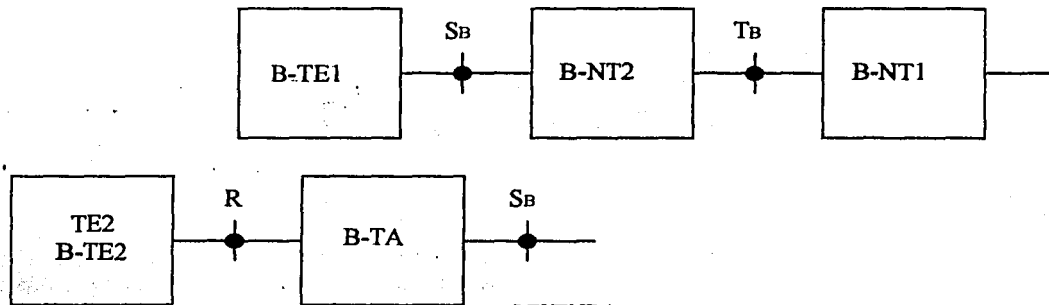
En cuanto al protocolo de señalización, dos son los organismos que han definido estándares utilizados en ATM. El ITU-T ( antiguo CCITT ) definió el estándar Q.2391, versión mejorada del Q.391 utilizado en RDSI-BE. Por otro lado, el ATM FORUM ( asociación de fabricantes ) propuso la señalización UNI 3.0, basado precisamente en el Q.2391, que permite la interoperatividad entre distintos fabricantes.

Las diferencias entre Q.391 y Q.2391 son

- En Q.2391 no existe un canal común para la señalización ( canal D ), sino un canal virtual independiente para cada terminal.
- En vez de negociar el acceso a un canal B, se negocia una conexión de canal virtual entre extremos de la comunicación.

### CONFIGURACIÓN DE REFERENCIA

Es básicamente la misma que la de RDSI-BE. Se utilizaron los mismos grupos funcionales añadiéndoles el prefijo B- para diferenciarlos. Con los puntos de referencia ocurre lo mismo, son iguales pero con el subíndice B.



#### LEYENDA:

B-TA = Adaptador de Terminal de Banda Ancha  
B-TE = Equipo Terminal de Banda Ancha  
B-NT = Terminador de Red de Banda Ancha

### GRUPOS FUNCIONALES

- **B-NT1:** Encargado de mantener las funciones de bajo nivel que conectan, mediante una línea física punto a punto, la red pública con los servicios de usuario. Es transparente a los protocolos de señalización y al tráfico transportado.
- **B-NT2:** Realiza las funciones de adaptación a los diferentes medios y topologías. Son funciones suyas la señalización, adaptación y la multiplexación /demultiplexación de celdas.
- **B-TE1:** Es un equipo de usuario que soporta las interfaces y los protocolos definidos para RDSI-BA. Se conecta a los punto  $S_B$  y  $T_B$ .
- **B-TE2:** Es un equipo de usuario con una interfaz no estandarizada por la RDSI-BA. Se conecta al punto  $R_B$ .
- **B-TA:** Adaptador que permite a los terminales **B-TE2** conectarse a una RDSI-BA.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### Puntos de referencia

Son los mismos que los de RDSI-BE con el subíndice B, aunque sólo se estandarizaron  $S_B$  y  $T_B$ . El punto  $R_B$  se puede considerar dentro de este conjunto y permite conectar los dispositivos que acceden a través de los adaptadores de terminal de banda ancha ( B-TA ).

### ESTRUCTURA DE LA TRANSMISIÓN

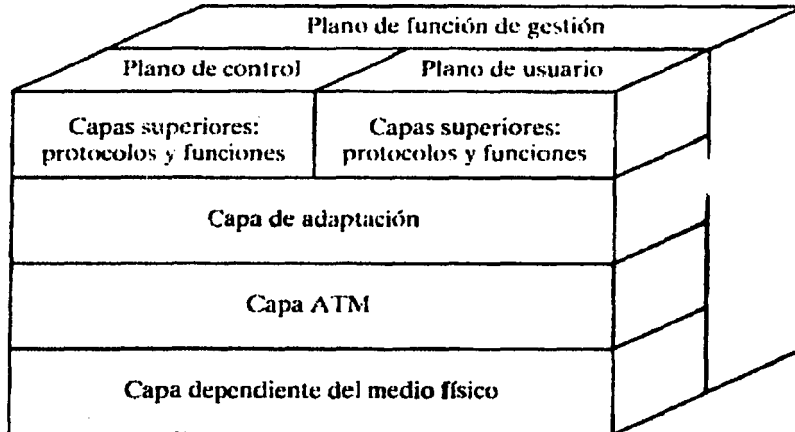
En términos de velocidades disponibles para abonados, se definen tres servicios de transmisión, que son los siguientes:

- Servicio Full-duplex a 155.52 Mbps.
- Servicio asimétrico: Abonado-red a 155.52 Mbps y Red-abonado a 622.08 Mbps.
- Servicio Full-duplex a 622.08 Mbps.

La velocidad de 155.52 Mbps puede ya admitir todos los servicios de RDSI-BA. A esta velocidad se pueden incluir uno o varios canales de vídeo, por tanto, el *servicio full-duplex a 155.52 Mbps* será el servicio RDSI-BA más usado. La velocidad de 622.08 Mbps se necesita para gestionar la distribución de vídeo múltiple (Videoconferencias simultáneas múltiples). El abonado que quiera acceder a estos servicios utilizará el *servicio asimétrico*, dejando el *servicio full-duplex a 622.08 Mbps* para los suministradores de distribución de vídeo.

### PROTOCOLO

El hecho de utilizar ATM en RDSI-BA marca la diferencia en los protocolos de RDSI-BA y RDSI-BE. En efecto, aunque RDSI-BA debe admitir aplicaciones en modo de circuito, estas se realizarán sobre un mecanismo de transporte basado en paquetes, por tanto, podemos decir que RDSI será una red de conmutación de paquetes ya que contiene servicios de banda ancha. El modelo de referencia de protocolo se muestra en la figura siguiente:





## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Se observa como se distinguen tres planos separados

1. **Plano de usuario:** Proporciona al usuario transferencia de información, contemplando el control de flujo y control de errores.
2. **Plano de control:** Realiza control de llamadas y control de conexión (establecimiento, liberación, etc...).
3. **Plano de gestión:** Coordinan todos los planos y controla los recursos que residen en sus entidades de protocolo.

Estos planos se dividen en capas, como muestra la figura anterior, y estas capas se dividen a su vez en subcapas. En la tabla siguiente se contemplan las subcapas existentes y se indican las funciones que realizan cada una de ellas.

	Funciones de Capas Superiores	Capas Superiores	
	Gestión de Capa	Convergencia	CS
Segmentación y Reensamblado		SAR	
Control Genérico de Flujo		ATM	
Generación / Extracción de la celda de cabecera			
Traslación de Celda VPI / VCI			
Multiplexación y Demultiplexación de Celdas			
Desacopio de velocidad de celdas		TC	Capa Física
Generación / Verificación de secuencias de cabecera HEC			
Delineación de Celdas			
Adaptación de Tramas de Transmisión			
Generación / Recuperación de Tramas de Transmisión	PM		
Temporización de Bit			
Medio Físico			

TC = Subcapa de Control de Transmisión  
 SAR = Subcapa de Segmentación y Reensamblado  
 ATM = Medio de Transferencia Asíncrono

AAL = Capa de Adaptación a ATM  
 CS = Subcapa de Convergencia  
 PM = Subcapa de Medio Físico

### INTERCONEXIONES (RDSI-BE Y RDSI-BA)

Como cualquier red que desee tener aceptación en la industria, un objetivo prioritario es la interconexión con las redes existentes. El caso de la RDSI-BA y su relación con su predecesora, la RDSI-BE, no va a ser una excepción: cuando la RDSI-BA esté comercialmente disponible como servicio público, la RDSI-BE dispondrá de una base instalada considerable y unas infraestructuras relativamente recientes.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

CARACTERISTICAS	N-ISDN	B-ISDN
Ancho de Banda	hasta 2 Mbps	hasta 620 Mbps
Velocidad de Transmisión	fija	bajo demanda
Tráficos	Voz y Datos	Voz, Datos y Video
Retardo de Conmutación	50 - 100 ms	10 ms
Retardo de Transmisión	despreciable	Significativo
Control de Errores	link-to-link	end-to-end
Cuello de Botella	Medio de Transmisión	Nodo de Conmutación

En la figura anterior se aprecian los efectos de la aplicación de la RDSI en banda ancha comparada con la banda estrecha

Las interconexiones se realizarán, en principio, con *gateways* entre las dos redes conectadas en cualesquiera de los grupos funcionales LE o TE del modelo de configuración de referencia. La interconexión estará limitada a las facilidades que ambas tengan en común. Por ejemplo, supongase una conferencia entre un videoteléfono de alta definición conectado a RDSI-BA y un videoteléfono de la RDSI-BE. Es evidente que la resolución de la conexión será la de la RDSI-BE.

## FRAME RELAY

### INTRODUCCIÓN

El tamaño, complejidad y el completo volumen del tráfico de datos ha ido creciendo a saltos. Nuevas aplicaciones semejantes a: Intercambio Electrónico de Datos (EDI), transferencia de ficheros, CAM/CAD y el explosivo crecimiento de las Redes de Area Local (LANs); ha requerido la necesidad de que sea posible transmitir grandes volúmenes de datos a altas velocidades y en imprevisibles patrones llamados Burst (ráfagas de datos).

Al mismo tiempo, la calidad de las líneas de las compañías telefónicas, nodos y redes han impulsado el cambio a la tecnología digital. Al mismo tiempo, el equipo de procesamiento de datos, equipo de comunicación de datos y software ha provocado la busca de nuevos niveles de sofisticación.

Teniendo todo esto en cuenta y que la industria de telecomunicaciones se ha enfrentado con el dilema de mejorar incrementando los niveles de bursty en el tráfico de datos ha reducido costos y ha aumentado las velocidades de transmisión.

### Frame relay, una alternativa a qué?

Casi todos los usuarios de Frame Relay lo están usando por la misma razón: la interconexión de LANs. No sorprende entonces que en un principio Frame Relay fuera diseñado para ello.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

700 2517

Anteriormente a Frame Relay en la mayoría de los casos había líneas alquiladas, o canales fijos en redes de ancho de banda controlado. Algún tráfico inter LAN es transportado en X.25, pero esto tiende a ser específico para aplicaciones de bajo ancho de banda. Muchas redes X.25 fueron designadas algunos años atrás para soportar aplicaciones de bajo ancho de banda, y por lo tanto son menos convenientes a los grandes anchos de banda y aplicaciones de tiempo crítico que tienden a ser usadas en LANs.

Esto es, entonces, como una alternativa a las líneas alquiladas de ancho de banda fijo. Sin embargo, Frame Relay no es sólo por el ahorro de costes: también puede ser implantada por una mejor calidad de servicio. Una red Frame Relay puede ser altamente viable por poder escoger una nueva ruta en el caso del fallo de la línea y, por con siguiente un rico patrón de interconexión, Frame Relay puede reducir el número de saltos entre nodos intermedios dando tiempos de respuesta imprevistos.

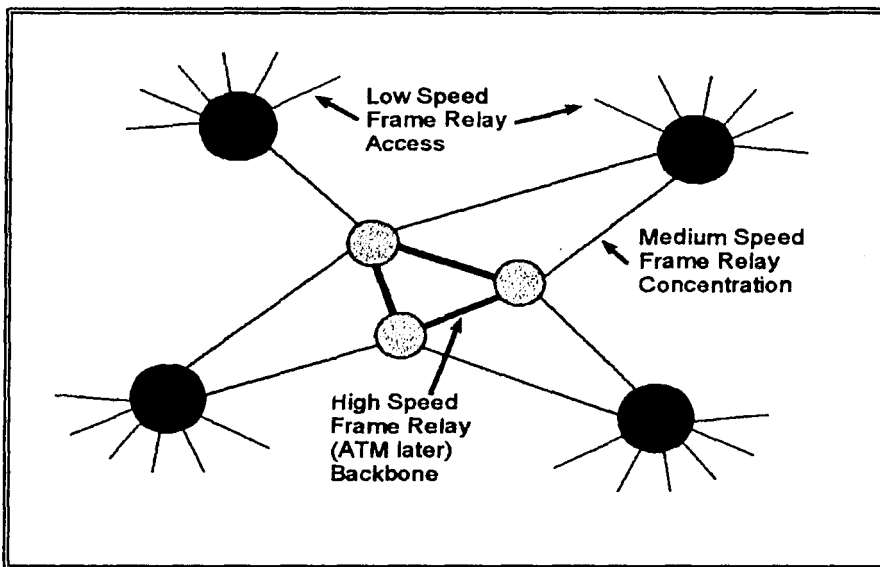
### ¿Qué es Frame Relay?

Frame Relay es un protocolo de transmisión de paquetes de datos en rafagas de alta velocidad a través de una red digital y fragmentados en unidades de transmisión llamadas frame. Frame Relay requiere una conexión exclusiva durante el periodo de transmisión. Esto no es valido para transmisiones de video y audio ya que requieren un flujo constante de transmisiones.

Frame Relay es una tecnología de paquete-rápido ya que el chequeo de errores no ocurre en ningún nodo de la transmisión. Los extremos son los responsables del chequeo de errores. (Sin embargo debido a que los errores en redes digitales son extremadamente menos frecuentes en comparación con las redes analogicas.)

Un paquete rápido es transferido en modo asincrono (ATM) con cada frame Relay o elemento de transmisión. Frame Relay transmite paquetes en el nivel de envío de datos del modelo de Sistemas de Interconexión Abierta (OSI) antes que en el nivel de red. Distintamente a un paquete que es de tamaño fijo, una frame es variable en tamaño y puede ser tan largo como mil bytes o más.

El estandar de Frame Relay, una extensión del estandar ISDN, is CCITT I.122. Una conexión Frame Relay es conocida como una conexión virtual. Una conexión virtual permanente es exclusiva al par origen-destino y puede transmitir por encima de 1.544 Mbps, dependiendo de las capacidades del par origen-destino. Una conexión virtual de intercambio es también posible usando la red publica y puede proporcionar elevados anchos de banda.



En la figura anterior se muestra que las diferentes tecnologías pueden interactuar entre sí según las necesidades de cada solución, así como las distintas velocidades de transferencia según las necesidades de cada usuario.

#### DIFERENCIAS ENTRE FRAME RELAY Y X.25

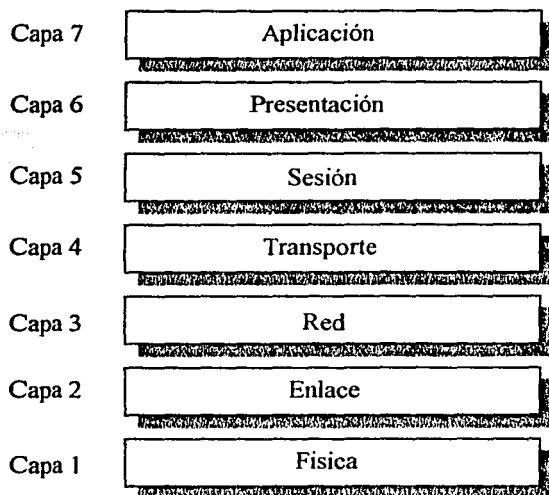
Frame Relay es una tecnología nacida de la necesidad de incrementar el ancho de banda, la aparición de impredecibles modelos de tráfico, y de un crecimiento de usuarios que demandan un servicio eficaz. Es un protocolo emergente del famoso protocolo de paquetes X.25. Ambos protocolos, Frame Relay y X.25, están basados en los Sistemas de Interconexión Abiertos (O.S.I.).

Sin entrar en detalles sobre el modelo O.S.I., que fue desarrollado por la Organización Internacional de Estandarización (I.S.O.), basta con decir que el protocolo X.25 usa los niveles uno, dos y tres del modelo O.S.I., mientras que el protocolo Frame Relay, usa sólo los dos primeros:

**Nivel 1:** el nivel físico, define la conexión actual entre el terminal y el primer nodo de la red. Este nivel especifica los estándares con la transmisión y recepción de datos mecánica y eléctricamente.

**Nivel 2:** el nivel de conexión, contiene el protocolo que define el "troceado" de los datos para la transmisión, y establece la ruta que los datos deben seguir a través de la red. Esto significa que los datos son colocados en un frame (secuencia específica de bits), que es la unidad fundamental del intercambio de datos. Ambos protocolos, X.25 y frame relay, usan estos dos niveles.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



Modelo de Referencia OSI

**Nivel 3:** el nivel de red, la unidad fundamental del intercambio de datos es el paquete. El nivel 3, prepara los frames de datos del nivel 2 en paquetes y rutas de datos a través de la red a través de Circuitos virtuales permanentes (PVCs). El nivel 3 también realiza detección y corrección de errores con peticiones de retransmisión de los frames y paquetes dañados. Este es el punto en el que X.25 y frame relay divergen. X.25 usa el nivel 3 en su totalidad, mientras que frame relay usa esencialmente sólo los niveles 1 y 2. La razón para esto es que frame relay está basado en la premisa de que las redes digitales son mucho menos propensas a errores que las que analógicas que había en el pasado. Esta premisa es debida exactamente al cambio a digital y a la fibra óptica.

Así por lo tanto con X.25, por el uso de los niveles altos del modelo O.S.I. , ambos, detención de errores y corrección de errores, son usados en cada uno y en todos los nodos a lo largo de la ruta, lo que provoca que la velocidad de transmisión se vea severamente limitada, por ejemplo, supóngase que se tiene una conexión X.25 que va desde una oficina principal a una oficina satélite y que se pasa a través de 3 compañías de telecomunicaciones.

Bajo el uso de X.25 los datos son empaquetados y enviados al primer nodo. Los datos son chequeados, y en caso de errores, se pide la retransmisión del paquete, en caso de no encontrarlos se envía un señal de final al origen, y se envía el paquete al siguiente nodo. Este proceso se repite en cada uno de los nodos hasta llegar al destino, y el proceso vuelve a comenzar con el siguiente paquete.

Con Rrame Relay, basado en redes mucho menos "contaminadas", la detección de errores es llevada a cabo, pero no la corrección. la red frame relay simplemente coge cada frame de información y la retransmite (relay) al siguiente nodo. Si en alguna ocasión se detecta un error, frame relay simplemente descarta el frame de datos erróneo y depende del nivel superior usado por controladores inteligentes en cada extremo de la red para pedir una retransmisión.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### TOPOLOGÍAS DE CONEXIÓN

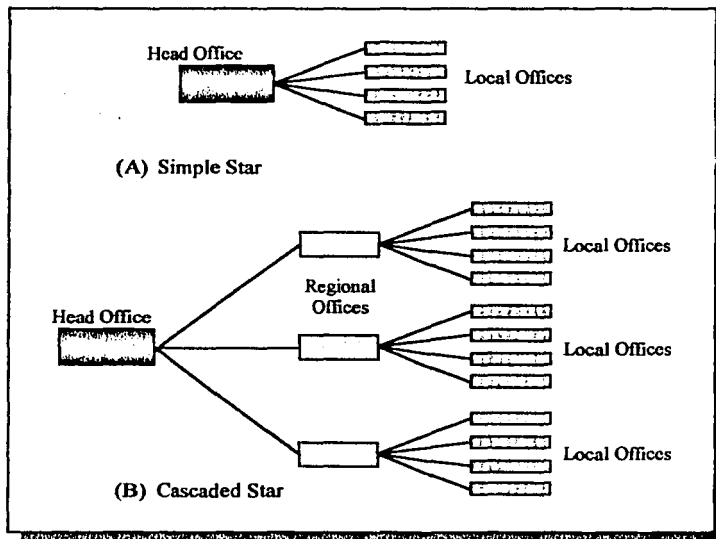
Las dos características más destacadas entre los usuarios de frame relay son:

- Ellos tienen una red que interconecta LANs usando routers para circuitos alquilados o de ancho de banda controlado y están buscando reducción de costos o el crecimiento de la red.
- Las redes están basadas en topología de estrella.

Esta topología de estrella puede consistir de una estrella simple, como se describe en la figura 1(a) o múltiples estrellas, que pueden estar en una cascada, o estructura de árbol, descrita en la figura 1(b).

La razón para la configuración de estrella es doble. Primeramente, esto refleja la estructura organizacional y flujo de datos de los negocios, con administración centralizada y funciones locales. Secundariamente, esto es impuesto por la tecnología de las líneas alquiladas.

El uso de frame relay abre las puertas a una gran flexividad a la topología de conexión. Mientras la estructura del tráfico podría tender entre configuraciones estrella, la disciplina impuesta por las líneas alquiladas las facilita, y el actual flujo de tráfico podrá ser mucho mejor incorporado a la topología.



*topología de estrella.*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

1. Velocidad de acceso: desde 64 Kbps. a 2 Mbps.
2. Caudal (bidireccional) garantizado. 8, 16, 32, 48, 64, 96, 128, 256, 512, 1024, 1536, 1984 Kbps.
3. Acceso alternativo RDSI: para velocidades de hasta 256 Kbps., back-up de 64 Kbps. a través de RDSI.
4. Gestión de Red : permanente.
5. Soporte del Servicio: permanente (ventanilla única).
6. Facilidades de Gestión de Cliente :  
  
    Infonne de tráfico cursado.  
    PC para Gestión de Cliente (PGC).
7. Interfaz física:  
  
    < 2 Mbps. V.35, V.36  
    = 2 Mbps. G.703/704.
8. Ámbito de los Circuitos Virtuales Permanentes (CVP): nacional e internacional.
9. CVP de Back-up : CVP plus : Ámbito nacional. Iguales atributos que el de los CVP estándar.
10. Destino alternativo para reencarnamiento en caso de fallo.

### VENTAJAS

- *Ahorro en los costes de telecomunicaciones:* Con el servicio Frame Relay los usuarios podrán transportar simultáneamente, compartiendo los mismos recursos de red, el tráfico perteneciente a múltiples comunicaciones y aplicaciones, y hacia diferentes destinos.
- *Solución Compacta de Red:* Según las necesidades del cliente, tras un estudio personalizado de las características del mismo, Telefónica Transmisión de Datos realiza el diseño de la red de comunicaciones Frame Relay.
- *Servicio gestionado extremo a extremo:* Telefónica Transmisión de Datos se ocupa de la configuración, administración, mantenimiento, supervisión y control permanente durante las 24 horas del día, los 365 días del año, tanto de los elementos de red como de modems, líneas punto a punto, etc..
- *Tecnología punta y altas prestaciones:* Frame Relay proporciona alta capacidad de transmisión de datos por la utilización de nodos de red de alta tecnología y bajos retardos como consecuencia de la construcción de red (backbone) sobre enlaces a 34 Mbps. y de los criterios de encaminamiento de la Red de Datos, orientados a minimizar el número de nodos de tránsito.
- *Flexibilidad del servicio:* Frame Relay es la solución adaptable a las necesidades cambiantes, ya que se basa en circuitos virtuales permanentes (CVP), que es el concepto de Red Pública de Datos, equivalente al circuito punto a punto en una red privada. Sobre

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

una interfaz de acceso a la red se pueden establecer simultáneamente múltiples circuitos virtuales permanentes distintos, lo que permite una fácil incorporación de nuevas sedes a la Red de Cliente.

- **Servicio normalizado.** Frame Relay es un servicio normalizado según los estándares y recomendaciones de UIT -T, ANSI y Frame Relay Forum, con lo que queda garantizada la interoperatividad con cualquier otro producto Frame Relay asimismo normalizado.

### APLICACIONES

- Intercambio de información en tiempo real, dentro del ámbito empresarial.
- Correo electrónico.
- Transferencia de ficheros e imágenes.
- Impresión remota.
- Aplicaciones host-terminal.
- Aplicaciones cliente-servidor.
- Acceso remoto a bases de datos.
  
- Construcción de bases de datos distribuidas.
- Aplicaciones de CAD/CAM.

Actualmente, dado el alto grado de informatización que han alcanzado las empresas en los últimos años, es muy común la convivencia de varias de las aplicaciones citadas y otras similares en el entorno de un mismo cliente, lo que hace aún más provechosa la utilización del servicio Frame Relay como medio de transporte único.

---

### XDSL, ADSL Y CABLEMODEMS

- ADSL: tecnología basada en ATM que alcanza velocidades de hasta 7 Mbps.
- Con los cablemodems se amplía el abanico de negocios para las CATV.
- Las redes de cobre no volverán a ser las mismas después del ADSL y los cablemodems.

Existen dos desarrollos tecnológicos que tienden a aprovechar las tiradas de cobre de las compañías telefónicas, de las redes privadas de las empresas que cuenten con PBX, o bien, de las redes híbridas de televisión por cable conformadas por cable coaxial y fibra óptica.

Al parecer el cobre llegó para quedarse aún por muchos años más. Lejos de presenciar su decadencia, los desarrollos de los cablemodems y la rica y variada familia XDSL permiten la diversificación de los servicios a través del cobre, aprovechando los guardabandas disponibles con el fin de transmitir no sólo voz sino también datos y video, usando la misma infraestructura.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El término XDSL (Digital Subscriber Line; Línea digital del usuario) es de reciente aparición, y es el concepto genérico que se utiliza para denominar a la familia DSL. La letra X es sustituida por la inicial de las diferentes tecnologías de este grupo, las cuales han sido desarrolladas para prestar distintas soluciones sobre el cobre.

La tecnología XDSL es ideal para ser aplicada en redes telefónicas, puesto que se basa en el aprovechamiento de los espacios vacíos existentes entre el rango de ancho de banda que ocupa por lo general la voz -el cual oscila entre los 30 y los 30 mil Hertz- para transmitir datos y video.

Una típica red de XDSL está compuesta por una red telefónica, los switches clase cinco (class five) que se interconectan entre sí de muchas maneras, el cobre existente entre la central y el usuario, y los dispositivos especiales en ambos lados. Esta tecnología promueve que al switch cinco lo antecedan datos a través de una comunicación con un splitter (dispositivo), éste suma tanto las señales de voz como de datos para luego ser distribuidas por separado hacia la TV y la PC del usuario final.

De la familia XDSL, la tecnología que ya está siendo utilizada en países como los Estados Unidos y ha dado buenos resultados por las distintas aplicaciones que puede brindar, según la opinión de los expertos, es el ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line; Línea de abonado digital asimétrico).

El funcionamiento de la tecnología ADSL posibilita la transmisión de información a velocidades que van desde 7 Mbps de bajada y 640 Kbps de subida sobre cable de pares trenzados a través de canales múltiples, los cuales llevan el video, los datos de control y las señales de voz entre el intercambio del teléfono local y el usuario. Un switch en el lugar del intercambio selecciona los canales apropiados y procesa las señales de control y datos para el usuario.

ADSL utiliza técnicas de transmisión sofisticadas para lograr velocidades de hasta 7 Mbps de bajada y 640 Kbps hacia el intercambio local mediante bucles de cobre intercalado. Un ancho de banda análogo de aproximadamente 1 Mhz es requerido para alcanzar estas velocidades, así que limitando el espectro de transmisión de esta tecnología a las frecuencias de banda de voz ya mencionadas, paralelamente se apoyarán los servicios de telefonía análoga existentes.

Las señales que contienen video MPEG (Moving Pictures Experts Group; Formato de compresión de ficheros de imágenes animadas), frecuencia audible, datos y señales interactivas, son transportadas a través de la red de intercambio utilizando como transmisores a SDH (Synchronous Digital Hierarchy; Jerarquía digital síncrona), ATM (Asynchronous Transfer Mode; Modo de transferencia asíncrona) o PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy; Jerarquía digital pliesocrónica).

Los proveedores de servicio son conectados a la red de intercambio al final de la cabeza o head end. Generalmente estos deben proporcionar material de video codificado MPEG para ser vistos en la TV del usuario o en aplicaciones interactivas. Cabe mencionar que ADSL está basado en ATM (Asynchronous Transfer Mode; Modo de transferencia asíncrona) y el estándar o tipo de codificación (la forma en que los equipos colocan las señales en el cable) que utiliza es DMT (Discrete multitone modulation; Modulación multitono discreta). En palabras de los expertos, las telefónicas o las redes privadas provistas de un PBX necesitan considerar, para implementar esta tecnología, el hecho de contar con un par de cobre de buena calidad, analizar las longitudes promedio y si las tiradas pasan por lugares proclives a las interferencias, radiaciones o inducciones.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El usuario final -como ya se mencionó- debe estar provisto de un splitter o caja que tiene interfase con el teléfono y un modem ADSL que se coloca en la PC con el fin de gozar de aplicaciones tales como acceso remoto vía la red pública, broadcast, acceso a proveedores de servicio, educación a distancia, datos MDU, juegos de video interactivos, acceso simultáneo a dos o más canales de video a través de compresión MPEG en cada señal de video a 3 Mbps o usando un segundo par de cobre.

Además, con ADSL usted tendría también la opción de contar con uno o dos servicios telefónicos adicionales, acceso a Internet, voz IP, servicio de video a petición, acceso condicionado a los servicios de transmisión, guía electrónica de programas accesible por medio de un botón del menú en el control remoto, videoconferencia, telemedicina, pago por vista (Pay Per View), comercio y banca electrónica, y juegos por conexión directa, entre otros.

En el mercado hay soluciones como Cupro de Nec, una arquitectura flexible de transporte y conmutación de video, audio y datos comprimidos que proporciona servicios interactivos por medio de la infraestructura de cobre utilizando ADSL, RADSL (Rate Adaptive Digital Subscriber Line; DSL con velocidad adaptativa) y SDSL (Single Pair Digital Subscriber Line; DSL de un par). El sistema también da una canalización independiente dúplex desde el Internet a la PC del usuario para brindar acceso a velocidades más altas que las de los modems basados en PSTN (Public Switched Telephone Network; Red de telefonía pública conmutada).

Entre los casos de éxito existentes en el mercado mundial de soluciones basadas en ADSL se encuentra el de la empresa Sprint, la cual eligió a Cisco como proveedor primario para tecnología DSL en la construcción del acceso de banda ancha hacia su red de nueva generación Sprint ION, la cual permite consolidar redes empresariales y dar anchos de banda sin límite a casas y negocios sobre un enlace permanente donde se ofrecen servicios de voz, datos y video simultáneamente.

El cablemodem es un dispositivo de transporte de datos que se encarga de la traducción en IP (Internet Protocol; Protocolo de Internet) y de la interfase con la computadora. Estos se colocan en la cabecera de la CATV (Red de televisión por cable) y en la PC del usuario final. Fueron creados -al igual que el ADSL- con el objetivo de potencializar a las redes híbridas de TV por cable compuestas por coaxial y fibra óptica.

Actualmente existen dos principales tecnología en lo referente a los cablemodems: la de retorno telefónico y la de doble vía. En la primera se usan guardabandas para insertar datos que se integran junto con el video o las señales de TV en un equipo especial colocado en la cabecera. Ésta manda ambas señales a través del cable para que puedan llegar del lado del usuario y ser distribuidas a la TV y a la PC.

Esta última debe estar provista precisamente de un cablemodem y un módem tradicional -por ejemplo un V.90- que se encargarán de efectuar el marcaje para que las señales de ascenso o upstream viajen a través de la red conmutada y se establezca por medio de ella la comunicación con el ISP (Internet Service Provider; Proveedor de servicios de Internet).

En la tecnología de doble vía, el funcionamiento es muy similar al anterior en cuanto a que la red de CATV debe poseer un equipo específico en la cabecera y el usuario final un cablemodem. Sin embargo, en esta tecnología se presupone que la tirada de fibra óptica es bidireccional para así enviar y recibir datos y video sobre ella, y hacerlos llegar al usuario final en el coaxial de la última milla.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Con ambas se pueden garantizar servicios con diferentes anchos de banda de acuerdo a las necesidades del cliente. Así, un proveedor de servicios de voz, datos y video sobre CATV puede cobrar en base a los criterios de velocidad o ancho de banda que cada caso en particular requiera.

La mayoría de los cablemodems en el mercado están regidos por el estándar DOCSIS versión 1.0, pero están por implementarse las versiones 1.1 y 1.2 en donde se definirá la voz sobre IP para que esta aplicación se sume a otras como acceso a Internet, comercio y correo electrónico, videoconferencia, multimedia, juegos en línea, conexiones con instituciones gubernamentales, de educación o de salud; creación de redes locales e interconexión, sólo por mencionar algunas.

En el mercado ya se han implementado soluciones de este tipo provistas por empresas como 3Com, Cisco, Tellabs, Motorola y Nec, las cuales han resultado exitosas en países latinoamericanos como Chile, Colombia, Panamá, Perú, Brasil, Guatemala, Argentina y México.

### NUEVAS REGLAS DE MARCAJE TELEFÓNICO (Dial Up)

Primero se tuvo la idea de agregar el número cinco a los siete dígitos que componían un número telefónico local y, en cuanto a sistemas de telefonía celular se refiere se añadió el 044. Ahora, la Comisión Federal de Telecomunicaciones decreta una modificación en las claves telefónicas de larga distancia en el país, que entrara en vigor el próximo 17 de noviembre de 2001.

La iniciativa consiste en la incorporación de dos números que formarán una clave de larga distancia de dos dígitos para las ciudades de Monterrey, Guadalajara y México, así como una clave de tres números para el resto del país, informó la Cofetel (*Comisión Federal de Telecomunicaciones*).

En el caso de las llamadas celulares locales, la marcación incluirá una nueva clave además del 044 y, aplicará en los sistemas que se encuentren dentro del programa "El que llama paga". Asimismo, la instancia oficial de telecomunicaciones en México manifestó que los números 01 800 y 01 900 no cambiarán su forma de marcación con la entrada en vigor de esta disposición.

Agregó que las claves de larga distancia existentes en el país, se reducirán de mil 600 a 406, con el objetivo de permitir que algunas regiones que antes se comunicaban a través de larga distancia, lo hagan con una llamada local.

No obstante, de acuerdo con ejecutivos de la industria mexicana de telecomunicaciones, tal iniciativa podría repercutir negativamente en los sistemas de conmutación, principalmente en aquellos que tengan que hacer algún tipo de facturación.

Ello debido a que se habla de incrementar dos o tres dígitos, situación que no está contemplada por la mayoría de los programas de cómputo instalados en los switches telefónicos, pues en algunos casos éstos solo están diseñados para contabilizar nueve números.

# INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

## TENICAS DIGITALES

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años las aplicaciones de las telecomunicaciones inalámbricas digitales han eclipsado todo tipo de transmisión inalámbrica tradicional. La obtención de una transmisión libre de errores, la posibilidad de contrarrestar de una forma muy eficiente los imprevistos de los enlaces de radio, la capacidad de obtener una completa confidencialidad en las transmisiones de radio telefonía, la realización de una verdadera red inalámbrica de servicios integrados son sólo algunas de las ventajas que las técnicas digitales ofrecen con respecto a las análogas.

### ANTECEDENTES HISTORICOS

Las telecomunicaciones inalámbricas han existido por más de un siglo, y han existido en combinación con las técnicas digitales por más de 50 años. Sin embargo, en el ámbito comercial sólo han estado presentes durante los 25 últimos años. Su impulso y la demanda exponencial de las aplicaciones comerciales recientes han llevado a eclipsar todo tipo de comunicación análoga inalámbrica tradicional.

El término "Telecomunicaciones Digitales Inalámbricas" ha evolucionado desde los años 50's de un término técnico especializado hacia uno de utilización a gran escala. La significación del término "digital", sin pretender establecer una definición absoluta, se refiere a la transmisión de números; decimales, octales o binarios, como en nuestro caso; y del término "inalámbrico" se refiere a enlaces de telecomunicaciones sin conexión física (cable o hilo de cobre u óptico).

Recientemente, como ya se ha mencionado, la combinación de las técnicas digitales y la informática han obligado a las compañías de telecomunicaciones, en particular aquellas que ofrecen servicios inalámbricos, a modificar sus estrategias de administración y desarrollo.

Las compañías que ofrecen servicios de comunicación, por cable o por radio, se encuentran en una etapa que se ha definido como "la introducción a la competencia", donde la competencia estará establecida en gran medida en la forma de efectuar la tarificación al abonado; por ejemplo, actualmente en Norte América la renta de una línea, con una compañía telefónica, con capacidad de 24 canales de voz (T1), tiene un costo aproximado de 1500 dólares por mes, lo que representaba hasta ahora una ventaja comparada al costo de un equipo de radio microondas. En el futuro próximo un sistema de radio digital microondas de la nueva generación, con una capacidad similar, tendrá un costo, según estimaciones, de aproximadamente 15000 dólares, lo que producirá seguramente más competencia.

### SISTEMAS DIGITALES

En un sistema de telecomunicaciones digitales existen tres etapas básicas. La primera corresponde a la conversión análoga a digital (A/D); reducción de la forma de onda análoga original compleja en una forma de onda digital fácilmente manipulable, sin perder la habilidad de recrear su riqueza y sus matices.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

La segunda es llamada usualmente la modulación; conversión de la señal digital lógica a una forma transmisible, pulsos de corriente eléctrica, ondas de luz en los sistemas de fibra óptica u ondas de radio. La tercera es la transmisión y el tratamiento de la señal; manipulación de la señal para su recuperación, multiplexación, retransmisión, etcétera.

### ETAPAS

- 1) Conversión A/D
- 2) Modulación
- 3) Tratamiento de la Señal y Transmisión

#### Etapa I : Conversión A/D

Un método que permite reducir una señal de forma análoga compleja en otra digital más simple es el análisis de Fourier; toda señal de forma compleja puede ser vista como la suma de un número finito de ondas senoidales puras. Sin embargo, la implantación práctica de este método es muy compleja desde el punto de vista computacional y de los límites del tratamiento en tiempo real. La técnica que forma la base de las comunicaciones digitales es más intuitiva, llamada el *teorema de muestreo* o *teorema de Nyquist*, en honor a Henry Nyquist.

En realidad el proceso de conversión de la forma análoga a la forma digital está compuesta de tres conceptos matemáticos o lógicos básicos: el muestreo, la cuantización y la codificación. El muestreo es el proceso de tomar medidas instantáneas de una señal análoga cambiante en el tiempo, tal como la amplitud de una forma de onda compleja. La información muestreada permite reconstituir más o menos una representación de la forma de onda original. Sin embargo, si las muestras son relativamente escasas (o infrecuentes), la información entre las muestras se perderá. El *teorema de muestreo* establece que es posible capturar toda la información de la forma de onda si se utiliza una frecuencia de muestreo del doble de la frecuencia más elevada contenida en la forma de onda. En los sistemas telefónicos la velocidad de muestreo ha sido establecida a 8000 muestras por segundo.

Una vez que la muestra y su valor han sido obtenidos, la cuantización es el siguiente proceso para la reducción de la señal análoga compleja; éste permite aproximar la muestra a uno de los niveles de una escala designada. Por ejemplo, tomando una escala cuyos valores máximo y mínimo son quince y cero, respectivamente, y el rango está dividido en 16 niveles, las muestras tendrán que ser aproximadas a uno de estos niveles. Hay que notar que el proceso de cuantización puede introducir un ruido de cuantización; una diferencia entre el valor original de la amplitud muestreada y el valor aproximado correspondiente a la escala seleccionada, donde la magnitud de este error estará determinada por la fineza de la escala empleada.

El siguiente proceso se refiere a la codificación lógica. Una señal cuyas muestras cuantificadas son de 16 niveles puede ser representada por un nivel de tensión para cada muestra diferente, 16 tensiones en total. Un sistema tal de codificación es altamente eficiente, debido a que sólo un pulso de corriente es necesario para transmitir cada muestra.

Sin embargo, el problema de las codificaciones super eficientes es que el ruido de transmisión afecta grandemente la distinción entre los símbolos de la codificación; en el caso de la telefonía, donde es utilizada una codificación a 8 bits, el receptor deberá ser capaz de distinguir entre un pulso de 126 voltios y uno de 127 voltios, por ejemplo.

Por el contrario, utilizando una codificación lógica, cada muestra puede ser construida o representada por medio de una serie de pulsos separados, cada pulso representado ya sea por un 1 o un 0 lógico.

Esto es llamado la codificación binaria, una representación de base dos. La desventaja de este método es que el número de pulsos necesarios para cada muestra de la señal compleja se incrementa y por consiguiente la capacidad de cualquier sistema de transmisión disminuye.

### Etapa II : Modulación

Una vez que la información se encuentra en forma digital, esta misma deberá ser codificada por segunda vez para la transmisión. La forma de la energía electromagnética (radio, microondas, luz, electricidad), utilizada en el circuito es modulada por los 1's y 0's lógicos y traducida en variaciones discretas con las características de la señal transmitida. En algunos sistemas de fibra óptica o de hilos de cobre, los bits son convertidos directamente en pulsos de energía que llevan la información en una secuencia de encendido-apagado similar al código de MORSE —pulsos eléctricos en el caso de los circuitos telefónicos o pulsos de luz en los sistemas de fibra óptica.

Esta es la forma de modulación más simple definida como la modulación de encendido-apagado (On-Off keying) o modulación por desplazamiento de amplitud (Amplitude Shift Keying, ASK). Sin embargo, la modulación On-Off, también llamada transmisión unipolar, es muy susceptible a los errores producidos durante la transmisión; por esta razón, los diseñadores de los sistemas digitales telefónicos han desarrollado una serie de esquemas de codificación o de línea más robustos contra los errores de transmisión, por ejemplo HDB3, 4B3T o B6ZS. En el caso de los sistemas de radio, es preferible mantener una onda de transmisión continua y variar alguna de sus características.

Primero se establece una transmisión a una frecuencia dada, definida como la frecuencia de la portadora. La portadora no contiene información, ella sólo es un vehículo para las variaciones de amplitud, de frecuencia o de fase las cuales representan la información. Cada portadora es entonces un canal de radio, de TV o de microondas.

En las modulaciones análogas utilizadas comúnmente por las radio difusoras, AM y FM, la forma de onda de la información está representada directamente por las variaciones continuas de la amplitud o de la frecuencia.

En los sistemas digitales de AM o FM los cambios son discretos en correspondencia a los niveles lógicos discretos. Por ejemplo, en un sistema FM digital binario, la frecuencia de la onda portadora de radio es desplazada entre dos frecuencias predefinidas que representan los 1's o los 0's binarios, esto es también llamado modulación por desplazamiento de la frecuencia (Frequency Shift Keying, FSK). Por otra parte, en un sistema de modulación de la fase, llamado manipulación del desplazamiento de la fase (Phase Shift-Keying Modulation), la transmisión es alternada entre varios estados de fase diferentes. La figura 2 representa estos dos tipos de modulaciones.

Debido a la necesidad de un ancho de banda superior para el mismo número de canales, los sistemas de la radio digital han sido vistos tradicionalmente en desventaja con respecto a la radio analógica. Sin embargo, esta situación puede ser remediada por medio de las nuevas técnicas de modulación que se han desarrollado. Estas técnicas permiten a cada símbolo de transmisión llevar 2 o más bits de información.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Por ejemplo, un sistema de modulación de fase a cuatro niveles, llamado manipulación por desplazamiento de fase cuaternaria (Quaternary Phase Shift Keying, QPSK), transmite dos bits de información en cada símbolo. Por otra parte, las técnicas de modulación a multi-niveles han avanzado enormemente; hoy, sistemas PSK a 16 niveles que transmiten cuatro bits por símbolo son comunes en las aplicaciones de las microondas digitales, sin embargo estos sistemas requieren la detección de una diferencia de fase de 22.5 grados.

Por ejemplo, en Europa, donde el costo de un canal de microondas está determinado por el ancho de banda ocupado, las modulaciones a multi-estados son muy utilizadas; en el caso PSK a 16 niveles es posible transmitir una palabra de 8 bits PCM estándar en sólo dos símbolos en lugar de 8 símbolos, lo que significa una reducción de 75% del ancho de banda ocupado.

### Etapa III : Tratamiento de la Señal y Transmisión

Una vez que la señal de radio entra en el canal de transmisión empieza a deteriorarse. Una señal eléctrica transmitida a través de un hilo de cobre estándar después de 30 Km. pierde casi el 100% de su nivel. Una señal de radio es mucho más vulnerable, la lluvia, el follaje y otros elementos del medio ambiente pueden absorber una gran cantidad de la señal transmitida dependiendo de la frecuencia de la portadora.

Las montañas, los edificios, los aeroplanos y otras estructuras, también pueden afectar las señales de radio en los sistemas móviles. Las pérdidas en la trayectoria de un enlace de radio móvil de 30 Km. pueden ser de hasta 150 dB, lo que nos lleva a la conclusión que un enlace de radio móvil es algo muy frágil. Sin embargo, dado que la señal digital puede ser manipulada o procesada con una gran variedad de formas para contrarrestar los imprevistos o mejorar la eficiencia y la calidad de la transmisión, los sistemas digitales permiten una transmisión en una forma mucho más eficiente de lo que es posible con las técnicas analógicas; aquí es donde las técnicas digitales brillan por sus méritos. La descripción de algunas formas de tratamiento de la señal digital será el objeto de los siguientes enlaces.

### TIPOS DE TRATAMIENTO DE SEÑALES

- 1) Regeneración
- 2) Control de Errores
- 3) Multiplexación

### REGENERACIÓN

Consiste en la ubicación de repetidores a distancias definidas capaces de detectar los pulsos entrantes, procesarlos lógicamente y transmitirlos nuevamente en forma de pulsos. Un atributo fundamental de un sistema digital es la reducción de la probabilidad de errores de transmisión insertando repetidores en puntos intermedios del enlace. Así un ingeniero de telecomunicaciones puede controlar la calidad de la señal de una red sin importar qué tan lejos viajarán o cómo deberán viajar los datos en un medio ambiente severo. Aunque los repetidores regenerativos no pueden ser fácilmente incorporados en un sistema de radio móvil, los principios de regeneración son importantes para la comprensión de lo que puede significar la tecnología digital en la radio móvil celular.

La medida de la calidad de una transmisión digital es el BER, así idealmente una transmisión deberá estar libre de errores.

### CONTROL DE ERRORES

Recuperación de la codificación lógica. Básicamente existen dos estrategias para controlar los errores en un sistema digital al nivel de la codificación lógica:

- 1) El diseñador puede construir un sistema con un tipo de señal más robusto para reducir la probabilidad de errores para una relación dada de señal a ruido; una transmisión con densidad de información más baja es de forma inherente más robusta, por ejemplo, si un módem de 16 QAM, el cual transmite 4 bits por símbolo, sufre un error que afecta a dos símbolos adyacentes, una palabra completa de 8 bits será perdida, por el contrario, en el caso de la transmisión de una portadora telefónica T1, la pérdida de dos símbolos afectará menos, especialmente si esto ocurre en el caso de los bits menos significativos;
- 2) El diseñador puede codificar la señal de tal forma que los errores pueden ser detectados y corregidos antes de la salida final del convertidor D/A; una vez que el error ha ocurrido, existen algunos procedimientos que permiten la corrección de los errores (las técnicas de corrección de errores consumen más ancho de banda), por lo tanto deberá efectuarse un compromiso entre la técnica de corrección de errores y la eficiencia del espectro. Las técnicas de corrección de errores digitales es un proceso particular para la solución de algunos problemas de los sistemas móviles.

### MULTIPLEXACIÓN

La otra gran ventaja de las transmisiones digitales es la facilidad que ofrecen a diferentes tipos de multiplexación (o técnicas de combinación de circuitos múltiples en una sola transmisión en un solo canal, ya sea un par de hilos de cobre, una fibra óptica o un canal de radio microondas). La ventaja de la multiplexación es la justificación económica central de las técnicas digitales en las telecomunicaciones.

La fuerza que dio impulso al desarrollo de la técnica de multiplexación en la telefonía (portadora T) tuvo como objetivo económico el ahorro del costo de los hilos de cobre en la telefonía, combinando 24 circuitos de voz en un solo par de hilos de cobre.

La técnica utilizada es conocida como la multiplexación por división de tiempo (TDM, time division multiplexing). TDM funciona de la siguiente forma: imaginemos 24 señales de voz codificadas en PCM, cada una en un circuito de voz, lo que produce 24 flujos de bits cada uno a la velocidad de 64,000 bits por segundo. Imaginemos además que deseamos transmitir todos estos flujos de bits a través de un par de hilos de cobre único.

Una forma de hacer esto sería construyendo un nuevo flujo de bits multiplexados, tomando primero ocho bits —la primera palabra PCM completa— de un canal seguido por los siguientes ocho bits del segundo canal, seguido por los primeros 8 bits del tercer canal y así sucesivamente, hasta la nueva cadena de 192 bits que representan la primera palabra de cada uno de los 24 canales.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### MODEMS DE DATOS

En su forma más sencilla, la comunicación de datos es la transmisión de información digital entre dos DTE (*Equipos de Transmisión de Datos*); estos pueden estar separados por unos cuantos metros o por muchos kilómetros. Actualmente hay un número insuficiente de medios de transmisión para cargar la información digital de una fuente a un destino, en forma digital. Por lo tanto la alternativa más conveniente es usar la red PTN (*Public Telephone Network*) existente, como medio de transmisión para los circuitos de comunicación de datos.

Desafortunadamente, la PTN fue diseñada (y la mayoría de ella construida) mucho antes de la llegada de la comunicación de datos a gran escala. La PTN fue proyectada para usarse en la transferencia de señales de comunicación telefónica de voz, no datos digitales. Por tanto, para usar la red PTN para comunicación de datos, los datos deben convertirse a una forma más adecuada para su transmisión sobre los sistemas de portadora analógica.

### MEDIOS DE TRANSMISIÓN

La red telefónica pública es una alternativa conveniente, para construir facilidades digitales altermas (a un costo tremendo) para llevar solo datos digitales. La red telefónica pública abarca más de 2000 compañías telefónicas locales y varias portadoras comunes de larga distancia tales como: Microwave Communications Incorporated (MCI), GTE Sprint y la American Telephone and Telegraph Company (AT & T). Las compañías telefónicas locales proporcionan servicios de voz y datos para áreas geográficas relativamente pequeñas, mientras que los *Carriers* comunes de larga distancia proporcionan servicios de Voz y Datos para áreas geográficas relativamente grandes.

Esencialmente hay dos tipos de circuitos disponibles en la red telefónica pública: llamadas directas de larga distancia (*DDD*) y líneas privadas. La red de llamadas directas de larga distancia *DDD* comunmente se llama red de marcación. Cualquiera que tenga un número telefónico se suscribe a la red de *DDD*. Con una red de llamadas directas de larga distancia, los enlaces de datos se establecen y se desconectan en la misma manera en que las llamadas de voz normal se establecen y se desconectan con un teléfono estándar o algún tipo de máquina automática para marcar/contestar.

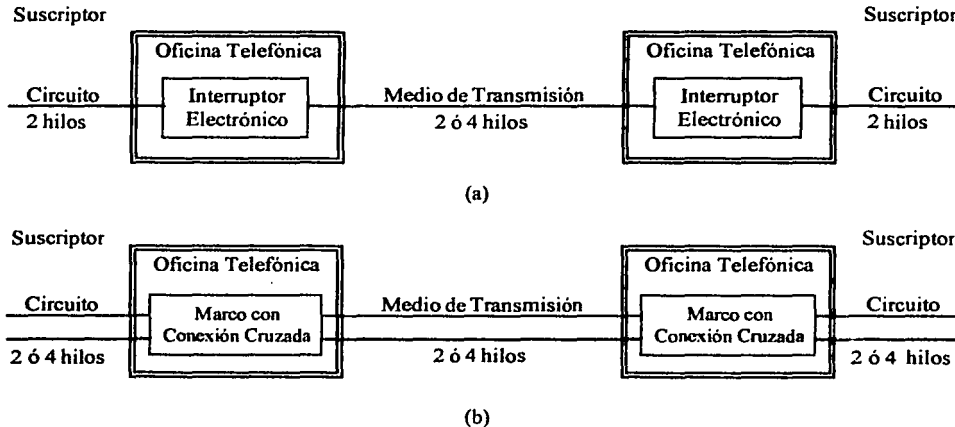
Los enlaces de datos que se establecen por la red *DDD* utilizan equipo y conductores de uso común. Uso común significa que un suscriptor usa el equipo y el medio de transmisión por la duración de la llamada, entonces abandona la red para que otros suscriptores la usen. Con los circuitos de línea privada, un suscriptor tiene un enlace de comunicación dedicado permanentemente las 24 hrs del día.

En la figura que aparece a continuación se muestra un diagrama a bloques simplificado de un enlace de comunicación telefónica. Cada suscriptor tiene una facilidad de cable dedicado, entre su estación y la Oficina Telefónica más cercana, llamado *Circuito Local*. El circuito local se usa por el suscriptor para tener acceso a la red PTN.

Las facilidades usadas para interconectar a las oficinas telefónicas se llaman: *Circuitos Troncales* y pueden ser: un cable metálico, un sistema de portadora digital, un radio de microondas, un enlace de fibra óptica o un sistema satelital, dependiendo de la distancia entre las dos oficinas.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Para las conexiones provisionales usando la red de *DDD*, las oficinas telefónicas tienen interconexiones por medio de Sistemas de Conmutador Electrónico sofisticados (ESS) y emplean arreglos de intercambio intrincados. Con los circuitos de línea privada los enlaces de datos se arman permanentemente por medio de oficinas telefónicas sin pasar por un conmutador. Los enlaces de datos de marcación se prefieren cuando hay un número grande de suscriptores en una red o si hay un volúmen pequeño de tráfico de datos.



Los circuitos de línea privada se prefieren para las redes de acceso limitado cuando hay un volúmen grande de intercambio de datos. La calidad de un circuito de marcación garantiza que cumplirá los mínimos requerimientos para un circuito de comunicación de banda de voz (VB). Con un circuito de línea privada, el enlace de comunicación puede mejorarse agragando amplificadores y ecualizadores al circuito; a esto se le llama acondicionar la línea.

Un circuito de nivel de voz usando la red PTN (Public Telephone Network) tiene un pasa-banda ideal de 0 – 4 KHz. Aunque el pasa-banda ideal se limita a aproximadamente 300 a 3,000 Hz. El circuito de mínima calidad disponible empleando la PTN se llama: *circuito de nivel de voz básico* (VG). La calidad de un circuito de marcación garantiza llenar los requerimientos básicos y puede ser tan buena como un circuito de línea privada. Sin embargo con la red *DDD*, las características de transmisión de enlace de datos varía de llamada en llamada, mientras que en un circuito de línea privada permanecen relativamente constantes.

Con la red de *DDD*, la contención puede ser un problema: cada suscriptor deberá luchar por una conexión en la red, con todos los demás suscriptores en la red. Con los circuitos de línea privada, no hay una lucha, porque cada circuito tiene solo un suscriptor. Consecuentemente, hay varias desventajas que los circuitos de línea privada tienen sobre las redes de marcación: disponibilidad incrementada, un funcionamiento más consistente, más confiabilidad y costos más bajos para volúmenes de datos de moderados a altos. Los circuitos de marcación se limitan a operación a dos hilos, mientras que los circuitos de línea privada pueden operar con dos o cuatro hilos.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El propósito principal del módem de datos es la interface del equipo de terminal digital a un canal de comunicación analógica. Del lado de transmisión, el módem convierte los pulsos digitales de la interface serial a señales analógicas, y por el lado de recepción, el módem convierte las señales analógicas a pulsos digitales.

Los módems se clasifican generalmente en *Síncronos* y *Asíncronos*, empleando modulaciones: FSK, PSK o QAM. Con los módems síncronos al información de sincronización se recupera en el módem de recepción; con los módems asíncronos, no.

Los módems asíncronos utilizan modulación FSK y son restringidos a aplicaciones de baja velocidad (menor de 2,000 bps). Los módems síncronos utilizan la modulación PSK o QAM y se usan para las aplicaciones de mediana velocidad (2,400 a 4,800 bps) y alta velocidad (9,600 bps).

### MODEMS ASINCRONOS

Los módems Asíncronos son empleados principalmente para los circuitos de marcación de baja velocidad. Hay varios diseños de módems estándares, comunmente usados para la transmisión de datos asíncronos. Para la operación de Half - Duplex utilizando la red *DDD* de dos hilos u operación de Full - Duplex con un circuito de línea privada empleando un circuito de línea privada, el Western Electric 202T/S, o equivalente es un módem popular. El 202T es un módem de full - dúplex de 4 hilos, y el 202S es un módem de half - dúplex de dos hilos.

El módem 202T es un transceptor asincrono que utiliza modulación por desplazamiento de frecuencia. Utiliza una portadora de 1700 Hz que puede desplazarse a una tasa máxima de 1200 veces por segundo. Cuando aplica un 1 lógico (marca) al modulador, la portadora se desliza descendentemente 500 Hz, a 200 Hz.

Consecuentemente, conforme la señal de entrada de datos alterna entre 1 y 0, la portadora se desliza entre 1200 y 2200 Hz, respectivamente. Este proceso puede relacionarse a la modulación de frecuencia convencional.

La diferencia entre las frecuencias de marca y espacio (1,200 a 2,200 Hz) es la desviación de frecuencia pico a pico y la velocidad de cambio de la señal de entrada digital (tasa de bit) es igual al doble de la frecuencia de la señal modulante. Por lo tanto, para el peor de los casos, la portadora de 1700 Hz se modula a la frecuencia por una onda cuadrada de 1,200 Hz.

Se usa una figura de mérito para expresar el grado de modulación lograda en un modulador de FSK, el *factor h*, el cual se define como:

$$h = \frac{|f_m - f_s|}{\text{bps}}$$

en donde:

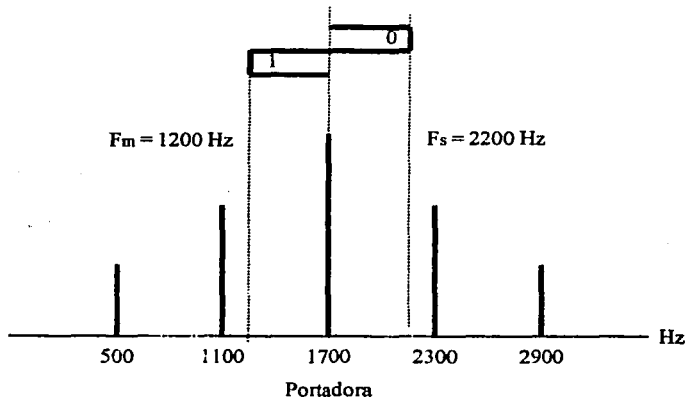
$f_m$  = frecuencia de marca (Hz)(1 lógico)  
 $f_s$  = frecuencia de espacio (Hz)(0 lógico)  
bps = tasa de bit de entrada (bps)

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Para el módem 202T:

$$h = \frac{|1200 - 2200|}{1200} = \frac{1000}{1200} = 0.83$$

Como una regla general y para un mayor rendimiento, el factor  $h$  se limita a un valor menor a 1. El factor  $h$  es equivalente al índice de modulación para la FM convencional. Consecuentemente, con FSK el número de frecuencias laterales generadas se relaciona directamente al factor  $h$ . La separación entre las frecuencias laterales, adyacentes es igual a la mitad de la tasa del bit de entrada. El espectro de frecuencia para el módem 202T se muestra a continuación:



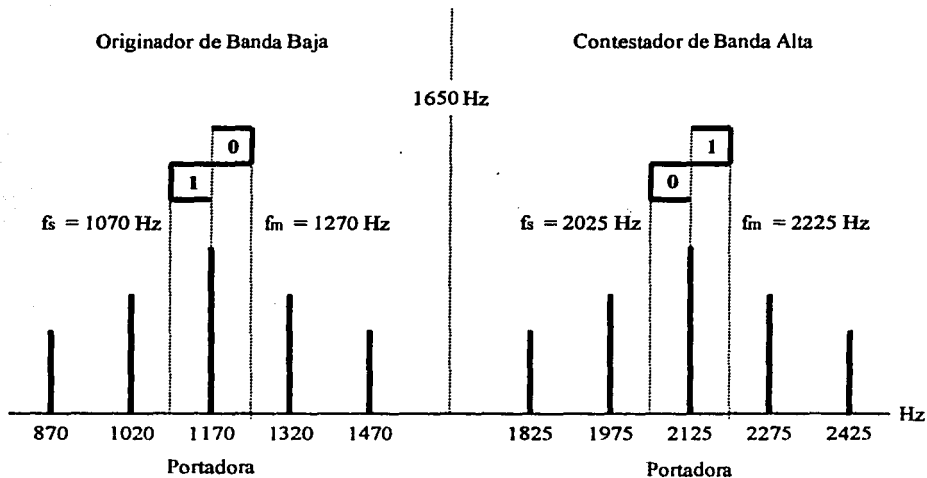
Como se muestra en la figura anterior, para un factor  $h$  de 0.83, sólo se generan dos conjuntos de frecuencias laterales significativas resultando en un ancho de banda, en el peor de los casos, de 2400 Hz.

Para operar en Full - Duplex con un circuito de marcación de dos hilos, es necesario dividir el ancho de banda utilizable de un circuito de banda de voz a la mitad, creando dos canales de datos de igual capacidad. Un módem popular que realiza esto es el Western Electric 103 o equivalente. El módem 103 es capaz de operar en full dúplex a través de dos hilos, a velocidades de bit hasta de 300 bps. Con el módem 103 hay dos canales de datos, cada uno con una frecuencia de marca y espacio separada. Un canal es el *canal de banda baja* y ocupa un pasa-bandas, desde 300 a 1,650 Hz. El segundo canal es el *canal de banda alta* y ocupa un pasa-bandas que va desde 1,650 a 3,000 Hz.

Las frecuencias de marca y espacio para el canal de banda baja son 1270 y 1070 Hz respectivamente.

Las frecuencias de marca y espacio para un canal de banda alta son 2225 y 2025 Hz, respectivamente. Para una tasa de bit de 300 bps, el índice de modulación para el módem 103 es de 0.67. El espectro de salida para el módem 103 se muestra en la siguiente figura:

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



Los canales de datos de banda alta y baja ocupan diferentes bandas de frecuencia y pueden, por tanto, usar la misma facilidad de dos hilos, sin interferir uno con otro. Esto se llama *multiplexor (multicanalizador) de división de frecuencia*.

El canal de banda baja comúnmente se llama el *canal originador* y el canal de banda alta se llama *canal contestador*. Es un procedimiento estándar en un circuito de marcación, para la estación que origina la llamada, transmitiendo en las frecuencias de banda baja y recibiendo en las frecuencias de banda alta, y la estación que responde a la llamada, transmitiendo en las frecuencias de banda alta y recibiendo en las frecuencias de banda baja.

### MODEMS SINCRONOS

Los módems síncronos se usan para la transmisión de datos de velocidad mediana y alta y emplean modulación PSK o QAM. Con los módems síncronos que transmiten reloj, junto con los datos, modulan de manera digital una portadora analógica. La portadora modulada se transmite al módem de recepción, en donde una portadora coherente se recupera y se usa para demodular los datos. El reloj de transmisión se recupera de los datos y se usa para sincronizar los datos recibidos en DTE. Debido a los circuitos de recuperación de reloj y portadora, un módem síncrono es más complicado y, por tanto, más caro que su contraparte asíncrona.

La modulación de PSK se usa para los módems síncronos de velocidad mediana (2400 a 4800 bps). Más específicamente QPSK se usa con módems de 2400 bps y 8PSK se usa con módems de 4800 bps.

El QPSK tiene una eficiencia de ancho de banda de 2 bps/Hz; por lo tanto, la velocidad en baudios y un ancho de banda mínimo para un módem síncrono de 2400 bps son, 1200 baudios y 1200 Hz. El módem síncrono de 2400 bps estándar, es el Western Electric 201C o equivalente.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El 201C emplea una portadora de 1600 Hz y tiene un espectro de salida que se extiende desde 1000 hasta 2200 Hz.

8-PSK tiene una eficiencia de ancho de banda de 3 bps/Hz; por lo tanto, la velocidad en baudios y mínimo ancho de banda para los módems síncronos de 4800 bps, son de 1600 baudios y 1600 Hz. El módem síncrono de 4800 bps estándar es el Western Electric 208-A o equivalente. El 208-A también utiliza una portadora de 1600 Hz, pero tiene un espectro de salida que se extiende desde los 800 hasta los 2400 Hz. El 201C 208-A son módems de Full - Dúplex diseñados para usarse con circuitos de línea privada a cuatro hilos. Ambos pueden funcionar a través de circuitos de marcación de dos hilos, pero sólo en el modo simplex.

Los módems síncronos de alta velocidad funcionan a 9600 bps y emplean modulación de 16-QAM. El 16-QAM tiene una eficiencia de ancho de banda de 4 bps/Hz; por lo tanto, la velocidad en baudios y mínimo ancho de banda para los módems síncronos de 9600 bps, son 2400 baudios y 2400 Hz. El módem 9600 bps estándar es el Western Electric 209-A o equivalente. El 209-A utiliza una portadora de 1650 Hz y tiene un espectro de salida que se extiende desde los 450 hasta los 2850 Hz. El Western Electric 209-A es un módem síncrono de cuatro hilos diseñado para emplearse en los circuitos de línea privada de full dúplex.

Normalmente se usa un formato de datos asíncronos con los módems asíncronos y un formato de datos síncronos se usa con los módems síncronos. Sin embargo, los datos asíncronos son ocasionalmente usados con los módems síncronos; esto se llama *transmisión isocrónica*. Los datos síncronos nunca se usan con los módems asíncronos.

La tabla que aparece a continuación resume los módems estándar Western Electric.

Asignación de Western Electric	Facilidad de la línea	Modo de Operación	Sincronización	Tipo de Modulación	Máxima tasa de datos
103	Marcación	FDX	Asíncrono	FSK	300
113A	Marcación	Simplex	Asíncrono	FSK	300
113B	Marcación	Simplex	Asíncrono	FSK	300
201B	Marcación	HDX	Síncrono	QPSK	2400
201C	Privada	HDX / FDX	Síncrono	QPSK	2400
202S	Marcación	HDX	Asíncrono	FSK	1200
202T	Privada	HDX / FDX	Asíncrono	FSK	1200 (básico)
					1800 (acondicionamiento CI)
208A	Privada	HDX / FDX	Síncrono	8-PSK	4800
208B	Marcación	HDX	Síncrono	8-PSK	4800
209A	Privada	HDX / FDX	Síncrono	16-QAM	9600 (acondicionamiento DI)
209B	Marcación	HDX	Síncrono	16-QAM	9600

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### SINCRONIZACION DEL MODEM

Durante el retardo de RTS / CTS, el módem de transmisión produce un patrón de bit especial, generado internamente, llamado *secuencia de entrenamiento*. Este patrón de bits se emplea para sincronizar (entrenar) el módem de recepción. Dependiendo del tipo de modulación, la tasa de transmisión de bits y la complejidad de módem, la secuencia de entrenamiento logra una o más de las siguientes funciones en el módem de recepción:

1. Verifica la Continuidad (activa RLSD).
2. Inicia a los circuitos del decodificador. (estos circuitos se usan para la recuperación del reloj)
3. Inicia el ecualizador automático. (estos circuitos compensan las dificultades de la línea telefónica)
4. Sincroniza a los osciladores de la portadora del transmisor y receptor.
5. Sincroniza los osciladores del reloj del transmisor y receptor.
6. Deshabilita cualquiera de los supresores en el circuito.
7. Establece la ganancia de cualquiera de los amplificadores AGC en el circuito.

### MODEMS DE BAJA VELOCIDAD

Debido a que estos módems generalmente son asíncronos y utilizan FSK no coherente, la portadora de transmisión y frecuencias de reloj no se necesitan recuperar por el módem de recepción. Por tanto no son necesarios los circuitos de revolvedor derrevolvedor.

Los circuitos de pre y post ecualización si se usan, son generalmente manuales y no requieren de iniciación. El patrón de bit especial transmitido durante el retardo del RTS/CTS normalmente es una cadena constante de unos (unos de línea desocupada) y se usa para verificar la continuidad, establecer la ganancia de los amplificadores AGC y deshabilitar a cualquiera de los supresores de eco en las aplicaciones de marcación.

### MODEMS DE MEDIANA Y ALTA VELOCIDAD

Estos módems se usan en donde se requieren velocidades de transmisión de 2400 bps ó más. Para poder transmitir a estas velocidades de bit más altas se usa la modulación PSK o QAM, la cual requiere que los osciladores de la portadora de recepción sean por lo menos, coherentes a la frecuencia (y posiblemente coherentes a la fase). Debido a que estos módems son síncronos, la recuperación de la sincronización del reloj por el módem de recepción debe lograrse. Estos módems contienen circuitos *revolvedores* y *derrevolvedores*, así como ecualizadores adaptables (automáticos).

ESTADÍSTICA NACIONAL  
DE LA EDUCACIÓN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### WIRELESS LAN

Wireless LAN es un estándar LAN basado en tecnología de radio, denominado HiperLAN2, que cuenta con conexiones de alta velocidad y productos para redes móviles e inalámbricas orientados tanto al mercado residencial como corporativo.

HiperLAN2 está basado en una nueva tecnología de radio que está siendo diseñada para soportar comunicaciones LAN en conjunción con el proyecto de estándar BRAN (Broadband Radio Access Networks) del ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

Esta tecnología inalámbrica de banda ancha puede procesar información en la banda de los 5 GHz, y trabajar en troncales IP. La mayor parte de las tecnologías LAN inalámbricas, incluida Ethernet, utilizan la banda de 2.4 GHz del estándar 802.11.

### IPv6

- Incremento del tamaño de las direcciones IP.
- Proporciona mecanismos que aseguran la interoperabilidad y conceden altos niveles de seguridad.
- La migración hacia el nuevo protocolo: un esfuerzo bien planeado.

El rápido crecimiento del Internet actual, el cual opera usando el protocolo de Internet versión 4 (IPv4; Internet Protocol version 4), ha creado un sinnúmero de problemas para la administración y operación de la red global. Estos problemas incluyen el decremento de direcciones IPv4 disponibles para nodos de red, la gestión de direcciones, la seguridad en las transferencias de información, el rápido crecimiento de los rendimientos de memoria y desempeño de los ruteadores, y la optimización de las comunicaciones multimedia.

Para dar solución a estos problemas, surge el protocolo de Internet de la siguiente generación: IPv6 (Internet Protocol version 6; Protocolo Internet versión 6). Entre los cambios de este protocolo respecto de Ipv4, destacan los siguientes:

#### 1. Expansión de las capacidades de direccionamiento:

IPv6 incrementa el tamaño de las direcciones IP de 32 bits (IPv4) a 128 bits, para soportar más niveles en la jerarquía de direccionamiento, un número mayor de nodos direccionables, y un sistema de autoconfiguración de direcciones. Esto garantiza rutas únicas para todas las variedades de red que se prevean para el futuro.

El direccionamiento es solamente uno de los muchos problemas que los diseñadores de IPv6 han abordado. Otras capacidades de IPv6 han sido desarrolladas en respuesta directa a los requerimientos críticos de negocio para arquitecturas de redes más escalables, como las mejoras en la seguridad e integridad de los datos, la calidad de servicio (QoS; Quality of Service) integrada a la autoconfiguración de direcciones, la computación móvil, y el multicasting de datos.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Las aplicaciones multicast han sido desarrolladas para IPv4, pero IPv6 extiende las capacidades multicasting de IP definiendo un espacio de direcciones multicast muy grande. De esta manera, el multicasting es una característica importante de IPv6, y actualmente reemplaza el broadcast (mensaje público) de IPv4.

Los servicios de anycast es otra innovación de IPv6, que no se encuentran en IPv4. Conceptualmente, anycast es la unión de unicast y multicast: dos o más interfaces sobre un número arbitrario de nodos son designados como un grupo anycast. Un paquete orientado a la dirección del grupo anycast es cedido solamente a una de las interfaces en el grupo (típicamente la más cercana), de acuerdo a las métricas del protocolo comunes.

Esto contrasta con los servicios multicast, los cuales entregan paquetes a todos los miembros del grupo multicast. Los nodos en un grupo anycast están especialmente configurados para reconocer las direcciones anycast.

### 2. Simplificación de la cabecera:

Algunos campos de la cabecera del IPv4 son eliminados o se hacen operaciones, tanto para reducir el costo de procesamiento como el tamaño de la cabecera.

### 3. Mayor flexibilidad para extensiones y nuevas opciones:

En IPv6 no existe un campo de opciones como tal. La gestión de alternativas se realiza por un campo next header (siguiente cabecera), eliminando así las limitaciones de tamaño en la cabecera e introduciendo una gran flexibilidad en el desarrollo de nuevas opciones.

### 4. Autoconfiguración:

Una de las características más notorias de IPv6 es su capacidad para configurar automáticamente un puesto con una dirección IP única, o bien de forma dinámica (similar a DHCP). La configuración automática también concierne a las direcciones con el antiguo formato IPv4. Esta nueva prestación reduce drásticamente la sobrecarga administrativa y la gestión de direcciones que caracterizaba hasta el momento al protocolo IP.

### 5. Capacidades de control de flujo:

Se añaden a IPv6 nuevas capacidades que permiten marcar los paquetes que pertenezcan a un determinado tipo de tráfico, para el cual el remitente demanda una calidad mayor a la especificada por defecto o servicios en tiempo real.

### 6. Capacidades de autenticación y reserva de datos:

IPv6 provee extensiones para soportar autenticación, integridad y confidencialidad de datos.

### 7. Soporte multimedia:

IPv6 proporciona un soporte mejorado de aplicaciones multimedia y de tiempo real como la videoconferencia, la audioconferencia o las aplicaciones de control, gracias a la incorporación de dos nuevas características: las prioridades y las etiquetas de flujo.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

La gestión de prioridades de los paquetes se realiza en función de la naturaleza de la información que transportan. Así, en el caso de una videoconferencia, el audio es considerado más importante que el video y, éste último, pero de baja definición, tendrá prioridad sobre el de alta definición.

Las etiquetas de flujo permiten a los paquetes entre dos direcciones específicas recibir una gestión particular por parte del RSVP (Resource Reservation Protocol; Protocolo de reserva de recursos), manteniendo una secuencia lógica de paquetes para garantizar el encaminamiento perfecto.

### EL ASPECTO DE LA SEGURIDAD

Actualmente, la introducción de mecanismos de seguridad en Internet se ha hecho cada vez más necesaria. Justamente, en la nueva versión de IP se ha considerado obligatoria la implementación de estos mecanismos. El diseño original de Internet buscaba, entre otras cosas, la fiabilidad de las comunicaciones, de modo que la disponibilidad de un determinado enlace no afectara sensiblemente al conjunto de la red.

Para lograr este objetivo, el encaminamiento y la mayor parte de la gestión se efectúan de un modo distribuido. Generalmente, las comunicaciones atraviesan redes fuera del control de la organización origen y/o destino, pudiendo ser interceptadas, leídas, modificadas o, incluso, falsificadas. La necesidad de seguridad en este tipo de comunicación es, por lo tanto, un problema crítico.

Para solventar estas dificultades, las posibles soluciones eran utilizar mecanismos de seguridad (básicamente criptografía) en el nivel de aplicación; encapsular información empleando soluciones con control centralizado, o la introducción en el nivel de sesión de mecanismos como SSL (Secure Server Layer; Capa de servidor seguro) para proteger los datos de transacciones electrónicas en la WWW.

### SEGURIDAD EN LA RED DE REDES

Actualmente dos de los campos en los que es más evidente la necesidad de mecanismos de seguridad y donde puede verse un gran crecimiento en el ámbito empresarial, son los usuarios móviles y las redes privadas virtuales (VPN; Virtual Private Network) o Intranets. Concretamente en estas últimas se persigue la creación de redes privadas virtuales empleando a la red que podemos considerar como pública. Entonces, se volvió necesaria la creación de mecanismos de seguridad estandarizados que asegurarán la interoperabilidad y proporcionen altos niveles de protección.

El nivel lógico para la introducción de estos mecanismos de seguridad era el de red, otorgando protección desde el protocolo sobre el que se apoya Internet: el protocolo IP. De ahí que cuando se consideraron los requerimientos de la nueva versión del protocolo IP, el IPv6 o IPng (IP Next Generation; IP próxima generación), la seguridad se consideró como una de las características obligatorias.

Dada la necesaria interoperabilidad entre IPv4 e IPv6, las nuevas herramientas de seguridad estarán disponibles para la actual versión del protocolo. Y aunque sólo serán obligatorias para IPv6, se espera que dadas las ventajas que pueden aportar, su uso se extienda.

4\*

#### CREACIÓN DEL IP SECURITY

Para el desarrollo y estandarización de estos mecanismos de seguridad se creó dentro de la IETF (Internet Engineering Task Force; Fuerza de trabajo de ingeniería Internet), el grupo de trabajo IPSEC (IP Security; Seguridad IP).

Los resultados de este grupo han sido la producción de RFCs (Request for Comments; Solicitud de comentarios) donde se describen la arquitectura de seguridad de Internet (IP Security Architecture; Arquitectura de seguridad IP), mecanismos de autenticación (IP Authentication Header) y la confidencialidad, integridad y autenticación (IP Encapsulated Payload).

Como resultado de estos RFCs, se han producido otros que especifican las transformadas criptografías de obligada implantación (Keyed MD5 y ESP DES-CBC), así como otras opcionales (autenticación utilizando otras funciones resumen o hash como SHA y ESP utilizando el algoritmo DES -Data Encryption Estándar; Estándar de codificación de datos- en un modo conocido como Triple-DES, el cual es más seguro que el DES original).

Quedaba entonces por determinar cómo se iba a realizar la gestión de las claves criptográficas. En la arquitectura de seguridad sólo se especificaba la obligatoriedad de implementar una distribución manual de claves como solución interina, pero se posponía la especificación de un protocolo estándar para distribución de claves.

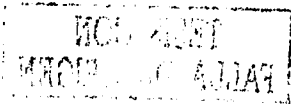
Entre los protocolos propuestos, dos han estado luchando por imponerse como estándar: SKIP (Simple Key Management for Internet Protocols) e ISAKMP/Oakley (Internet Security Association and Key Management Protocol/Oakley Key Determination Protocol) sin que se lograse un compromiso de integración. Finalmente, la opción escogida fue ISAKMP/Oakley, el cual fue propuesto como estándar en enero de 1997.

#### ¿QUÉ PASA CON EL DNS?

IPv6 integra la seguridad al nivel de núcleo bajo el término de IP-Sec, el cual introduce técnicas de autenticación y confidencialidad. La autenticación está basada en MD5 y la codificación se basa en cifrado DES.

La introducción de IPv6 forzará la revisión de aplicaciones y protocolos actuales. Sin embargo, el que parece más afectado es el servicio de nombre DNS (Domain Name System; Servicio de nombres de dominio), el cual deberá permitir la coexistencia de las direcciones IPv4 e IPv6.

Los protocolos de encaminamiento se actualizarán para soportar IPv6 y, mientras tanto, deben definirse mecanismos de tunneling (tuneleo) que permitan transportar tráfico IPv6 sobre los routers (enrutadores) actuales. Los fabricantes de sistemas operativos, equipos y software de comunicaciones, deberán actualizar sus productos para soportar IPv6.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### LA TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6

Los muchos beneficios de Ipv6 no podrían venir sin un esfuerzo de transición, el cual ha incitado a algunas personas de la industria a promover la idea de extender la vida de IPv4 indefinidamente, con cambios en los estándares del protocolo y varias técnicas propietarias.

Un ejemplo de la extensión de IPv4 es encontrado en los NATs (Network Address Translators; Traductores de direcciones de red), los cuales preservan el espacio de las direcciones de IPv4 interceptando el tráfico y convirtiendo las direcciones privadas de las empresas en direcciones de Internet únicas. Otros ejemplos incluyen variadas mejoras en la calidad de servicio y seguridad.

En general, las extensiones IPv4 no son un buen sustituto de un protocolo que ha sido diseñado con direccionamiento escalable, ruteo avanzado, seguridad, calidad de servicio y características relativas.

### LA MIGRACIÓN Y SUS DIFICULTADES

Sin embargo, la migración de IPv4 a IPv6 es una tarea pujante, cuyo alcance nunca ha sido probado antes. Es irracional pensar en convertir los millones de nodos IPv4 a IPv6, de la noche a la mañana. Por eso, se ha desarrollado un mecanismo de transición bien planeado. Es importante señalar que la mayoría, si no es que todos los ruteadores y hosts (anfitriones), soportan múltiples protocolos, por lo que el soporte de IPv4 e IPv6 no debe significar ningún problema.

Para soportar la transición, los estándares especifican direcciones de IPv4 compatibles e IPv6 sobre tunneling de IPv4. Ambos mecanismos permiten a IPv6 operar sobre redes IPv4. Otro mecanismo potencial de transición es traducir cabeceras IPv4 a cabeceras IPv6 y viceversa. Esto da la apariencia de que el nodo IPv4 está comunicándose con otro nodo IPv4, aunque realmente se está comunicando con un nodo IPv6.

El aspecto final de la transición es el despliegue de IPv6 y los servicios relacionados, lo cual es realizado utilizando una red conocida como el 6bone. Esta es similar al backbone multicast (Mbone), la cual es una red virtual que físicamente no existe. Corre sobre Internet y usa IPv4 para transportar paquetes IPv6 en un proceso conocido como tunneling IP sobre IP.

Por último, podemos asegurar que como la base del Internet moderno fue desarrollada hace una década, no deberíamos esperar que IPv6 llegara a convertirse en el protocolo ideal de la noche a la mañana. Considerando sus características de mejora en el desempeño de la red, incremento de la seguridad, y configuración automática de los nodos de la red, IPv6 se vislumbra como una opción clara para el sucesor de IPv4 dentro de algún tiempo.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### MPLS

Multi Protocol Label Switching. Modo de conmutación utilizado en un router que se basa en "etiquetas", presentes en los paquetes en lugar de utilizar direcciones de origen y destino, etc

- El camino para llegar al Internet inteligente.
- Proporciona lo mejor del switching y del routing.
- Complemento para ATM e IP.

Debido a que bastantes compañías tenían serios problemas a causa de la congestión en sus redes, se intentó en primera instancia combinar los ruteadores con los switches en una misma red, pero como esto no dio gran resultado surgió MPLS (Multi Protocol Label Switching; Conmutación de etiquetas multiprotocolo).

Otras de las causas del nacimiento de MPLS fueron los retos existentes en Internet, sobre todo en lo referente a la escalabilidad, no solamente en el número de conexiones y en la necesidad de aumentar el ancho de banda, sino también en la necesidad de ofrecer servicios diferenciados por Internet como lo son QoS (Quality of Service; Calidad de servicio) y VPN (Virtual Private Network; Red privada virtual).

#### ELIMINACIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA

MPLS funciona en cualquier protocolo, tiene gran rapidez debido a que trabaja en la capa dos y definitivamente será fundamental en la construcción de los nuevos cimientos para el Internet inteligente de los siguientes años. MPLS está basado en etiquetas, las cuales indican los atributos de la ruta y el servicio con el fin de hacer más fácil y rápida la visión de las direcciones a donde se dirigirán los paquetes en los ruteadores o en los switches. De esta manera se hace más eficiente el traspaso de la información de una red a otra.

Un ruteador trabaja en la capa tres, por tanto, cuando alguien manda alguna información de un punto A hacia un punto B, el ruteador tiene que pasar por una red compleja para analizar el paquete. Una vez que encuentra la dirección hacia la cual tiene que enviar el paquete, lo hace inmediatamente.

El problema es que cada vez que el paquete pase por un ruteador, será analizado y éste decidirá hacia dónde lo enviará, provocando con ello posibles cuellos de botella al existir una sobrecarga en un solo ruteador. En cambio, con MPLS ya no existen esas sobrecargas en los ruteadores y por ende, se eliminan los cuellos de botella en las redes de las empresas.

Con MPLS el primer ruteador analiza el paquete y le pone una etiqueta, de tal manera que cuando pasa al segundo ruteador ya no lo analizará desde el principio —como sucedía en la capa tres— sino que solamente leerá la etiqueta para saber hacia dónde se tiene que dirigir el paquete.

Una de las bondades de MPLS es que puede crear caminos óptimos que no estén congestionados, logrando con ello la optimización del ancho de banda, así como una combinación entre el switch y el router. Con esto se logra que la información que viaja del punto A al punto B, llegue de manera óptima y rápida.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

MPLS avanza los paquetes basados en etiquetas, permitiendo separar el proceso de ruteo del proceso de avance de los paquetes, logrando así una reducción en el tiempo para ver las tablas de ruteo y un transporte eficiente en la red.

El objetivo de MPLS no es sustituir a ATM (Asynchronous Transfer Mode; Modo de transferencia asíncrona) sino complementarla, de la misma forma en que IP (Internet Protocol; Protocolo de Internet) tampoco lo sustituyó, sino ayudó a mejorarlo. En el caso de ATM y Frame Relay hay una identificación de dónde empieza y hacia dónde se dirige la información; por lo tanto MPLS es una nueva forma más fácil de llamarle a los enlaces que ya se tienen, al ponerle una etiqueta.

### PROTOCOLO IP

Los actuales proveedores de servicios tendrán que migrar sus redes a las arquitecturas de red basadas en ruteadores, ya que necesitan una infraestructura capaz de entregar un nivel de servicio IP que incluya QoS. Con ello se logrará construir una red pública de nueva generación.

Los problemas que presentan las soluciones actuales de IP sobre ATM, tales como la expansión sobre una topología virtual superpuesta, así como la complejidad de gestión de dos redes separadas y tecnológicamente diferentes, quedan resueltos con MPLS al combinar en un solo elemento lo mejor de cada nivel: la inteligencia del routing y la rapidez del switching. "Para aplicaciones muy sensibles como voz sobre IP, MPLS resulta muy bueno, pues se puede garantizar el ancho de banda y la calidad de la voz.

Los beneficiarios directos de MPLS son todas las empresas grandes, por ejemplo las multinacionales, que tienen una red grande y necesitan optimizar los cuellos de botella. Para los ISPs (Internet Service Providers; Proveedores de servicio de Internet), ASPs (Application Service Provider; Proveedores de servicios de aplicaciones) y otras empresas que se dedican a proveer contenido, MPLS también es de utilidad.

El futuro de MPLS se encuentra en los valores agregados que ofrece, como son las VPNs, Ingeniería de tráfico para el mejor aprovechamiento del ancho de banda, Variantes de esta misma tecnología, entre otros.

---

## CAPITULO 2

---

### PROBLEMÁTICA DE LOS HOSPITALES COMUNICACIÓN EXTERNA



#### INTRODUCCIÓN

En los últimos años, uno de los cambios más trascendentes que se han producido en la Industria de las Telecomunicaciones, ha venido de la mano de la integración de las redes de voz y datos. Las consecuencias de esta transformación han posibilitado un servicio telefónico de mejor calidad, precios más bajos, nuevas funcionalidades y menor mantenimiento.

Los países industrializados han venido desarrollando diversas técnicas y tecnologías, las cuales han evolucionado de manera tal, que el día de hoy es posible utilizar distintos medios de transmisión que permiten el transporte de señales de voz, datos e imágenes, a través de sistemas tanto alámbricos como inalámbricos; tanto por tierra como por aire y océanos, prácticamente sin importar las condiciones geográficas que entrelacen dos puntos cualesquiera del planeta.

Al mismo tiempo ha sido posible optimizar la capacidad de estos sistemas, empleando para ello la digitalización y técnicas de compresión y multiplexaje a fin de dar cabida a un mayor número de comunicaciones simultáneas.

No obstante, con tan impresionantes avances, debemos reconocer que las comunicaciones - por su naturaleza- están asociadas íntegramente al desarrollo económico de todo país. Las comunicaciones son la infraestructura de servicios básicos en el intercambio de mensajes, datos e imágenes entre individuos. Por ello se convierten en una red esencial en las actividades económicas, comerciales, sociales, operativas y administrativas, así como un medio que caracteriza el grado de desarrollo de toda nación.

En conclusión, los gobiernos de países en desarrollo se encuentran en un momento muy oportuno para cambiar el rumbo de las economías insertándolas en una economía global; lo cual difícilmente sucederá en la medida en que no establezcan un acceso y servicio de telecomunicaciones acorde al tiempo en que estamos viviendo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### PANORAMA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MEXICO

La información es la base del conocimiento, y en nuestros días el acceso a ella se ha convertido en unos de los pilares del desarrollo de las naciones.

La tecnología está afectando los más insospechados rincones de la vida diaria. Se ha vuelto un requisito indispensable para poder competir en la mayoría de los sectores del comercio nacional e internacional. Su importancia es tal, que se están midiendo niveles de neanalfabetismo (desconocimiento del uso de una PC), para evaluar el desarrollo de un país. Por otro lado, la tecnología puede elevar el nivel de productividad y controlar mejor la información, tanto personal como de negocios y grandes empresas, pero para esto debe invertirse en capacitación. La educación debe contemplar a la tecnología como un área básica interdisciplinaria, y al mismo tiempo apoyarse en ella para mejorar el proceso de enseñanza. La interacción con la tecnología ya no es un hecho aislado, sino una parte importante de casi cualquier actividad.

El día de hoy se precisa conocer la cantidad de habitantes de un país integrados ya en la era digital conocida igualmente como *Era de la información*, ya que esto marca una diferencia muy grande en cuanto a las oportunidades de desarrollo a las que puede tener acceso una persona como individuo y en consecuencia una empresa como tal. Por tanto, el conjunto de ciudadanos de un país con acceso a las Tecnologías de Información es determinante en el desarrollo conjunto de toda nación.

Internet ha demostrado ser un conducto excelente para difundir conocimiento. Sin embargo, existen muy pocas empresas o personas que estén aprovechando su potencial. En México se han implementado varias iniciativas de capacitación por Internet, pero no han tenido la demanda esperada y su crecimiento es lento, aunque eventualmente será una alternativa con grandes ventajas sobre las demás.

Aunque el rezago de la economía norteamericana ha impactado en el crecimiento de algunas industrias como: Automotriz, Textil y Electrónica, fabricantes y distribuidores de equipo de telecomunicaciones se mantienen con excelente posición en dicho mercado. Y en efecto, las comunicaciones continuarán su expansión gracias al aumento en la demanda de servicios como: Acceso a Internet, hospedaje Web, comunicación inalámbrica, videoconferencia, telefonía local y de larga distancia, y a la aparición de nuevos *Carriers* en el mercado, así como también una desregulación de las telecomunicaciones tanto en Estados Unidos como en México.

La desaceleración económica en Estados Unidos no afecta hasta ahora a la Industria de Telecomunicaciones mexicana que se muestra calmada y prosigue con sus inversiones; por tanto la confianza en la estabilidad económica de nuestro país ha hecho que los principales operadores de telecomunicaciones hayan hecho y continúen haciendo desembolsos de varios millones de dólares. Las redes multiservicio son el esqueleto básico para que un país pueda evolucionar a ofrecer cualquier clase de servicios a distancia. Las redes multiservicio son ya una realidad en una primera etapa. Los clientes y prospectos han implantado de manera total o parcial redes de este tipo.

En un primer plano, según los expertos, la red multiservicio llegará a los usuarios a través de estructuras tradicionales de comunicación, ofreciendo las nuevas aplicaciones de datos, voz y video integradas en un primer plano, para luego permitir su fácil migración a formas más modernas de transporte, como tecnología óptica e inalámbrica.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Pero la verdadera explosión de redes multiservicio tan sólo está por empezar. Un ejemplo de ello es la propuesta que Ericsson presentó a Telmex, que consiste en una solución integrada con sus centrales, desde el punto de vista de tránsito local, y con ruteadores fabricados por Ericsson y firmas aliadas lo que, dicho de otra forma, es una convergencia de las centrales telefónicas junto con ruteadores y puntos de acceso.

### TELECOMUNICACIONES EN LA UNAM

Actualmente cuatro grandes antenas parabólicas para comunicación vía satélite se elevan por encima del Centro de Servicios de Computación Académica, en los terrenos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), conectando 13 centros de datos en México y alrededor del mundo. Estos enlaces satelitales representan el esfuerzo de la Universidad por la tecnología de las telecomunicaciones como fuerza poderosa para la educación, el comercio y el servicio a la comunidad.

La UNAM, siendo la Universidad más antigua de las Américas y una de las instituciones de educación superior más grande e influyente de México, con más de 265 mil estudiantes mexicanos y extranjeros matriculados en carreras universitarias y de posgrado en ciencias, tecnologías y humanidades, es también el mayor proveedor de servicio no comercial de Internet del país, extendiendo su acceso a educadores, agencias gubernamentales, y los medios de información.

Asimismo, cabe destacar que la universidad será muy pronto la primera institución en Latinoamérica en enlazar con Internet 2, la naciente autopista multi-megabit de la información. Adicionalmente, la UNAM presta servicios a la comunidad facilitando la telemedicina, eliminando barreras geográficas para el cuidado de la salud, y permitiendo que un mayor número de estudiantes de medicina adquiera experiencia clínica directamente con los pacientes.

Los enlaces vía satélite fueron solamente el comienzo del involucramiento tecnológico de la UNAM. Una combinación de redes integradas de datos, voz y video compuestas por mil 400 kilómetros de cables de fibra óptica, interconectando 22 mil computadoras personales y estaciones de trabajo, dos supercomputadoras y 28 recintos de videoconferencia para la educación a distancia y colaboración en investigaciones, permiten a la universidad continuar cumpliendo con sus innumerables funciones.

Cuando la UNAM decidió crear este backbone de telecomunicaciones integradas para convergir en él las redes independientes de datos, voz y video, también decidió que ATM era la tecnología adecuada. Para esto, la universidad eligió Switches ATM High-Function CoreBuilder 7000HD para su backbone ATM en los terrenos de la universidad. Los switches extienden este backbone, entregando servicios de datos y video a más de mil redes de área local en edificios dispersados sobre más de 60 millas cuadradas. El precio, rendimiento, funcionalidad y escalabilidad son los factores clave que influenciaron la elección de los switches.

Mientras la inversión de México en educación ha crecido desde la pasada década, la infraestructura nacional de telecomunicaciones no siempre se ha mantenido a la altura de ésta. Cuando en 1990 la UNAM decidió proporcionar servicios confiables de comunicación de datos académicos y administrativos a través de todo su extenso sistema de predios universitarios, Teléfonos de México (Telmex) limitaba los enlaces de área amplia conmutada que la UNAM necesitaba.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Por lo tanto, la UNAM lo resolvió estableciendo sus propios enlaces de fibra óptica entre 11 sitios en México y luego con la Rice University en Houston, Texas. Con el tiempo, la UNAM también estableció siete líneas E1 para enlaces internacionales, con una capacidad total de 14 Mbps, y más de 110 enlaces nacionales dedicados para acceso al Internet. Estos enlaces proporcionaron comunicación de datos entre los predios universitarios al igual que acceso a Internet.

Funcionando en forma paralela a la red de datos, existían también redes separadas de teléfono y video. Para mediados de la década de 1990, la UNAM comenzó a sentir la carga económica que implica mantener tres redes separadas. Al comenzar el estudio de los planes de expansión de los servicios de datos, voz y video, se hizo evidente que los costos de implementación y mantenimiento serían prohibitivos. El nuevo backbone de red integrada está diseñado para superar esta barrera de costos de propiedad. Fue diseñado e implementado por TELscape, una compañía con base en Houston, Texas especializada en el mercado mexicano.

A pesar de su crecimiento económico explosivo, México es todavía un mercado naciente para los servicios del Internet. La UNAM, con su infraestructura y la extensión de sus instalaciones, sirve como una mini-autopista de la información para otras Universidades, y para la América Latina corporativa.

En un futuro cercano, la UNAM podrá ser un GigaPOP (punto de presencia de Gbps) principal con velocidades de hasta 155 Mbps en la primera etapa y 622 Mbps en la información para otras Universidades, y Latinoamérica. Eso sucederá cuando el backbone de la UNAM sea enlazado al Internet 2, y la UNAM se convierta en el primer nodo Latinoamericano en la evolutiva red de educación e investigación de 155 Mbps de velocidad y luego de 622 Mbps de velocidad.

Si bien muchas aplicaciones están todavía en desarrollo, todos los estudiantes, cuerpo docente y empleados ya tienen acceso al Internet y a una Intranet que ayuda a acelerar muchos procesos administrativos. En el futuro, los estudiantes podrán descargar lecciones grabadas en cintas de video para tomar las clases que no puedan presenciar en persona.

Muy pronto la UNAM efectuará su incursión en la integración de computadora y teléfono (CTI) con aplicaciones que automaticen procesos tales como registro de estudiantes y sus solicitudes de información. Unidades de respuesta de voz conectadas a los switches WAN convertirán las señales entrantes de voz e impulsos digitales de teclado telefónico en paquetes de datos, éstos serán luego transmitidos a través del backbone a los servidores de datos de registro y administración.

La UNAM está actualmente trabajando en su propia estación radial (radio UNAM) sobre protocolo IP. También tiene planes de ofrecer tecnología "Push" (para aceleración de datos) y servicios de biblioteca digital.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES EN PEMEX

A principios de los años 90 y con base en los avances tecnológicos, se implementó el *Proyecto Integral de Desarrollo de las Telecomunicaciones (PIDT)*, que persiguió los siguientes objetivos:

- Modernización de la planta de telecomunicaciones.
- Implantación de sistemas trunking (troncales).
- Modernización de la planta telefónica.
- Digitalización de los sistemas de microondas.
- Ampliación de la cobertura.
- Optimización de servicios.

Los motivos que dieron origen a este ambicioso programa, fueron las condiciones de riqueza tecnológica y la demanda de servicios en base a esta, por lo que resultó evidente la necesidad de modernizar la planta tecnológica de comunicaciones, así como optimizar los servicios ya existentes.

No obstante y con el desarrollo de la Informática -a partir de 1995- se llegó a la implementación de la red de datos de alta velocidad utilizando tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode); esto es, *Modo de Transferencia Asíncrona*.

Esta red ATM complementó e integró los servicios ya existentes. A la fecha cuenta con 40 Switches ATM distribuidos a lo largo del territorio nacional, conformando de este modo un *Backbone* que permite tanto la integración de servicios de voz, datos y servicios multimedia como la integración de redes LAN de diversas y muy variadas características entre ellas mismas; esto debido a que se tienen diferentes servidores, diferentes sistemas operativos y diferentes bases de datos, y las redes LAN conectadas al backbone poseen diferentes plataformas y diferentes tipos de datos.

El intercambio de información entre las distintas redes LAN se realiza a través de la red (backbone) que opera y administra la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones de Petróleos Mexicanos; esto es: la GIT. No obstante, cabe destacar el hecho de que el usuario tiene su propia red, bastante robusta y con tecnología de punta. Por usuario se entiende que se trata de alguna Gerencia, Dirección o Sub-Dirección del mismo Petróleos Mexicanos. Por tanto, la GIT (*Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones*) participa como si fuese un Carrier para Pemex.

En conclusión puede decirse, que existe una red de telecomunicaciones encargada de administrar la comunicación entre redes de usuarios, que en muchos de los casos son redes LAN, conectadas a esta red principal para obtener los servicios de *Interworking*.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En lo referente a las tecnologías utilizadas en la red de la paraestatal destacan las siguientes:

- Tecnología Satelital (se cuenta con 10 estaciones terrenas y 20 VSAT a Telmex)
- Tecnología Celular
- Tecnología de Fibra Optica
- ATM
- ESTM1 a través de Microondas Digitales
- Frame Relay
- X.25

Existe una red digital de servicios integrados (RDSI) y protocolos interactuando con servicios de Señalización No.7 De igual modo, a nivel de protocolos hay R2 MPS con conexión hacia redes públicas y sistemas para usuarios asincrónicos.

En la parte del usuario existen plataformas tipo Ethernet, servicios de LAN emulation, redes virtuales de área local, soporte de protocolos como TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol; Protocolo de control de transmisiones/Protocolo Internet), reconocimiento de datos, y videoconferencias.

Se soportan plataformas como SAP, Unix y HP Open View, pero al tener cada usuario un ambiente detrás, crece la lista de plataformas. Por lo anterior, hay momentos en la red en que se pueden encontrar de 10 a 20 protocolos intercambiando información o haciendo conversiones a la administración.

Existen diferentes tipos de enlaces tales como microondas digitales, trunking en banda de 800 Mhz y satelitales; no obstante, se está modificando un poco la estructura hacia la parte de transporte de señales, sistemas de radiofrecuencias, informática y de optimización de procesos industriales, dada la cantidad de servicios.

A lo largo del desarrollo de la red han participado múltiples proveedores de servicios y soluciones, entre los que cabe destacar la participación de *Nortel Networks* en la parte de comunicaciones telefónicas y específicamente en conmutadores; en informática a *Hewlett-Packard* (HP), *3Com*, *Cabletron Systems*, y a *Cisco* con switches.

La plataforma backbone (espina dorsal), para proporcionar los servicios de redes en red, es soportada básicamente por equipos Cisco; sin embargo, el software de aplicación para la administración es HP.

Los beneficios que implica la modernización y los nuevos tiempos en la red de Pemex se pueden ilustrar con algunos ejemplos: en 1980 había 60 códigos de acceso de tres dígitos cada uno para establecer comunicaciones telefónicas de larga distancia. Era una especie de clave Lada pero interna, lo cual era muy complicado para el usuario y para el procesamiento de la información.

Con la implementación de los conmutadores telefónicos ISDN (Integrated Services Digital Network; Red digital de servicios integrados), se redujeron a 10 los códigos para larga distancia, lo cual trajo consigo beneficios como la agilización de los tiempos de respuesta, ya que si antes debían pasar ocho segundos para entablar una conversación por teléfono, con la modernización el período se redujo a dos segundos, redundando en ahorros y elevación de la productividad.

Otro ejemplo podría ser que los usuarios informáticos poseen actualmente velocidades de dos millones de bps o la implementación y uso de la red de videoconferencias. Además de esto se ofrecen servicios -aunque se esté fuera de las oficinas- a los usuarios que se han caracterizado por estar abiertos a las nuevas tecnologías.

Telmex sigue teniendo una cobertura muy fuerte, pero en la parte de ATM, si se toma en cuenta que tiene 40 switches ATM conectados a nivel de backbone, se está hablando desde cierto punto de vista, de la red más grande de México.

---

## SERVICIOS MEDICOS DE PETROLEOS MEXICANOS

Desde hace más de 60 años, los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos han sido responsables de preservar la salud de los trabajadores de la Industria Petrolera y de sus familiares derechohabientes, situación que ha favorecido el pleno conocimiento de sus características y necesidades; y a su vez ha permitido armonizar su propio crecimiento con el desarrollo de la Empresa y los avances de la medicina.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

La misión de los Servicios Médicos de Pemex es otorgar atención médica integral a los trabajadores y derechohabientes de Petróleos Mexicanos, con calidad, calidez y eficiencia que contribuya a elevar sus expectativas de vida y productividad, mediante una organización rentable y competitiva.

Día a día los Servicios Médicos reafirman su compromiso de alcanzar los niveles de productividad y complejidad que la Industria requiere para mantener su posición estratégica en la economía nacional y trascender en el plano internacional.

Derivado de lo anterior, se han estructurado los Servicios Médicos que respondan a las necesidades de salud de los trabajadores y derechohabientes en general. A continuación se detallan en cierto grado aspectos importantes que se deben conocer tocante a los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos a fin de comprender de mejor manera la problemática de Comunicaciones que estos presentan en la actualidad y las necesidades que las circunstancias y el tiempo en el que vivimos demandan, esto con el único fin de brindar un servicio sumamente competitivo y eficiente, y de alta calidad a los usuarios finales: los pacientes. Así es como tenemos:

- Recursos Humanos
- Infraestructura
- Derechohabiencia
- Logros
- Servicios
- Organización

---

### RECURSOS HUMANOS

**PERSONAL MEDICO:** 2,355 Incluye Médicos Generales, Especialistas y Odontólogos en puestos directivos y en contacto directo con el paciente.

**PERSONAL PARAMEDICO:** 3,676 Incluye Psicólogos, Dietistas, Personal de Enfermería, Trabajo Social, Farmacia, Archivo Clínico y Recepcionistas.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

**PERSONAL EN AUXILIARES DE DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO: 526**

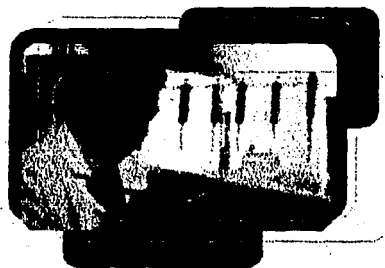
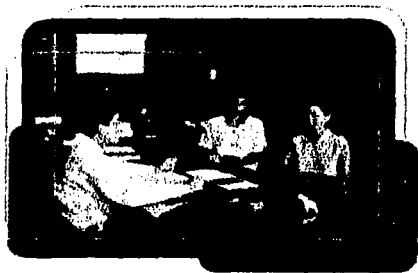
Incluye Químicos, Técnicos y Auxiliares en: Laboratorios de análisis clínicos, Anatomía, Patología, Imagenología, Radioterapia y Bancos de Sangre.

**MANTENIMIENTO, INTENDENCIA Y APOYO A LA OPERACIÓN: 3,479**

**PERSONAL ADMINISTRATIVO: 674**

Ademas de personal que labora en Oficinas, incluye al personal que labora en: Mantenimiento, Almacenes, Transportes, Vigilancia, Intendencia, Lavandería, Cocina y Fauna Nociva, asi como Camilleros.

**TOTAL : 10, 710 Empleados**



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### INFRAESTRUCTURA

Los Servicios Médicos que se proporcionan a través de 219 unidades médicas directas distribuidas estratégicamente, en donde se ubican los centros de trabajo petroleros; o bien, a través de Servicios Subrogados, cuando las necesidades técnico asistenciales así lo justifican.



#### HOSPITALES DE TERCER NIVEL

- Proporcionan atención a los pacientes de la localidad y a los referidos del Segundo Nivel con problemas de salud complejos, que requieren de servicios y tecnología especializada, con programas de enseñanza e Investigación.

#### HOSPITALES DE TERCER NIVEL

##### ○ HOSPITALES CENTRALES

- Central Sur de Alta Especialidad (Picacho)
- Central Norte (Azcapotzalco)

##### ○ HOSPITALES REGIONALES

- Salamanca, Gto
- Poza Rica, Ver
- Minatitlán, Ver
- Villahermosa, Tab
- Reynosa, Tamps
- Cd Madero, Tamps

TESIS CON  
FALLA DE OPINION



#### HOSPITALES DE SEGUNDO NIVEL

- Proporcionan atención a los derechohabientes de la localidad o referidos del primer nivel, así como servicios de consulta externa y hospitalización en las especialidades básicas. Se cuenta con auxiliares de diagnóstico y algunas especialidades en base a la demanda.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### HOSPITALES DE SEGUNDO NIVEL

#### ○ HOSPITALES GENERALES

- Tula, Hgo
- Veracruz, Ver
- Nanchital, Ver
- Agua Dulce, Ver
- El Plan, Ver
- Salina Cruz, Oax
- Cadereyta, NL
- Ebano, SLP
- Cerro Azul, Ver
- Cd del Carmen, Camp
- Cd Pemex, Tab
- Comalcalco, Tab



#### HOSPITALES DE PRIMER NIVEL

- Promueven y fomentan la Salud. Diagnostican y tratan los padecimientos más frecuentes, además de controlar ciertas enfermedades crónicas, básicamente en pacientes ambulatorios.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

HOSPITALES  
DE  
PRIMER NIVEL

- CLINICAS
  - Unidad Médica de Salud Ocupacional del Centro Administrativo, DF
  - Poza Rica, Ver
  - Minatitlán, Ver
  - Cd Madero, Tamps
  - Ecatepec, Edo de Mex
- CLINICAS – HOSPITAL
  - Huachinango, Pue
  - Coatzacoalcos, Ver
  - Naranjos, Ver
- CONSULTORIOS
  - Plataformas
  - CENDIS
  - Unidades y Complejos Petroquímicos
  - Terminales Terrestres, Marítimas y Muelles
  - Campos y Brigadas de Exploración
  - Refinerías
  - Oficinas
  - Superintendencias de Ventas
  - Centros Procesadores de Gas
  - Localidades con población Derechohabiente

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CONCEPTO	CANTIDAD
Camas Censables	954
Laboratorios Clínicos	22
Laboratorio de patología	10
Salas de Radiología	32
Salas de Expulsión	28
Quirófanos	58
Bancos de Sangre	8
Consultorios	1,252
Medicina General	306
Especialidad	855
Odontológicos	91
Farmacias	45

**DERECHOHABIENCIA.**

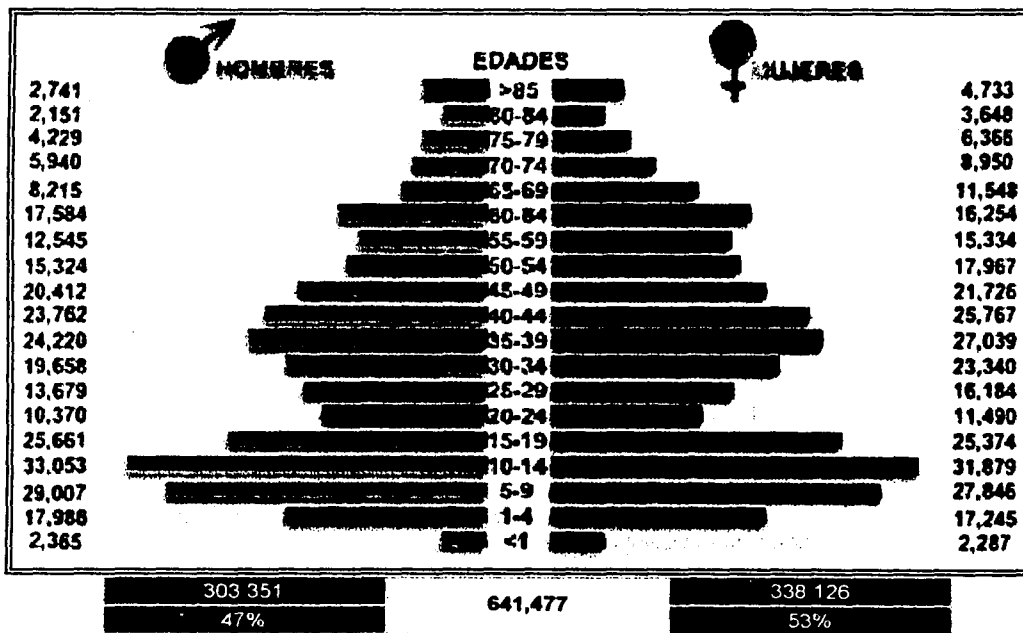
INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

POBLACION

ORGANISMO	POBLACION	PORCENTAJE
GAS Y PETROQUIMICA	50,213	8%
PETROQUIMICA	65,662	10%
CORPORATIVO	75,394	12%
EXPLORACION	216,564	34%
REFINACION	228,829	35%
OTRAS	4,812	1%
<b>TOTAL</b>	<b>641,477</b>	<b>100%</b>

ESTRUCTURA POBLACIONAL



NOTA: Las cifras mostradas estan sujetas al cierre del cuarto trimestre de 1999.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### LOGROS

Los servicios Médicos fundamentan sus logros por el conocimiento de su población derechohabiente: edad, sexo, costumbres, hábitos, morbilidad y una profunda convicción de servicio, desarrollada en los años que tienen de constituidos, cuyo resultado es que los petroleros se mantienen con excelentes índices de salud equiparables a los de países desarrollados.

INDICADOR	PEMEX-1999
Tasa de mortalidad general	4.4 X 1,000 Derechohabientes
Tasa de mortalidad infantil	9.4 X 1,000 Nacidos Vivos
Tasa de mortalidad materna	3.8 X 10,000 Nacidos Vivos
Tasa de natalidad	9.7 X 1,000 Derechohabientes
Tasa de mortalidad perinatal	14.2 X 1,000 Nacidos Vivos
Esperanza de vida al nacer	79.8 años*

### TASA ANUAL 1998

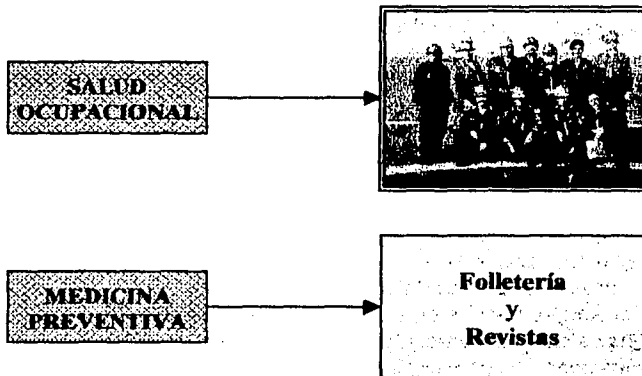
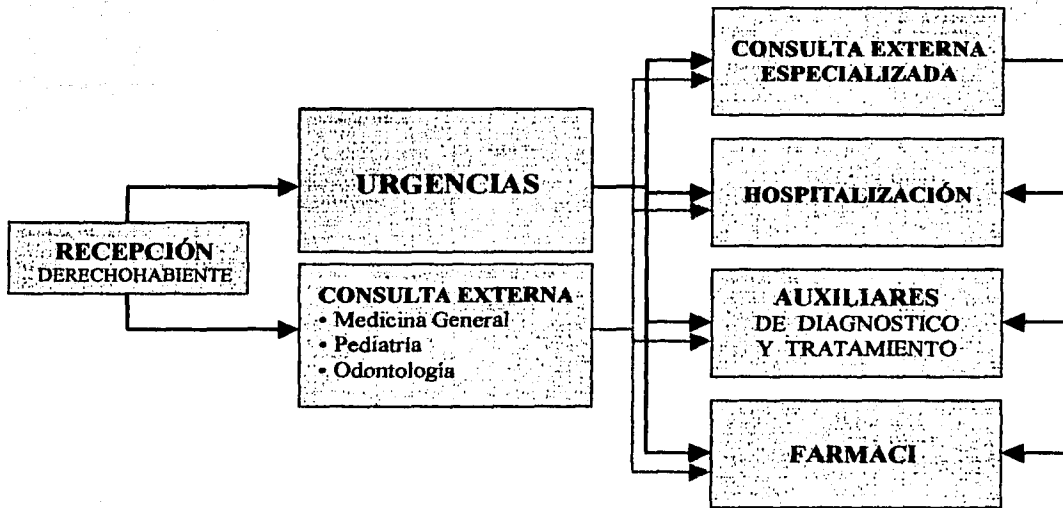
Desde 1994 los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos se han constituido como el único sistema de salud que tiene el 100% de sus unidades hospitalarias con reconocimiento internacional por la atención al binomio Madre-Hijo, ratificado por los países de la certificación de "Hospitales Amigos del Niño y de la Madre" por UNICEF y la OMS.

### SERVICIOS

Los servicios que proporciona la Subdirección de Servicios Médicos se agrupan de la siguiente manera:

- 1) Medicina Preventiva: Programa de prevención, detección, vigilancia y control de enfermedades transmisibles.
- 2) Medicina Asistencial y Especializada:
  - Medicina Asistencial: Valoración y atención de enfermedades y padecimientos comunes.
  - Medicina Especializada: Atención de enfermedades que requieren de un especialista en la materia para su diagnóstico, tratamiento y seguimiento.
- 3) Salud Ocupacional: Servicios dirigidos a los trabajadores de la Institución.

ACCESO A LOS SERVICIOS



INFORMACIÓN EN LINEA

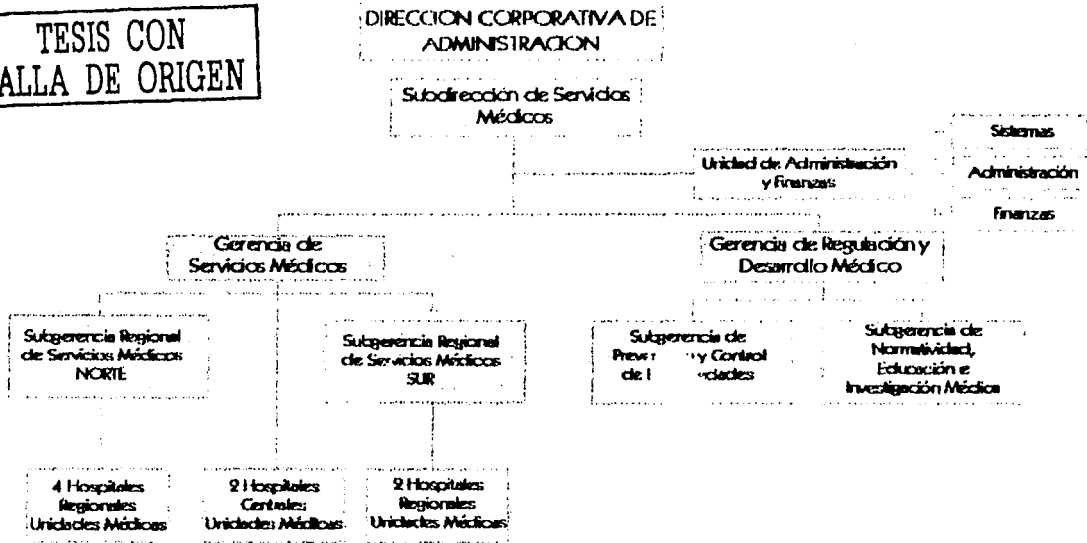
Sistema de Información en Línea de la Sub-Dirección de Servicios Médicos de Pemex, correspondiente a la Vigencia de Derechos.

NOU 2125T  
MEDICO DE ALLE

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### ORGANIGRAMA SERVICIOS MEDICOS DE PETROLEOS MEXICANOS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### SALUD OCUPACIONAL

Por Salud Ocupacional, se entiende que toda instalación médica que proporcione este servicio es capaz de realizar los siguientes estudios:

- Analisis de puestos especificos de trabajo, con enfoque medico
- Exámenes Médicos de ingreso y recontractación
- Exámenes médicos Periódicos
- Exámenes para detectar drogadicción e ingesta de alcohol
- Diagnostico de salud de los trabajadores
- Promoción y fomento de la educación para la salud
- Capacitación en la prevención de riesgos de trabajo y primeros auxilios
- Ubicación, Dotación y Reposición del contenido de Botiquines de primeros auxilios
- Atención Médica de urgencia en accidentes de trabajo
- Perfil de salud de los servidores Públicos.
- Apoyo psicológico a trabajadores de plataformas
- Atención médico-pericial
- Atlas de riesgos de cada centro de trabajo
- Planes de contingencia especificos para cada centro de trabajo
- Participación en grupos multidisciplinarios de salud ocupacional y comisiones mixtas de Higiene y Seguridad

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- Participación en el desarrollo de planes para disminuir la accidentabilidad personal y el ausentismo laboral por causa médica.
- Participación en el manejo médico Administrativo de los trabajadores accidentados.

### ESPECIALIDADES HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD

Las especialidades que se imparten en el Hospital Central Sur de Alta Especialidad son listadas a continuación a fin de crear una idea de lo que un Hospital de este nivel representa y la importancia de poseer un excelente Sistema de Comunicaciones.

Especialidades del Hospital de Alta Especialidad Central Sur (Picacho)	
1	Medicina General
2	Alergología
3	Anatomopatología
4	Anestesiología
5	Angiología
6	Audiología
7	Banco de Sangre
8	Cardiología
9	Cardiopediatría
10	Cirugía Cardiovascular
11	Cirugía General
12	Cirugía Maxilo Facial
13	Cirugía Oncológica
14	Cirugía Pediatra
15	Cirugía Reconstructiva
16	Cuidados intensivos Coronarios
17	Cuidados Intensivos Pediátricos
18	Dermatología
19	Endocrinología
20	Endodoncia
21	Farmacia
22	Fisioterapia
23	Foniatría
24	Gastroenterología
25	Genética
26	Geriatría
27	Gineco-Obstetricia
28	Hematología
29	Hospitalización
30	Infectología
31	Laboratorio de Análisis Clínicos
32	Laboratorio de Anatomía Patológica
33	Medicina del Trabajo
34	Medicina Física y Rehabilitación
35	Medicina Intema
36	Medicina Pericial
37	Medicina Preventiva
38	Nefrología
39	Neumología
40	Neurocirugía
41	Neurología
42	Odontología
43	Oftalmología
44	Oncología Medica (Quimioterapia)
45	Oncopediatra
46	Otorrinolaringología
47	Paidopsiquiatría
48	Pediatría
49	Proctología
50	Psicología
51	Psiquiatría
52	Radiología
53	Reumatología
54	Terapia del Lenguaje
55	Terapia Intensiva General
56	Traumatología y Ortopedia
57	Urología
58	Urgencias

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### SUBDIRECCIÓN DE SERVICIOS MEDICOS

Petróleos Mexicanos -tal cual se ha venido mencionando desde un inicio- es una empresa de dimensiones y complejidad enormes tocante a infraestructura y administración se refiere; motivo por el cual para poder alcanzar y mantener un excelente control organizacional, tanto en lo operativo como en lo administrativo, fue necesario dividir en áreas diversos sectores de trabajo; mismos que con el paso del tiempo han logrado adquirir en cierto grado una autonomía e independencia en lo que a su área o campo de acción respecta; particularmente en lo que se refiere a la toma de decisiones y a la distribución de su presupuesto

Como consecuencia de ello, se han conformado Direcciones, Sub-Direcciones y Gerencias encargadas de coordinar, dirigir y administrar diferentes áreas de trabajo, tales como: Refinación, Exploración, Bombeo, Perforación, Servicios Médicos, Producción, Telecomunicaciones, Ventas, Petroquímicas, etc... por mencionar algunas.

Hasta este momento se ha procurado dar una imagen general de Petróleos Mexicanos a fin de visualizar el tamaño de esta Empresa Petrolera. Por otro lado, se han mencionado los orígenes de la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones (GIT), su estructura, su evolución y sus objetivos.

Se ha proporcionado una visión en cuanto a los Servicios Médicos de Pemex y la manera en cómo estos se hallan conformados, sus directrices de operación, los objetivos que persiguen, y a su vez se han listado todas y cada una de las instalaciones médicas a lo largo del territorio nacional. Por tanto, se cuenta ya con una noción básica de lo que son y lo que representan los Servicios Médicos dentro de Petróleos Mexicanos, así como el papel que desempeña la GIT (*Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones*) y el compromiso tan importante que descansa sobre ella.

Los Servicios Médicos de Pemex están constituidos como una Sub-Dirección; por tanto, es la Sub-Dirección de Servicios Médicos el ente Corporativo designado a administrar y controlar todos los recursos e infraestructura del sector médico. La sede de Sub-Dirección se encuentra en las Oficinas Corporativas de Petróleos Mexicanos en la Cd de México, DF. De igual modo se encuentra en las mismas instalaciones la sede de la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones.

Ahora los Servicios Médicos de Pemex tienen el gran reto de apreciar a las telecomunicaciones como un medio de desarrollo y no como un fin. Y son precisamente las telecomunicaciones quienes tienen que contribuir en gran medida en el desarrollo médico, humano y económico, con la única mira de brindar mejores beneficios a los usuarios finales de los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos: *los pacientes*.

La utilización de tecnología en la Administración de la Sub-Dirección de Servicios Médicos es una herramienta que le permitirá ejecutar sus procedimientos con un porcentaje elevado de eficiencia; visto de otro modo, es colocar a la tecnología al servicio del paciente.

La integración de comunicación en los hospitales de Petróleos Mexicanos debe responder a una estrategia general y bien definida, de lo contrario se conducirá a esfuerzos aislados y descoordinados que no acabarán mas que en un intento fallido por integrar las comunicaciones de los hospitales e instalaciones médicas en general.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### INTRANET DE SERVICIOS MEDICOS

Para el sector médico de Petróleos Mexicanos, tanto la Informática como las Telecomunicaciones dejaron de ser hace tiempo un asunto tecnológico y se convirtieron en una cuestión estratégica. Actualmente la Sub-Dirección de Servicios Médicos cuenta con una intranet que une a todos los hospitales y sus oficinas administrativas, y todas aquellas áreas médicas que cuenten con un enlace para poder acceder a ella.

La Intranet de Servicios Médicos ha proporcionado a la Sub-Dirección del mismo sector una nueva forma de trabajo, brindando velocidad de respuesta, capacidad de reacción y muchos otros beneficios, que en su conjunto han hecho de la implementación de esta red, una de las decisiones más acertadas que sus directivos han tenido.

La implementación de la Intranet de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos se llevó a cabo en 1997; es decir, esta red lleva por tanto cinco años en servicio. Desde su inicio ha atravesado por cuatro fases a saber: primero permitió una reducción de costos, luego una mejora de la productividad, más adelante propició la generación de valor tanto para el personal administrativo como para el operativo que no redundó más que en beneficios para el paciente. Y por último, esta Intranet se ha convertido en una pieza fundamental para la operación estratégica del sector médico de Petróleos Mexicanos.

Prácticamente la Intranet de SM (*Servicios Médicos*) ha permitido y permite desarrollar funcionalidades que simplifican el trabajo cotidiano. De hecho permite automatizar tareas de actualización para difundir informaciones, siendo estas informaciones actualizadas de manera extremadamente simple y por aquellos usuarios mismos a quienes compete actualizarlas. Esta forma de operar de la Intranet logra que cada persona tenga la información que necesita en el momento oportuno, sin que tenga que recurrir a terceros para obtenerla.

**INTRANET:** Una intranet es una red dentro de otra red de cobertura mayor que usa el protocolo TCP/IP y el software que permite su explotación; es por ello que puede hacer uso de utilerías y paquetes de Internet. Esta filosofía nació en 1995 en USA y se incrementó mucho más rápidamente que Internet. En la actualidad se estima que existen más servidores de intranet que de Internet. Las Intranets tienen una muralla de seguridad llamada firewall (pared de fuego).

### COMPONENTES BASICOS DE LA INTRANET

La implementación de la Intranet en el Sector Médico de Petróleos Mexicanos modificó sustancialmente la manera de trabajar, haciendo a ésta más fácil y eficiente. Cabe destacar el hecho de cada Hospital cuenta con una red LAN (*Local Area Network*) propia y un departamento de Informática. A su vez cada hospital posee un SITE que se haya administrado por el citado departamento de informática local a ese hospital.

**SITE :** El Site es una habitación de cómputo donde existen grandes concentraciones de información; es un área destinada a albergar a los diferentes servidores que administran y dan vida a la red LAN del Hospital; prácticamente es el corazón de la red de área local de esa instalación médica.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Como se mencionó hace unos momentos, cada hospital posee su propia red LAN. Todas éstas redes LAN se encuentran conectadas a su vez a la Intranet. La Intranet por su parte es administrada por la propia Subdirección de Servicios Médicos en instalaciones corporativas en la Cd de México mediante su propio Departamento de Informática. Paradójicamente, los servidores que soportan la Intranet de SM se encuentran en instalaciones corporativas, mas no en las que respectan a la Sub - Dirección de SM sino en instalaciones de la propia GIT (*Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones*).

Además de un Site, la Intranet posee otros 2 componentes básicos: un Ferial y Servidores Proxy.

**FERIAL** : Un ferial es un instrumento utilizado para implantar las políticas de seguridad de la Sub - Dirección de SM mediante esquemas que permiten la privacidad, autenticación y seguridad de la red. Así mismo, opera con una arquitectura conocida, y puede ser considerado como un nodo con 2 tarjetas de red (para conectar dos redes distintas) con las funciones de ruteo (descubrimiento de rutas) deshabilitadas.

**SFRVIDORES PROXY** : Ayudan a minimizar el tiempo y eficiencia de acceso a Internet. Este tipo de servidores ayuda al usuario a recibir la información de manera mucho más rápida.

Ahondando un poco más puede decirse que la instalación de esta red interna (*Intranet de SM*) dentro de la propia red de Petróleos Mexicanos supone una reconciliación entre cuatro mundos dispersos:

1. Sistemas de Información y Bases de Datos
2. Documentación Técnica
3. Comunicación
4. Mundo Exterior

### BENEFICIOS DE LA INTRANET

Los principales beneficios que se han obtenido de la Intranet de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos son:

- **Independencia de Plataforma** : No importa si es desde una PC, MAC, Windows o UNIX, la información puede ser vista en forma idéntica por todos, ya que el intérprete de HTML se haya en la parte del usuario.
- **Información Estándar y Consistente**: La información sólo tiene que ser actualizada en un solo punto. No es necesario distribuir físicamente la información, dado que esta se encuentra en un servidor en la Administración Corporativa, y basta con actualizarla allí para que inmediatamente quede a disposición de toda la comunidad médica de Pemex.
- **Reducción de Costos**: La disminución de costos de distribución, papel y conceptos similares, desplazamiento físico, tiempo, llamadas locales y de larga distancia, hacen que la Sub - Dirección de Servicios Médicos ahorre cantidades muy significativas en su presupuesto.
- **Toma de Decisiones**: Una de las ventajas de obtener la información actualizada y de manera inmediata, radica en dotar a determinadas personas de puestos clave con poderosas herramientas para la toma de decisiones.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### FACTORES CLAVE DE LA INTRANET DE SM

1. **Interconectividad:** Los protocolos Internet permiten la interconexión de los distintos sistemas operativos y tipos de computadoras. Actualmente todos los sistemas operativos como: Windows 98 y Windows 2000, OS/2, NeXT, MacOS y Linux, permiten la conexión entre equipos de cómputo sin importar de que clase o de que tipo sean.
2. **Conectividad:** Dado que Internet emplea los protocolos de Internet, conectar la Intranet a Internet resulta demasiado sencillo.
3. **Correo Electrónico Interno:** Es una de las herramientas más útiles en el incremento de la productividad. Reemplaza a la mayoría de las llamadas telefónicas, reuniones personales y memorandums.
4. **Precio y Flexibilidad:** La inversión que se tuvo para implementar la Intranet de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos fue pequeña en comparación con todos los beneficios que trajo.

### RED DE GIT, INTRANET DE SM

La idea de desarrollar una Intranet en la Sub-Dirección de Servicios Médicos, surgió como una respuesta para integrar la enorme cantidad de información que se generaba día con día a lo largo de toda la infraestructura médica a nivel nacional. A partir del desarrollo de la Intranet, las diversas áreas que componen al Sector Médico generan información con valor agregado.

Una red maneja datos, una intranet maneja información. La intranet logra la integración de los datos generados en diferentes áreas en una fuente central de Información.

Esta herramienta de trabajo permite que los propios usuarios actualicen la información conforme la vayan trabajando y tomen decisiones en torno a ella, lo cual implica información de último minuto y un ahorro de tiempos muertos, que redundan en productividad, sin convertirse esta labor en responsabilidad del área de Sistemas.

La GIT (Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones) proporciona la red por la que circularán los datos generados en la Intranet de SM (Servicios Médicos). A la GIT no le interesa la información que circula a través de su red, lo que realmente le importa es que los datos transmitidos sean los mismos en la recepción; y que lleguen con calidad y rapidez.

Por su parte, a Servicios Médicos no le interesa la manera en como viaje su información, ni que tipo de enlaces se empleen o cuantos de estos se requieran, lo que realmente le importa es que su información siempre esté disponible y que llegue a su destino de manera fiable, rápida y segura. Desde cierto punto de vista puede considerarse a GIT como un carrier y a SM como un usuario más de GIT.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### SISTEMA IVR (Interactive Voice Response)

El proceso de atención telefónica se ha convertido en la actualidad en herramienta importante para toda empresa. Un sistema de comunicación eficaz y de calidad puede influir muy positivamente en la satisfacción de los usuarios.

No contar con los recursos adecuados para una correcta atención telefónica, puede suponer para los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos una inconformidad en atención hacia los usuarios. Una solución a éste problema ha sido el Sistema IVR (Sistema Interactivo : Respuesta de Voz), que permite a los usuarios acceder a una base de datos y encontrar la información solicitada de manera rápida sin necesidad de comunicarse con un Agente de Servicio

El usuario (derechohabiente) utiliza su teclado telefónico o la voz para introducir sus datos, y recibe a cambio un mensaje de voz. Mediante el Sistema IVR se valida la vigencia de derechos del trabajador directo, obien de sus familiares.

**OBJETIVO :** El objetivo del Sistema IVR es el de atender las llamadas telefónicas de los derechohabientes al Servicio Médico de Petróleos Mexicanos, a través de menús interactivos y acceso a la base de datos de Vigencia de Derechos en tiempo real.

Por tanto, el Sistema IVR actualmente valida la vigencia de derechos y en el mediano plazo se piensa incluir:

- Control de Citas Médicas
- Hospitalización
- Farmacia
- Incapacidades Médicas
- Perfil de Salud (exámenes médicos)

Y en el largo plazo:

- Banco de Sangre
- Laboratorio
- Control de Traslados

**VENTAJAS :**

1. Ayuda a aumentar el número de llamadas procesadas
2. Permite servicio las 24 hrs del día
3. Permite una interacción con el centro de datos de una manera rápida y eficiente
4. Ahorra Salarios de Atención a Cliente

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### SISTEMA SAVD

(Sistema Automatizado de Vigencia de Derechos)

El sistema SAVD es un sistema propio de Petróleos Mexicanos y, como sus siglas lo indican, el SAVD es un *Sistema Automatizado de Vigencia de Derechos*. Fue desarrollado por la URI (- *Unidad de Recursos Informáticos*- quien pertenece a la GAIAC -*Gerencia de Administración Interna y Apoyo Corporativo*-) en conjunto con Servicios Médicos; todos ellos Departamentos Internos de Petróleos Mexicanos. Los usuarios del SAVD son todas las dependencias de Pemex; es decir, que cualquier trabajador independientemente del sector o área laboral en la que se encuentre, sea esta: Perforación, Producción, Petroquímica, Corporativo, etc... se encuentra inscrito dentro del Sistema SAVD.

La manera en que opera este Sistema es mediante la Intranet de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos. A lo largo del tiempo ha ido evolucionando en forma distribuida en las bases de datos locales de cada Hospital y en una Base de Datos Central. Posteriormente en una sola Base de Datos Central en Instalaciones Corporativas y de respaldo a bases de datos locales, con opción ahora también de emplear para su consulta, la herramienta Web y el Sistema IVR (*Interactive Voice Response*).

**OBJETIVO :** El objetivo del Sistema SAVD (*Sistema Automatizado de Vigencia de Derechos*) es proporcionar información al Derechohabiente, a sus familiares, al personal médico y/o administrativo, tocante a la situación actual en que se encuentra el trabajador; es decir, si éste cuenta con un contrato vigente o no; ya que de ello dependerá -en base a políticas internas y particulares de la Institución- si el trabajador o familiares del mismo, tienen derecho a hacer uso de los servicios médicos de la Empresa. Esto aplica tanto para personal Sindicalizado como para personal de Confianza.

Por tanto, puede decirse que el Sistema SAVD está dirigido a los administradores de la función; es decir, al personal encargado de dar información al derechohabiente en las Unidades Médicas y a los Derechohabientes en forma particular a través del Web y del Sistema IVR. Entre los diferentes datos que proporciona el Sistema SAVD, se encuentran los siguientes:

- Nombre del Trabajador
- Ficha
- Edad
- Sexo
- Nivel
- Centro de Trabajo
- Dependencia a la que pertenece
- Tipo de empleado
- Status laboral a la fecha

### PORTAL Y PAGINA WEB DE SM

Mucho se ha hablado ya referente a la Intranet de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos. La manera de acceder a ella es mediante un Portal que desarrolló y que administra la Sub-Gerencia de Sistemas de la Sub-Dirección de Servicios Médicos de Pemex. El Portal puede ser accedido desde Internet con ayuda de un password, o bien, de manera interna a través de la Intranet.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- **PORTAL** : Un *Portal* es un sitio en la Web que además de proporcionar información a través de páginas web, permite el enlace a Servicios en Línea; es decir, proporciona opciones de conexión a determinados servicios que se actualizan constantemente varias veces al día, proporcionando de esta manera información fresca y continuamente actualizada.
- **PAGINA WEB**: Por su parte una *Página Web* es un documento o un sitio en la red, con la única función de proporcionar información, ya sea en forma de texto, Imagen, audio o video. Puede además poseer enlaces hacia otras páginas web mas no a servicios en línea.

Practicamente el Portal de Servicios Médicos es un banco de información con enlaces a Servicios en Línea y acceso a base de datos. Se encuentra protegido mediante un *firewall* que proporciona GIT (*Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones*). Mediante Internet se puede tener acceso ya sea a la *Página Web* o al *Portal*. Las direcciones electrónicas de ambos sitios son:

- [www.sm.pemex.com](http://www.sm.pemex.com) *Página Web*, actualmente con acceso libre.
- [www.ssm.pemex.com](http://www.ssm.pemex.com) *Portal*, acceso restringido. Uso de password.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Aquí podemos apreciar como luce el Portal de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos. Cabe destacar el hecho que tanto la Página Web como el Portal tienen la misma imagen, su diferencia radica además de su dirección URL en los enlaces a Servicios en Línea tal cual hemos venido mencionando.

Actualmente al Página Web de Servicios Médicos puede ser accesada por cualquier visitante que enlace con la dirección URL de la misma. Sin embargo, para acceder al Portal se precisa de un *Usuario* y una *Clave de Acceso*, dado que la información en línea que allí se encuentra es de carácter interno y confidencial; no sólo para quienes no pertenecen a Pemex, sino para todo Organismo interno de Petróleos Mexicanos ajeno a los Servicios Médicos. Incluso dentro del Sector Médico Petrolero, no todos tienen acceso al Portal, sino sólo aquellos que se encuentren involucrados con los Servicios en Línea de una u otra forma.

Por tanto, si personal Administrativo o Corporativo de Servicios Médicos se encontrase fuera de sus oficinas en cualquier parte del territorio nacional o incluso del mundo, éste podrá acceder a la Intranet de SM mediante el Portal de Servicios Médicos, haciendo uso de Internet; para esto, irremediablemente se precisará de un nombre de usuario y de una clave de acceso (password), que de no tenerlos el firewall de le impedirá el acceso al Portal y obviamente a la intranet.

Cabe destacar el hecho que después de varios intentos fallidos en la introducción de un password incorrecto, el firewall bloqueará la dirección electrónica remota desde la cual se intenta acceder. Este Sistema de Seguridad (*firewall*) es proporcionado por la GIT (*Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones*).

### SERVICIOS ON - LINE

Los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos no han sido la excepción en integrarse a las tecnologías Internet y Web, dando paso de esta manera a una nueva clase de servicios personalizados On-line. Actualmente los usuarios de esta clase de servicios cuyos enlaces se encuentran en el Portal de SM, pueden disponer de un medio de acceso que les permite contactar los bancos de datos en cualquier momento y desde cualquier lugar donde se encuentren.

### SERVICIOS DE INFORMACIÓN EN LINEA

Dentro del Portal de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos, se encuentran entre otros enlaces de información, el correspondiente a los Servicios de Información en Línea. Se recuerda que la diferencia principal entre una página web y un portal, radica en el hecho de que el portal posee enlaces a Servicios y Sistemas On line; esto es: en línea; por el contrario una página web únicamente proporciona información en cualquier tipo de formato que competa a video, imagen, texto o voz. Por tanto, los servicios en línea a los que un usuario autorizado puede acceder en la Intranet del Sector Médico de Pemex, son los siguientes:

1. SAVD (*Sistema Automatizado de Vigencia de Derechos*)
2. Sitios de Interés
3. Biblioteca
4. Videoteca
5. Soporte Técnico
6. Fomento a la Salud
7. Sistema Institucional de Normatividad de Recursos Humanos y Relaciones Laborales

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

**SAVD**: Sistema Automatizado de Vigencia de Derechos, en él los derechohabientes, administrativos o funcionarios hacen las consultas pertinentes a los bancos de datos a fin de conocer la situación laboral del trabajador, dado que ello repercutirá en la vigencia de los derechos que el trabajador y su familia tengan respecto a los servicios médicos.

**SITIOS DE INTERES** : Actualmente los sitios de Interés se dividen en cuatro grupos a saber, con sus respectivos enlaces:

- PEMEX : Proporciona los enlaces correspondientes a los Departamentos de : Exploración Producción, Refinación, Petroquímica, Gas y Petroquímica Básica.
- Publicaciones Médicas: Eventos, Foros, Seminarios, Simposiums y literalmente publicaciones médicas de diferentes organismos nacionales en el ámbito médico
- Dependencias Gubernamentales: Proporciona los enlaces correspondientes a organismos tales como: Secretaría de Salud, Consejo Nacional de Salud, Consejo Nacional de Salubridad, Institutos Médicos Nacionales, etc...
- Navegadores: Proporciona los enlaces correspondientes a navegadores de Internet tales como: Yahoo, Altavista, Excite, Info Seek, etc...

**BIBLIOTECA** : En ella se encuentran documentos de trabajo actualizados. Para su mejor manejo y control estos archivos se encuentran en su formato original. La Biblioteca cuenta principalmente con:

- Textos Médicos de mayor difusión
- Manuales
- Terminos Farmacéuticos
- Procedimientos
- Glosario Médico
- Instaladores de Software:
  - Archivos PDF
  - Acrobat Reader
  - Office 2000
    - Word
    - Excel
    - Power Point
    - Access
  - Microsoft Project
  - Win Zip, etc...

**VIDEOTECA** : No es otra cosa mas que una Biblioteca de Videos en formato *video - real* de eventos importantes en el sector médico de Petróleos Mexicanos.

**SOPORTE TECNICO** : Como su nombre lo indica es un soporte en red que le permite al usuario interactuar con personal que puede orientarlo en problemas informáticos primordialmente y que competen principalmente al empleo e instalación de Software.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

FOMENTO A LA SALUD : Actualmente en Construcción.

SISTEMA INSTITUCIONAL DE NORMATIVIDAD DE RECURSOS HUMANOS Y RELACIONES LABORALES: Trata asuntos relacionados con Políticas Internas de la Empresa y lo referente al Depto de Recursos Humanos, atendiendo quejas, tratando de dar soluciones o bien, vinculando la problemática a los Departamentos correspondientes.

PEMEX  
Servicios Médicos

Inicio | Servicios | Directorio | Información en línea | Entorno | Seguimientos

Introducción | Organización | Recursos Humanos | Infraestructura | Derechos | Logros

Información en línea  
Vigencia de derechos

REGISTRO

TITULAR

PETROLEOS MEXICANOS

Aceptar Borrar

IMPORTANTE: La contraseña está compuesta por 4 dígitos.

Si es la primera vez que ingresa al sistema podrá dar de alta una contraseña ingresando cualquier combinación de cuatro números en el campo correspondiente.

En la ilustración anterior puede apreciarse la página web que sirve de enlace para acceder a uno de los Servicios en Línea de los que se ha estado hablando, en este caso para acceder al Sistema SAVD (*Sistema Automatizado de Vigencia de Derechos*).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### CONEXIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA MEDICA

A lo largo de este capítulo se ha detallado de manera minuciosa lo que son y lo que representan los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos, así como observaciones en detalle de los servicios que ofrecen y los sistemas que emplean. Se ha hablado tocante a su Intranet, la forma en que esta opera y el modo de acceder a esta.

Se ha visto prácticamente la situación actual de los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos. Solo resta detallar la conexión actual en que se encuentran todas y cada una de las Instalaciones Médicas a lo largo y ancho del territorio nacional.

	Instalación Médica	Conexión Actual	Observaciones
Hospitales de Tercer Nivel			
1	Hospital Central Norte (Azcapotzalco), DF	2 Mbps	M.O.D. (Microondas Digitales)
2	Hospital Central Sur (Picacho), DF	2 Mbps	M.O.D. (Microondas Digitales)
3	Hospital Regional Cd Madero, Tamps	2 Mbps	M.O.D. (Microondas Digitales)
4	Hospital Regional Minatitlán, Ver	2 de 64 kbps 1 DS0	M.O.D. (Microondas Digitales)
5	Hospital Regional Poza Rica, Ver	64 kbps	M.O.D. (Microondas Digitales)
6	Hospital Regional Peynosa, Tamps	512 kbps	Posee Fibra Optica de GIT
7	Hospital Regional Salamanca, Gto	2 Mbps	
8	Hospital Regional Villahermosa, Tab	2 Mbps	

	Instalación Médica	Conexión Actual	Observaciones
Hospitales de Segundo Nivel			
1	Hospital General Tula, Hgo	128 kbps	M.O.D. (Microondas Digitales)
2	Hospital General Cerro Azul, Ver	2 Mbps	M.O.D. (Microondas Digitales)
3	Hospital General Ebano, SLP	2 Mbps	
4	Hospital General Nanchital, Ver	2 Mbps	
5	Hospital General Agua D. Jce, Ver	2 Mbps	
6	Hospital General Cadereyta, NL	512 kbps	
7	Hospital General Cd del Carmen, Camp	2 Mbps	Cuenta con Fibra Optica
8	Hospital General Cd Pemex, Tab	2 Mbps	
9	Hospital General Comalcalco, Tab	64 kbps	
10	Hospital General El Plan, Ver	64 kbps	
11	Hospital General Salina Cruz, Oax	1984 kbps	M.O.D. (Microondas Digitales)
12	Hospital General Veracruz, Ver	64 kbps	

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

	Instalación Médica	Conexión Actual	Observaciones
Hospitales de Primer Nivel			
<i>CLINICA - HOSPITAL</i>			
1	Clinica Hospital Coatzacoalcos, Ver	2 Mbps	
2	Clinica Hospital Huauchinango, Pue		
3	Clinica Hospital Naranjos, Ver		
<i>CLINICAS</i>			
1	Clinica Centro Administrativo, DF		
2	Clinica Poza Rica, Ver		
3	Clinica Minatitlán, Ver		
4	Clinica Ecatepec, Edo de Mex		
5	Clinica Cd Madero, Tamps		
<i>CONSULTORIOS</i>			

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

2000  
 FEBRERO 10 2000

**R. HUGO HERRERA M.**

**INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS**

	<b>Instalación Médica</b>	<b>Tipo de ENLACE</b>	<b>Servicio de Comunicación con que cuenta Actualmente</b>
<b>CONSULTORIOS TRADICIONALES</b>			
1	Altamira, Tamps		Telmex y Micro
2	Arbol Grande, Tamps		Telmex y Micro
3	Bojay, Hgo		Micro
4	Cacalilao, Ver		Micro
5	Cardenas, Tab		Telmex y Micro
6	Cd Camargo, Chih		Telmex y Micro
7	Cd Mendoza, Ver		Telmex y Micro
8	Cuichapa, Ver		Micro
9	Cunduacan, Tab		Telmex
10	Chijol 17, Ver		Telmex
11	Frontera, Tab		Telmex y Micro
12	Huimanguillo, Tab		Micro
13	Jaipa de Mendez, Tab		Telmex y Micro
14	Juchitán, Oax		Telmex y Micro
15	La Laja, Municipio de Ozuluama, Ver		Telmex
16	Macuspana, Tab		Telmex y Micro
17	Mata Redonda, Ver		Telmex y Micro
18	Mazatlán, Sin		Telmex y Micro
19	Monterrey, NL		Telmex y Micro
20	Pánuco, Ver		Telmex
21	Papantla, Ver		Telmex
22	Paraíso, Tab		Micro
23	Potrero del Llano, Ver		Telmex
24	Puebla, Pue		Telmex y Micro
25	Reforma, Chis		Telmex y Micro
26	San Martín Texmelucan, Pue		Telmex y Micro
27	Tampico, Tamps		Telmex y Micro
28	Tehuantepec, Oax		Telmex y Micro
29	Tierra Blanca Boxter		Telmex y Micro
30	Tlaquepaque, Jal		Telmex y Micro
31	Tuxpan, Ver		Telmex y Micro

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

	Instalación Médica	Tipo de ENLACE	Servicio de Comunicación con que cuenta Actualmente
CONSULTORIOS DIRECTOS Con Servicio Subrogado Complementario			
32	Aguascalientes, AGS		Telmex
33	Campeche, Camp		Telmex y Micro
34	Cd Juárez, Chih		Telmex
35	Cd Obregón, Son		Telmex y Micro
36	Cd Victoria, Tamps		Telmex y Micro
37	Celaya, Gto		Telmex
38	Córdoba, Ver		Telmex y Micro
39	Cuernavaca, Mor		Telmex
40	Chihuahua, Chih		Telmex
41	Durango, Dgo		Telmex
42	Gomez Palacio, Dgo		Telmex
43	Guaymas, Son		Telmex y Micro
44	Hermosillo, Son		Telmex
45	Hidalgo del Parral, Chih		Telmex
46	Jalapa, Ver		Telmex
47	La Paz, BCS		Telmex
48	León, Gto		Telmex
49	Manzanillo, Col		Telmex
50	Mérida, Yuc		Telmex y Micro
51	Mexicalli, BCN		Telmex
52	Monclova, Coah		Telmex y Micro
53	Morelia, Mich		Telmex
54	Oaxaca, Oax		Telmex
55	Orizaba, Ver		Telmex y Micro
56	Pachuca, Hgo		Telmex
57	Querétaro, Qro		Telmex y Micro
58	Rosarito, BCN		Telmex y Micro
59	Saltillo, Coah		Telmex y Micro
60	San Luis Potosí, SLP		Telmex
61	Tapachula, Chis		Telmex
62	Tierra Blanca, Ver		Telmex y Micro
63	Toluca, Edo de Mex		Telmex y Micro
64	Topolobambo, Sin		Telmex y Micro
65	Tuxtla Gutiérrez, Chis		Telmex y Micro
66	Zacatecas, Zac		Telmex

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

	Instalación Médica	Tipo de ENLACE	Tipo de Comunicación con que cuenta Actualmente
CONSULTORIOS SUBRODADOS AUXILIAR TECNICO "C"			
67	Acapulco, Gro		Telmex
68	Cd Mante, Tamps		Telmex
69	Cd Valles,		Telmex
70	Colima, Col		Telmex
71	Cuautla, Mor		Telmex y Micro
72	Culiacán, Sin		Telmex
73	Ensenada, BCN		Telmex
74	Guamuchil, Sin		Telmex y Micro
75	Iguala,		Telmex y Micro
76	Irapuato, Gto		Telmex
77	Lazaro Cárdenas, Mich, Iguala		Telmex y Micro
78	Magdalena de Kino,		Telmex
79	Matehuala,		Telmex
80	Miahuatlan,		Telmex y Micro
81	Navojoa, Son		Telmex
82	Nogales, Son		Telmex
83	Progreso,		Telmex
84	Sabinas,		Telmex y Micro
85	Tepec, Nay		Telmex
86	Tierra Blanca, Zamora		Telmex
87	Uruapan, Mich		Telmex y Micro

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

	Instalación Médica	Tipo de ENLACE	Tipo de Comunicación con que cuenta Actualmente
CONSULTORIOS SUBROGADOS PUROS			
88	Acayucan, Ver		Telmex
89	Alamo, Ver		Telmex
90	Alvarado, Ver		Telmex
91	Apizaco, Tlax		Telmex
92	Arriaga, Chis		Telmex
93	Cananea, Son		Telmex
94	Cd Jimenez, Chih		Telmex
95	Cuatitlán Izcalli, Edo de Mex		Telmex
96	Dolores Hidalgo, Gto		Telmex
97	Emilio Carranza, Ver		Telmex
98	Fortín, Ver		Telmex
99	Linares, NL		Telmex
100	Loma Bonita, Oax		Telmex
101	Matias Romero, Oax		Telmex
102	Montemorelos, NL		Telmex
103	Parras, Coah		Telmex
104	Perote, Ver		Telmex
105	San Fernando, Tamps		Telmex
106	San Juan del Rio, Gro		Telmex
107	Santiago Tuxtla, Ver		Telmex
108	Tepeji del Rio, Hgo		Telmex
109	Texcoco, Edo de Mex		Telmex
110	Tihuatlán, Ver		Telmex
111	Tulancingo, Hgo		Telmex
112	Villa Azueta, Ver		Telmex
113	Villa González, Tamps		Telmex
114	Xicotepec de Juárez, Pue		Telmex

ESTADO DE GUERRERO  
SECRETARÍA DE SALUD

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

	Instalación Médica	Tipo de ENLACE	Tipo de Comunicación con que cuenta Actualmente
CONSULTORIOS CENDIS			
115	CENDI Clínica Hospital Coatzacoalcos, Ver		Micro
116	CENDI Chapultepec, DF (maternal B y C)		Telmex y Micro
117	CENDI Chapultepec, DF (preescolar)		Telmex y Micro
118	CENDI El Plan, Ver		Micro
119	CENDI Hosp. General Cadereyta, NL		Micro
120	CENDI Hosp. General Cd Pemex, Tab		Micro
121	CENDI Hosp. General Salina Cruz, Oax		Micro
122	CENDI Hosp. General Tula, Hgo		Micro
123	CENDI Hosp. Regional Madero, Tamps		Micro
124	CENDI Hosp. Regional Minatitlán, Ver		Micro
125	CENDI Hosp. Regional Poza Rica, Ver		Micro
126	CENDI Hosp. Regional Reynosa, Tamps		Micro
127	CENDI Hosp. Regional Salamanca, Gto		Micro
128	CENDI Hospital Central Norte, DF		Telmex y Micro
129	CENDI Hospital Central Sur, DF		Telmex y Micro
130	CENDI Nanchital, Ver		Micro
131	CENDI Verónica, Centro Admvo, DF (lactantes)		Telmex y Micro
132	CENDI Verónica, Centro Admvo, DF (maternal)		Telmex y Micro

VALORADO  
 INICIAL NO APLICAR

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



**INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS**

	Instalación Médica	Tipo de ENLACE	Tipo de Comunicación con que cuenta Actualmente
UNIDADES MEDICAS DE SALUD OCUPACIONAL			
133	Brigada de Exploración RNST-14 Reynosa, Tamps		Telmex
134	Cactus, Chis		Micro
135	Catalina, Pue		Micro
136	Cd Madero, Tamps		Micro
137	Centro Admvo PEP Región Sur Villahermosa, Tab		Micro
138	Cosoleacaque, Ver		Telmex y Micro
139	El Salto, Jalisco		Micro
140	General Bravo Reynosa, Tamps		Micro
141	Gerencia de Transportación Marítima Veracruz, Ver		Micro
142	Helipuerto Cd. del Carmen, Camp		Micro
143	Interior de Complejo Petroquímico Cadereyta, NL		Micro
144	Interior de Complejo Petroquímico Cangrejera, Ver		Telmex y Micro
145	Interior de Complejo Petroquímico Cd Pemex, Tab		Micro
146	Interior de Complejo Petroquímico Coatzacoalcos, Ver		Telmex y Micro
147	Interior de Complejo Petroquímico Escolín, Ver		Micro
148	Interior de Complejo Petroquímico La Venta, Tab		Micro
149	Interior de Complejo Petroquímico Nuevo Pemex, Tab		Micro
150	Interior de Complejo Petroquímico Pajaritos, Ver		Telmex y Micro
151	Interior de Complejo Petroquímico Poza Rica, Ver		Micro
152	Interior de Complejo Petroquímico Reynosa, Tamps		Micro
153	Interior de Complejo Petroquímico Tinajas, Ver		Micro
154	Interior de Complejo Petroquímico Tula, Hgo		Micro
155	Interior de Instalaciones Atasta, Camp		Micro
156	Interior de Instalaciones Cárdenas, Tab		Micro
157	Interior de Instalaciones PEP Cd Pemex, Tab		Micro
158	Interior de Refinería Minatitlán, Ver		Micro
159	Interior de Refinería Salina Cruz, Oax		Micro
160	Interior de Refinería Tula, Hgo		Micro
161	Nuevo Laredo, Tamps		Micro
162	Ofnas Cd Mier Reynosa, Tamps		Micro
163	Ofnas Mocambo, Ver		Micro
164	Ostuacan, Chis		Micro
165	Salamanca, Gto		Telmex y Micro
166	San Juan Ocotán Zapopan, Jal		Micro
167	San Martín Texmelucan, Pue		Micro
168	Santa Catarina, NL		Micro
169	Super-Intendencia de Ventas El Sardinero, Ver		Micro
170	Terminal Marítima Cd. del Carmen, Camp		Micro
171	Terminal Marítima Dos Bocas, Tab		Micro
172	Terminal Marítima Madero, Tamps		Micro
173	Terminal Marítima Pajaritos, Ver		Telmex y Micro
174	Terminal Marítima Salina Cruz, Oax		Micro
175	Urgencias Atasta, Camp		Micro

**INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS**

	<b>Instalación Médica</b>	<b>Tipo de ENLACE</b>	<b>Tipo de Comunicación con que cuenta Actualmente</b>
CONSULTORIOS DE SALUD OCUPACIONAL EN CENTROS DE TRABAJO			
176	Centro de Proceso y Transporte de Gas Atasta, Camp		Micro
177	Helipuerto Cd del Carmen, Camp		Micro
178	Ofnas PEP Sub-Dirección Sureste Cd del Carmen, Camp		Micro
179	Terminal Marítima Laguna Azul Cd del Carmen, Camp		Micro
180	Zona Industrial Km 4.5 Cd del Carmen, Camp		Micro

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS**

	<b>Instalación Médica</b>	<b>Tipo de ENLACE</b>	<b>Tipo de Comunicación con que cuenta Actualmente</b>
<b>CONSULTORIOS EN PLATAFORMAS MARINAS</b>			
181	Plataforma de Corrosión Caan - A		Micro
182	Plataforma de Corrosión Chac - A		Micro
183	Plataforma de Inyección de Agua		Micro
184	Plataforma de Mantenimiento KU - A		Micro
185	Plataforma de Perforación Akal - G/R		Micro
186	Plataforma de Perforación Akal - I		Micro
187	Plataforma de Perforación Akal - L		Micro
188	Plataforma de Perforación Akal - M		Micro
189	Plataforma de Perforación Akal - N		Micro
190	Plataforma de Perforación Akal - O		Micro
191	Plataforma de Perforación Akal - R		Micro
192	Plataforma de Perforación Akal - S		Micro
193	Plataforma de Perforación Akal D/B		Micro
194	Plataforma de Perforación Chuc - A		Micro
195	Plataforma de Perforación Gene Rosser		Micro
196	Plataforma de Perforación Grijalva		Micro
197	Plataforma de Perforación Holkan		Micro
198	Plataforma de Perforación Lewis Dugger		Micro
199	Plataforma de Perforación Nahuatl		Micro
200	Plataforma de Perforación Nohoch - C		Micro
201	Plataforma de Perforación Pool - A		Micro
202	Plataforma de Perforación Pool - D		Micro
203	Plataforma de Perforación Sam Noble		Micro
204	Plataforma de Perforación Totonaca		Micro
205	Plataforma de Perforación Uech - A		Micro
206	Plataforma de Perforación Usumacinta		Micro
207	Plataforma de Producción Abkatum - A		Micro
208	Plataforma de Producción Abkatum - D		Micro
209	Plataforma de Producción Akal - C		Micro
210	Plataforma de Producción Akal - J		Micro
211	Plataforma de Producción Akal - N		Micro
212	Plataforma de Producción Estabilizado		Micro
213	Plataforma de Producción KU - H		Micro
214	Plataforma de Producción Nohoch - A		Micro
215	Plataforma de Producción Pool - A		Micro
216	Plataforma de Rebombeo		Micro
217	Plataforma de Telecomunicaciones Ixtoc - A		Micro
218	Plataforma Habitacional Chemul		Micro
219	Plataforma Habitacional Jasminia		Micro
220	Plataforma Habitacional Jupiter		Micro
221	Plataforma Habitacional Port Regency		Micro
222	Plataforma Habitacional Safe Lancia		Micro
223	Plataforma RTP Akal - G		Micro
224	Plataforma RTP Akal - P		Micro
225	Plataforma RTP Ixtoc - A		Micro

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

	Instalación Médica	Tipo de ENLACE	Tipo de Comunicación con que cuenta Actualmente
CONSULTORIOS DE SALUD OCUPACIONAL EN PLATAFORMAS MARINAS			
226	Plataforma Abkatum - Alfa		Micro
227	Plataforma Abkatum - Delta		Micro
228	Plataforma Abkatum - Delta Perforación		Micro
229	Plataforma Abkatum - Hotel		Micro
230	Plataforma Akal - Bravo		Micro
231	Plataforma Akal - Charlie		Micro
232	Plataforma Akal - Eco		Micro
233	Plataforma Akal - Golfo / Romeo		Micro
234	Plataforma Akal - Hotel		Micro
235	Plataforma Akal - Indio		Micro
236	Plataforma Akal - Julieta		Micro
237	Plataforma Akal - Metro		Micro
238	Plataforma Akal - Nova		Micro
239	Plataforma Akal - Nova Perforación		Micro
240	Plataforma Akal - Papa		Micro
241	Plataforma Akal - Romeo		Micro
242	Plataforma Batab - Alfa		Micro
243	Plataforma Cayo Arcas		Micro
244	Plataforma Cliff - 12		Micro
245	Plataforma Chemul		Micro
246	Plataforma Chuck - Alfa		Micro
247	Plataforma EK - Alfa		Micro
248	Plataforma Gene Rosser		Micro
249	Plataforma Grijiiv		Micro
250	Plataforma Holkan		Micro
251	Plataforma Inyección de Agua		Micro
252	Plataforma Ixtoc - Alfa		Micro
253	Plataforma Jupiter		Micro
254	Plataforma KU - Alfa		Micro
255	Plataforma KU - Hotel		Micro
256	Plataforma KU - Metro		Micro
257	Plataforma Lewis Dugger		Micro
258	Plataforma Nahuatl		Micro
259	Plataforma Nohoch - Alfa		Micro
260	Plataforma Pool - Alfa		Micro
261	Plataforma Pool - Alfa Perforación		Micro
262	Plataforma Port Regency		Micro
263	Plataforma Rebombeo		Micro
264	Plataforma Safe Lancia		Micro
265	Plataforma Sam Noble		Micro
266	Plataforma Sea Fox		Micro
267	Plataforma Sonora		Micro
268	Plataforma Totonga		Micro
269	Plataforma Uech - Alfa		Micro
270	Plataforma Usumacinta		Micro
271	Plataforma Zaap - Charlie		Micro

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

	Instalación Médica	Tipo de ENLACE	Tipo de Comunicación con que cuenta Actualmente
CLINICAS Y CONSULTORIOS MEDICOS EN AREA METROPOLITANA			
272	Consultorio Ecatepec		Telmex y Micro
273	Consultorio Pastores		Telmex y Micro
274	Consultorio Vallejo		Telmex y Micro
275	Unidad Médica Centro Administrativo		Telmex y Micro
276	Unidad Médica de Salud Ocupacional Av Ingenieros Militares		Telmex y Micro
277	Unidad Médica de Salud Ocupacional Granjas Mexico		Telmex
278	Unidad Médica de Salud Ocupacional San Juan Ixhuantepec		Telmex y Micro
279	Unidad Médica de Salud Ocupacional Terminal Satélite Sur		Micro

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### RECURSOS DE COMUNICACIÓN CON QUE CUENTAN INSTALACIONES DE SM (RESUMEN)

Los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos en materia de Comunicación cuentan con los siguientes recursos listados a continuación:

- Se posee una Infraestructura de Telecomunicaciones proporcionada por GIT.
- Cada Hospital cuenta con un Departamento de Informática propio en apoyo a la administración local y soporte técnico.
- Cada Hospital cuenta con un SITE para respaldo local de información y administración de su red local.
- Cada Hospital cuenta con su propia red LAN.
- Se poseen Consultorios que ofrecen Servicios Subrogados.
- De un total de 278 Consultorios se tiene que:
  - El 24.82% cuentan únicamente con Servicio Telefónico Conmutado, ya sea de Telmex o de Telnorte.
  - El 21.82% cuentan con un número telefónico público (línea conmutada de Telmex) además de contar con un Micro (extensión interna de Pemex a nivel nacional).
  - El 53.95% de todos los Consultorios cuentan únicamente con un micro (extensión interna de Pemex a nivel nacional)
- Se cuenta con una Intranet de SM soportada sobre una red de GIT que enlaza las redes LAN de todos y cada uno de los Hospitales.
- Se cuenta con un Portal que puede ser accesado a través de la Intranet, o bien a través de Internet.
- La Intranet se encuentra protegida por un Firewall soportado por GIT.
- Se cuenta con un Sistema IVR.
- Se cuenta con el Sistema SAVD propio de Pemex.
- Se ofrecen Servicios On-Line a través de la Intranet las 24 hrs del día.
- Se cuenta con un respaldo central de información en Instalaciones Corporativas.
- Para problemas de Comunicación mayores, se cuenta con soporte técnico de GIT.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### CARENCIAS EN MATERIA DE COMUNICACIONES (RESUMEN)

Los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos en materia de Comunicaciones carecen de los recursos o servicios listados a continuación:

- Se requiere de un mayor Ancho de Banda en todas las redes LAN de cada Hospital para soportar tráfico multimedia.
- No se tiene una homogeneidad de enlaces en la red de Instalaciones Médicas.
- No se cuenta con Servicio de Consulta Remota.
- No se cuenta con Servicio de Telemedicina.
- En salas quirúrgicas de hospitales de 3er nivel no se cuenta con instalaciones y equipo de video-conferencia.
- Dentro del Sistema IVR (Interactive Voice Response) falta por implementar:
  - Control de Citas Médicas
  - Hospitalización
  - Farmacia
  - Incapacidades Médicas
  - Perfil de Salud (exámenes médicos)
  - Banco de Sangre
  - Laboratorio
  - Control de Traslados

## **INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS**

### **PROBLEMÁTICA DE COMUNICACIONES (Resumen)**

Si bien los Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos han procurado siempre estar a la vanguardia en materia de Comunicaciones -y ciertamente el día de hoy lo están-, en un futuro a corto plazo comenzarán a presentar un atraso considerable en este ámbito de no hacer algo al respecto el día de hoy. Los tiempos en los que vivimos y la dirección en que apunta nuestra sociedad futura requieren de toda una gama de Servicios Multimedia que deben comenzar a cimentar sus bases en nuestro presente.

Indudablemente el ancho de banda en los enlaces con que actualmente se cuenta, juega un papel primordial para poder soportar un tráfico multimedia que contemple no solo datos, voz e imagen, sino además video en tiempo real, sin causar con esto saturaciones de tráfico en la red.

Además, el no contar con un Servicio de Telemedicina, capaz de proporcionar no sólo Consulta Remota sino principalmente el proveer Intervenciones Quirúrgicas a distancia, repercute en gran medida sobre cada paciente que precisa de este servicio, sin mencionar que ello proporciona herramientas poderosas a la población médica y a su Staff administrativo.

Una propuesta de implementación del Sistema de Video-Conferencia, la puesta en marcha ya del Sistema IVR y del Sistema SAVD, los distintos Servicios (algunos de los cuales ya están en operación y los que están por integrarse en el mediano y largo plazo, además de contar con distintas y diversas plataformas por cada red LAN integrada a la Intranet de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos, son solo algunos de los parámetros que deben ser contemplados para una integración de Comunicaciones acorde a los servicios que hasta el día de hoy el Sector Médico de Pemex ha brindado a su comunidad.

Esta integración de medios y de servicios, dadas las condiciones actuales en materia de comunicaciones, representan la problemática que este sector médico comenzará a presentar en el corto y en el mediano plazo.



---

## CAPITULO 3

---

### ANALISIS FUNCIONAL DE TECNOLOGIAS



#### INTRODUCCIÓN

Después de la revolución agrícola y la industrial, en la actualidad nos enfrentamos a una nueva era: la de la Información. La fuerza que impulsa este cambio está cimentada en nuevas Tecnologías de Información (TI), especialmente en la convergencia de redes. Pero, ¿qué significa exactamente el término de convergencia y cuál es su impacto en las redes en general?

Sea sobre redes Frame Relay, redes ATM o redes IP, una cosa es totalmente clara: ya no se trata de sopesar la conveniencia de integrar voz, video y video-conferencia en tiempo real en la red de datos, ahora de lo que se trata es simplemente de optar por la tecnología a utilizar. Es un hecho que la convergencia de redes se impone.

#### CONVERGENCIA

##### ¿Qué es la Convergencia?

El diccionario ofrece una definición relativamente clara del concepto de convergencia en el más amplio término. Según el diccionario Larousse, "la convergencia se entiende como una tendencia evolucionista enlazada con la vida, a través de diferentes organismos que pueden pertenecer a diversos grupos con formas similares de operación".

En términos de Telecomunicaciones, "Una red convergente es una red en la cual se puede manejar cualquier tipo de medios a velocidades lo suficientemente rápidas, para que los usuarios finales puedan satisfacer sus demandas de transmisión, independientemente de cual sea el medio". Las redes integradas por su parte, se definen como "aquellas que permiten integrar múltiples servicios, datos, voz y video a través de una sola infraestructura, y permite al mismo tiempo ofrecer servicios que mezclen las tres naturalezas del tráfico".

En la práctica y en el mundo de las redes, se hace referencia más concretamente a la convergencia de voz, datos e imágenes en una sola red, mientras que el corazón de la convergencia de redes se encuentra una tecnología fundamental: TCP/IP.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Después de muchos altibajos y batallas entre los programadores de computadoras y especialistas telefónicos (en Europa y los Estados Unidos), finalmente todo el mundo ha aceptado TCP/IP y se está convirtiendo en la columna vertebral de las redes telefónicas y de computadoras.

### DE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS A CONMUTACIÓN DE PAQUETES

La habilitación de una tecnología a TCP/IP constituye un cambio fundamental en el método bajo el que operan las redes. Con las redes tradicionales de conmutación de circuitos, las comunicaciones se encuentran en el modo "On-Line": primero, se establece el enlace entre la parte solicitada y la que llama; después se establece la comunicación.

Con TCP/IP se utiliza la conmutación de paquetes, la que puede iniciarse sin una conexión previa. Para la comunicación, la información se divide en paquetes, se envía uno después del otro y el receptor los reconstruye.

### TRÁFICO

Si bien el tráfico de voz aumenta regularmente de cinco a seis por ciento cada año, el advenimiento de las tecnologías IP ha generado un tremendo crecimiento en él tráfico, elevándose de 30 a 40 por ciento de manera anual. Este desarrollo se debe principalmente a un incremento considerable en el número de terminales conectadas a la red y a las aplicaciones que surgen cada día.

### DESPLIEGUE MASIVO DE LA FIBRA ÓPTICA

La explosión en la demanda de tráfico ha obligado a los operadores a desplegar instalaciones vertebrales masivas de fibra óptica. Para las redes de acceso, la fibra óptica se acerca cada vez más a la construcción. Al mismo tiempo, la tecnología DWDM -capaz de transportar hasta 10 Gbits/segundo por longitud de onda-, están multiplicando varias veces las capacidades de dicha infraestructura.

### UN CAMBIO RADICAL

La integración de Servicios en una sola red, puede producir una migración importante en el modelo original de las telecomunicaciones. Las conferencias por audio y video, el trabajo en colaboración, la distribución de información, TV a través de Internet, así como las comunicaciones para múltiples usuarios, conforman algunas aplicaciones que veremos muy pronto entre dos o más usuarios.

Este hecho producirá un cambio radical en las relaciones entre Hospitales ; se tejerán lazos entre los mismos y todas aquellas instalaciones médicas de Pemex, así como su Corporativo.

### LA SENDA PARA LA CONVERGENCIA

A pesar de que la convergencia se ha convertido en la mejor solución para las redes de área local en los últimos años, ésta no se ha implementado realmente -al menos del modo en que esperaban los expertos de LAN (como Cisco, Nortel y otros)- y no se sabe tampoco el por qué. (Posiblemente porque no ha existido una aplicación maestra que empuje -o ayude a impulsar- a las compañías hacia la convergencia).

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Otra posible razón: los expertos de LAN sólo se han preocupado por las aplicaciones —o de las características necesarias en sus productos de transición— y no en las tecnologías fundamentales de habilitación, específicamente en la capa física.

De acuerdo con opiniones de los expertos, la red convergente debe construirse con fibra óptica (el trayecto desde la WAN hasta el centro de datos y de allí hasta el usuario). Asimismo, se considera que las LAN elaboradas con base en fibra óptica representan el fundamento para la red convergente del futuro.

### PREPARACIÓN PARA LA CONVERGENCIA

La preparación de los rieles para la convergencia (utilizando fibra óptica hasta la estación de trabajo) es también una oportunidad para reconsiderar la arquitectura del cableado. Con las crecientes distancias de transmisión, la fibra óptica proporcionará concentraciones más grandes de conexiones por pisos o por grupos de pisos.

La centralización tendrá un impacto directo sobre la red en términos de:

- **Costos:** mediante la reducción del número de gabinetes técnicos, será posible eliminar algunos costos directos e indirectos.
- **Abierto sin límite:** estableciendo un enlace directo entre la sala de servidores y el usuario, sin concentración en una columna vertebral, se evitará el fenómeno de la congestión cuando aumente la velocidad del flujo en la estación de trabajo.
- **Flexibilidad:** al reducir el número de salas de la planta técnica se facilitará la reconfiguración de la red, así como su mantenimiento.
- **Rendimiento:** gracias al casi ilimitado ancho de banda y a la seguridad inducida por la fibra óptica, el desempeño de las redes será mayor al existente.

Sin embargo, para desplegar una arquitectura como ésta se debe luchar contra varios cuellos de botella, entre los que destacan:

- Optimizar los componentes de interconexión en términos de costo e ingeniería humana.
- Rebosamiento de las líneas, en particular en la estación de trabajo.
- La reducción de los costos de los componentes opto-electrónicos y el precio en los cuerpos de los productos asociados a la red.

Cabe destacar que si no se cuenta con estas condiciones preliminares, será imposible que la fibra óptica alcance la estación de trabajo.

### USO CONSTANTE DE FIBRA ÓPTICA

Ultimamente se ha observado un cambio importante en la aceptación de la fibra óptica en cualquier parte. Basta mencionar que, a principios de este año, más de 10 compañías de Asia anunciaron productos LAN basados en la fibra óptica, que varían desde conmutadores y NIC hasta cámaras y videoteléfonos.

Como se puede observar, el tren de la red de la convergencia ya se encuentra en la estación. Las vías de la fibra óptica también se hallan listas para venderse y construir la red convergente más rápida y grande del futuro.

### **SITUACION ACTUAL DE REDES**

Actualmente, muchas compañías tienen una red separada de voz y de datos, lo que significa un doble gasto o renta al contratar varios enlaces en donde el ancho de banda no se utiliza al máximo, y al mismo tiempo hay una duplicación de puertos, enlaces y gente. En cambio, si un banco, por ejemplo, se comunica con sus sucursales a través de una sola línea, podría optimizar tanto costos como infraestructura al pasar en un mismo ancho de banda voz, datos y video. Además, esto es mucho más fácil de implementar.

Un estudio reciente efectuado por la compañía Lucent Technologies, mostró que las redes de datos están teniendo en el mundo un crecimiento del 300 por ciento, lo que significa que las aplicaciones se están integrando hacia soluciones de convergencia, es decir que voz, datos y video convergen en una misma red.

### **CATALIZADORES DE LA CONVERGENCIA**

El primer impulsor de esta convergencia es la necesidad de un mayor ancho de banda a nivel del usuario final. Cada vez hay computadoras más poderosas en los escritorios, con mayor capacidad de almacenamiento, sin embargo, el ancho de banda de las redes, las avenidas donde las computadoras se comunican unas con otras, se han mantenido básicamente sin cambio.

De igual forma, los modems duplican su velocidad cada dos años y los teléfonos celulares son cada vez más pequeños. De tal forma, lo que se está buscando es ampliar el ancho de banda de una manera estratégica para unificar datos y voz.

El siguiente impulsor de esta convergencia es el surgimiento de los sistemas multimedia. En 1998, 35% de las computadoras de escritorio eran capaces de manejar el sistema multimedia; para el año 2000 el porcentaje había ascendido al 50% aproximadamente, y para el 2002 se espera al menos el 80%. El hecho de que exista capacidad de multimedia en los sistemas, no significa que los usuarios los estén usando en este momento. El uso de Internet es lo que está provocando esta creciente necesidad, ya que innumerables sitios Web tienen hoy video, audio y multimedia.

Otro catalizador importante de la integración de voz y datos, es la creciente complejidad y alto costo del manejo de la red. Actualmente, las dos mil compañías más grandes de los Estados Unidos tienen una diversidad de redes: voz, datos, video y celular.

Estas mueven a sus empleados de un sitio a otro 1.5 veces por año, lo cual trae como resultado que el 60 por ciento de su presupuesto destinado a la tecnología de la información se invierta en mover a sus empleados como consecuencia de las redes separadas. Cada movimiento significa una actualización y ajuste de los diferentes protocolos dentro de la empresa. La convergencia de redes reduce la cantidad de las mismas y por lo tanto, disminuyen los costos de la empresa.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Si una compañía tiene un departamento encargado del manejo de voz y otro responsable de la transmisión de datos, va a tener una red de voz y una de datos separadas. En cambio, si tiene una sola unidad responsable de ambas, puede pensar en una integración de ambas dentro de la empresa, y por ende en optimizar costos.

En este sentido, las áreas de sistemas están estrechamente relacionadas con los objetivos presupuestales de la empresa. Hasta hace algunos años, ésta era todavía un área de servicio o de soporte. Ahora tiene una responsabilidad directa sobre los objetivos de la empresa, pues está trabajando en control de gastos y una manera de hacerlo es integrando las redes en una sola que maneje la operación. Este es el objetivo final de la convergencia.

Por otra parte, existe una creciente demanda en las aplicaciones de comunicación. Actualmente se ha buscado unificar los servicios de mensajería dentro de la compañía, en donde una sola aplicación integra los mensajes de voz, fax y correo electrónico. Esto va a tener un impacto muy fuerte en los anchos de banda de la siguiente generación.

En definitiva, el catalizador de esta convergencia, que al mismo tiempo estimula el ancho de banda, son las aplicaciones que se están desarrollando. Por ejemplo, dentro de la evolución de las redes de cómputo se vislumbra una marcada tendencia hacia la eficiencia en desempeño, y es precisamente ahí donde se integrarán voz, datos e imágenes.

Hay básicamente tres factores que nos llevan a pensar en nuevas formas de hacer las redes. Por un lado, está la competencia, ya que los mercados se están abriendo, lo cual hace que uno sea lo más eficiente posible para poder competir, desde nuestra infraestructura hasta la creatividad para ofrecer nuestros servicios.

Por otra parte, tenemos el crecimiento drástico de los usuarios de Internet. Y el tercer factor es que hoy en día tenemos una infraestructura basada en circuitos para trabajar con paquetes, lo cual no es eficiente, y se está viendo la manera de resolver este problema. Muchas empresas telefónicas están basando su infraestructura en paquetes de datos para que encima puedan poner servicios como circuitos. Entonces eso es lo que está haciendo ese cambio.

Las redes de hoy en día deben actuar como redes integrales; es decir, deben ser capaces de transportar datos, voz, video, y en algunos casos señales de control, y ya no solamente como servicios aislados sino todos manejados en una computadora, lo que provoca que las tecnologías de red vayan teniendo cambios significativos.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### TECNOLOGÍAS EXISTENTES (Resumen)

1. ETHERNET Y TOKEN RING
2. FDDI
3. ATM
4. FAST ETHERNET Y 100VG-ANYLAN
5. FIBRE CHANNEL
6. ISOCRONOUS ETHERNET
7. HIPPI
8. GIGABIT ETHERNET
9. FRAME RELAY

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 1. ETHERNET Y TOKEN RING

Cuando se empezaron a popularizar las redes de computadoras las tecnologías disponibles eran Ethernet y Token Ring, las cuales se vinieron generalizando. Ambas tecnologías han sido una buena solución para redes locales de datos, sobre todo por el ancho de banda que ofrecen (10 Mbps en Ethernet y 8 ó 16 Mbps en Token Ring), además del soporte que se tiene de parte del proveedor y de que son tecnologías bastante bien conocidas.

Sin embargo, Ethernet tiene serias limitaciones pues su tiempo de respuesta empieza a incrementarse a medida que empieza a aumentar el número de usuarios en la red. Por su parte, Token Ring tiene un menor desempeño si se satura al 80 por ciento, esto significa que al generar más de 12 Mbps, la red se empezará a ver lenta. Pese a esto, Ethernet se ha constituido como la tecnología inicial para cualquier red de cómputo que se cree; esto se debió a que es una tecnología mucho más barata y más dominada por los fabricantes.

Estas limitaciones representan un cuello de botella para redes de computadoras con un número grande de usuarios y más aún si los servicios que se ofrecen en la red incluyen aplicaciones que requieran de audio y video en tiempo real. Estas aplicaciones requieren un gran ancho de banda y simplemente Ethernet y Token Ring no pueden soportarlo debido a los protocolos de acceso al medio que soportan. CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection; Sensor de portadora de accesos múltiples/detección de colisiones), por ejemplo, es el protocolo que utiliza Ethernet para controlar el acceso al medio de transmisión.

Este protocolo es utilizado por cada computadora en la red para determinar en qué momento puede enviar datos por el medio pero, la forma en que trabaja permite a todos utilizar el medio siempre y cuando lo encuentre disponible; es decir, hablamos de un medio compartido al cual todos tienen la misma posibilidad de acceder aunque sólo uno puede hacerlo al mismo tiempo.

Aquí puede apreciarse que cuando se trata de enviar datos, la mayoría de las veces no importa, pues veremos que éstos aparecerán de una forma más lenta pero sin perder significado. En lo referente al audio o el video cuando éstos sufren un retraso en la transmisión, se pueden ver movimientos robotizados en el caso del video, mismos que estarán desincronizados con el audio; en el caso de la voz, ésta se escuchará con mucho ruido lo que la hará inentendible.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Existen algunos productos (tarjetas y programas) que permiten trabajar video y audio entre computadoras utilizando el cableado de la red como medio de propagación de la señal, sólo que están muy limitados y sobre todo, es muy probable que al empezar a transmitir, la red se vuelva lenta o, en el peor de los casos, quede bloqueada por completo.

### 2. FDDI

Lo anterior nos hace pensar entonces que esas tecnologías de red ya no son del todo viables. Sin embargo esto no es un gran problema, porque han salido muchas tecnologías, algunas de las cuales no son tan nuevas, como es el caso de FDDI (Fiber Distributed Data Interface; Interfase de distribución de datos de fibra óptica), desarrollada en 1984, la cual soporta un anillo doble de fibra óptica o bien de cobre (CDDI; Copper Distributed Data Interface; Interfase de distribución de datos de cobre), el cual tiene un ancho de banda de 100 Mbps, mismos que son suficientes para permitir un gran número de usuarios aunque no se podría hablar de un número específico porque eso dependería del tipo de aplicaciones que se usen.

La alta confiabilidad de su anillo y el ancho de banda ofrecido, la han constituido como una solución ideal para ser la red a través de la cual puedan comunicarse redes más pequeñas con anchos de banda menores o incluso iguales a ésta (backbone). Su popularidad no ha sido tan rápida como hubieran imaginado sus fabricantes debido a que es una solución, aún en nuestros días, bastante cara.

### 3. ATM

(Asynchronous Transfer Mode; Modo de transferencia asíncrona). De acuerdo con los expertos, ésta es una de las mejores tecnologías en el mercado actual, sus características la hacen muy atractiva pues soporta velocidades de 1.54, 6.3, 25.6, 44.7, 51.8, 100, 155.5 y 622 Mbps.

Estos anchos de banda permiten manejar sin problema alguno cualquier tipo de aplicación que sea incluso sensible al tiempo como el video y el audio; además de que a excepción de la opción de 622 Mbps, todos pueden ser con base a un cableado de par trenzado, lo que representa una gran ventaja pues la mayoría de las redes locales están basadas en este tipo de cable.

Indudablemente esta es una solución en pocos casos real; en muchos otros una promesa, pues debido a sus altos costos de implementación muy pocas organizaciones han logrado implementarla.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### 4. FAST ETHERNET Y 100VG-ANYLAN

Sin embargo, existen soluciones no tan rápidas pero sí bastante accesibles. Fast Ethernet y 100VG-AnyLAN son dos de ellas ya que ambas trabajan a 100 Mbps y son buenas alternativas para el manejo de aplicaciones sensibles al tiempo y además baratas, pues no se requiere de una inversión tan elevada en comparación con FDDI o ATM; pero 100VG-AnyLAN es una solución que no está muy popularizada en su uso, por lo que no hay muy buen soporte de parte de los fabricantes.

Fast Ethernet es muy utilizada y se ha extendido mucho en los últimos dos años, pero aún así no tiene un desempeño tan bueno como FDDI, ni mucho menos como ATM. Un factor que ha influido considerablemente para que esta tecnología se haya desarrollado tanto es el soporte que los fabricantes han ofrecido, no sólo de equipo de redes sino también de software, la transparencia con la que se realiza la migración, ya que la topología y calidad del cableado son soportados sin cambio alguno.

### 5. FIBER CHANNEL

Es una tecnología que ofrece un ancho de banda de 100, 200,400 u 800 Mbps, mismo que puede configurarse en full duplex lo que permite duplicar en todos los casos anteriores la capacidad alcanzando así un máximo de 1.6 Gbps. Este es un buen ancho de banda, ya que soporta cualquier tipo de tráfico (voz, datos, video, etcétera). Sin embargo, tiene la enorme desventaja de que sólo trabaja sobre fibra óptica y aún no existen de manera comercial dispositivos que permitan su comunicación con otras tecnologías.

Esto provoca que aquellas organizaciones que tengan tecnologías basadas en par trenzado no vean a esta tecnología como una solución atractiva porque tendrían que hacer una inversión muy grande para reemplazar su sistema de cableado, además de que crearían una red aislada por el simple hecho de que no es posible comunicarla con otra tecnología.

### 6. ISOCRONOUS ETHERNET

Maneja un ancho de banda de 16.144 Mbps pero, al soportar únicamente cableado de cobre ésta se ve limitada seriamente, por lo que al igual que en el caso de Fibre Channel, tampoco puede considerarse como una alternativa para backbone. Tiene además la desventaja de que no puede comunicarse con otra tecnología de red, mostrándola por el momento como una tecnología aislada.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### 7. HIPPI

Una buena solución para redes que trabajan principalmente con aplicaciones multimedia a gran escala es la tecnología HIPPI (High Performance Parallel Interface; Capa de interfaz en paralelo de alto rendimiento) porque ofrece dos velocidades de operación: 800 Mbps y 1.6 Gbps, mismas que pueden duplicarse si se utiliza en modo full duplex. Aunque soporta cable par trenzado con blindaje STP (Shielded Twisted Pair; Par trenzado protegido) y fibra óptica; su punto débil está con el cable de cobre pues su radio máximo es de 50 metros con cable STP de 50 pares. Su nicho de mercado es en ambientes de súper cómputo.

### 8. GIGABIT ETHERNET

Es una solución que pretende utilizar el mismo estándar que 10Base-T (Ethernet sobre cable par trenzado), pero trabajando a 1000 Mbps o 2000 Mbps. Lógicamente puede soportar cualquier tipo de tráfico, pero su principal problema es la relación velocidad-distancia pues con cable UTP permite distancias de hasta 100 metros y con fibra óptica oscila entre los 500 y los 200 metros. Actualmente tiene la limitante de que sólo existen tarjetas y concentradores de puertos de red (hubs), lo que implica que aún es una solución que genera una red aislada, razón por la que no puede considerarse viable para actuar como backbone.

Un punto adicional a toda esta gama de tecnologías es que Ethernet, Token Ring, Fast Ethernet, FDDI y ATM soportan la tecnología de conmutación de paquetes, o switching, como también se le conoce. Ésta permite que cada uno de los puertos de red tenga un ancho de banda propio.

Con esto cada máquina en la red tiene un acceso mucho más rápido, ya que no tiene que estar compitiendo por el medio para enviar su información. Así podemos tener switches para cada una de estas tecnologías y con ello tener redes más eficientes. Considerese por ejemplo Fast Ethernet, si tiene un concentrador de puertos de red para 24 computadoras, todas éstas estarán compartiendo un ancho de banda de 100 Mbps, mismo que puede llegar a saturarse en algunos casos pero, si en lugar de concentrador pone un switch, cada una de las computadoras conectadas a éste tendrán un ancho de banda dedicado de 100 Mbps y con ello la red se verá más rápida.

Es importante saber que la mejor tecnología no es la que tiene mejores características técnicas, pues en la mayoría de los casos se habla de una inversión muy elevada. Aquí lo importante es definir un programa de crecimiento en la red que permita, con inversiones paulatinas, llegar al esquema deseado. De acuerdo con los expertos, ATM es la mejor tecnología, seguida de FDDI y Fast Ethernet, pero esta última es la más utilizada debido a los costos de inversión requeridos.

Las otras alternativas aquí mencionadas prometen, mucho pero aún no son tan comerciales y, lo que es peor, no son soportadas por las tecnologías tradicionales y tampoco tienen un buen soporte tanto comercial como técnico.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### 9. FRAME RELAY

VoFR está destinado a ser para las redes de voz lo que los cilindros de cera fueron para la industria de la grabación: una importante tecnología pionera que hizo callar a muchos escépticos, pero cuyo alcance, en última instancia, fue demasiado limitado como para perdurar. Los servicios públicos de Frame Relay de bajo costo, que brindan un desempeño razonablemente previsible, han animado a muchas corporaciones multinacionales a adoptar VoFR; la gran mayoría de las organizaciones, pero no todas, ha expresado su satisfacción con el servicio.

En la actualidad se puede utilizar VoFR en aplicaciones de acceso a multiservicios y de reducción de cuotas telefónicas (estos beneficios se pueden obtener en económicos dispositivos para acceso de voz por Frame Relay -VFRAD-, que construyen diversos proveedores). Muchos fabricantes de ruteadores ofrecen como opciones tarjetas troncales de VoFR, las cuales pueden formar troncales comprimidos con múltiples líneas analógicas o troncales T1 digitales. Si un número moderado de sitios (hasta unos cuantos centenares) utiliza VoFR, a través de un backbone de carrier con latencia bien controlada, puede ahorrar a las organizaciones considerables cantidades de dinero.

---

## INTEGRACION DE REDES

Partiendo de la base de que en 1999, 60 millones de usuarios de PC hicieron llamadas de voz sobre Internet y que la telefonía de la red se presume representará 12 billones 500 mil minutos de uso para finales de este año (2001), se estima un crecimiento explosivo de las llamadas *redes de la próxima generación* donde se dará la convergencia entre datos, voz y video. Con base en ello se puede pensar en el ancho de banda que se va a requerir para el futuro y que va a ser, al mismo tiempo, un catalizador muy importante de las nuevas aplicaciones de software.

Sin duda, la capacidad de las redes en los próximos 10 años será inmensa, de hecho podría ser 250 veces mayor de lo que es en la actualidad. Gracias a ello, los proveedores de software podrán aprovechar plenamente esta capacidad de la red para brindar a sus clientes una amplia gama de servicios de valor agregado con un costo atractivo.

Asimismo, las nuevas tecnologías son las que van a permitir que las redes crezcan, de esta forma los prestadores de servicios podrán colocar redes a un costo más económico y podrán centrar sus energías y su creatividad sobre el lado de la aplicación, que es lo que va a estimular el uso de estas redes.

Se tendrá una evolución muy grande en cuestiones de velocidad de transmisión, lo cual hace que dicha convergencia se vaya haciendo cada vez más fuerte. Y principalmente en este año, se cree que seremos espectadores y participantes de este boom tecnológico de datos en donde Internet será un protagonista muy importante, siendo el punto de partida donde se gestará una convergencia real.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Hoy en día es posible que una misma red sea capaz de transportar voz, video y datos, en sustitución de las tres infraestructuras de redes que existen. Esta convergencia de redes ofrece prestaciones integradas y gran velocidad de extremo a extremo de la red. La tendencia a la convergencia de redes obedece a una necesidad de reducir costos, de dar soporte de aplicaciones sofisticadas con un gran nivel de integración y de dotar a las redes de mayor flexibilidad.

Para las pequeñas empresas, la telefonía en Internet (o transmisión de voz sobre IP) permitirá rebajar considerablemente las facturas telefónicas. Esto se debe a que sólo se paga por el costo de la llamada local al proveedor de servicios Internet, sea cual sea el destino de la llamada. Así pues, el correo de voz, el correo electrónico e incluso la transmisión de video pueden combinarse en un solo sistema, haciendo que las posibilidades de mejorar las comunicaciones sean prácticamente ilimitadas.

La convergencia de redes ha empezado: algunas grandes compañías están utilizando aplicaciones multimedia en Intranets y Extranets sofisticadas para dar mayor impacto a sus mensajes e información corporativa. Los clientes del sitio Web de un proveedor podrán hacer clic sobre un botón y mantener una videoconferencia con el proveedor, sin dejar de mantenerse en línea.

La tecnología esta allí. Es cuestión de empezar con planes de negocios bien aterrizados y con una estrategia sencilla, en fases y con objetivos muy medibles, de corto plazo. Pero cabe destacar que muchas veces se confunde el tema de las redes convergentes como una solución en donde se tiene que dejar a un lado toda la infraestructura tecnológica para cambiarla totalmente, lo cual es incorrecto, ya que lo único que se hace es complementar lo que se tiene con la tecnología que haga falta. Pero la convergencia está presente y solamente estamos a la espera de buenas estrategias.

La convergencia de redes también conllevará nuevos retos. Para que las aplicaciones dispongan del ancho de banda y del nivel de prioridad necesarios, la red debe contar con una conmutación inteligente y ser capaz de asumir un rápido crecimiento. Muchas empresas ya ayudan a sus clientes a sentar las bases de las redes convergentes inteligentes mediante las herramientas de gestión que incluyen sus dispositivos. Y serán necesarios nuevos estándares y herramientas para los flujos de datos convergentes, como voz sobre IP.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

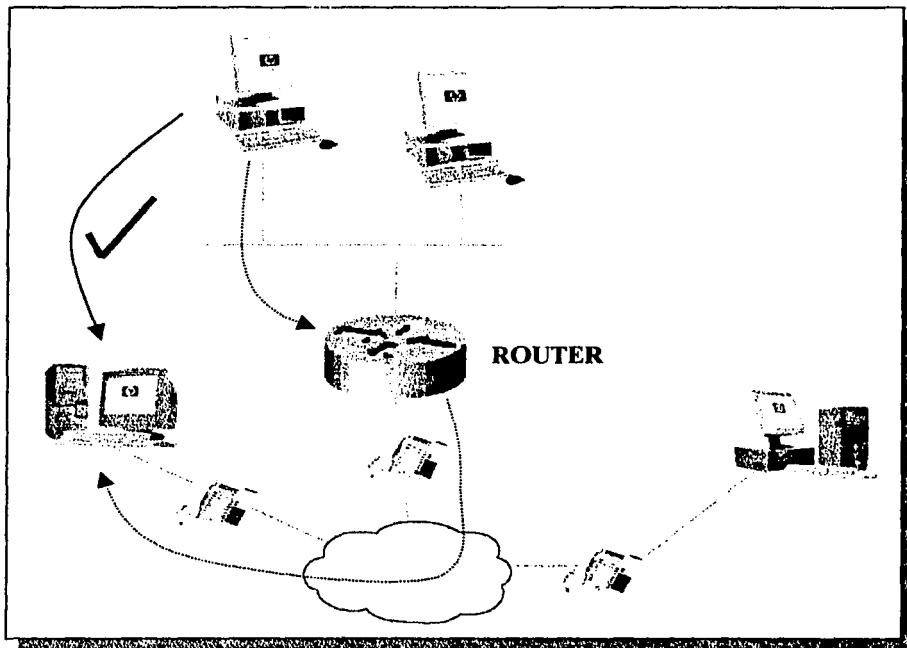
INTERCONEXIÓN DE REDES  
MEDIANTE IP

La interconexión de redes conseguida de forma exitosa en la Internet se fundamenta en una aproximación simple: superponer un protocolo independiente de cada red. Esto fue y es el protocolo IP.

El protocolo IP es una de las soluciones existentes para la interconexión de redes de datos. Ha sido, por razones no exclusivamente técnicas, el protocolo más implantado y actualmente es el núcleo de la Internet.

APROXIMACION A LA INTERCONEXION  
MEDIANTE IP

El protocolo IP se diseñó en los años 70 para resolver los problemas de Interconectividad que se plantearon en la red ARPA en los Estados Unidos. El protocolo IP resuelve la Interconexión de redes mediante un dispositivo de interconexión, denominado router (encaminador).



*Internet working mediante Routers IP*

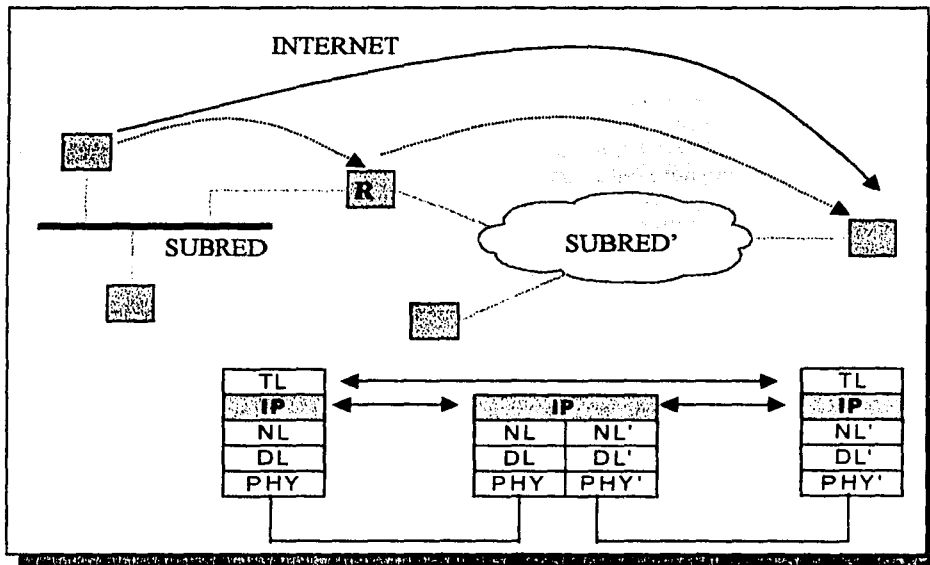
En esta figura se muestra la ubicación y conexión de un router para permitir la interconexión entre las dos redes. Por definición, un router se encuentra conectado a más de una red; a las que interconecta; ello implica que incorpora los protocolos de acceso de cada una de estas redes.

INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

De este modo, la comunicación entre estaciones conectadas a redes distintas se posibilita a través de la intermediación de los routers, que son capaces -por definición- de comunicarse de forma nativa con estaciones conectadas a las redes que el router interconecta.

El intercambio de información entre la estación origen y el router y entre el router y la estación destino, con el fin de transferir datos desde la estación origen a la estación destino, debe ser independiente de las tecnologías de las redes que deban atravesar esos datos. Este requisito de independencia de la tecnología de red es doble: por un lado debe de ser independiente de cualquiera de las tecnologías de red existentes para no depender de ninguna de ellas; por otro lado, no debe de ser dependiente de ninguna de las tecnologías de red existentes para poder soportar la evolución de las tecnologías de red. Pues bien, el protocolo IP (*Internet Protocol*) es un protocolo de interconexión independiente de la tecnología de las subredes, IP es el protocolo que permite la coordinación entre estaciones y routers, en un conjunto interconectado de redes.

Como se muestra en la figura siguiente, el protocolo IP es un protocolo con funcionalidad presente en las estaciones y en los routers. Además, hace uso del servicio que le proporciona cada una de las redes que se interconectan, y a su vez proporciona un servicio a la capa de transporte.



**Arquitectura de Protocolos en una Internet IP**

El servicio que proporciona IP es un servicio sin conexión, aunque con algunas particularidades. En primer lugar, por razones históricas el protocolo IP no se adecua con el modelo de referencia OSI de ISO, por lo que el servicio que proporciona IP no sigue la sintaxis ni la semántica especificada en el mismo.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

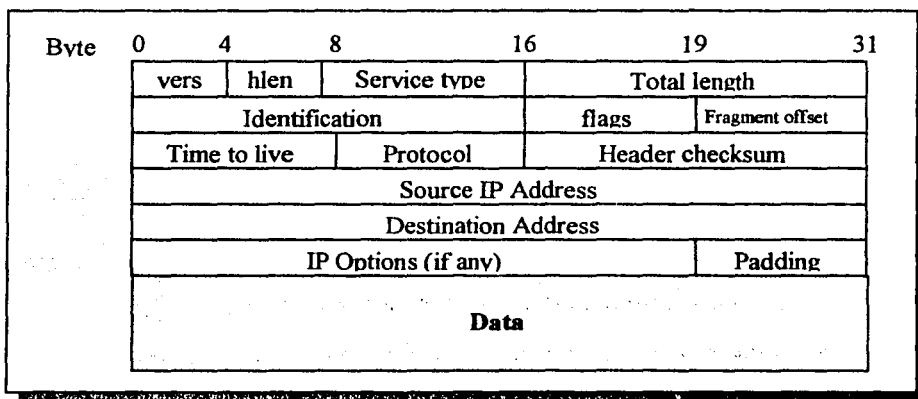
En segundo lugar, IP supone que en la capa de transporte, los protocolos de transporte que pueden hacer uso de sus servicios son dos: el protocolo TCP (*Transport Control Protocol*) y el protocolo UDP (*User Datagram Protocol*).

La unidad de datos del protocolo IP se denomina datagrama IP. Los datos se encapsulan en un datagrama en la estación origen y son desencapsulados en la estación destino. El datagrama IP es recibido por un router a través de una red y es transmitido por el router a través de otra red. Esta labor de retransmisión (*forwarding*) debe encaminar el datagrama hacia el destino, o de otro modo hacia la red a la cual se encuentra conectada la estación destino. Puede concebirse la retransmisión que llevan a cabo los routers con los datagramas como una tarea análoga a la conmutación que llevan a cabo los nodos de conmutación de paquetes en las redes de datos.

El datagrama IP, por su parte, para llegar desde la estación origen al router y para llegar desde este router a la estación destino, es encapsulado en la trama o paquete particular de la red que se atraviesa en cada caso. En algunos casos, este datagrama encapsulado deberá competir en el acceso a un medio compartido, como sería el caso de Ethernet, o ser conmutado por un nodo de conmutación de paquetes, como sería el caso de X.25. Finalmente, mencionar que el protocolo IP opera en modo datagrama, por oposición al modo circuito virtual.

En el ámbito de la interconexión de redes, el conjunto interconectado de redes mediante routers se denomina: *Internet*, mientras que cada una de las redes que se interconectan se denominan: *subred*. Esta denominación es en principio, independiente del protocolo de interconexión empleado, aunque tiene su origen en la nomenclatura utilizada en el ámbito concreto de IP. Así, la Internet que emplea el protocolo IP para construir un conjunto interconectado de subredes abierto, se denomina la *Internet*. Por otro lado, aquellas internets que emplean el protocolo IP para construir un conjunto interconectado de subredes con un ámbito circunscrito a una Corporación se denominan: *Intranets*.

El protocolo IP así como todos los protocolos cuya utilización es obligatoria en la Internet, están normalizados por el IAB (*Internet Architecture Board*). El formato del datagrama IP se muestra en la figura que aparece a continuación.



**Formato de Datagrama IP**

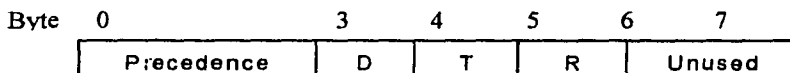
## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

La disposición de los campos en el diagrama de la figura anterior, es por orden de transmisión de los bytes, de izquierda a derecha y de arriba abajo; cada una de las filas contiene 32 bytes. Los campos de la cabecera del datagrama ocupan 20 bytes como mínimo, pues se permite la presencia de campos opcionales (*IP options*). En cualquier caso, el número de bytes de la cabecera debe ser múltiplo entero de 4. Así es como tenemos:

- Los campos de dirección *Source IP Address* y *destination IP address*, que se verán un poco más adelante.
- Los campos de tamaño de cabecera *HLEN* y de datagrama *total length*. El tamaño de la cabecera se indica en unidades de 32 bits, de ahí la necesidad de añadir campos de relleno en la cabecera cuando ésta tiene una longitud que no es múltiplo de 4 bytes. El tamaño total del datagrama se indica en unidades de 1 byte.
- El campo de versión *VERS*. Permite la coexistencia de diferentes versiones del protocolo IP en la misma internet. La versión actualmente utilizada en la Internet es la 4. La nueva versión del protocolo IP, conocida como *IPng* o *IPv6* es la 6 y su formato solo guarda una similitud con el de la versión 4, que es el de la figura anterior: el campo *VERS*.

Anteriormente se ha caracterizado el servicio que proporciona IP como un servicio sin conexión. Además, el servicio IP se conoce también como servicio *best-effort*, o de buenas intenciones. Esta denominación es cuando menos imprecisa, pero aun así se ha extendido su uso incluso entre la comunidad científica. Esta característica del servicio IP significa que el protocolo IP "hace todo lo que puede" por entregar a la estación destino los datagramas que le son confiados por la estación origen.

No obstante no garantiza que los datagramas se entreguen antes de un determinado tiempo, ni respetando la secuencia de emisión en origen, ni respetando la cadencia de emisión en origen, ni siquiera que se entreguen. Esta incertidumbre es consecuencia parcialmente de que IP opera en modo datagrama, aunque también es debida a las diferentes características de las subredes que deberá atravesar el datagrama.



**Subcampos service type**

A pesar de que el servicio *best-effort* no permite ofrecer al usuario, que es el protocolo de transporte unas garantías respecto a la calidad de servicio, en el datagrama IP se contempla el campo *service type*, que se aprecia en la anterior figura, para indicar la calidad del servicio requerida para el datagrama. Para ello, se prevén los siguientes subcampos:

- El subcampo *precedence*, en donde se indica la prioridad de entrega del datagrama, siendo 0 el valor de prioridad normal y 7 el valor de prioridad máximo, como por ejemplo: datagramas con información de control.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- Los bits D (*delay*), T (*throughput*) y R (*reliability*), mediante los cuales se indica cuan deseable es que el datagrama sufra un retardo de propagación reducido (bit D = 1), un retardo de transmisión reducido (bit T = 1), o que el datagrama llegue con la mayor garantía posible (bit R = 1). Evidentemente la Internet no se compromete con esta indicación: además, su cumplimiento depende de las subredes.

### ENCAPSULADO

Una vez definido el formato del datagrama IP, que por definición es independiente de las subredes incluidas en la Internet, es necesario especificar cómo se debe encapsular el datagrama IP dentro de la trama o paquete de cada subred.

Especificar el encapsulado del datagrama IP en cada subred implica la especificación del valor de aquellos campos de la trama o paquete de subred que identifican el protocolo de capa superior encapsulado en el campo de datos. Asimismo, implica la fijación de aquellas opciones permitidas por cada subred. Un parámetro característico de cada Subred es el MTU (*Maximum Transfer Unit*). Este parámetro está relacionado con el tamaño máximo de campo de datos que permite la trama o paquete de cada subred. La MTU de una subred se define como el tamaño máximo en bytes del datagrama que puede ser encapsulado.

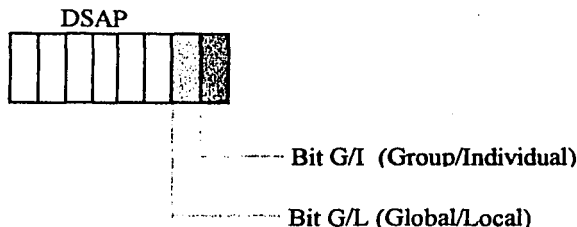
#### Encapsulado en Ethernet y PPP

Para encapsular un datagrama IP en una trama Ethernet, se ha especificado que el campo *type* contenga el valor 0800<sub>16</sub>. Además, se especifica un valor MTU = 1500 que coincide con el tamaño máximo del campo de datos en Ethernet. Para encapsular un datagrama IP en la trama PPP se han especificado las mismas características que para Ethernet.

#### Encapsulado en IEEE802 y en FDDI

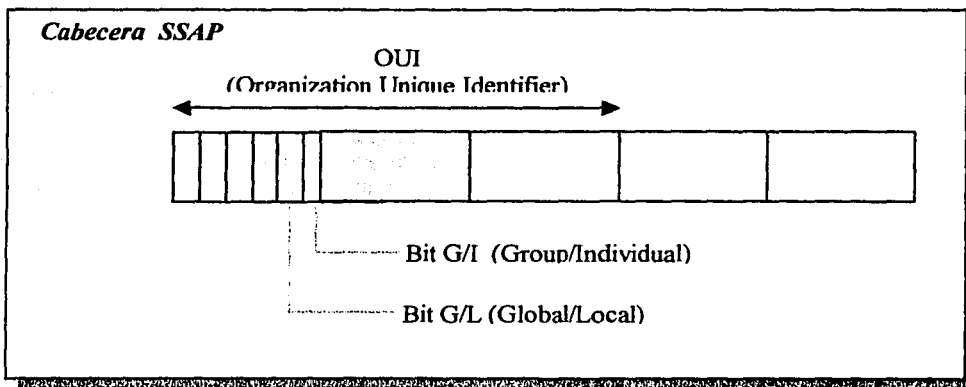
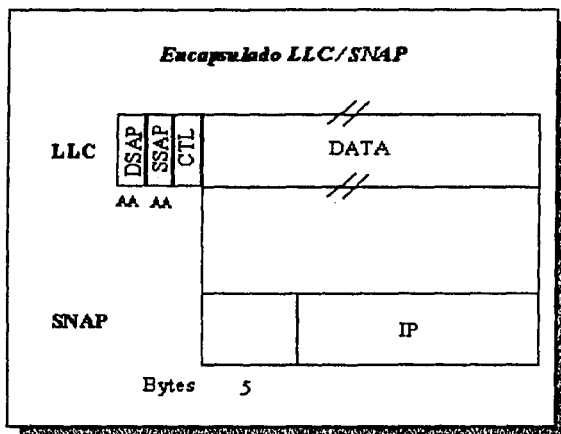
Cuando el Comité IEEE802 especificó el protocolo LLC 802.2, previó que los campos SSAP y DSAP fuesen los empleados para especificar el protocolo de capa superior encapsulado en el campo de datos de la trama LLC.

#### *Valor SSAP / DSAP*



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





**Encapsulado LLC / SNAP**

Además, con el fin de trazar supuestamente un paralelismo con la estructura de las direcciones IEEE802, estableció que los 2 bits menos significativos de cada campo SAP de un byte fuesen un bit G/L y un bit G/I como se indica en las ilustraciones anteriores. Para aquellos valores de SAP con un bit G/L = 1, se obligaba a que SSAP = DSAP.

Esta decisión sorprendió a la comunidad de Ingenieros, pues lamentablemente dejaba un rango de identificación excesivamente reducido; únicamente podrían encapsularse  $2^6 = 64$  protocolos diferentes con identificador global (bit G/L = 1); esto se mostró inmediatamente inviable. Con el fin de resolver este problema, el Comité IEEE 802 reservó un identificador SAP =  $AA_{16}$  a un nuevo protocolo, denominado SNAP (*Sub-Network Access Protocol*).

El protocolo SNAP tiene el único propósito de extender el rango de identificadores de protocolos encapsulados. Para ello, únicamente añade una cabecera de 5 bytes con este propósito. Así, los protocolos deberán encapsularse en la trama SNAP, después en la trama LLC y después en la trama MAC antes de ser transmitidos a través de una red LAN IEEE 802. De ahí la denominación de encapsulado LLC/SNAP al procedimiento descrito.

Los tres bytes más significativos de la cabecera SNAP se estructuran de igual forma que las direcciones IEEE 802, como se ilustra en la figura anterior; de hecho reciben la misma denominación: OUI. El encapsulado LLC/SNAP se ha escogido para encapsular los datagramas IP en tramas IEEE 802.3, 802.4 y 802.5 y en la trama FDDI; para ello se especifica que se emplee LLC tipo 1 y la trama LLC tipo UI (CTL = 03). Además, la cabecera SNAP deberá contener los valores OUI = 0 y los 2 bytes restantes iguales al valor *type* especificado en Ethernet para ese mismo protocolo.

Por otro lado, el valor MTU especificado para IEEE 802.3 es de 1492 bytes, que es igual a los 1500 bytes máximos de la trama IEEE 802.3 menos los 8 bytes de la cabecera LLC / SNAP. En FDDI se ha especificado un valor MTU = 4352, igual a 4 Kbytes más 256 bytes, valor menor que el máximo de 4500 bytes para el campo de datos.

### DIRECCIONAMIENTO

En IP se ha optado por definir un nuevo esquema de direccionamiento independiente del existente en cada subred y además superpuesto a los mismos. Ello tiene la consecuencia que toda estación conectada a una internet IP dispondrá de 2 direcciones: una dirección según prescriba el esquema de direccionamiento de la subred a la que pertenece, que se denomina dirección física; y otra dirección asignada en virtud de su presencia en una internet IP que se denominará, por oposición, lógica.

### DIRECCIONES IP

Las direcciones IP tienen un tamaño de 32 bits codificados como enteros binarios. La notación usual empleada por los usuarios humanos se denomina: decimal punteada (*dotted decimal*). Por ejemplo, considere la dirección de una PC tomada al azar: 10011110 00101001 00100010 00011010, esta dirección será más conocida para un usuario humano como: 158.41.34.26 que corresponde a codificar cada byte de la dirección en base decimal y separar cada número mediante un punto.

Una dirección IP identifica de forma única a una estación en una internet IP. El formato de la dirección es simple. Se ha especificado la división de la dirección IP en dos partes:

- *Netid*: que comprende los bytes más significativos e identifica a la subred a la que está conectada la estación.
- *Hostid*: que comprende los bytes más significativos e identifica a la estación, diferenciándola del resto de las de la misma subred.

En el mismo momento en que se decidió la partición descrita de la dirección IP, se planteó dónde ubicar la división en tre las partes. Para aquellos administradores cuyas subredes eran candidatas a contener un gran número de estaciones conectadas, interesaba reservar cuantos más bits mejor para el *hostid*.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Por el contrario, desde el punto de vista de la administración global de una internet IP, era necesario reservar un número suficiente de identificadores *netid*, con el fin de garantizar al mayor número de subredes su conexión a la internet IP. Ante el conflicto de intereses, se decidió permitir distintas posibilidades, en la forma de clases de direcciones IP, cada una de las cuales ubicaría la división entre el campo *netid* y el campo *hostid* en un punto diferente. Las distintas clases de direcciones IP se muestran a continuación:

Bit	0	1	2	3	4	8	16	24	31	
Clase A	0	Netid					Hostid			
Clase B	1	0	Netid				Hostid			
Clase C	1	1	0	Netid			Hostid			
Clase D	1	1	1	0	Multicast Address					
Clase E	1	1	1	1	0	Reserved for future use				

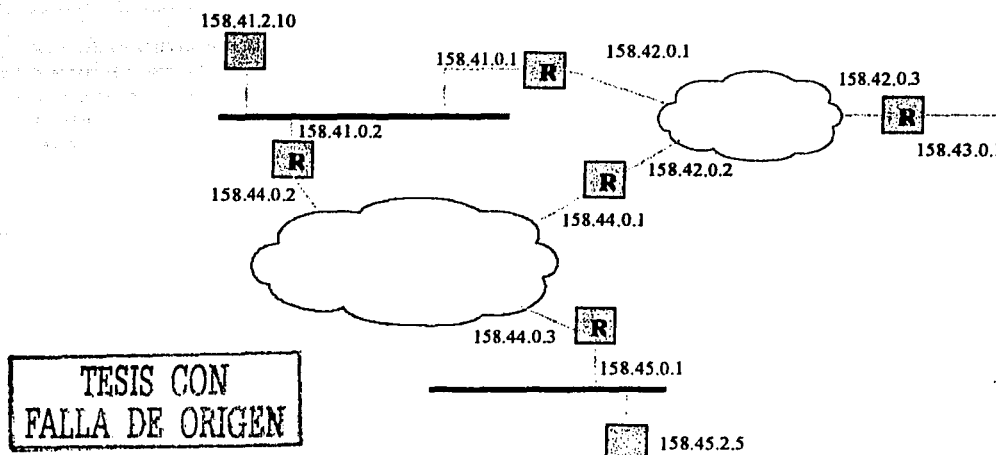
Más concretamente, existen tres posibilidades de división de la dirección IP, indicadas por las clases A, B y C. Estas tres clases corresponden a direcciones que identifican a una estación. La clase D corresponde a direcciones que identifican a un conjunto de estaciones; son direcciones multidestino (*multicast*). Finalmente, la clase E está reservada para posible uso futuro.

La clase A reserva 7 bits para el *netid* y 24 bits para el *hostid*. Es pues la clase indicada para estaciones conectadas a una subred que contenga un gran número de estaciones; permite hasta  $2^{24} \approx 16$  millones de estaciones. Evidentemente, tal y como lo indica la longitud del *netid*, no se permite un gran número de este tipo de subredes en una internet IP; únicamente  $2^7 = 128$ . La clase B por su parte reserva 14 bits para el *netid* y 16 bits para el *hostid*. Finalmente la clase C reserva 21 bits para el *netid* y únicamente 8 bits para el *hostid*; se trata del caso opuesto al de la clase A; subredes con un número reducido de estaciones conectadas, por tanto prácticamente se habla de hasta  $2^8 = 256$ . Se permite un gran número de ellas en una internet IP. La clase B constituye un compromiso entre la clase A y la clase C, pues permite hasta  $2^{16} = 65,536$  estaciones conectadas.

Observese que en una internet IP pueden coexistir direcciones de más de una clase. La clase a la que pertenece una dirección IP se codifica mediante los primeros bits de la misma; el primer bit igual a 0 indica clase A; los dos primeros bit iguales a 10 indican clase B, finalmente los 3 primeros bits iguales a 110 indican clase C. Se trata de una codificación poco eficiente pero que permite una rápida decodificación. Por otro lado, por definición de la estructura de la dirección IP, en una subred únicamente pueden existir direcciones de una única clase (y con el mismo *netid*).

En la figura que aparece a continuación se observa un ejemplo de internet IP, el cual se tomará como base en ejemplos posteriores. En el diagrama de esta figura se muestra un ejemplo de asignación de direcciones IP. Es necesario hacer en este punto considerar lo siguiente: por un lado se ha establecido que una dirección IP identifica a una estación como perteneciente a una subred de una internet IP. Por otro lado el router por definición está conectado a más de una subred.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



**Ejemplo de asignación de direcciones IP**

Es por tanto consecuente establecer que un router queda identificado en relación a que tantas direcciones IP como subredes interconecte. Cada una de las direcciones IP que tenga asignadas tendrá el *netid* propio de la subred de que se trate.

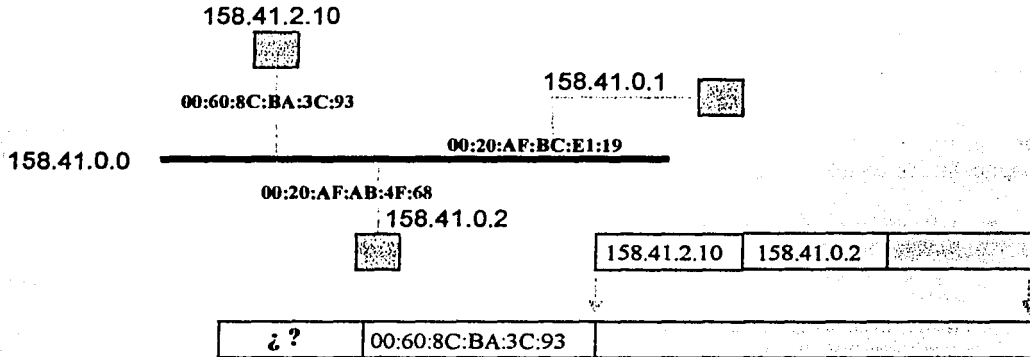
En la subred inferior de la figura anterior se muestra una estación con dirección 158.45.2.5 que en binario natural sería: 100111..., esto es, se trata de una dirección de clase B, y por tanto, 158.45 es la concatenación del identificador de clase B y el *netid* de la dirección. Por su parte el router que interconecta a esta subred, que se identificará a efectos de explicación como 158.45.0.0 con la subred central 158.44.0.0, tiene asignadas dos direcciones IP: la dirección 158.44.0.3 por estar conectada a 158.44.0.0, y la dirección 158.45.0.1 por estar igualmente conectada a 158.45.0.0. Nótese que los *hostid* de las distintas direcciones de un router no necesariamente han de ser iguales.

Si se ha afirmado que la dirección IP debe de identificar de forma única a una estación en una internet IP, es conveniente (si no es que necesario) atribuir a algún organismo la gestión de las direcciones IP. En Internet éste Organismo es la Internet Assigned Number Authority (IANA), autoridad central responsable en última instancia de garantizar, entre otros aspectos, la unicidad de las direcciones IP en la Internet. Y en realidad la IANA garantiza efectivamente la unicidad de los *hostid* asignados a cada subred. Es el administrador de cada red quien, una vez integrada como subred en la Internet, deberá garantizar que los *hostid* que asigna a cada una de las estaciones y routers de su red sean únicos.

No obstante cuando una organización decide conectar su red corporativa a la Internet, o bien un Proveedor de Acceso a Internet desea conectar su red a la Internet, obtendrá normalmente su *netid* a través de alguno de los tres Registros Regionales de Internet (*Regional Internet Registry, RIR*) existentes en el mundo.

RESOLUCIÓN DE DIRECCIONES IP

La decisión tomada de direccionar en una internet IP a través de un esquema de direccionamiento homogéneo y superpuesto, aparentemente simplificó el problema. Sin embargo la realidad fue otra, sólo trasladó el problema de direccionamiento a otro escenario; y este problema se ilustra en la figura siguiente:



*La resolución de direcciones en IP*

En la figura superior se muestra un extracto del diagrama de internet IP (mostrado en la penúltima figura). Concretamente la subred 158.41.0.0 aunque aislada del resto. En el diagrama se supone que la subred es de tipo Ethernet, si indican además las direcciones lógicas IP, las direcciones físicas de 48 bits de cada una de las 3 estaciones de la subred.

Supóngase que se desea enviar un datagrama IP desde la estación 158.41.2.10 a la estación 158.41.0.2. La entidad IP de la estación 158.41.2.10 prepararía un datagrama en cuya cabecera dispondría las direcciones IP conocidas de origen (dirección propia) y de destino (dirección a la que se le ha indicado que se desea enviar los datos encapsulados en el datagrama).

A continuación, para conseguir entregar efectivamente el datagrama a la estación 158.41.2.10, este datagrama deberá ser encapsulado en una trama Ethernet y ser transmitido, de acuerdo con el mecanismo correspondiente de acceso por la red. Esta transmisión a través de la red Ethernet requiere que la estación origen indique en la cabecera de la trama las direcciones físicas de la estación origen y de la estación destino. La dirección física de la estación origen es conocida, pues se trata de la dirección propia: 00:60:8C:BA:3C:93. No obstante la dirección física de la estación destino no es conocida en la estación origen.

A diferencia de la dirección lógica, aquella no forma parte de la petición de envío del datagrama, la cual solo identifica al destino a través de su dirección IP, siendo consecuentes con la opción de direccionamiento escogida en IP. Así pues, es necesario averiguar expresamente la dirección física correspondiente a la estación de destino, que está identificada en origen por su dirección lógica.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En resumen, el problema del direccionamiento se resuelve en IP en dos fases:

- Mediante la definición de un esquema de direccionamiento homogéneo y superpuesto al de cada una de las subredes.
- Mediante la normalización de un mecanismo de averiguación de la dirección física a partir de una dirección lógica IP conocida.

Este mecanismo de averiguación de dirección física, se conoce con el nombre de *Mecanismo de Resolución de Direcciones*. Por la definición de su misma función, se trata de un mecanismo específico de la subred, y por otro lado, los protocolos necesarios para conseguir la averiguación de las direcciones.

Una de las características de las redes LAN es que disponen intrínsecamente de la capacidad de difusión; esto es, de la capacidad de entregar una trama a más de un destinatario. Esta capacidad de difusión se consigue gracias a dos características propias de este tipo de redes:

- Las redes LAN son redes conscientes en un único medio compartido por todas las estaciones conectadas a la red, por lo cual los bits de una trama emitida por una estación de la red son de hecho recibidos por todas y cada una de las estaciones conectadas al medio.
- Más específicamente las redes IEEE 802 han normalizado una dirección física de difusión, consistente en todos los bits a 1, o en notación hexadecimal, FF:FF:FF:FF:FF:FF. De este modo, una estación conectada a una red IEEE 802 no sólo almacenará aquellas tramas cuya dirección de destino coincida con la dirección propia, sino también todas aquellas tramas cuya dirección de destino sea la de difusión.

El protocolo de resolución de direcciones normalizado para su empleo en redes con capacidad de difusión es el protocolo ARP (*Address Resolution Protocol*). Su modo de operación se ilustra en la figura de la página siguiente.

Recuérdese que la estación 158.41.2.10 necesitaba resolver la dirección 158.41.0.2 antes de poder enviarle un datagrama. El protocolo ARP consiste en encapsular un mensaje de petición de resolución de dirección en una trama de difusión. Según se ha indicado anteriormente esta trama, y por tanto: el mensaje ARP, será recibido por todas las estaciones de la red; tal y como se indica en la figura de la siguiente página.

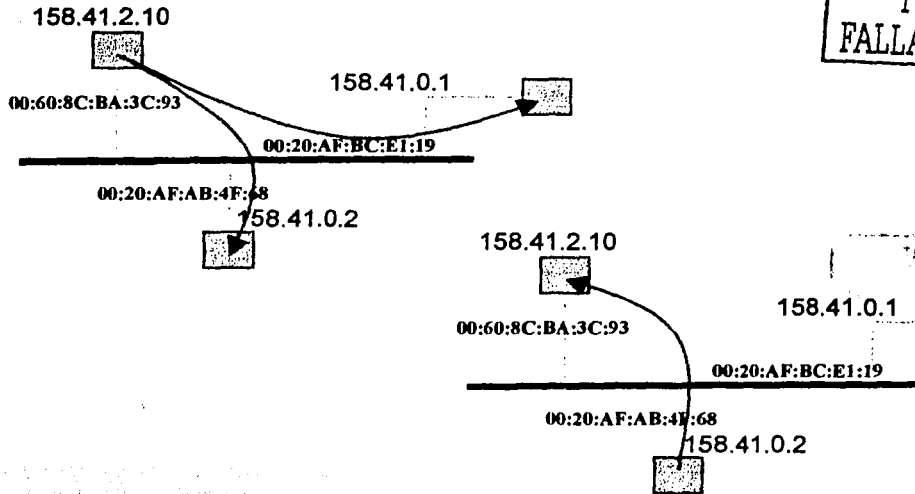
Nótese que el mensaje de petición debe de contener las direcciones lógica y física del peticionario y la dirección lógica que se quiere resolver. Si la estación que recibe el mensaje de petición de resolución se encuentra identificada como la destinataria de la petición de resolución, generará un mensaje de respuesta de resolución. En este caso en cambio, el mensaje de respuesta se encapsulará en una trama, no de difusión, sino con la dirección de destino tomada del mensaje de petición de resolución que se recibió. Este mensaje de respuesta contendrá el par de direcciones física y lógica que precisaba el peticionario.

Es necesario en ARP, la formulación de una petición mediante una trama de difusión y la recepción de una respuesta mediante una trama unidestino para poder resolver la dirección lógica. Una vez conseguida esta resolución, ya es posible enviar el datagrama IP mediante una trama unidestino.

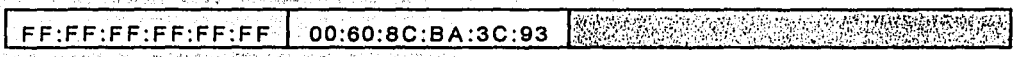
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

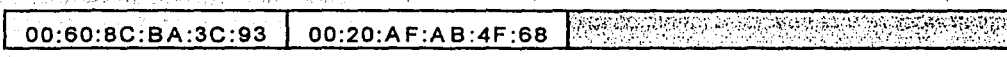
TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Soy 158.41.2.10 (00:60:.....:93)  
¿ Quién es 158.41.0.2 ?



Quién es 158.41.0.2 soy yo:  
00:20:AF:AR:4F:68



Modo de Operación ARP

El formato del mensaje ARP se muestra en la figura siguiente; en donde en un principio, el protocolo ARP es aplicable a distintos tipos de direcciones lógicas y físicas. En la figura se muestran dos casos de interés: Ethernet y el protocolo IP.

La función de cada uno de los campos del mensaje ARP es la siguiente:

- El campo *hardware type* identifica el tipo de subred; en el caso de Ethernet el valor es igual a 1.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- El campo *hlen* indica la longitud de la dirección física para el tipo de subred identificado en *hardware type*; para Ethernet es igual a 6.

Byte	0	8	16	31
hardware type		protocol type		
hlen	plen		operation	
sender HA (octets 0 - 3)				
sender HA (octets 4 - 5)		sender IP (octets 0 - 1)		
sender IP (octets 2 - 3)		target HA (octets 0 - 1)		
target HA (octets 2 - 5)				
target IP (octets 0 - 3)				

**Formato del mensaje ARP**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

- El campo *Protocol Type* identifica al protocolo de interconexión para el que es aplicable la resolución; se emplea el mismo valor que el asignado en su encapsulado sobre trama Ethernet, el cual se conoce como *ethernet type*; para el protocolo IP se emplea el valor  $0800_{16}$ .
- El campo *plen* indica la longitud de la dirección lógica para el que es aplicable la resolución; para el protocolo IP es igual a 4.
- El campo *operation* distingue entre peticiones ARP (*operation* = 1) y respuestas ARP (*operation* = 2).
- Los campos *sender ha* y *target ha* contienen direcciones físicas, cuya longitud viene indicada en *hlen*.
- Los campos *sender IP* y *target IP* contienen direcciones lógicas, cuya longitud viene indicada en *plen*.

En una petición ARP, el peticionario se identifica mediante *sender IP* y *sender ha* y formula su petición rellenoando el campo *target IP*. Por su parte la estación que responde se identifica mediante *sender IP* y *sender ha* e identifica al destinatario de la respuesta en *target IP* y *target ha*.

Los mensajes ARP se encapsulan en tramas Ethernet. Para ello el valor *ethernet type* asignado a ARP es  $0806_{16}$ . El funcionamiento básico de ARP que se acaba de describir contiene ineficiencias, por lo que se incorporaron las siguientes mejoras:

- Para evitar tener que hacer uso del protocolo ARP de forma repetida cada vez que se desea enviar un datagrama IP, las estaciones suelen disponer de una tabla con los pares IP física obtenidos mediante ARP; además esta tabla es de tipo caché, con el fin de mantener solo las resoluciones más recientes: se limita así el espacio ocupado por esta tabla y se mantiene actualizada frente a bajas o reubicaciones de las estaciones.
- Se ha normalizado que la estación que responde a una petición ARP inserte una entrada en su tabla ARP con los datos de identificación de *sender IP* y *sender ha*. Este mismo procedimiento lo pueden efectuar el resto de estaciones que reciben la petición ARP.
- Se contempla la posibilidad de que cuando una estación arranca, ésta difunda un mensaje ARP con el fin de dar a conocer su dirección física.



**INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS**

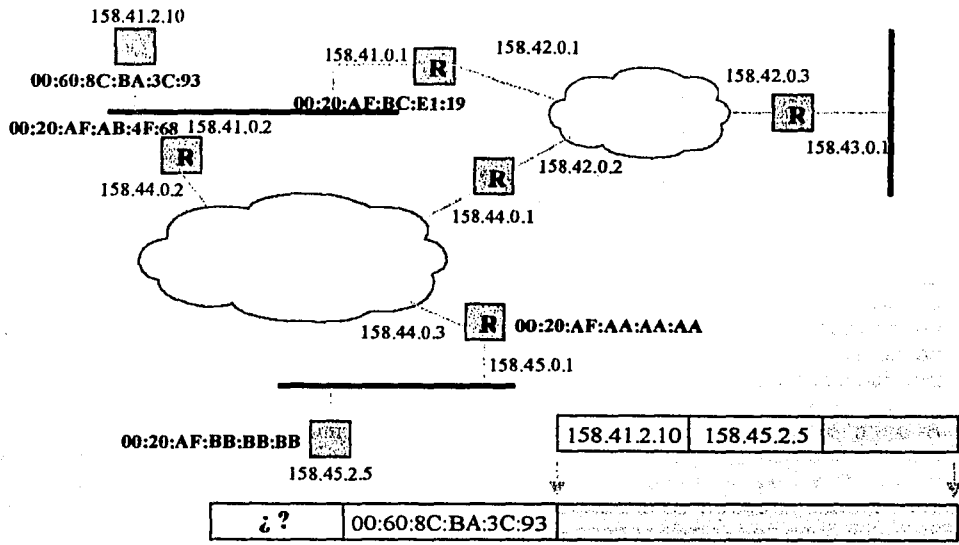
En redes sin la capacidad de difusión, existen otros mecanismos alternativos a la resolución mediante ARP. En los casos en los que el grado de movilidad de las estaciones no es grande, la resolución puede llevarse a cabo confeccionando tablas estáticas en cada estación. En otros casos se pasará del conocimiento distribuido de resolución que se supone en el caso del protocolo ARP a concentrar esta información en un servidor.

A los efectos de la resolución de direcciones, los routers muestran el mismo comportamiento que las estaciones, por lo que les es aplicable todo lo discutido anteriormente.

ENCAMINAMIENTO

Hasta este momento se ha conseguido un procedimiento para enviar un datagrama IP desde una estación a otra conectadas ambas a la misma subred. Efectivamente, bastará con resolver la dirección IP utilizando un mecanismo de resolución de direcciones adecuado, y enseguida encapsular el datagrama en el paquete/trama correspondiente. Por tanto el protocolo IP no es necesario para resolver este tipo de envíos.

El escenario en el que debe operar eficazmente el protocolo IP es el planteado en la figura siguiente, a partir del diagrama de internet IP (nombrado: ejemplo de asignación de direcciones IP).



**Planteamiento genérico del envío de datagramas IP**

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En este caso, la estación 158.41.2.10 debe enviar un datagrama IP a la estación 158.45.2.5 la cual, como se puede comprobar en la figura, pertenece a una subred diferente a la subred de la estación transmisora. A este punto sobresalen dos peculiaridades:

- Dado que las estaciones origen y destino del datagrama IP se encuentran en subredes distintas de la internet IP, es necesaria la intervención de los routers, que son los dispositivos que interconectan subredes. En el diagrama de ejemplo los routers interconectan pares de subredes, aunque en un caso genérico interconectan cualquier número de subredes mayor o igual que dos. Los routers efectúan por tanto una tarea de reenvío (*forwarding*) o conmutación (*switching*) del datagrama desde una subred a otra.
- Si el número de subredes que interconecta un router es mayor que dos, la decisión de reenvío que se toma en el router ha de basarse en determinada información de encaminamiento (*routing*). Esta información deberá determinar cual es la subred más apropiada por la cual reenviar el datagrama, basándose en la información de destino que contiene el datagrama y que consiste en la dirección IP de la estación destino. La información de encaminamiento es necesaria aun en el caso de que los routers interconecten pares de subredes, como es el caso de la figura anterior. Y ello es así porque el router no sólo debe decidir a través de que subred reenviar el datagrama, sino también a cuál de los routers conectados a esta subred entregarlo.

Con el fin de evitar acometer en toda su complejidad el problema planteado, se va a suponer determinada la secuencia de subredes y routers que el datagrama con origen en 158.41.2.10 y con destino 158.45.2.5 debe trazar.

Una vez establecido que la estación de origen debe de enviar el datagrama primero al router 158.41.0.2 que interconecta las subredes 158.41.0.0 y 158.44.0.0, se plantea cual debe de ser la dirección física de la trama en la que aquel se encapsule. Una alternativa consistiría en reproducir el mismo procedimiento que se empleó en el ejemplo del apartado anterior. Según este procedimiento, la estación 158.41.2.10 debería resolver mediante ARP la dirección de destino del datagrama (158.45.2.5). Ahora bien, este procedimiento no es factible por dos razones:

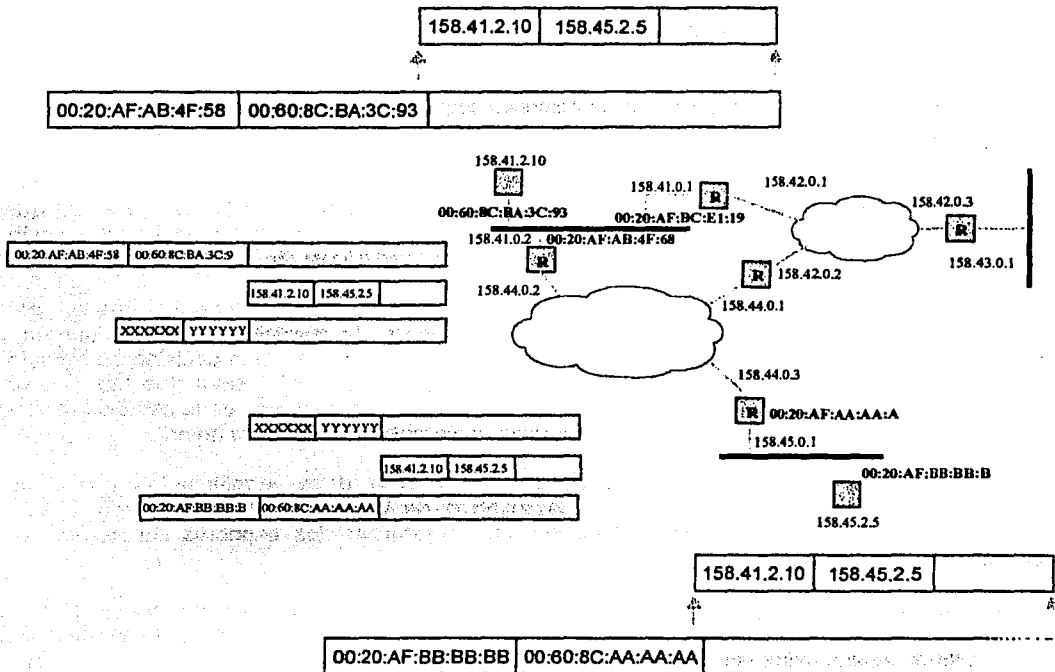
- Las entidades pares que participan en el protocolo ARP han de estar necesariamente conectadas a la misma subred. En otras palabras, un mensaje de resolución ARP no será nunca recibido por estaciones pertenecientes a una subred distinta de la subred en la que se generó el mensaje. Por tanto, para este ejemplo, si la estación 158.41.2.10 genera una petición de resolución ARP para 158.45.2.5, este mensaje quedará sin respuesta.
- Aun en el caso de que fuese posible la resolución mediante algún otro mecanismo (suponiendo que la subred a la que se encuentra conectada la estación de destino es del mismo tipo que la subred de origen), una trama transmitida a través de la subred 158.41.0.0 con dirección de destino 00:20:AF:BB:BB:BB (dirección física correspondiente a 158.45.2.5) no sería recibida por nadie.

Es evidente que la dirección física de destino que debe contener la trama que encapsule el datagrama IP en cuestión será 00:20:AF:AB:4F:68, si queremos que este datagrama sea entregado al router 158.41.0.2.

La alternativa correcta para conseguir esta dirección es la siguiente:

La estación 158.41.2.10 deberá resolver mediante ARP la dirección lógica del router 158.41.0.2. Nótese que ésta, y no la dirección lógica 158.44.0.2 también del router, la dirección adecuada para formular una petición ARP desde la subred 158.41.0.0.

En la figura que aparece a continuación se muestran los sucesivos encapsulados y desencapsulados que sufrirá en cada reenvío dicho datagrama.



**Forwarding de un datagrama IP**

Una vez que es recibido el datagrama por el router 158.41.0.2 (lo que implica desencapsularlo de la trama en la que llegó), éste deberá encapsularlo en la trama o paquete de la subred 158.44.0.0 para hacerlo llegar al router 158.44.0.3. En el ejemplo no se ha concretado la tecnología de esta subred, aunque necesariamente deben seguirse los procedimientos correspondientes de resolución y de encapsulado.

Del mismo modo, una vez que llega el datagrama al router 158.44.0.3, éste deberá encapsularlo en una trama Ethernet para hacerlo llegar a través de la subred 158.45.0.0 a la estación de destino 158.45.2.5.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Nótese dos aspectos peculiares de éste último salto en el trayecto del datagrama: en primer lugar la dirección física de destino de la trama es la de la estación de destino: 00:20:AF:BB:BB:BB. Para obtenerla, el router habrá efectuado una resolución ARP de la dirección 158.45.2.5 a través de la red Ethernet. En segundo lugar, la dirección física de origen de la trama es la del router: 00:20:AF:AA:AA:AA, dado que no podía ser de otro modo. Finalmente el datagrama es recibido por la estación de destino 158.45.2.5.

Cabe resaltar los siguientes aspectos:

- Las direcciones de origen y destino del datagrama IP no han sido modificadas en ningún punto de su trayecto, mientras que las direcciones físicas de origen y destino de las tramas o paquetes que eventualmente lo encapsulaban eran las apropiadas en cada momento.
- En el primer y segundo salto, las direcciones lógicas a resolver fueron las de los router siguientes, mientras que en el tercer y último salto fue la dirección de la estación de destino.

Hasta este momento se ha supuesto conocida la secuencia de subredes y routers que el datagrama debía seguir para poder llegar a la estación de destino 158.45.2.5 desde la estación de origen 158.41.2.10. Prácticamente se ha hecho obvio el procedimiento de la toma de decisión de reenvío.

Tanto la estación de origen como los routers intermedios en el trayecto trazado por el datagrama han de tomar una decisión de reenvío en función de la cual se escoge la subred y el router por el cual hacen progresar el datagrama hacia su destino final. Esta decisión de reenvío se toma a partir de las tablas de encaminamiento (*routing table*). En la figura que aparece en la página siguiente se muestra el contenido de las tablas de encaminamiento de la estación de origen y de los routers que tomaron decisiones de reenvío en el ejemplo de la figura anterior.

La utilidad de la tabla de encaminamiento es muy clara: debe permitir determinar el mejor camino para un datagrama destinado a una estación de la internet IP. Una vez concretado el propósito de la tabla de encaminamiento, hay que determinar dos aspectos importantes de la implementación de la misma:

- Como identificar los destinos: En principio, el destino de cada datagrama viene identificado en el mismo mediante una dirección IP completa. Ahora bien, identificar los destinos en la tabla de encaminamiento a través de direcciones IP completas implicaría disponer de una entrada en la tabla por cada una de las estaciones de la internet IP. Además nótese que todas las estaciones conectadas a una misma subred remota son equivalentes desde el punto de vista del encaminamiento IP. Por ambos motivos, los destinos en las tablas de encaminamiento se identifican mediante los identificadores *netid*.
- Como describir los caminos en la tabla de encaminamiento: Nótese en primer lugar que solo se necesita información de encaminamiento si el destino se encuentra en alguna subred remota. Por otro lado es posible incluir en la tabla de encaminamiento, cuál es la secuencia de router y subredes que a partir del router que está tomando la decisión de reenvío debe de seguir el datagrama en cuestión. Sin embargo, esta información es redundante e innecesaria. La razón de ello es que la decisión de reenvío vuelve a tomarse en cada uno de los routers siguientes por los que pasa el datagrama. Por tanto solo es útil que la tabla determine que router deberá de reenviar el datagrama para hacerlo progresar hasta su destino.

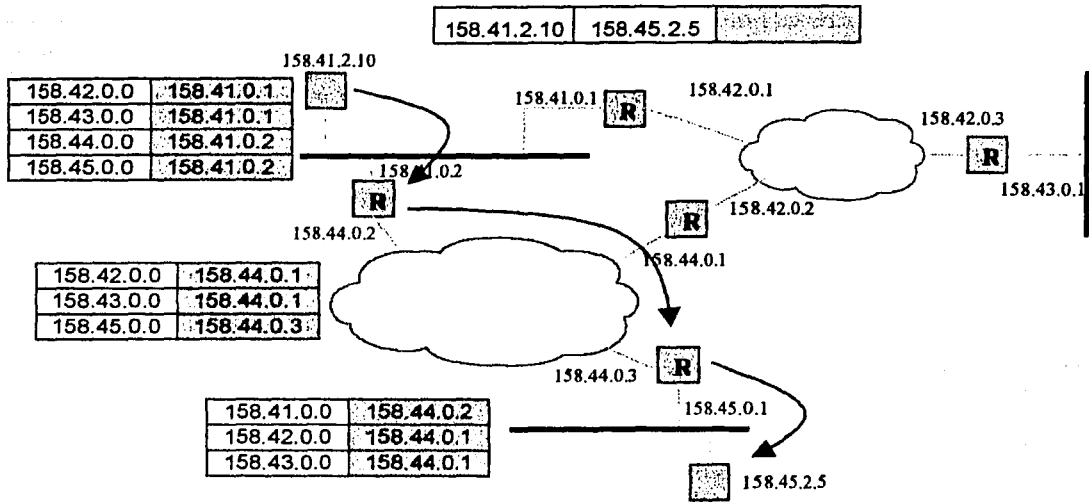


Tabla de encaminamiento IP

Asi pues, la tabla de encaminamiento de las estaciones y de los routers debe contener: una entrada por cada una de las subredes remotas, y para cada entrada la dirección IP del router que se considere más apropiado para hacer llegar el datagrama hasta su destino.

Como ejemplo obsérvese el contenido de la tabla de encaminamiento del router 158.41.0.2/158.44.0.2 mostrado en la figura superior. Hay 3 entradas, correspondientes a las subredes 158.42.0.0, 158.43.0.0 y 158.45.0.0, dado que las subredes 158.41.0.0 y 158.44.0.0 son locales; es decir, el router está conectado a ellas.

Para los destinos 158.42.0.0 y 158.43.0.0 el camino óptimo indicado por la tabla pasa por el router 158.44.0.1, mientras que para el destino 158.45.0.0 pasa por el router 158.44.0.3. Nótese que los routers están identificados en la tabla mediante sus direcciones IP, cuyo *netid* coincide con la dirección IP del router en cuestión. Una vez analizado el contenido de las tablas de encaminamiento, se puede incorporar en el ejemplo de la figura anterior el procedimiento de la toma de decisión de reenvío, a partir de la tabla de encaminamiento, el cual es obvio por razones de simplicidad.

Recuérdese que el datagrama se originaba en 158.41.2.10 y que su destino era 158.45.2.5. La estación 158.41.2.10 determina que el router 158.41.0.2 es el router al cual le debe enviar el datagrama a partir de su tabla de encaminamiento:

toma la dirección de destino 158.45.2.5, extrae su *netid* 158.45.0.0, busca en la tabla y encuentra en la última de las entradas que el router más apropiado para alcanzar ese destino es 158.41.0.2. Acto seguido, se procedería a la resolución de la dirección 158.41.0.2 y al encapsulado del datagrama. De igual modo la tarea de reenvío del router 158.41.0.2 debe ahora incorporar una consulta a su tabla de encaminamiento.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Nótese la importancia de que la dirección de destino del datagrama no se modifica en ninguno de los saltos; se trata de la información que permite encaminar adecuadamente el datagrama en cada uno de los routers. Finalmente, el router 158.44.0.3 para el reenvío del datagrama en cuestión, no necesita consultar la tabla de encaminamiento puesto que el destino se encuentra en una de las subredes a las que el router está conectado.

Se ha argumentado que identificando los destinos en la tabla de encaminamiento mediante los identificadores *netid*, puede conseguirse reducir el tamaño de la tabla de encaminamiento. Aun así, el número necesario de entradas en una tabla de encaminamiento sería desproporcionado. Es por ello que en ocasiones se resume la información de varias entradas de la tabla en una entrada por *default* (*default route*).

Una entrada por *default* es la entrada escogida cuando ninguna de las entradas anteriores es apropiada. En la figura anterior, la tabla de la estación 158.41.2.10 por ejemplo, podría reducir su tamaño si las dos últimas entradas se sustituyesen por una entrada por *default* con el router 158.41.0.2. Incluso podría reducirse más si las cuatro entradas se sustituyesen por la entrada por *default* anterior. Evidentemente en este último caso se habría conseguido una reducción drástica de espacio en la tabla, pero a costa de que la información de encaminamiento ya no fuese óptima desde el punto de vista del encaminamiento.

No sería el caso de la tabla de encaminamiento de la estación 158.45.2.5 que no se muestra en la figura, pero que fácilmente se puede determinar que para todos los destinos el router más apropiado es 158.45.0.1 y que es el único posible. En este caso la tabla podría reducirse.

Las tablas de encaminamiento permiten a los routers tomar decisiones de reenvío para los datagramas que conmutan; pero ¿quién se encarga de llenar estas tablas de encaminamiento? En internet el contenido de estas tablas que utilizan los routers se actualiza mediante los protocolos de encaminamiento (*routing protocols*). El primero de los utilizados en Internet fue el protocolo RIP (*Routing IP Protocol*), aunque en la actualidad se maneja el protocolo OSPF (*Open Shortest Path First*), más complejo pero mucho más eficaz que RIP. No se hablará en cuanto la operación de estos protocolos, baste señalar dos aspectos básicos de su funcionamiento:

- Las entidades de los protocolos de encaminamiento en una internet IP residen en los routers y hacen uso del mismo protocolo IP para intercambiar información de estado de los mismos routers y de las subredes que los interconectan. A partir de esta información, tales entidades computan los caminos óptimos hacia los destinos y rellenan las tablas de encaminamiento que emplearán las entidades IP.
- Los algoritmos en que se basan los protocolos de encaminamiento IP son los mismos que se utilizan en las redes de conmutación de paquetes. Existe una dualidad entre un router y un nodo de conmutación de paquetes y entre subred y enlace.

En Internet las estaciones no participan en los protocolos de encaminamiento. En primer lugar se busca simplificar la carga de procesamiento necesaria en una estación que se conectase a la internet. Nótese que los algoritmos de encaminamiento son intensivos en cálculo. En segundo lugar, en la mayoría de las ocasiones, las estaciones se ubican en subredes periféricas de la internet, las cuales se conectan al resto de las subredes a través de un único router; por tanto, su tabla de encaminamiento queda reducida a una entrada por *default*. En cualquier caso existe un protocolo auxiliar de control en la internet denominado ICMP (*Internet Control Message Protocol*), que incorpora una función de notificación de información de encaminamiento.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Estas notificaciones permiten a los routers ordenar modificaciones de tabla de encaminamiento a las estaciones. Hágase una aclaración de términos antes de continuar: se ha afirmado que los routers reenvían datagramas (del Inglés *to forward*), o también que conmutan datagramas (del Inglés *to switch*), y que para ello consultan tablas de encaminamiento (del Inglés *routing table*); para actualizar estas tablas se emplean protocolos de encaminamiento (del Inglés *routing protocol*). En castellano es usual emplear el término encaminamiento para designar tanto la labor de conmutación de paquetes como la de averiguación de los caminos óptimos; por tanto se mantendrá la notación en Inglés.

Resumiendo en forma esquemática los procedimientos descritos para el envío de un datagrama IP a través de una internet. En primer lugar una estación que tenga que enviar un datagrama IP a un destino determinado, deberá de proceder de la siguiente manera:

1. Comparar el *netid* de la dirección de destino del datagrama con el *netid* de la dirección propia.
  2. En el caso de que sean iguales:
    - Resolver la dirección IP de destino.
    - Encapsular.
  3. En el caso de que sean distintos:
    - Consultar la tabla de encaminamiento empleando la dirección IP de destino.
    - Resolver la dirección IP del router siguiente.
    - Encapsular.
- 

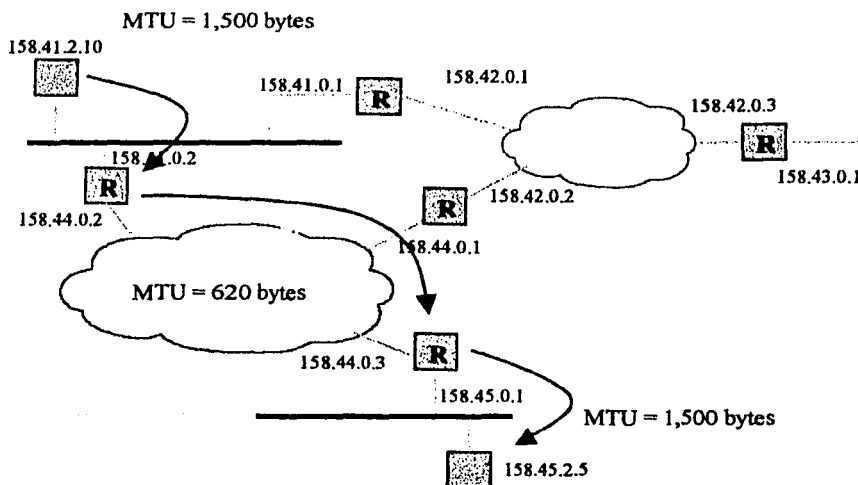
Por su parte el procedimiento de un router es ligeramente distinto:

1. comparar el *netid* de la dirección de destino del datagrama con el *netid* de las direcciones propias.
2. Si hay alguna coincidencia:
  - Resolver la dirección IP de destino sobre la subred cuyo *netid* ha sido coincidente.
  - Encapsular.
3. Si no hay ninguna coincidencia:
  - Consultar la tabla de encaminamiento utilizando la dirección IP de destino.
  - Resolver la dirección IP del router siguiente sobre la subred que indique esta dirección.
  - Encapsular

FRAGMENTACION Y REENSAMBLADO

Se ha visto hasta el momento las soluciones que IP da a los problemas de encapsulado, direccionamiento y encaminamiento en un conjunto interconectado de redes de distinta tecnología. Ahora se verá como es que IP resuelve el problema que se plantea cuando un datagrama debe de atravesar subredes cuyos tamaños máximos de paquete no son los mismos.

El parámetro característico de una subred que tiene relevancia en este momento para el funcionamiento de IP es la MTU, definido anteriormente. El problema de la diversidad de valores MTU entre las subredes de una internet IP se ilustra en la siguiente figura:



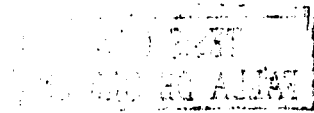
**Valores MTU en una internet IP**

En la figura superior se ha añadido la información de MTU de las subredes que son atravesadas por el datagrama originado en 158.41.2.10 con destino a 158.45.2.5. Obsérvese que las subredes locales a las estaciones de origen y destino tienen un MTU = 1500 bytes, en coherencia con la suposición de que se trataba de redes Ethernet. Para la subred intermedia, para la que no se supuso ninguna tecnología en particular, se ha tomado un valor ficticio MTU=620 bytes.

La estación 158.41.2.10 puede generar un datagrama de tamaño menor o igual a 1500 bytes, valor de la MTU e su subred local. Supóngase que genera un datagrama de tamaño de 1400 bytes de campo de datos y cabecera sin opciones; esto es: 20 bytes.

Este datagrama de 1420 bytes podrá ser perfectamente encapsulado en una trama Ethernet en la subred 158.41.0.0. Así mismo, este datagrama puede ser transportado sin ningún inconveniente a través de la subred 158.45.0.0. A pesar de ello el envío del datagrama de 1420 bytes no es posible.





La razón de esto radica en que, según la decisión de reenvío que tomará el router 158.41.0.2/158.44.0.2, el datagrama debería de atravesar la subred 158.44.0.0 para llegar al router 158.44.0.3/158.45.0.1; esto ocurre necesariamente por encapsular el datagrama en la trama o paquete propio de la subred 158.44.0.0. De esta subred desconocemos su tecnología, pero sí conocemos su MTU que es de 620 y que impide que un datagrama de tamaño mayor a 620 pueda ser encapsulado.

Este sencillo ejemplo, ilustra uno de los aspectos fundamentales que debe de resolver cualquier aproximación a la interconexión de redes. Existen dos posibles conexiones.

- Restringir el tamaño del datagrama generado en origen al menor valor MTU de las subredes que atravesará el datagrama.
- Dotar al router de un mecanismo de fragmentación de aquellos datagramas que no respeten el límite MTU impuesto por la subred a través de la cual se reenviará el datagrama.

La primera de las alternativas implica necesariamente el conocimiento a priori de la secuencia de subredes que un datagrama ha de atravesar hasta llegar a la estación de destino. Este conocimiento no es posible por dos razones:

- a) en primer lugar porque IP opera en modo datagrama, lo cual implica que el camino que recorre un datagrama IP no se determina hasta el momento de su conmutación en cada router.
- b) En segundo lugar porque IP no asume ninguna coordinación entre la estación de origen y la estación de destino, lo que impide la averiguación del mínimo MTU -en el protocolo de transporte TCP se incorpora una capacidad limitada de averiguación del mínimo valor MTU que atravesarán los datagramas que den soporte a una conexión TCP-.

La segunda de las alternativas: dotar de capacidad fragmentadora a los routers, es la escogida por IP. Tiene la ventaja de ser transparente a la operación de la estación de origen. No obstante plantea dos complicaciones en el funcionamiento de IP:

- a) Debe de preverse un mecanismo recíproco al de fragmentación; es decir, un mecanismo de reensamblado.
- b) Deben de incorporarse los campos necesarios en la cabecera del datagrama IP para permitir recuperar el datagrama en el momento del reensamblado.

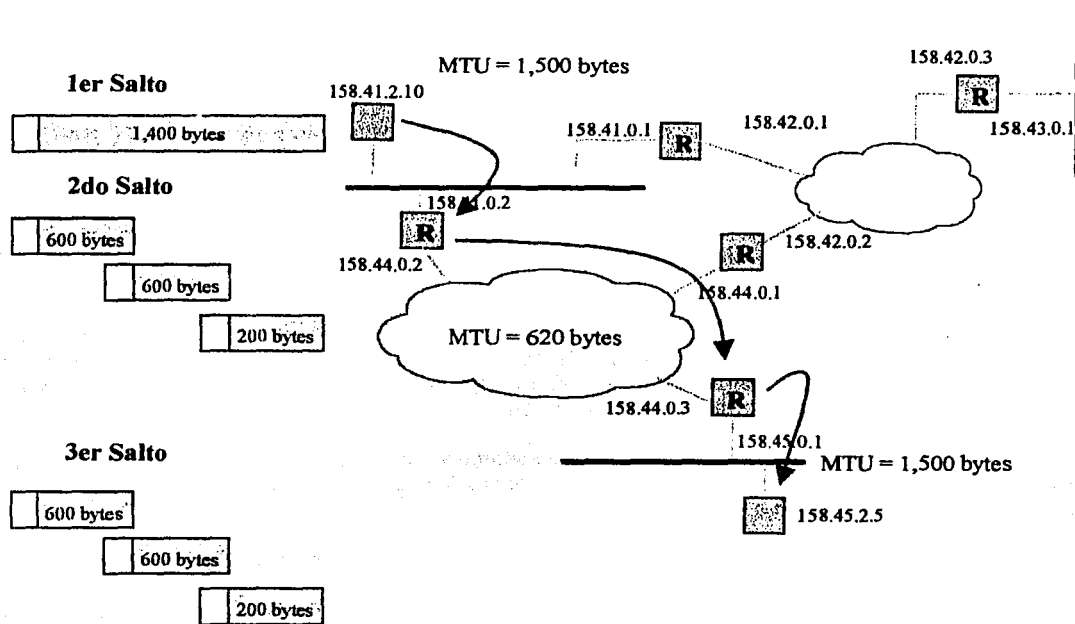
Volviendo al ejemplo de la figura anterior, se determina que el router 158.41.0.2 debe fragmentar el datagrama de 1420 bytes en el número de fragmentos necesarios para que cada uno de estos pueda ser finalmente encapsulado en el paquete o trama de la subred 158.44.0.0. Si bien IP ofrece un servicio que no garantiza la secuencia de los datos entregados, sí garantiza que los datos que se entregaron para ser encapsulados en un datagrama llegarán todos o no llegará ninguno, pero nunca llegarán parcialmente o desordenados.

En otras palabras, el usuario destinatario de los datos que se encapsularon en origen no admite como evento posible la llegada parcial de los datos. Por ello los fragmentos que se originen en el router 158.41.0.2 deben de ser reensamblados en algún punto previo a la entrega de los datos al usuario en la estación de destino 158.45.2.5.

Existen dos posibilidades a este respecto:

1. Reensamblar el datagrama a la salida de la subred 158.44.0.0 que provocó la fragmentación, de modo que la fragmentación/reensamblado es local a la subredes.
2. Reensamblar el datagrama en el destino; esto es, descargar a los routers intermedios de la tarea de reensamblar los fragmentos que eventualmente se generen, y assimilar el procesamiento de un fragmento al de un datagrama cualquiera

En IP se ha escogido la segunda posibilidad denominada *Fragmentación Internet* por oposición a la primera denominada *Fragmentación Intranet*. En la figura que aparece a continuación se muestra el número de fragmentos que se generan en cada router, así como su tamaño.



***Fragmentación de un datagrama IP***

El router 158.41.0.2 efectúa la fragmentación del datagrama procedente de la estación 158.41.2.10 cuyo tamaño es de 1400 bytes de datos más 20 bytes de cabecera. En la fragmentación la cabecera se replica, por lo que cada fragmento dispondrá de una cabecera de 20 bytes y siendo el valor MTU = 620 bytes, un campo de datos menor o igual que 600 bytes.

Consecuentemente los 1400 bytes de datos del datagrama original se distribuirán en tres fragmentos con 600, 600 y 200 bytes respectivamente. Cuando cada uno de estos fragmentos llegue al router 158.44.0.3, será conmutado hacia su destino.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

La fragmentación Intranet es más eficiente que la fragmentación internet. En esta última, cada uno de los fragmentos generados por el router 158.41.0.2 es reenviado por el router 158.44.0.3 quien lo encapsula en tramas Ethernet de la subred 158.45.0.0, cuyo MTU es de 1500 bytes. Así pues, la eficiencia de transmisión es del:

$$\frac{(600 + 600 + 200)}{(638 + 638 + 238)} = 92\%$$

En la fragmentación Intranet por el contrario, el datagrama original de 1420 bytes se recuperará antes de ser encapsulado en una trama de MTU = 1500 bytes. En este caso la eficiencia de transmisión es de:

$$\frac{140}{143} = 97\%$$

La mayor eficiencia de la fragmentación intranet puede apreciarse en otros terminos. Supongamos que uno de los tres fragmentos generados por el router 158.41.0.2 se perdiese durante su transmisión a través de la subred 158.44.0.0. En el caso de fragmentación internet, los dos fragmentos restantes serían conmutados por el router 158.44.0.3 y finalmente llegarían a la estación 158.45.2.5, quien detectaría durante el reensamblado que un fragmento se perdió y eliminaría el resto de los fragmentos. En el caso de la fragmentación Intranet, el router 158.44.0.3 sería quien detectaría que se perdió un fragmento, eliminando al resto de los fragmentos recibidos.

La diferencia entre ambos mecanismos estriba en que en el segundo caso, no se ha producido la transmisión de los fragmentos del datagrama corrupto a través de la subred 158.45.0.0. Por el contrario la fragmentación Intranet obliga a los routers a incorporar, además de las funciones de conmutación y de encaminamiento, la de reensamblado. Ello conlleva a la necesidad de disponer más espacio de almacenamiento en los routers, puesto que un fragmento debe permanecer en el router de salida de la subred hasta que todos los fragmentos procedentes del mismo datagrama original lleguen al router.

Además, el reensamblado obliga al router a consultar a un mayor número de campos de la cabecera, y no únicamente a limitarse a realizar la conmutación. Por tanto la fragmentación intranet consigue una mayor eficiencia a costa de una mayor complejidad en los routers.

Byte	0	4	8	16	19	31
	vers	hlen	Service type	Total length		
	identification			flags	Fragment	
	Time to live		protocol	Header checksum		
	Source IP Address					
	Destination IP Address					
	IP options (if any)				Padding	
	<b>Data</b>					

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El reensamblado de un datagrama fragmentado es posible en IP gracias a tres campos de la cabecera del datagrama IP encargados del control de la fragmentación. Estos campos se ilustran en la figura anterior. Estos tres campos que se emplean para el control de la fragmentación son:

1. El campo de *Identificación*: identifica unívocamente a cada datagrama que se genera en una estación. Este campo se repite en cada uno de los fragmentos a los que diese lugar. De este modo, el campo *identificación* permite discernir de que datagrama procede un fragmento determinado.
2. El campo *fragment offset*: especifica la posición que el primer byte del campo de datos ocupa en la secuencia completa de los datos que fueron encapsulados en el datagrama original. Cuando se genera un datagrama en origen, este campo se inicializa con el valor 0. Las unidades de la posición que indica fragment offset son palabras de 64 bits. Por tanto, el primer fragmento y los fragmentos intermedios siempre tendrán un campo de datos con un número de bytes múltiplo entero de 8 bytes.
3. El campo *flags*: En este campo existen dos bits con relevancia para la fragmentación de los datagramas. El bit *do not fragment* permite indicar a la estación que genera el datagrama original la prohibición de que sufra fragmentación en alguno de los saltos que efectúe. En algunos casos la interpretación de este bit por parte de un router puede determinar que el datagrama no progrese hacia su destino. El bit *more fragments* o *bit M*, indica si se trata del último fragmento de los procedentes de un datagrama ( $M = 0$ ).

Como ejemplo de la utilización de los campos de control de la fragmentación, en la tabla siguiente se muestra cuál es el valor de los campos *total length*, *fragment offset* y *bit M* para el datagrama original y los fragmentos de la penúltima figura. El campo *identification*, una vez comprendida su utilidad no es relevante en el ejemplo.

	Total length	Fragment Offset	Bit M
Datagrama Original	1420	0	0
1er fragmento	620	0	1
2do fragmento	620	$600/8 = 75$	1
3er fragmento	220	$(75 + 600)/8 = 150$	0

Nótese en primer lugar que no hay ningún campo que indique el tamaño del datagrama original. El campo *total length* mantiene su semántica cuando se generan los fragmentos; es decir, indica la longitud total del datagrama en cuya cabecera se ubica el campo. En segundo lugar, los valores *fragment offset* igual a 0 y *bit M* igual a 0 son los valores distintivos de un datagrama no fragmentado; un fragmento o muestra de *fragment offset* distinto de cero, o bien una muestra de bit M distinto de cero.

Más específicamente el primero de los fragmentos se caracteriza por *fragment offset* igual a 0, mientras que el último de los fragmentos se caracteriza por *bit M* = 1.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En tercer lugar, el tamaño del campo de datos del datagrama original puede obtenerse a partir de la cabecera del último de los fragmentos, será igual a el valor *fragment offset* en unidades de bytes, más el tamaño del campo de datos de este último fragmento. Obsérvese que un fragmento puede sufrir a su vez fragmentación en un router posterior al que dio lugar al fragmento original. La semántica de los campos de control de la fragmentación descritos anteriormente permiten esta posibilidad; para ello se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Únicamente el último de los fragmentos a que de lugar un fragmento de bit  $M = 1$  llevará bit  $M=1$ . En cualquier otro caso, el bit  $M$  del fragmento de segunda generación será igual a 0.
  - El campo *Identification* se replicará igual que en la fragmentación de un datagrama sin fragmentar.
  - El campo *fragment offset* de los fragmentos de segunda generación deberá tener en cuenta el valor *fragment offset* del fragmento original, de modo que contenga una referencia absoluta de posición con respecto al datagrama original.
- 

### INTERCONEXION DE REDES LAN MEDIANTE PUENTES

El tipo más común de redes en Internet es el de las redes de área local; más concretamente: redes LAN IEEE 802 (Se incluyen bajo esta denominación también las redes Ethernet, Token Ring y Token Bus). Para este tipo de redes, el mismo Comité IEEE 802 normalizó un mecanismo de interconexión alternativo al del protocolo IP. Su gran ventaja reside en la simplicidad, pues no se basa en la superposición de un nuevo protocolo de interconexión. Sin embargo esta simplicidad tiene su contrapartida en la imposibilidad de interconectar redes de tecnología diferente a las redes LAN IEEE 802.

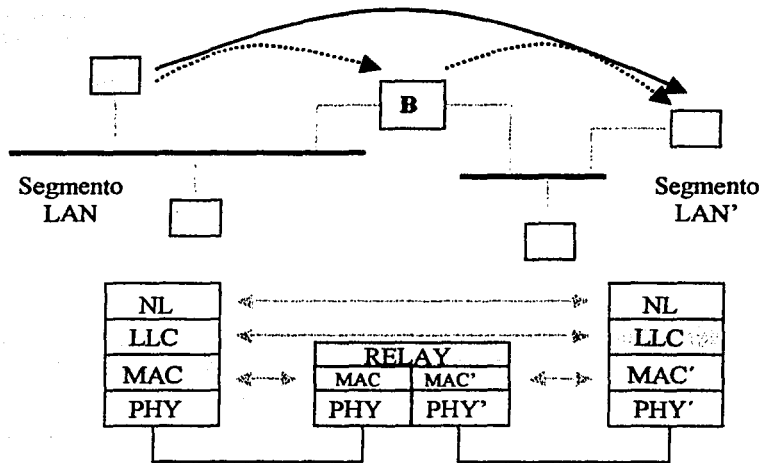
#### INTERCONEXION MEDIANTE PUENTES

La interconexión de redes LAN IEEE 802 normalizada por el Comité IEEE 802, se basa en la utilización de un dispositivo de interconexión denominado Puente (*Bridge*). Su misión es por tanto análoga a la del dispositivo router en la interconexión de redes mediante protocolo IP. Sin embargo el puente efectúa la interconexión a un nivel de protocolo diferente a la efectuada por IP.

En la figura que se muestra a continuación, se aprecia la arquitectura de protocolos de dos redes IEEE 802 -representadas por sendas estaciones y segmentos de medio físico- interconectadas por un puente.

Los puentes son dispositivos que interconectan redes LAN IEEE 802 del mismo o de distinto tipo. Las redes interconectadas pueden o no diferir en el protocolo de Subcapa MAC y Física, pero deben incorporar los mismos protocolos de subcapa LLC, capa de Red y superiores.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



**Internetworking mediante puentes**

Los puentes realizan una tarea de reenvío o conmutación de tramas entre distintas redes LAN a diferencia de los routers IP, que la realizaban a nivel de datagramas IP. Ello implica que los puentes se basan en la información de cabecera de trama para efectuar el reenvío; no inspeccionan la cabecera del paquete de red o del datagrama IP que pueda ir encapsulado en la trama. Esta afirmación tendrá consecuencias, a la hora de evaluar comparativamente los dispositivos de interconexión: router y puente.

Pese a que el Comité IEEE 802 había desarrollado 3 estándares incompatibles entre sí, logró generar una única especificación bajo la denominación de IEEE 802.1d, dentro de la cual normalizó dos tipos de dispositivos de interconexión para redes LAN IEEE 802. Por un lado los puentes transparentes (*transparent bridges*) permitían la interconexión entre redes IEEE 802.3 y 802.4. Por otro lado los puentes *Source-Routing* permitían únicamente la interconexión de anillos token ring (redes IEEE 802.5).

### PUENTES TRANSPARENTES

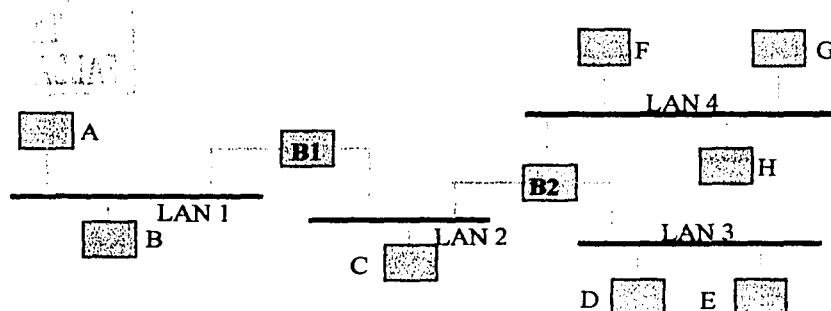
Los puentes transparentes se diseñaron con el objeto que su denominación planteaba; es decir, que su funcionamiento no contemplase ninguna modificación en los protocolos de las estaciones LAN IEEE 802. El diagrama de la figura anterior, ilustra el caso de un puente transparente. En la arquitectura de protocolos que se muestra, queda explícito que la operación del puente transparente que realiza una función de reenvío entre entidades MAC pertenecientes a distintas redes LAN, no obliga a incorporar ningún nuevo protocolo en las estaciones de las redes LAN. Cuando se empleaba un router, la estación debía necesariamente incorporar el protocolo de interconexión IP por encima del protocolo de acceso a la subred correspondiente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Así pues, dos redes LAN IEEE 802 que operen independientemente deberán ser capaces de funcionar interconectadas mediante un puente transparente sin necesidad de modificar ningún parámetro de funcionamiento de las redes que se interconectan. En particular, las direcciones MAC de cada una de las estaciones continuarán siempre siendo válidas en el entorno interconectado; recuérdese que las direcciones MAC IEEE 802 son únicas, por lo que no existe ningún peligro de duplicidad de direcciones al interconectar dos redes LAN IEEE 802.

Los puentes transparentes fundamentan su funcionamiento básico en su modo de operación promiscuo y en su capacidad *store and forward*. El modo de operación promiscuo es un componente necesario de los puentes para garantizar la deseada transparencia en su funcionamiento. En la figura que se muestra a continuación se muestran 4 redes LAN interconectadas mediante 2 puentes transparentes.



**Conjunto Interconectado de LANs mediante puentes**

Si la estación A desea enviar una trama a la estación B, deberá insertar en la cabecera como dirección de destino la de la estación B. En virtud del modo de funcionamiento habitual de las redes LAN, la estación B recibirá la trama en el momento en que esta se transmita a través de la red LAN 1.

Del mismo modo, si se desea un funcionamiento transparente del conjunto interconectado de redes, y si la estación A desea enviar una trama a la estación C, deberá insertar como dirección de destino en la cabecera la de la estación C. Según el funcionamiento habitual de las redes LAN, cuando la trama con dirección de destino C se transmita a través de la red LAN 1, ninguna estación la recibirá, pues esta dirección de destino no es ni la de la estación A, ni la de la estación B, ni la del puente B1. En este caso sería deseable que el puente B1 recibiera la trama con destino C y la reenviara a través de la red LAN 2.

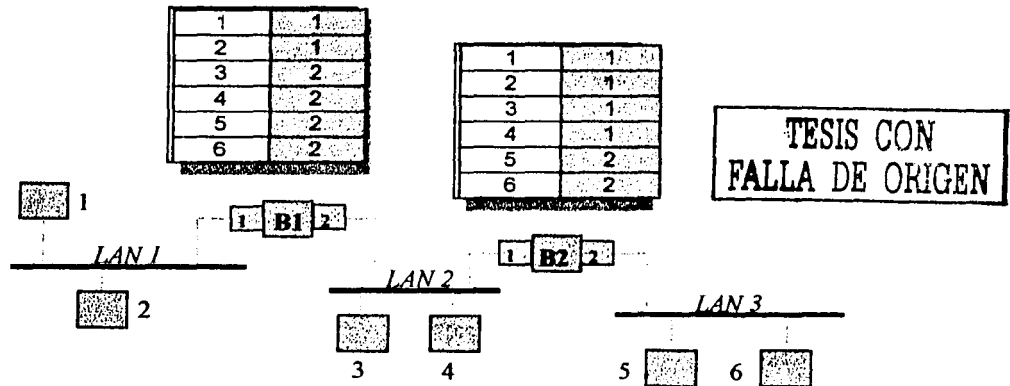
Para ello el puente B1 debe ser capaz de recibir, no sólo las tramas con dirección de destino B1, sino también todas las tramas que sean transmitidas a través de las redes a las que se encuentra conectado. Este modo especial de funcionamiento de los puentes se denomina promiscuo.

Los puentes transparentes trabajan según el principio *store and forward*, que es el principio de funcionamiento de los nodos de conmutación de paquetes y el de los routers IP.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Así pues, cuando una trama es recibida por el puente -entendiendo por recibida que todos sus bits han sido recibidos-, este la almacena, consulta una tabla de encaminamiento a partir de la información que extrae de la cabecera de la trama, y en función de la información que obtiene de la tabla, retransmite la trama por la red LAN correspondiente.

En la siguiente figura se muestra un conjunto de tres redes LAN interconectadas mediante dos puentes, para los cuales se muestra el contenido de sus tablas de encaminamiento.



**Encaminamiento en puentes transparentes IEEE 802.1d**

Para facilitar la comprensión de este ejemplo, a las estaciones se les ha asignado un identificador entre 1 y 6 en lugar de una dirección IEEE 802. Desde el punto de vista del puente, una red LAN a la que está conectado es equivalente al puerto por el que se conecta.

La tabla de encaminamiento del puente contiene una entrada por estación y para cada entrada, determina el puerto por el que debe enviar la trama recibida con destino a la estación indicada en la entrada. Recuérdese que en IP existía una entrada por subred de destino. La agregación que se conseguía en IP no es posible en los puentes transparentes, puesto que el espacio de direccionamiento que emplean es plano, sin ninguna estructura, mientras que en IP sí existe estructura.

Siendo éste el contenido de las tablas de encaminamiento en un puente, si al puerto 1 del puente 1 de la figura anterior llega una trama con destino a la estación 3 -posibilidad gracias al modo promiscuo de funcionamiento de los puentes-, el puente decidirá retransmitirlo a través del puerto 2, según indica la entrada número 3 de su tabla de encaminamiento. Esta situación podría darse si la estación 1 -por ejemplo- transmite una trama con destino a 3. En cambio, si una trama llega al puerto 2 del mismo puente y con destino a la estación 3, la tabla de encaminamiento determinará también que ha de ser retransmitido a través del puerto 2.

Sin embargo, en este caso el puerto indicado por la tabla es el mismo que el puerto por el que fue recibida la trama, por lo que no es necesario retransmitirla otra vez por el puerto 2.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

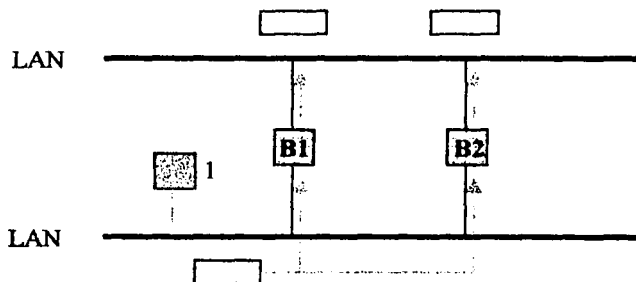
Esta segunda situación podría darse si la estación 4 -por ejemplo- transmite una trama con destino a la estación 3. En resumen, cuando una trama llega a un puente transparente, éste consulta la tabla de encaminamiento y decide reenviar la trama o descartarla dependiendo de si el puerto por el que debe retransmitir la trama es diferente o el mismo que el puerto por el que la recibió.

Existe una tercera posibilidad, que no viene reflejada en la figura anterior. Se trata de la posibilidad de que en la tabla de encaminamiento no exista una entrada para la dirección de destino de la trama que se recibe. En tal caso el puente debe inundar la red con la trama que ha recibido; es decir, debe retransmitir la trama por todos sus puertos a excepción del puerto por el que la ha recibido.

Las tablas de encaminamiento de los puentes han de ser rellenas con la información apropiada para que la interconexión que efectúan los puentes sea exitosa. En el caso de los routers IP, las tablas de encaminamiento se rellenan de forma automática mediante los protocolos de encaminamiento. En el caso de los puentes transparentes, es deseable que esta tarea sea también automática, dado el elevado número de estaciones que habitualmente se conectan a las redes LAN y la elevada frecuencia de altas y reubicaciones de las mismas. Sin embargo, no es deseable incrementar la complejidad de funcionamiento de los puentes mediante la adición de algoritmos tan complejos como los de encaminamiento. Es por esta razón que la actualización de las entradas de las tablas de encaminamiento de los puentes se efectúa por el procedimiento del aprendizaje hacia atrás (*backward learning*).

Se trata de un procedimiento mucho más simple que cualquier algoritmo de encaminamiento adaptativo. Se basa en examinar la dirección de origen de las tramas que recibe. Por ejemplo, en la figura anterior si el puente 1 recibe por su puerto número 1 una trama con destino a la estación 3 y origen en la estación 1, puede concluir que el puerto 1 es la mejor opción para encaminar una trama que le llegue con destino a la estación 1. El procedimiento de aprendizaje hacia atrás permite a partir de una situación inicial con la tabla de encaminamiento vacía, obtener de forma automática la información de encaminamiento necesaria. Pero es víctima de un retardo inicial de aprendizaje durante el cual el puente efectúa inundación por desconocimiento. Por último, con el objetivo de hacer adaptativo este aprendizaje, se prevé un tiempo de expiración de las entradas de unos minutos.

El aprendizaje hacia atrás tiene un serio inconveniente: bajo determinadas circunstancias, puede provocar retransmisiones repetidas en un bucle sin fin. Esta situación se ilustra en el diagrama de la figura siguiente:

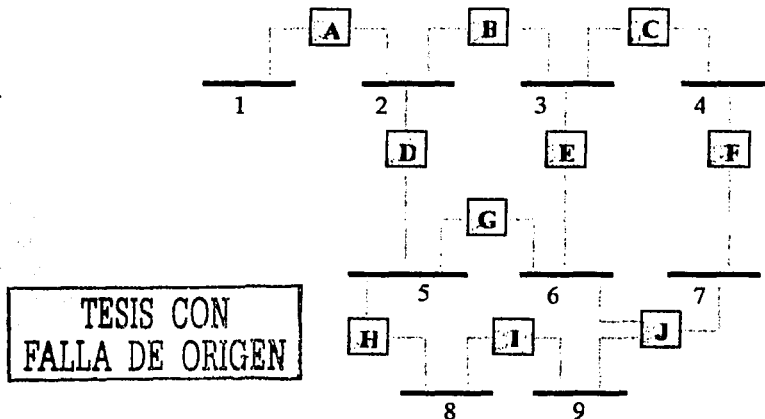


**Tramas duplicadas en el Aprendizaje hacia atrás**

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En la figura anterior se muestran dos redes LAN interconectadas redundantemente mediante dos puentes. Supóngase que una estación de la red LAN 1 transmite una trama F con destino aun desconocido para los puentes B1 y B2. Estos dos puentes optarán por la inundación. De este modo, sobre la red LAN 2 se transmitirá sucesivamente la trama F generada por B1 y la misma trama F generada por B2. Dado que B1 y B2 también se encuentran conectados a la red LAN 2, la trama F generada por B1 será recibida por B2, quien dado que desconoce cómo encaminarla optará por retransmitirla por la red LAN 1; así también la trama F generada por B2 sobre LAN 2 será retransmitida por B1 a través de la red LAN 1. Esta sucesión de inundaciones se prolongará mientras que B1 y B2 no aprendan el camino hacia el destino indicado por F.

La situación no es inusual, pues ejemplifica una interconexión entre redes que es redundante por razones de fiabilidad: si el puente B1 falla, la interconexión entre LAN 1 y LAN 2 queda aun garantizada por el puente B2.



*Ejemplo de LANs interconectadas con presencia de Bucles*

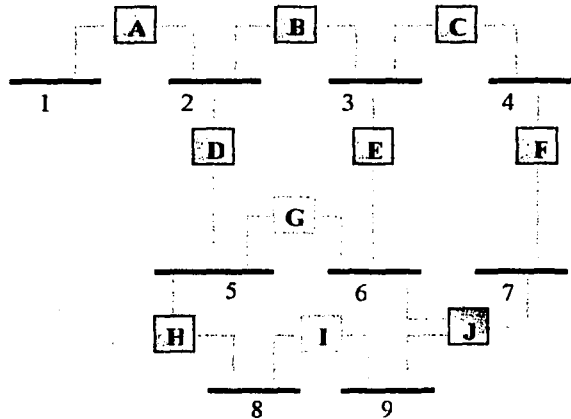
Quizá un escenario más común de interconexión redundante sea el de la figura anterior, en el que no existen puentes interconectando directamente el mismo par de redes. Sin embargo, sí existen diversas posibilidades de interconexión entre un par determinado de redes. Por ejemplo, entre una estación conectada a la LAN 2 y otra estación conectada a la LAN 6; existen dos caminos posibles para las tramas que se intercambien: la secuencia 6-E-3-B-2 y la secuencia 6-G-5-D-2.

Siempre que exista más de un camino entre dos redes LAN en un conjunto interconectado por puentes transparentes, se producirá el fenómeno descrito en la penúltima ilustración. Así pues, para evitar una retransmisión incontrolada de tramas será necesario utilizar para la transmisión de tramas entre redes LAN distintas un mismo camino.

En otras palabras, es necesario determinar una topología virtual sin bucles, de modo que quede determinada una única secuencia de puentes para comunicar cada par de redes LAN. Es deseable que la determinación de esta topología virtual sin bucles sea automática; esto es, que se lleve a cabo sin la intervención del administrados de la red. Esta topología se conoce con el nombre de *Spanning tree*.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En la figura siguiente se muestra el *spanning tree* correspondiente al conjunto interconectado de la figura anterior.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Ejemplo de Spanning Tree**

Observese que basta con eliminar el puente G, el puente I y la interconexión entre LAN 6 y LAN 7 (que permitía el puente J), para que desaparezcan los bucles que había en la topología original. Nótese sin embargo, que esta eliminación no es física, sino operativa; es decir, una vez determinado qué puente pertenece al *spanning tree* y qué puente no, aquellos puentes que no hayan quedado incluidos no efectuarán su función de retransmisión.

La determinación del *spanning tree* se efectúa mediante el intercambio de mensajes de configuración entre los puentes, según el protocolo STP (*Spanning Tree Protocol*). El *spanning tree* se confecciona de forma distribuida en dos fases: en una primera fase, se determina qué puente actuará como raíz del *spanning tree*; en una segunda fase, se calcula el camino más corto desde cada puente al nodo raíz. Aquellos puentes que no queden incluidos en ninguno de los caminos escogidos hasta el nodo raíz quedan excluidos del *spanning tree*.

### PUENTES SOURCE-ROUTING

Los puentes source-routing están especificados en IEEE 802.1d, pero únicamente son aplicables a la interconexión de redes LAN IEEE 802.5, y siendo además incompatibles con los puentes transparentes.

A diferencia de los puentes transparentes, las estaciones cuyas redes LAN se interconectan mediante puentes *source-routing* deben insertar en cada trama que transmiten, la secuencia de puentes y de redes LAN que debe atravesar la trama para llegar a su destino. Evidentemente, la estación debe averiguar cuál es esta secuencia, para lo cual se ha normalizado un mecanismo de difusión de tramas de descubrimiento. Una trama de descubrimiento es difundida por la estación y es inhumada por los puentes que la reciben, al tiempo que registran el paso de la trama.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Cuando la primera copia de la trama de descubrimiento llega al destino, éste la devuelve a la estación de origen, empleando la secuencia inversa de los puentes y redes LAN que quedaron registradas en la trama de descubrimiento. Una vez que llega esta trama a la estación de origen, ya dispone de la información de encaminamiento que deberá insertar en la trama de datos que desee enviar al destino. El mecanismo de descubrimiento en los puentes *source-routing* es el mecanismo análogo al de aprendizaje hacia atrás en los puentes transparentes.

La operación correcta del mecanismo de descubrimiento depende de que el administrador de la red asigne a cada red LAN y a cada puente un identificador único, que será utilizado para registrar el camino que deberán seguir las tramas a través del conjunto interconectado de redes IEEE 802.5.

### UTILIZACION DE PUENTES

Hasta este momento los puentes se han planteado como una alternativa a la interconexión mediante routers IP cuando se trata de redes LAN IEEE 802. A continuación se enumera una serie de sus usos específicos que han hecho de los puentes una opción muy recurrida para la interconexión de redes LAN.

- En primer lugar los puentes transparentes permiten la interconexión de una red 802.3 con una red 802.4, efectuando de este modo la conversión entre los protocolos MAC correspondientes.
- En segundo lugar, los puentes contribuyen a aumentar las prestaciones de las redes LAN en dos sentidos. Por un lado, las redes LAN IEEE 802 imponen una restricción de cobertura, intrínseca al medio físico y al mecanismo de acceso al medio compartido. Los puentes interconectan segmentos de LAN con medios físicos y controles de acceso independientes, consiguiendo un aumento efectivo de la distancia geográfica cubierta por la red. Por otro lado, si en una red LAN se ubican dos servidores a los que acceden habitualmente grandes grupos de estaciones conectadas a la misma red LAN, se puede segmentar la red utilizando un puente en dos segmentos, en cada uno de los cuales se ubica uno de los servidores y el grupo de estaciones que acceden a él habitualmente. De este modo se aumenta el tráfico total que la red puede cursar.
- En tercer lugar, los puentes pueden emplearse para interconectar redes LAN dispersas geográficamente. Para ello, se ubica un puente en cada una de las sedes geográficas y se utiliza una red WAN para interconectarlos. Los puentes pueden considerar la red WAN como una red LAN, de manera que se conseguiría la interconexión efectiva de las redes LAN remotas siguiendo el paradigma de la interconexión local de redes LAN.

### PUENTES VS ROUTERS

Se han planteado dos alternativas para la interconexión de redes. Se ha mencionado la interconexión de redes de cualquier tecnología mediante routers según el protocolo de interconexión IP que realiza la interconexión a nivel de red. Por otra parte se ha visto la interconexión de redes LAN IEEE 802 mediante puentes (especificación IEEE 802.1d) que realiza la interconexión a nivel MAC. Comparando ambas alternativas tenemos que:

1. Es obvio que los puentes IEEE 802.1d tienen una aplicabilidad limitada a las redes IEEE 802, mientras que los routers IP pueden ser usados para interconectar cualquier red.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

2. En segundo lugar, el algoritmo de encaminamiento seguido por los puentes IEEE 802.1d transparentes es sencillo, basado en el aprendizaje hacia atrás y en el protocolo *spanning tree*. Los routers IP en cambio emplean algoritmos de encaminamiento más complejos basados en los protocolos OSPF. El encaminamiento conseguido por los routers IP muestra mejores prestaciones que el de los puentes IEEE 802.1d transparentes, en términos de rapidez de convergencia, adaptación a caídas y optimismo de los caminos.
3. La operación de los puentes IEEE 802.1d es más eficiente que la de los routers IP. La razón principal estriba en que se basa en la información de cabecera de la trama, de modo que no es necesario extraer y analizar el datagrama IP encapsulado en la trama para decidir el reenvío. Además, el análisis de la cabecera de la trama puede efectuarse mediante hardware de forma muy rápida, mientras que el análisis de la cabecera del datagrama IP ha venido efectuándose hasta principios de los años 90 mediante software.
4. Uno de los peligros más temidos por los administradores de redes LAN son las tormentas de difusión (*broadcast storm*). Son provocadas por el mal funcionamiento de alguna estación o por la mala intención de un hacker, y consisten en la transmisión persistente de las tramas de difusión sobre la red. Los puentes IEEE 802.1d siempre difundirán estas tramas por todos sus puertos, afectando a todos los segmentos interconectados. En cambio un router IP, dado que basa sus decisiones de reenvío en la información de cabecera IP, no interpreta la cabecera de la trama, con lo que desactivaría la tormenta.
5. Finalmente, aunque el protocolo IP es el más utilizado por las aplicaciones distribuidas en la actualidad, no es el único. Como ejemplo se tiene al protocolo NetBEUI o el protocolo IPX, muy utilizados en las redes corporativas. Ambos protocolos se encapsulan también en la trama MAC de la red LAN correspondiente. Dado que los puentes IEEE 802.1d transparentes únicamente analizan la cabecera de la trama, pueden conmutar transparentemente las tramas independientemente del protocolo de capa superior encapsulado. No ocurre lo mismo con los routers IP que solo conmutan aquellas tramas que encapsula el protocolo IP. Se habla entonces de que los puentes proporcionan un soporte multiprotocolo.

INTRODUCCION AL  
MEDIO DE TRANSFERENCIA ASINCRONO

El Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) permitió la integración de Voz, Video y Datos sobre una misma infraestructura de red. A mediados de los años ochenta se planteó la necesidad de integrar de una forma eficiente el soporte de aplicaciones tan diversas como la telefonía, la videoconferencia, la transferencia de datos, etc... sobre una misma infraestructura de red.

Esta pretensión se materializó en la definición, por parte del CCITT, de la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA). La tecnología de soporte de esta RDSI-BA fue propuesta a partir de la experiencia obtenida en el diseño y operación de las redes de conmutación de circuitos y de las redes de conmutación de paquetes. Finalmente en 1988 el CCITT definió las características del Modo de Transferencia Asíncrono (*Asynchronous Transfer Mode*, ATM) y determinó que fuese el Modo de Transferencia para la RDSI-BA.

RDSI-BA

A mediados de los años 80, la realidad de la prestación de los servicios de telecomunicación era tal que cada uno de los servicios existentes era provisto mediante una red particular. De esta forma, para la prestación del servicio telefónico se debía diseñar, desplegar, operar y mantener una red telefónica conmutada y esto mismo era necesario para proveer el servicio de datos, para proveer el servicio de difusión de TV por cable y para proveer el incipiente servicio de videoconferencia.

Se estaba imponiendo, por tanto, la necesidad de conseguir economías de escala para la provisión eficiente de los servicios de comunicación existentes y futuros. Ello debería traducirse en la consecución del soporte de todos los servicios de Telecomunicaciones sobre una misma infraestructura de red. De este modo, solo sería necesario el diseño, despliegue, operación y mantenimiento de una sola red.

Cada uno de los servicios identificados anteriormente muestra una calidad de servicio y ancho de banda necesario muy dispares. La tabla que se muestra en la página siguiente, señala para cada uno de los servicios si se trata de un servicio sin conexión u orientado a conexión; cuales son los requisitos de retardo y de variabilidad de retardo, cuales son los requisitos de ancho de banda, y finalmente cuales son las características del patrón de tráfico generado.

Queda de manifiesto la diversidad de requisitos de cada uno de estos servicios de telecomunicaciones. Esta diversidad impuso un importante desafío a quienes pretendían encontrar un modo de transferencia que soportase la RDSI-BA (B-ISDN).

Cuando se planteó la definición de la RDSI-BA, la normalización de la RDSI, que a partir de entonces pasó a denominarse RDSI-BE (*Banda Estrecha*), había alcanzado un grado de madurez aceptable. La pregunta que surge es: ¿por qué la RDSI-BE no satisfizo las necesidades que hicieron necesario el planteamiento de la RDSI-BA?

Dos son las principales razones:

INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

	Telefonía	Datos	TV por Cable	Video-Conf
Sin Conexión		✓	✓	
Orientado a Conexión	✓	✓		✓
Retardo	Sensible	Insensible	Insensible	Sensible
Variabilidad de retardo	Sensible	Insensible	Insensible	Sensible
Ancho de Banda	Bajo	Medio	Alto	Alto
Tasa de Bit Constante	✓		✓	✓
Tasa de Bit Variable		✓		✓

- La RDSI-BE consiguió integrar distintos servicios de telecomunicación. Ahora bien, esta integración que se consiguió fue únicamente en el acceso: con la RDSI-BE se logró conseguir la prestación de diversos servicios de telecomunicación a través de un conjunto reducido de interfaces y de protocolos. Sin embargo, la infraestructura de red necesaria para la prestación de cada uno de ellos era específica del servicio. No se consiguió una economía de escala global.
- La RDSI-BE fue diseñada para soportar accesos de hasta 2,048 Mbps. A mediados de los ochenta se preveía la aparición de nuevos servicios que estaban poco definidos aún, pero para los que se esperaba que necesitasen grandes anchos de banda, por encima de los 2 Mbps.

Este es el escenario descrito hasta este punto, en el que se debe enmarcar la definición y normalización de ATM que se describirá más adelante.

MODOS DE TRANSFERENCIA

El término Modo de Transferencia fue propuesto y definido por el CCITT durante el proceso de definición de la tecnología de soporte de la RDSI-BA. El CCITT lo definió como: "La técnica empleada en una red de telecomunicaciones y que cubre aspectos relacionados como la transmisión, el multiplexado y la conmutación".

Al inicio del proceso de definición del modo de transferencia para la RDSI-BA, existían dos modos de transferencia en uso en las redes de telecomunicaciones:

- Modo de transferencia Sincrono
- Modo de transferencia de Paquete

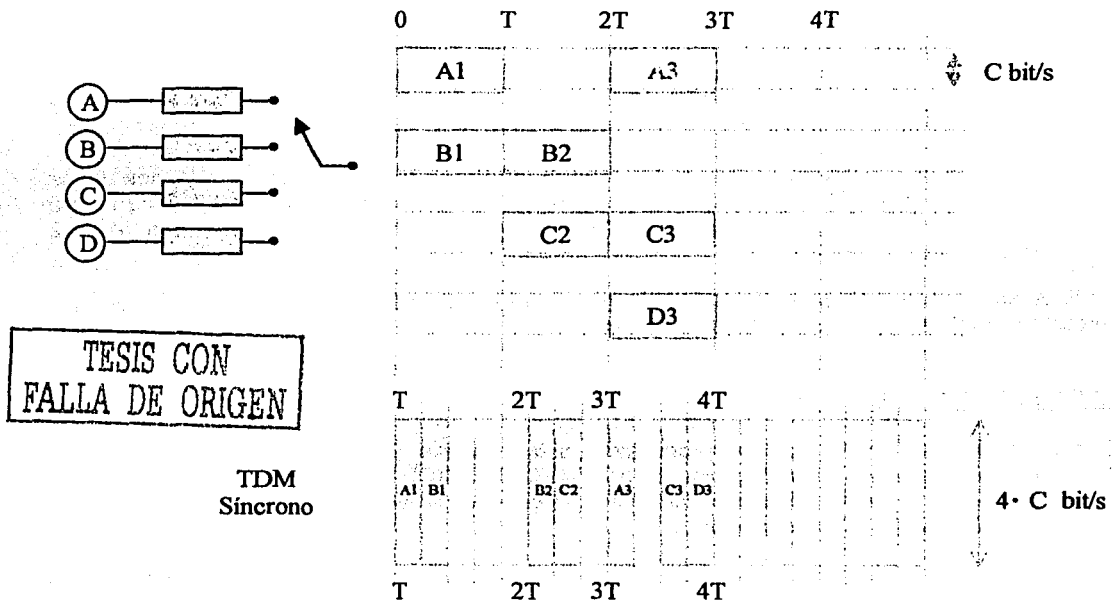
## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### MODO DE TRANSFERENCIA SINCRONO

El modo de transferencia sincrónico (*Synchronous Transfer Mode*, STM) era el empleado en la red telefónica conmutada digital y en la RDSI-BE; esto es, las redes digitales basadas en la Conmutación de Circuitos. Más específicamente, el Modo Sincrono incluye la técnica de multiplexado por división en el tiempo sincrónico y la técnica de conmutación de circuitos.

La técnica de multiplexado por división en el tiempo (*Time Division Multiplexing*, TDM) sincrónico, es la técnica utilizada en el múltiplex MIC 30+2, empleado en la telefonía digital. En la figura siguiente, se muestran los principios de su funcionamiento. El ejemplo que se ilustra consiste en cuatro (en un caso general:  $n$ ) afluentes o tributarios que son multiplexados sobre un enlace y cuyas transmisiones se muestran en el diagrama temporal. Tal diagrama temporal sirve como ejemplo de generación de información no necesariamente procedente de una fuente de voz. Se supone que todos los tributarios tienen la misma capacidad " $C$ " en bit/s y que agrupan su información en periodos de " $T$ " segundos.

#### FUNCIONAMIENTO TDM SINCRONO



#### Ejemplo de funcionamiento de TDM Sincrono

En un multiplex TDM sincrónico, el enlace múltiplex se dimensiona a una capacidad igual a  $C \cdot n$  y se ranura cada cada intervalo de duración  $T$  segundos en intervalos de tiempo (*slots*) de duración igual a  $T/n$ . Cada uno de los  $n$  slots se asigna invariablemente a uno de los tributarios.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Ello significa que, por ejemplo, el tercer slot de la trama múltiplex contendrá la información que llegó al multiplexor durante el intervalo  $T$  correspondiente a la trama anterior. El conjunto de  $n$  slots consecutivos se denomina trama. Del mismo modo, la sucesión de los slots asignados a un tributario en cada trama se denomina *canal*. En la figura anterior se ilustra el resultado de la operación del multiplexor TDM síncrono sobre el diagrama temporal del ejemplo

Se pueden identificar las siguientes características.

- El retardo que sufren los datos al atravesar el multiplexor es constante. Obsérvese como los datos que llegan al multiplexor durante el intervalo de  $3T$  a  $4T$  segundos, abandonan el multiplexor durante el intervalo de  $4T$  a  $5T$  segundos.
- Aquellos slots de la trama que no son utilizados por los tributarios y que los tienen asignados no pueden ser aprovechados por otros tributarios. En otras palabras, la capacidad no usada por un tributario es desaprovechada.
- La posición que ocupan los datos del múltiplex en el tiempo identifica la procedencia de los mismos. Esta información es utilizada en el proceso de demultiplexado. Se habla entonces de que el direccionamiento es implícito.
- Una vez dimensionada la capacidad del múltiplex y determinada el ranurado y la asignación de slots, la distribución de la capacidad entre cada uno de los tributarios queda fijada. Se dice que la asignación de capacidad efectuada por TDM síncrono es estática.
- El dimensionado de la capacidad necesaria y de la memoria necesaria para el multiplexor es sencilla: la capacidad, como se ha indicado anteriormente, es igual a  $C-n$ ; la memoria necesaria es únicamente un buffer capaz de almacenar los datos de un intervalo de  $T$  segundos por cada tributario.

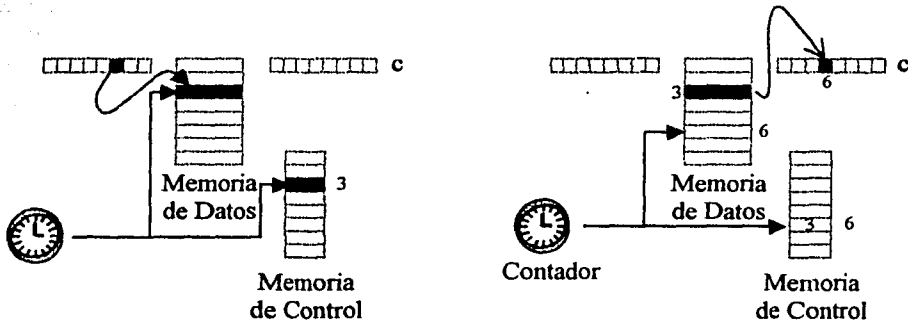
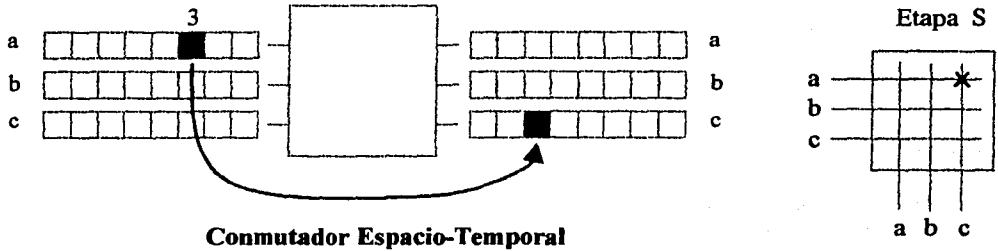
La técnica de Conmutación de Circuitos tiene unos principios básicos de funcionamiento idénticos a los del multiplexado TDM síncrono. En la figura que aparece en la página siguiente se muestra el funcionamiento básico de un conmutador de circuitos, del tipo digital o también llamado: espacio-temporal.

El propósito de un Conmutador Digital es permitir el paso discrecional de los datos de un canal de un múltiplex TDM síncrono de entrada a otro canal de salida; en este ejemplo ilustrado, del canal 3 del múltiplex de entrada a al canal 6 del múltiplex de salida  $c$ .

Para conseguir la conmutación deseada es necesario realizar una conmutación espacial (desde el múltiplex  $a$  al múltiplex  $c$ ) y una conmutación temporal (desde el canal 3 al canal 6). Las etapas de un conmutador digital encargadas de la primera fase se denominan Etapas S, en tanto que las encargadas de la segunda fase se denominan Etapas T. En la misma ilustración se muestran los fundamentos del funcionamiento de una etapa S y de una etapa T.

La etapa S puede representarse esquemáticamente como una matriz de puntos de cruce cuya activación (señalada mediante un aspa) provoca la transferencia de los datos desde la entrada (barra horizontal) a la salida (barra vertical). Para controlar la activación de los puntos de cruce de la etapa S en cada slot de la trama, se necesitará de una memoria de control.

Ejemplo de funcionamiento de un Conmutador de Circuitos



La etapa T es responsable de realizar la conmutación desde el slot 3 al slot 6, se compondrá de un elemento denominado Intercambiador de Intervalos de Tiempo (*Time Slot Interchanger*, TSI), por cada múltiplex de entrada o de salida. Un TSI se compone de una memoria de datos, una memoria de control y de un contador.

Dentro de la misma ilustración, el contador genera a partir de una señal de reloj sincronizada con los slots de la trama, el número de slot de la trama de entrada. Este número se emplea para escribir en la memoria de datos el contenido del slot de entrada. Se habla de una escritura cíclica de la memoria de datos. Por otro lado, la posición de la memoria de datos que se lee para ocupar el slot de salida no se determina directamente a partir del valor actual del contador. Es el contenido de la posición de la memoria de control a la que apunta el valor actual del contador, la que determina la lectura. Se habla de una lectura aleatoria de la memoria de datos. Así pues en el ejemplo mostrado, para conseguir la conmutación desde el slot 3 al slot 6 será necesario programar la posición número 6 de la memoria de control con el valor 3.

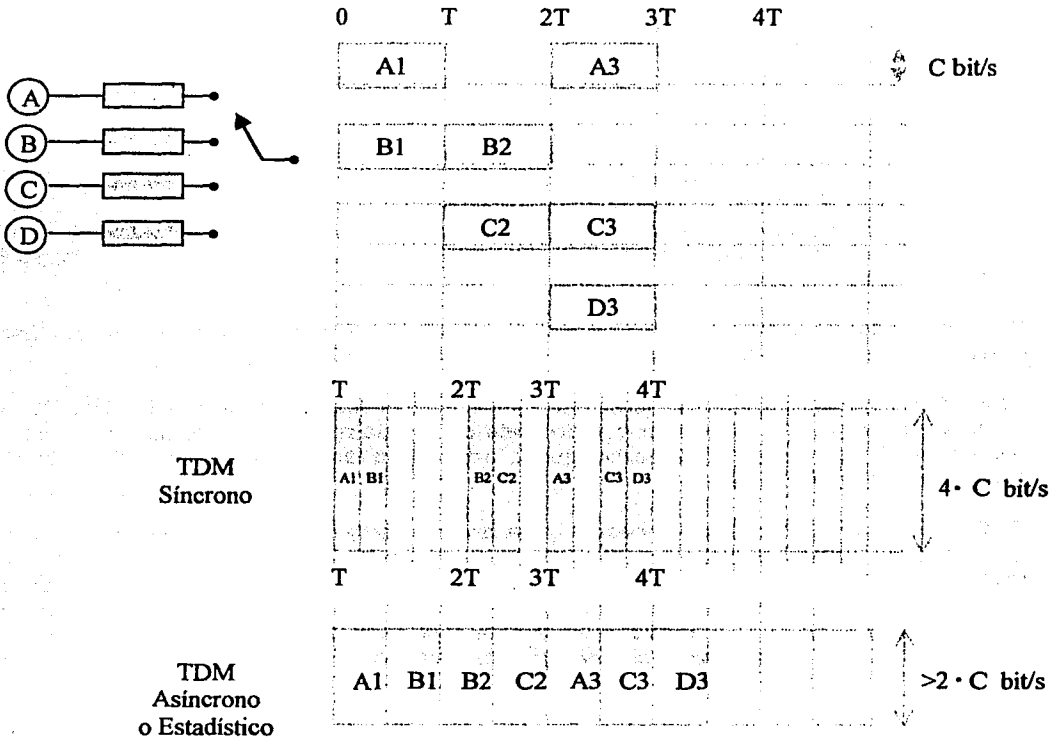
Las mismas consideraciones hechas para la técnica TDM síncrono, son aplicables para la técnica de Conmutación de Circuitos. Además se pueden añadir dos características más:

- El procesado necesario en la conmutación de circuitos está lo suficientemente simplificado como para que, con el estado de la tecnología a mediados de los años ochenta, fuese factible su realización mediante hardware.

- Sobre los datos que se conmutan en un conmutador digital no se realiza ningún control de errores.

MODO DE TRANSFERENCIA DE PAQUETE

El Modo de Transferencia de Paquete (*Paquet Transfer Mode*, PTM) era el empleado en las redes de datos, esto es, las redes digitales basadas en la conmutación de paquetes. Más específicamente, el Modo Paquete incluye la técnica de Conmutación de Paquetes. La técnica de multiplexado por división en el tiempo asincrónico o estadístico, se ilustra a continuación:



**Ejemplo comparado de funcionamiento de TDM Asíncrono**

Para abordar su funcionamiento, empleamos el mismo ejemplo que en la técnica TDM síncrono. A diferencia de este, en TDM asíncrono no hay preasignación de los slots a cada uno de los trubutarios del multiplexor. De este modo, a medida que los datos llegan al multiplexor, éstos son transmitidos por el enlace múltiplex. Cuando llegan simultáneamente datos procedentes de más de un tributario, debe adoptarse una disciplina de servicio para resolver la contención.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Dado que no hay preasignación de slots, los datos de cada tributario deben identificarse de forma explícita, para lo cual se les añade una cabecera.

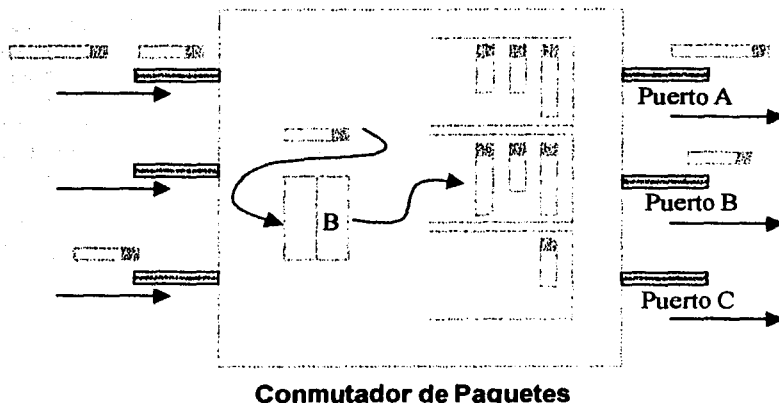
Al conjunto de los datos más su cabecera, se le denomina *Paquete*. Además la capacidad del múltiplex se dimensiona a un valor menor que el requerido por la técnica TDM síncrono. Así, como se observa en el ejemplo durante la transmisión de los datos recibidos durante el intervalo de  $3T$  a  $4T$ , existe la posibilidad de que los datos de un tributario se demoren más tiempo que del imprescindible en el multiplexor, en el caso de que la capacidad del múltiplex no permita la transmisión de los datos llegados durante el intervalo previo de  $T$  segundos.

Pueden identificarse las siguientes características:

- El retardo experimentado por los datos al atravesar un multiplexor TDM asíncrono, es variable. En el ejemplo de la figura anterior, los datos: A1, B1, B2, C2, A3 y C3 son transmitidos en el intervalo siguiente de  $T$  segundos, en tanto que los datos D3, lo son en el intervalo posterior al siguiente.
- Dado que no hay preasignación de los slots del múltiplex, es posible el aprovechamiento de la capacidad del múltiplex. O de otro modo, se puede dimensionar la capacidad del múltiplex a un valor menor que el máximo requerido, que sería el necesario para TDM síncrono. Se habla de ganancia por multiplexado estadístico. En el ejemplo de la misma figura, el múltiplex se ha dimensionado a la capacidad necesaria para transmitir los datos procedentes de dos tributarios más las cabezas asociadas.
- Como se ha señalado anteriormente, es necesario identificar la procedencia de los datos, para posibilitar el demultiplexado. Se habla en este caso de direccionamiento explícito.
- La fracción de la capacidad del múltiplex que es efectivamente asignada a cada tributario, no es un valor establecido a priori, sino que depende de la tasa relativa de llegada de datos al multiplexor. De este modo, la capacidad queda asignada dinámicamente en función de las necesidades de cada tributario.
- El dimensionado de la capacidad necesaria y de la memoria necesaria para el multiplexor es más complejo. En realidad se trata de fijar un compromiso entre ambos recursos, capacidad y memoria. Cuanto menos capacidad se prevea para el múltiplex, mayor será la probabilidad de que los datos de los tributarios deban demorarse más de un intervalo de  $T$  segundos, por lo que habrá que disponer mayor cantidad de buffers para cada tributario. En cierto modo, la técnica TDM síncrono corresponde al caso de dimensionado de máxima capacidad y mínima memoria.

La técnica de Conmutación de Paquetes tiene unos principios básicos de funcionamiento idénticos a los del multiplexado TDM asíncrono. En la figura que aparece en la página siguiente se muestra el funcionamiento básico de un nodo de conmutación de paquetes, con independencia del protocolo empleado en la red.

El propósito de un nodo de conmutación de paquetes es trasladar los paquetes desde un múltiplex TDM asíncrono de entrada a otro múltiplex TDM asíncrono de salida. Dado que los paquetes no ocupan una posición preasignada en los múltiplex TDM asíncronos, no tiene sentido hablar de canales, como era el caso en Conmutación de Circuitos.



*Ejemplo de funcionamiento de un Conmutador de Paquetes*

A medida que llega cada paquete al conmutador, a través de su correspondiente múltiplex de entrada, le es examinada su cabecera, con el fin de identificar su procedencia y/o su destino final. A partir de esta información, se consulta la tabla de encaminamiento del nodo, que deberá indicar cuál es el múltiplex de salida a través del cual debe ser transmitido el paquete.

Las mismas consideraciones hechas para la técnica TDM asíncrona son aplicables para la técnica de Conmutación de Paquetes, añadiendo dos características más:

- El procesado necesario en la conmutación de paquetes no es lo suficientemente simple como para que, con el estado de la tecnología a mediados de los 80's fuese factible su realización mediante hardware. Al contrario, tal conmutación sólo podía ser realizada mediante software.
- Sobre los datos que se conmutan en un nodo de Conmutación de Paquetes si se lleva a cabo control de errores. De hecho ésta necesidad ya se planteó durante la normalización, por parte del CCITT en los años setenta, del acceso normalizado X.25 a redes públicas de datos. Además, la ISO también incluyó esta funcionalidad cuando abordó la normalización del Modelo de Referencia OSI en los años ochenta. La presencia de Control de Errores, junto con otras funcionalidades relacionadas en la Capa de Enlace (de datos), fue necesaria debido a altas tasas de error de bit que presentaban los medios de transmisión utilizados en las redes de datos, hasta la aparición y utilización de la fibra óptica a fines de los años ochenta.

#### COMPARACION DE LOS MODOS SINCRONO Y DE PAQUETE

Vistos los fundamentos del funcionamiento de los Modos de Transferencia empleados a mediados de los años ochenta, se procede ahora a evaluar comparativamente cuál de los 2 es el más apropiado para soportar la RDSI-BA. En la tabla que aparece en la página siguiente se muestra una comparación de las siguientes características para cada uno de los modos de transferencia:

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- El retardo de transferencia; esto es, la suma del retardo experimentado por los datos al ser conmutado por los nodos de una red que funcionen según el modo síncrono o según el modo paquete (más, los retardos de propagación y de transmisión a través de los enlaces, que son por definición constantes).
- La asignación de capacidad; es decir, cuál es el grado de apriorismo en la asignación de la capacidad de los enlaces a cada uno de los flujos que atraviesa la red, asignación que los nodos de la red llevan a cabo.
- La ganancia de multiplexado; esto es, el aprovechamiento de la capacidad potencialmente no empleada por unos flujos, por parte de otros.
- El tipo de implementación; esto es, si los nodos de conmutación pueden ser implementados en hardware o por el contrario, han de ser implementados en software.

	Modo Síncrono	Modo Paquete
Retardo de transferencia	constante	Variable
Asignación de Capacidad	Estática	Dinámica
Ganancia de Multiplexado	Ninguna	Alta
Implementación	Hardware	Software

De la enumeración de las características mostrada en la tabla anterior, podemos extraer las siguientes dos conclusiones:

**MODO SINCRONO:** El Modo Síncrono, en cuanto a que garantiza un retardo de transferencia constante, es un buen candidato a soportar servicios de tiempo real. Ahora bien, al forzar una asignación estática de la capacidad a cada uno de los canales o flujos que atraviesan la red, no resulta buen candidato a soportar la gran diversidad de requisitos de ancho de banda que se prevé para los servicios existentes y futuros de la RDSI-BA (B-ISDN). Por tanto se puede afirmar que el modo síncrono es idóneo para servicios de tiempo real de tasa constante, tales como la telefonía; y de hecho éste es el servicio básico proporcionado por las redes basadas en el Modo Síncrono.

**MODO DE PAQUETE:** El Modo de Paquete por su parte, si asigna la capacidad de la red de manera dinámica, con lo cual sí satisficaría de una forma adecuada al diversidad de requisitos de ancho de banda prevista para la RDSI-BA (B-ISDN). Pero por otro lado, la variabilidad que introduce en el retardo de transferencia hace que el Modo de Paquete sea un mal candidato para el soporte de servicios de tiempo real. En conclusión, el Modo de Paquete es idóneo para los servicios de datos, servicio de tasa de generación de bits variable, pero sin requisitos de tiempo real.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### ATM

#### EL MODO ATM

Dado que ni el Modo de Transferencia Síncrono ni el Modo de Transferencia de Paquete demostraron ser apropiados para soportar de una forma íntegra los servicios previstos y futuros de la RDSI-BA, el CCITT planteó la necesidad de definir un nuevo modo de transferencia para ello.

Este modo de transferencia se definió en 1988, recibiendo la denominación de "*Modo de Transferencia Asíncrono*", es decir: ATM. El modo ATM surge como una fusión entre el modo STM (*Modo de Transferencia Síncrono*) y el modo PTM (*Modo de Transferencia de paquete*), buscando conservar la adecuación del primero para soportar servicios de tiempo real, y del segundo la de poder soportar servicios con tasa de bit variable, y al mismo tiempo evitar los problemas que presentan tanto el modo STM como el modo PTM. De hecho, durante los años ochenta, aparecieron grupos de investigación que se polarizaron en dos bandos:

- 1) Aquellos que buscaban reducir la variabilidad que introducían los nodos de Conmutación de Paquetes en el retardo de transferencia, con el fin de hacer el Modo de Paquete más adecuado para el soporte de servicios con requisitos de tiempo real. La propuesta de J.S. Turner denominada *Fast packet Switching*, es representativa de esta línea.
- 2) Aquellos otros que, en cambio buscaban hacer más flexible la asignación de capacidad que llevaba a cabo el Modo Síncrono, con el fin de hacerlo atractivo para el soporte de servicios con tasa de bit variable. Dentro de esta línea merece mención la propuesta de J.P. Coudreuse, denominada: *Asynchronous Time Division*.

Como se mencionó, fue en 1988 cuando se normalizaron las características del modo ATM. Más adelante, en 1990 el CCITT publicó la primera tanda de recomendaciones que normalizaban los aspectos fundamentales de las redes basadas en el modo ATM, es decir, de la RDSI-BA (B-ISDN). Básicamente el Modo ATM se caracteriza por los siguientes tres aspectos:

- Emplea la técnica de multiplexado TDM estadístico y la técnica de Conmutación de Paquetes, para lo cual, los paquetes tienen un tamaño fijo e igual a 53 bytes y el modo de operación de los nodos de conmutación ATM son circuitos virtuales.
- Minimiza el procesamiento de los paquetes dentro de la red, y por lo tanto no realiza control de errores en los nodos ATM.
- El modo ATM se realiza mediante hardware, con el fin de conseguir una conmutación de paquetes rápida.

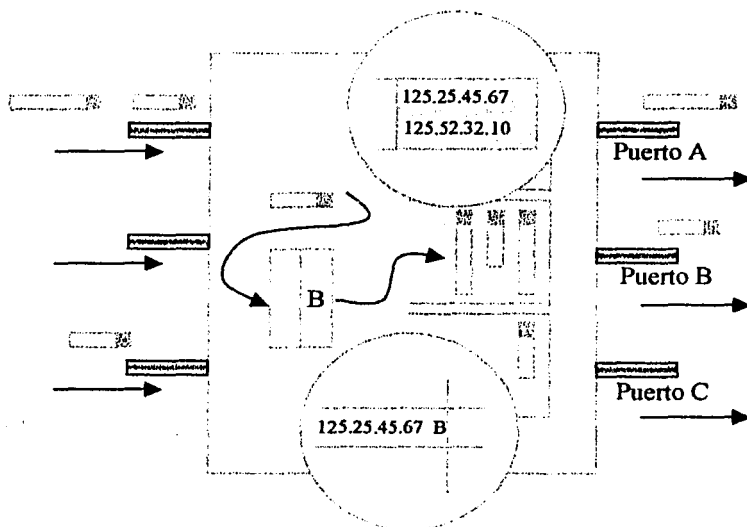
#### MODO CIRCUITO VIRTUAL

La técnica de Conmutación de Paquetes puede implementarse según dos modos de operación, en función de la información de estado relativa a los flujos que atraviesan la red. Estos modos de operación se denominan: Modo Datagrama y Modo de Circuito Virtual.

En el modo Datagrama, cada paquete contiene en su cabecera información de direccionamiento completa; es decir, que contiene una etiqueta que identifica al destino del paquete sin necesidad de hacer referencia a información adicional. Además, esta identificación es global en cuanto a que es una etiqueta única en la red.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Los nodos de conmutación de paquetes que operan según el Modo Datagrama, funcionan según se muestra en el diagrama de la siguiente figura, que añade el detalle necesario al diagrama de la figura anterior.



**Conmutación de Paquetes en modo datagrama**

En la conmutación en modo datagrama, la búsqueda en la tabla de encaminamiento se realiza a partir de la dirección de destino que contiene el paquete a conmutar (en el ejemplo, la dirección es: 125.25.45.67); la información que genera la tabla de encaminamiento es exclusivamente la del puerto de salida por el cual se debe transmitir el paquete a conmutar. Además, la dirección de la cabecera del paquete no se modifica, lo cual es coherente con la afirmación anterior de que contiene información de direccionamiento con significación global; esto es, que es información utilizable por parte de todos y cada uno de los nodos de conmutación que atravesará el paquete.

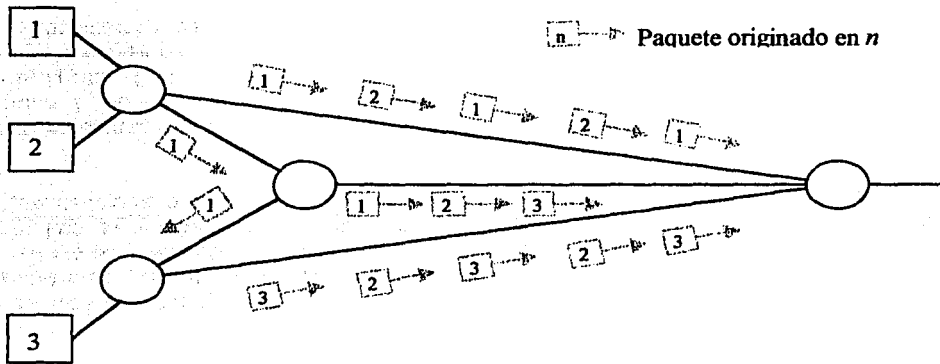
Siendo este el funcionamiento de un nodo de conmutación en modo datagrama, podemos afirmar que cada paquete es conmutado en función del contenido de la tabla de encaminamiento en ese momento. Para ilustrar esta afirmación, en la figura siguiente se muestra un subconjunto de los nodos de conmutación de una red que funciona en modo datagrama. En dicha figura, las estaciones 1, 2 y 3 generan paquetes con destinos ubicados a la derecha del nodo del extremo derecho de la figura.

Observemos que los paquetes originados en la estación 1 -por ejemplo- pueden ser conmutados hacia diferentes enlaces en cada nodo de conmutación, cuando tales enlaces sean en el momento en que se lleva a cabo la conmutación, los más apropiados para alcanzar un determinado destino. Lo mismo es aplicable para los paquetes generados en las estaciones 2 y 3.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



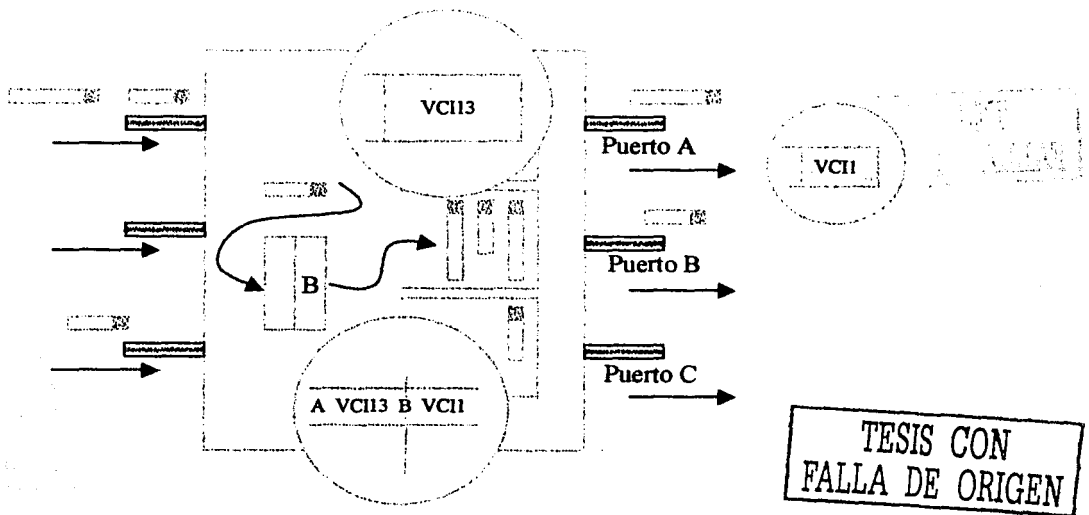
## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



**Encaminamiento en modo datagrama**

En el modo de Circuito Virtual, cada paquete posee en su cabecera información de direccionamiento resumida, esto es, información que por sí sola no identifica a un destino en la red, sino que es necesario hacer referencia a determinada información complementaria. Esta información de direccionamiento se denomina: Identificador de Circuito Virtual (*Virtual Circuit Identifier*, VCI). Además se trata de una información con significado local, en cuanto a que no es un valor único en la red.

Los nodos de conmutación de paquetes que operan según el Modo Circuito Virtual, funcionan según se muestra en el diagrama de la figura que aparece a continuación.



**Conmutación de Paquetes en Modo Circuito Virtual.**

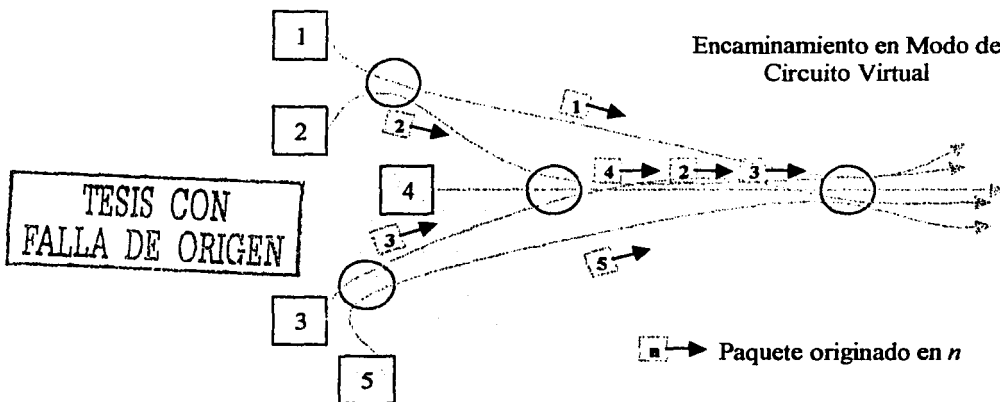
## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En la conmutación en modo circuito virtual, la búsqueda en la tabla de encaminamiento se realiza a partir del identificador del puerto por el que entró el paquete y del identificador VCI de la cabecera del paquete (VCI N°13 en el ejemplo de la figura), la información que genera la tabla de encaminamiento consiste en el puerto de salida por el que transmite el paquete a conmutar. Además, el identificador VCI se sustituye por el que indica la tabla de encaminamiento paquete (VCI N°1 en la figura).

Esto va acorde con la afirmación anterior de que contiene información de direccionamiento con significación local. Efectivamente, el identificador VCI que contiene cada paquete en una red que opera según el modo circuito virtual informa al nodo de conmutación del destino final del paquete, pero sólo permite distinguir este flujo del resto de flujos que confluyen en un mismo puerto de entrada. Es por ello que la gestión de los identificadores VCI se realiza de forma separada en cada enlace.

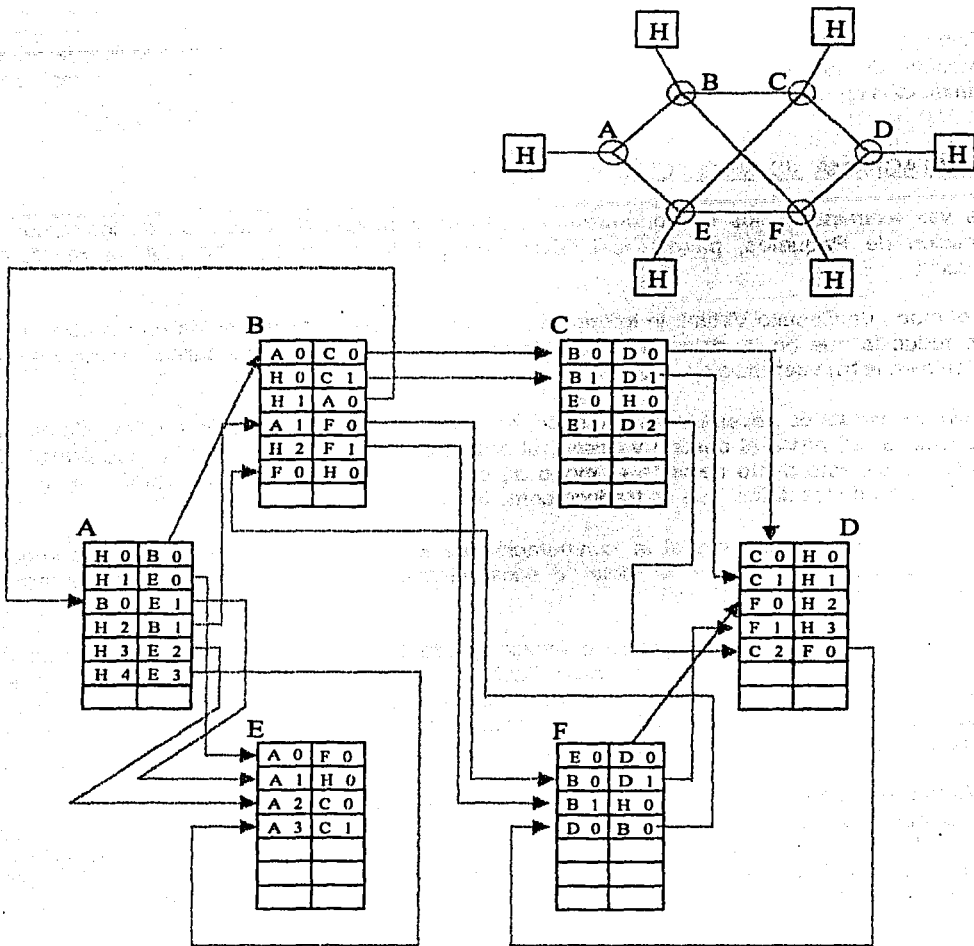
Siendo este el funcionamiento de un nodo de conmutación en Modo de Circuito Virtual, es necesario que el contenido de la tabla de encaminamiento no se modifique durante el tiempo en el que fluyan paquetes en un origen y un destino determinados. En otras palabras, si se modifica el puerto de salida correspondiente a un circuito virtual en un nodo, el circuito virtual se conmutará hacia un nodo distinto, el cual interpretará con toda probabilidad, que pertenece a un circuito virtual diferente, pues un mismo identificador VCI no identifica al mismo flujo en distintos enlaces.

Así pues, todos los paquetes correspondientes a un mismo flujo, denominado circuito virtual, son conmutados idénticamente. Para ilustrar esta afirmación, en la figura siguiente se muestra como en cada estación (1, 2, 3, 4 y 5) se encuentra establecido un circuito virtual.



Los paquetes asociados a cada circuito virtual solo pueden atravesar una determinada secuencia de nodos y enlaces, a diferencia de lo que ocurre en el modo de conmutación de datagrama. Por otra parte, en la siguiente figura, se muestra un ejemplo de funcionamiento de una red en modo de circuito virtual con 6 nodos y 6 estaciones, en la cual se han establecido 8 circuitos. El orden de los tres primeros circuitos virtuales establecidos es el siguiente: el circuito No.  $\phi$  originado en la estación conectada al nodo B, el circuito No. 1 originado en la estación conectada al nodo A. Los circuitos virtuales establecidos en el ejemplo de la figura anterior son unidireccionales.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



**Ejemplo de funcionamiento de una red en modo Circuito Virtual**

Con respecto al procedimiento de el establecimiento de un circuito virtual son necesarios tres puntos:

- Primero, que la estación origen informe a la red; es decir, al nodo de acceso a la red, en cuanto a que desea establecer un circuito virtual.
- Segundo, se debe identificar en forma completa y global el destino del circuito virtual a establecer.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- Tercero, los nodos al momento de recibir tal petición, deben ser capaces de decidir cual será el contenido de las tablas de encaminamiento que consultarán, con el fin de realizar la conmutación de los paquetes pertenecientes al circuito virtual en establecimiento.

### MODO DATAGRAMA VS MODO CIRCUITO VIRTUAL

Una vez examinados los funcionamientos de los dos modos de operación de los nodos de Conmutación de Paquetes, pueden ser evaluados comparativamente, lo cual se muestra a continuación:

- En el modo de Circuito Virtual, la información de direccionamiento contenida en la cabecera es más reducida que en un datagrama. Desde este punto de vista, el datagrama resulta menos eficiente en la transferencia de datos.
- Un circuito virtual es necesario establecerlo; es decir, es necesario que un paquete de petición atraviese la red hasta el destino y vuelva al origen antes de poder transmitir propiamente los datos. Desde este punto de vista el modo de circuito virtual introduce un retardo inicial en la transferencia de los datos, que se traduce como ineficiencia.
- En el modo de circuito virtual la conmutación de los paquetes es más rápida, porque la búsqueda que se efectúa en la tabla de encaminamiento es más eficiente, dado el tamaño compacto de los identificadores VCI.
- En el modo datagrama, si un nodo o enlace queda fuera de servicio, los datagramas que debían atravesar el nodo o ser transmitidos a través del enlace lo harán por caminos alternativos, siempre que la tabla de encaminamiento se adapte ante tales percances. En el modo de circuito virtual en cambio, es necesario liberar los circuitos virtuales afectados y establecerlos nuevamente; durante este establecimiento se buscarán caminos alternativos.

El Modo Circuito Virtual por tanto, permite una conmutación más rápida a costa de introducir un retardo inicial de establecimiento, lo cual hace que sea más apropiado para flujo de datos de larga duración, sobre los cuales, la ineficiencia en la que se incurre por establecer un circuito virtual se hace despreciable. Por otro lado, el Modo de Circuito Virtual es menos flexible que el Modo Datagrama, en cuanto a que se recupera más lentamente de caídas de nodos y enlaces.

A la hora de elegir el Modo de Circuito Virtual para el Modo ATM, se valoraron muy positivamente las ventajas que presentaba. Estas eran muy deseables a la hora de soportar flujos de Audio y de Video, pues tales flujos tienen requisitos estrictos de retardo y, son de larga duración.

### LA CELULA ATM

Como se ha indicado anteriormente, el modo ATM, si bien emplea la técnica de conmutación de paquetes, prescribe que los paquetes tengan un tamaño fijo de 53 bytes. El paquete en el modo ATM recibió la denominación de Célula ATM (*ATM Cell*). A la hora de optar entre el tamaño fijo y el tamaño variable para los paquetes, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

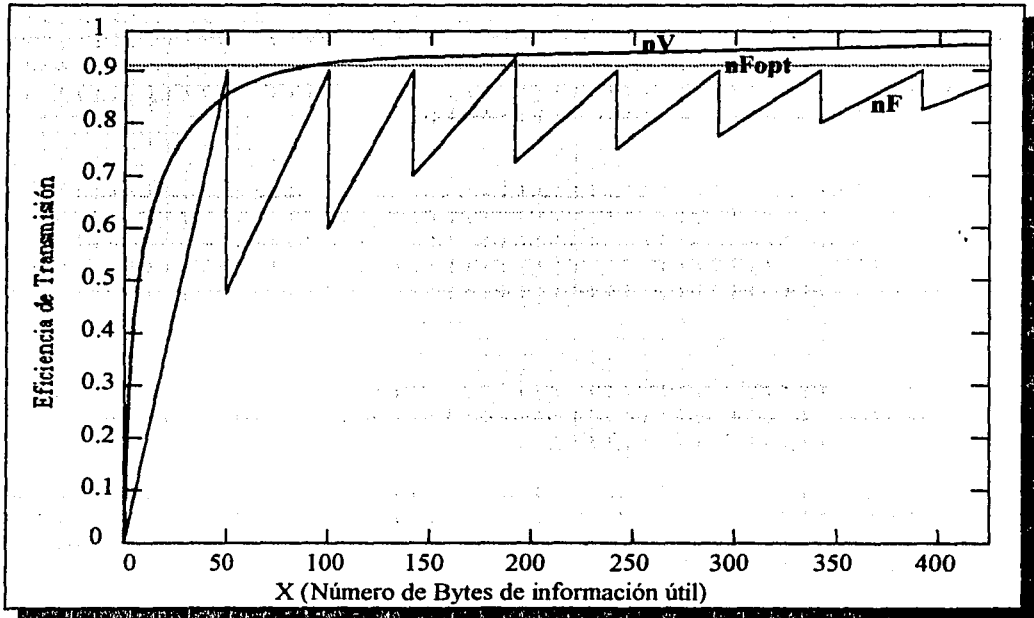
Desde el punto de vista de la eficiencia, el tamaño variable permite mayores valores, en cuanto a que sólo se añaden una vez los datos a la cabecera. Viendo este razonamiento más a detalle se observa que si se emplea tamaño de paquete fijo, siendo X el número de bytes a transmitir, L el tamaño del campo de datos y H el tamaño de la cabecera, la eficiencia  $\eta_F$  tendrá la siguiente expresión:

$$\eta_F = \frac{X}{\left(\frac{X}{L}\right)(L + H)}$$

Donde  $\lceil z \rceil$  representa el menor entero por encima de z. En el mejor de los casos, esto es cuando X es un múltiplo entero de L, la eficiencia tendrá entonces un valor  $\eta_{Fopt}$ :

$$\eta_{Fopt} = \frac{L}{(L + H)}$$

Los valores  $\eta_F$  y  $\eta_{Fopt}$  se representan en la siguiente figura para L=48 y H=5. Se observa que para valores altos de X, el valor  $\eta_F$  está muy próximo a  $\eta_{Fopt}$ .



**Eficiencia de transmisión tamaño variable vs fijo**

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Si en cambio se emplea tamaño variable de paquete, serán necesarios unos bytes adicionales en la cabecera para indicar tal tamaño, que denotaremos como  $h_v$ , de modo que ahora la eficiencia  $\eta_v$ , será:

$$\eta_v = \frac{X}{X + H + h_v}$$

Que se representa en la gráfica anterior para  $h_v = 2$ .

Se observa que  $\eta_v$ , es como se esperaba, mayor que  $\eta_F$ ; no obstante si se trabaja con valores altos de  $X$ , esta diferencia no es tan apreciable. En la RDSI-BA, cuando se transmiten datos, es habitual que las aplicaciones los intercambien masivamente. En cuanto al video, se trata de cantidades de información intrínsecamente voluminosas. Finalmente al respecto de la transmisión de voz, sólo si se agrupa más de una muestra de voz, se podrá conseguir eficiencias admisibles. En resumen, desde el punto de vista de la eficiencia, la elección de tamaño variable es ligeramente ventajosa.

### II

Desde el punto de vista de los requisitos de velocidad en la conmutación, puede realizarse el siguiente razonamiento. El tiempo del que dispone un conmutador para conmutar (valga la redundancia) una célula es, en el peor de los casos (y suponiendo un escenario simplificado de un solo puerto), igual al tiempo que tarda en ser recibida una célula que se transmitiese inmediatamente a continuación de la que se está conmutando. Para el caso de células de tamaño fijo éste tiempo es siempre constante. Para el caso de células de tamaño variable, este tiempo es en el peor de los casos, igual al tiempo de transmisión del paquete con el tamaño mínimo de los permitidos. Si no se toma ninguna precaución, los paquetes de tamaño variable impondrían unos requisitos más estrictos sobre la velocidad de conmutación.

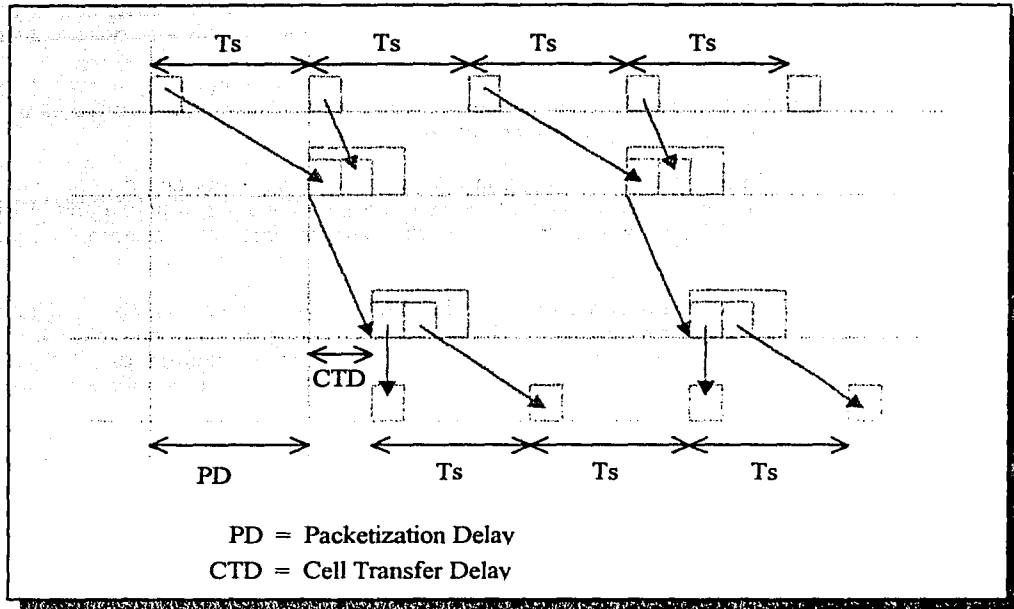
### III

A la hora de gestionar la memoria que ocupan y liberan los paquetes cuando son conmutados, es más sencillo abordar el diseño y la implementación de algoritmos si se supone que todos los paquetes tienen el mismo tamaño. Este punto es especialmente importante si se recuerda que los conmutadores ATM se implementarían mediante hardware. En el caso general de paquetes de tamaño variable, los algoritmos para gestionar la asignación y la liberación de la memoria son más complejos.

### IV

A la hora de transmitir la información, se opta por empaquetar más de una muestra en un paquete, incurriendo en un retardo de empaquetado (*Packetization Delay*, PD). Este retardo se ilustra en la figura que aparece en la página siguiente.

Cuanto mayor es el tamaño permitido del paquete, mayor es el retardo de empaquetado. Esto no es deseable desde el punto de vista de la interactividad necesaria en algunos servicios, por ejemplo, el de telefonía. A la hora de considerar la opción entre tamaño fijo y tamaño variable, este último caso solo podrá ser aceptable si se impone una cota máxima al tamaño.



**Retardo de empaquetado en una red ATM**

Estas y otras consideraciones inclinaron la balanza hacia el tamaño fijo. En cuanto a la elección del valor del tamaño de la célula, dos fueron los factores que influyeron en la determinación y respecto de los cuales se estableció un compromiso. Tales factores fueron la eficiencia y el retarde de empaquetado.

El retardo de empaquetado es un parámetro importante a la hora de soportar servicios interactivos tales como la telefonía. El CCITT estableció que la red telefónica básica debía introducir un retardo global de 24 ms con el fin de mantener márgenes de calidad del servicio aceptables. Este límite venía impuesto por el hecho de que con retardos mayores que el indicado, el eco remoto generado en la conversión de 4 a 2 hilos se hacía perceptible. Es por ello que el límite de 24 ms podía extenderse en aquellos casos en los que se empleasen canceladores de eco.

A la hora de soportar el servicio telefónico mediante la RDSI-BA, sería imprescindible prever la interconexión, a los efectos de esta provisión, con la red telefónica básica. En tal caso, el retardo de empaquetado contribuiría inevitablemente al retardo global percibido por el usuario del servicio telefónico. Este efecto sería más importante en aquellas redes sin un despliegue considerable de canceladores de eco; como ejemplo de estas redes estaban las redes de los operadores públicos europeos. No tan importante era esta restricción para los operadores telefónicos norte-americanos y japoneses, con una base importante instalada de canceladores de eco.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Como consecuencia de ello, los primeros abogaron durante el proceso de normalización de ATM por un tamaño de célula relativamente pequeño que no introdujese retardos considerables de empaquetado. El valor que proponían era de 32 bytes de campo de datos. Desde el punto de la eficiencia, cuanto mayor es el tamaño del paquete mayor es la eficiencia que se consigue. Por esta razón los operadores de telecomunicaciones norte-americanos y japoneses abogaban por un tamaño de célula relativamente grande, concretamente de 64 bytes.

Las posiciones en el seno del CCITT llegaron a estar tan encontradas que se optó por una solución salomónica. El tamaño del campo de datos de la célula ATM sería la media aritmética de 32 y 64; esto es 48 bytes. Este valor más los 5 bytes de cabecera que se acordaron, dan los 53 bytes.

Llegados a este punto, la conclusión es que el Modo ATM es en esencia el Modo Paquete, al cual se le ajustan una serie de parámetros para hacerlo más apropiado a soportar servicios de tiempo real. Aun consiguiendo una conmutación rápida y eficaz, la técnica de multiplexado estadístico que incorpora el modo ATM no garantiza un retardo constante para los flujos de paquetes.

Como se vió en la figura anterior, el retardo de desempaquetado, las células se demoraban un tiempo al atravesar la red, tiempo que se denomina Retardo de Transferencia (*Cell Transfer Delay*, CTD). A este retardo contribuyen los retardos de propagación y de transmisión de los enlaces y los retardos de conmutación de los conmutadores. Estos retardos son constantes para todas las células pertenecientes a un mismo circuito virtual, dado que atravesarán los mismos enlaces y los mismos conmutadores, por lo que no son perjudiciales a la hora de recuperar la información que se digitalizó en el emisor.

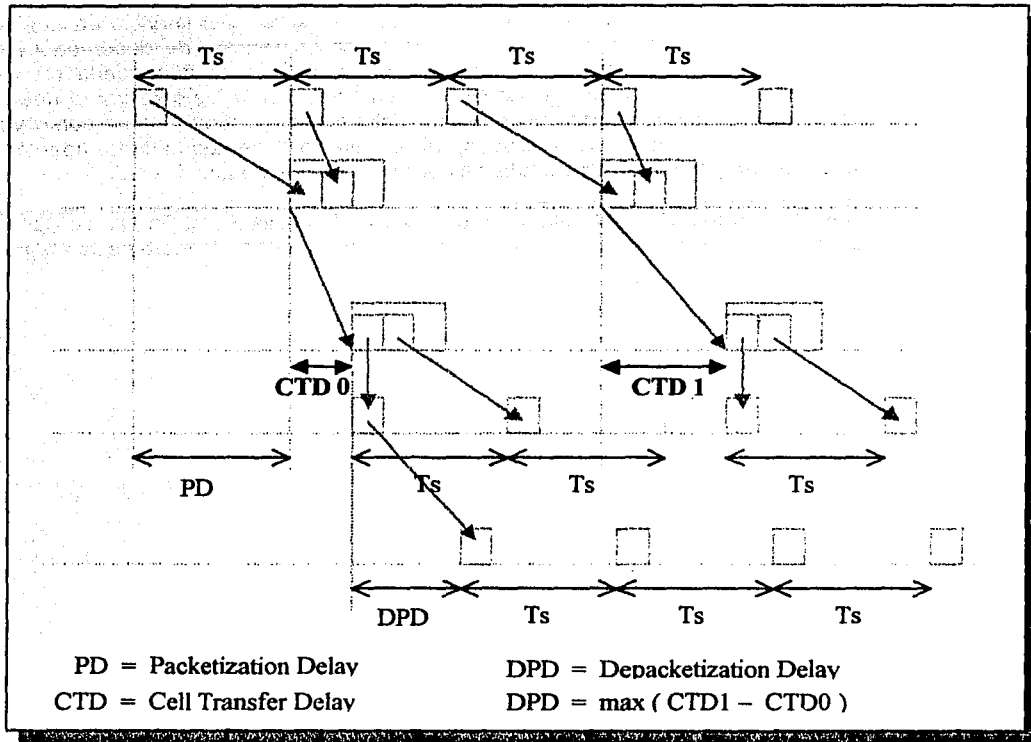
No obstante las células se retrasan en la red debido a la espera en las colas de los conmutadores. Este retardo no es, a diferencia de los anteriores, el mismo para todas las células de un mismo circuito virtual, pues depende entre otras cosas, del número de células ya en espera de ser transmitidas en el momento de ser conmutada una célula. Así pues, un diagrama más realista que el de la figura anterior sería el que se muestra en la página siguiente, en donde la primera célula sufre un retardo CTD<sub>0</sub>, y la segunda célula un retardo CTD<sub>1</sub>.

En este diagrama se indica cual es el problema que se plantea en el momento de recuperar la información digitalizada, empaquetada y transferida a través de una red basada en conmutación de paquetes. Dado que la primera muestra se reproduce en destino en el mismo momento en que llega, esto es, un tiempo PD+CTD<sub>0</sub> después de ser generada, los instantes de reproducción de todas las muestras quedan fijados ya de antemano. Así pues, la segunda muestra deberá reproducirse T<sub>s</sub> después, para lo cual no hay dificultad, dado que llegó en la misma célula que la primera. Sin embargo, la tercera muestra debería de reproducirse 2T<sub>s</sub> después del instante de reproducción de la primera; es decir, en el instante PD+CTD<sub>0</sub>+2T<sub>s</sub>; esto solo será posible si el instante de llegada de la tercera muestra, que es 2T<sub>s</sub>+PD+CTD<sub>1</sub> es anterior al de reproducción, lo cual solo ocurrirá si, CTD<sub>1</sub> < CTD<sub>0</sub>.

En el caso mostrado en la figura, CTD<sub>1</sub> > CTD<sub>0</sub> por lo cual no podrá reproducirse la muestra. Evidentemente no es contemplable que el instante de reproducción se demore hasta el instante de llegada. Este es el problema que plantea la variabilidad de retardo a la hora de transportar información analógica digitalizada a través de una red basada en la conmutación de paquetes.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





**Retardo de desempaquetado en una red ATM**

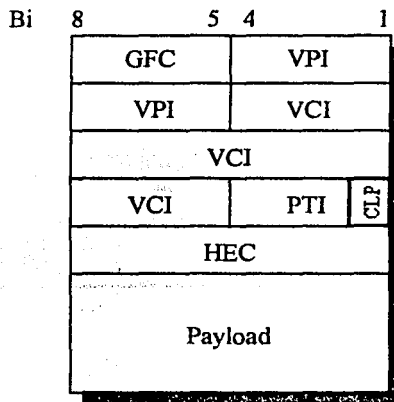
Existen dos alternativas ampliamente utilizadas para combatir este problema:

- Tomar la segunda muestra, o bien otra conocida por sus efectos encubridores, como muestra a reproducir en ausencia de la tercera muestra y descartar la muestra sustituida a su llegada al receptor. Esta alternativa es utilizada en telefonía, en donde una muestra silenciada no es perceptible apenas.
- Garantizar, con una probabilidad alta que todas las muestras llegarán antes de su instante de reproducción. Para ello, se demorará el instante de reproducción de la primera muestra un tiempo lo suficientemente grande como para absorber las diferencias en el retardo CTD de las distintas células. Esta demora adicional se denomina Retardo de Desempaquetado (*Depacketization Delay*,  $DPD$ ). Más concretamente, el retardo  $DPD$  debe ser mayor o igual que la máxima diferencia que puede haber entre los retardos CTD de cualquier célula. Esta es la alternativa ilustrada en la figura anterior y es muy utilizada en la transferencia de flujos unidireccionales de video.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El empleo de una u otra alternativa depende de las características del servicio en cuestión. Para servicios interactivos tales como la telefonía, el introducir un retardo de desempaqueado supone aumentar el retardo de transferencia percibido por el usuario, lo que puede redundar perjudicialmente en la calidad del servicio. Es por ello que en estos casos, se opte por el descarte de la muestra. Para aquellos servicios que no requieran interactividad intensa, tales como video bajo demanda, es perfectamente aceptable introducir el retardo de desempaqueado; además, el descarte de un marco de imagen no es tan camuflable como en el caso del audio vocal.

En la figura siguiente se muestra el formato normalizado de la célula ATM. En ella se aprecian los campos de cabecera y el campo de datos, donde los bytes se disponen de arriba hacia abajo.



**Formato de Célula ATM**

Los campos de la cabecera que interesa destacar, son los siguientes:

- El Identificador de Trayecto Virtual y el de Canal Virtual (*Virtual path/Channel Identifier, VPI/VCI*). Conjuntamente sirven para indentificar el circuito virtual correspondiente. Con el fin de permitir escalar la gestión de los recursos de la red y la conmutación de los circuitos virtuales, en ATM se decidió agrupar los circuitos virtuales, que pasaron a denominarse Canales Virtuales, en trayectos virtuales. De este modo un Conmutador ATM podría optar por conmutar a partir del identificador completo VPI/VCI, o bien a partir únicamente del identificador VPI.
- El Identificador del Tipo de Carga (*Payload Type Identifier, PTI*). Sirve para diferenciar entre aquellas células que encapsulan información de capa superior y aquellas otras que cumplen una función determinada en la capa ATM.
- El Campo de Prioridad de Pérdida de Célula (*Cell Loss Priority, CLP*). Permite distinguir para cada circuito virtual, qué células son más importantes a la hora de tener que descartarlas en un conmutador. El valor 0 corresponde a células prioritarias; es decir, para las que se desea que preferentemente no se descarguen.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- El campo de Control de Errores en Cabecera (*Header Error Control*, HEC). Sirve únicamente para proteger contra errores a los bits de la cabecera. Más concretamente, contiene los bits de redundancia que se generan tras aplicar codificación cíclica sistemática sobre los cuatro bytes de la cabecera. Permite corregir errores de 1 bit o detectar errores de varios bits. Nótese sin embargo que la presencia del campo HEC no implica la incorporación de control de errores en la red ATM. Efectivamente, en primer lugar, los bits del campo de datos no están protegidos; y en segundo lugar cuando se detecta un error no corregible en la cabecera, la célula se descarta, sin intentar recuperarla mediante retransmisión. De hecho, la inclusión del campo HEC permite únicamente evitar males mayores ocasionados por una lectura errónea del campo VPI/VC1, que pueda provocar una conmutación incorrecta.
- 

### FUNCIONAMIENTO BASICO DE LAS REDES ATM

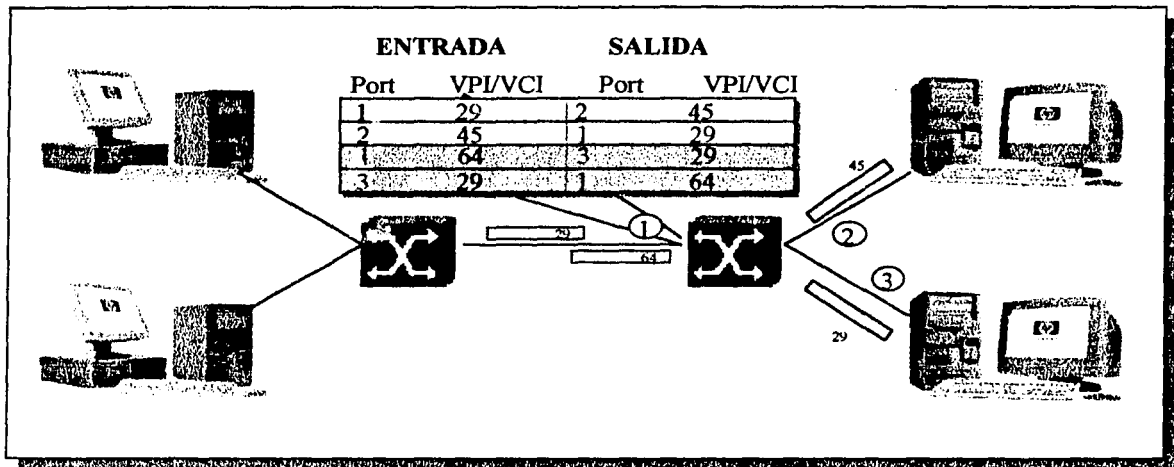
La provisión integrada de distintos servicios en la RDSI-BA requiere, por un lado, conmutadores de células y medios de transmisión rápidos y por tanto, de protocolos de adaptación a ATM pertinentes en las terminales.

Las redes basadas en el modo ATM son redes de conmutación de células. Los conmutadores ATM son conmutadores de paquetes optimizados para operar a velocidades elevadas. A su vez, estos conmutadores ATM aprovechan las elevadas velocidades de transmisión que proporcionan los diversos estándares físicos existentes tales como SDH/SONET. Si bien la conmutación rápida que proporciona ATM es condición necesaria para soportar de una forma integrada diversos servicios, no es suficiente. Será necesario incorporar en las terminales funcionalidad específica dependiente del servicio específico que se pretende ofrecer en cada caso. Esta funcionalidad la proporcionan los protocolos de Adaptación de la Capa ATM.

#### CONMUTACIÓN ATM

Los nodos de conmutación empleados en las redes basadas en el modo ATM, en adelante: Conmutadores ATM, son nodos de conmutación de paquetes que operan en modo Circuito Virtual. En la figura que aparece a en la página siguiente se muestra un ejemplo de funcionamiento de una red ATM sencilla de 4 terminales y dos conmutadores, sobre la que hay establecidos 4 circuitos virtuales.

En este ejemplo se han empleado identificadores VPI/VC1 no normalizados. Se muestra el contenido de la tabla de encaminamiento del conmutar ATM de la derecha. Obsérvese que la primera y la segunda entrada por un lado, así como la tercera y cuarta entrada por otro, son simétricas. Ello se debe a que en ATM los circuitos virtuales que se establecen siempre son bidireccionales.



**Conmutación de Células ATM**

De no ser bidireccionales, el establecimiento de un circuito virtual ATM entre una estación de origen y una estación de destino lleva siempre parejo el establecimiento del circuito virtual asociado al sentido inverso. Además, ambos circuitos virtuales recorren la misma secuencia de conmutadores.

En la figura anterior quedan establecidos dos circuitos virtuales bidireccionales, uno que termina/empieza en la estación superior derecha y otro que termina/empieza en la estación inferior derecha.

### ESTRUCTURA DE CONMUTADORES ATM

A la hora de realizar un conmutador ATM, no se pudieron pasar las arquitecturas basadas en software que se empleaban en los nodos de conmutación de paquetes debido a que, en ATM, se debía operar a velocidades muy superiores (155 Mbit/s por lo menos). Tampoco los conmutadores empleados para el modo sincrónico fueron aplicables, debido a que los flujos de células debían multiplexarse estadísticamente, lo cual era imposible en los conmutadores de circuitos.

Todo lo anterior propició una labor intensa de investigación y desarrollo con el fin de diseñar y realizar de forma eficiente conmutadores ATM. Los elementos funcionales básicos que se pueden identificar en un conmutador ATM son:

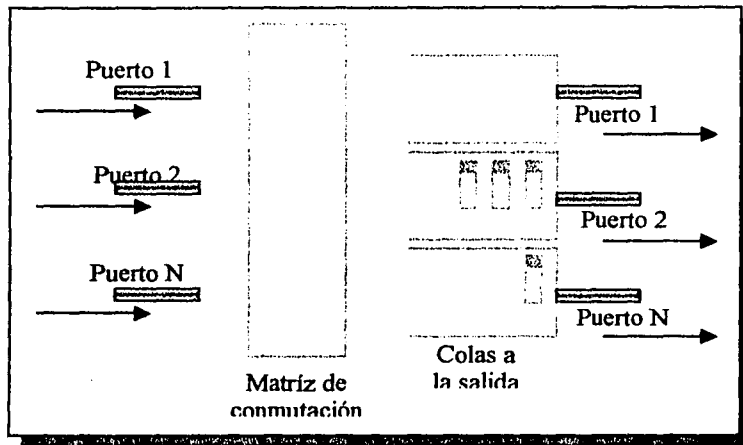
- Una matriz de conmutación, que es la responsable de efectuar la conmutación espacial; esto es, la traslación de un puerto de entrada a un puerto de salida, así como la modificación del identificador VPI/VCI.
- Las colas, necesarias desde el momento que se suma el funcionamiento del conmutador en régimen de multiplexado estadístico. Suelen ser colas con disciplina de servicio FIFO (*First-In-First-Out*).

INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Existen básicamente dos alternativas de diseño a la hora de ubicar las colas en un conmutador ATM:

- Colas a la entrada (*Input Queueing*); esto es, disponer las colas en cada uno de los puertos de entrada.
- Colas a la salida (*Output Queueing*); es decir, disponer las colas en cada uno de los puertos de salida.

La siguiente figura muestra un diagrama de un conmutador con colas a la salida.

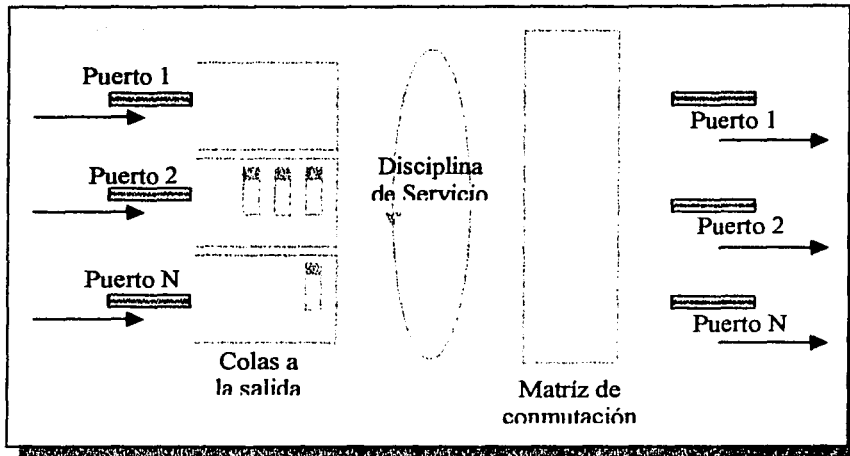


**Conmutador con colas a la salida**

A medida que las células llegan al conmutador a través de cada uno de los puertos de entrada, son conmutados por la matriz hacia el puerto de salida correspondiente, en cuyas colas quedan a la espera de ser transmitidas por el enlace de salida.

En los conmutadores con colas a la salida, la matriz de conmutación ha de ser lo suficientemente rápida como para conmutar todas las células que llegan por los puertos de entrada. Obsérvese con más detalle éste requisito. Supóngase un caso sencillo de un conmutador con un solo puerto de entrada, el tiempo del que dispone la matriz para realizar la conmutación de una célula que ha llegado por el puerto de entrada es igual al tiempo que tarda en ser recibida la célula siguiente, que en el peor caso, es igual al tiempo de transmisión de una célula. En el caso general de N puertos de entrada, para lograr no perder ninguna célula, la matriz debería ser capaz de conmutar N células durante el tiempo de transmisión de una célula -suponiendo que todos los enlaces de salida tienen la misma capacidad-.

Así pues se puede concluir que en un conmutador con colas a la salida la velocidad de conmutación ha de ser igual a N veces la capacidad de un enlace de entrada.



**Conmutador con colas a la entrada**

Los conmutadores con colas a la entrada se muestran en la figura superior. A medida que llegan las células a través de los puertos de entrada quedan almacenadas en las colas ubicadas en los mismos, a la espera de que la matriz los conmute. Por este mismo principio de funcionamiento, la matriz ya no debe conmutar a la máxima velocidad impuesta por los enlaces de entrada. Por otro lado, el criterio a seguir para decidir la cola de donde tomar la célula que conmutar debe ser tal que ninguna cola quede injustificadamente discriminada. Este criterio se denomina disciplina de servicio o algoritmo de planificación.

Los conmutadores con colas a la entrada plantean un inconveniente. Considérese el caso de que una célula se presente en el puerto de entrada N°1 del conmutador, con destino al puerto de salida N°2 del conmutador, y otra en el puerto de entrada N°N también con puerto de salida al puerto N°2 del conmutador.

Dado que en los puertos de salida no hay colas, durante el tiempo de transmisión de una célula sólo una de las dos células podrá ser conmutada hacia el puerto N°2, independientemente de lo rápido que conmuta la matriz. Supóngase que la célula del puerto N°1 es la que se conmuta. La otra deberá quedar a la espera en la cola del puerto N°N. Si en la misma cola existe una célula con destino a un puerto distinto de puerto N°2, en el que no existe contención con otros puertos, esta célula no podrá ser conmutada dado que la matriz solo considera las células situadas en la cabeza de la cola de cada puerto. Se produce por tanto un bloqueo denominado *Head-of-line blocking*.

Si se considera nuevamente la disposición de las colas a la salida, esta no presenta bloqueo *head-of-line* dado que la contención por el uso de un enlace de salida se resuelve mediante la espera, no en las colas de entrada, sino en la cola del puerto de salida en cuestión.

Concluyendo, mientras que los conmutadores con colas a la entrada no necesitan conmutar a una velocidad igual al agregado de los enlaces de entrada, sí presentan bloqueo *head-of-line*.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### MEDIOS FISICOS EN ATM

Las células ATM se generan en las terminales, son conmutadas por los conmutadores ATM y son recibidas por otros terminales. Tanto la generación como la conmutación son procesos asíncronos, en virtud del modo de transferencia que se aplica. Esta funcionalidad, dentro del Modelo de Referencia de Protocolos de la RDSI-BA, se incluye en la capa ATM.

El modo ATM no prescribe la utilización de ningún medio físico en particular. Asimismo, no presupone ningún interfaz físico para la transmisión de los bits de las células ATM. A partir de estas premisas, el ATM forum decidió acometer en primer paso en su labor, la normalización del transporte de las células utilizando cualquiera de las interfaces físicas normalizadas hasta el momento. Sirvan como mención de los mismos, los siguientes: E1, DS1, E3, DS3, etc.

La normalización de la capa física en la RDSI-BA ha seguido la siguiente estructuración en subcapas:

- Subcapa de Convergencia de la Transmisión (*Transmission Convergence*, TC), encargada de transformar el flujo asíncrono de células que le entrega la capa ATM en un flujo continuo de bits que entrega a la siguiente subcapa.
- Subcapa Dependiente del Medio Físico (*Physical Medium Dependent*, PMD), que es la encargada de transmitir los bits que le entrega la subcapa TC a través del medio físico.

Se particulariza el análisis de la capa física, tanto de la subcapa TC como de la subcapa PMD, para el caso de la capa física SONET STS-3.

SONET/SDH es un conjunto de normas aplicables a un interfaz de transmisión óptica, ampliamente utilizado desde principios de los años 90 para la transmisión de voz digitalizada a altas velocidades binarias. Más concretamente, SONET (*Synchronous Optical NETwork*) es una norma aprobada por el Instituto de Normalización Nacional Americano (ANSI), a partir de la tecnología desarrollada por los laboratorios BellCore. El UIT-T adoptó el SONET y las incorporó en recomendaciones de la Serie G, constituyendo la Jerarquía Digital Síncrona (*Synchronous Digital Hierarchy*, SDH). Teniendo en cuenta el grado de madurez y de implantación de la tecnología SONET/SDH, fue un acierto acometer desde el primer momento la normalización del transporte de células sobre SONET/SDH, que el ATM Forum denominó Interfaz Físico SONET STS-3.

### SONET STS-3

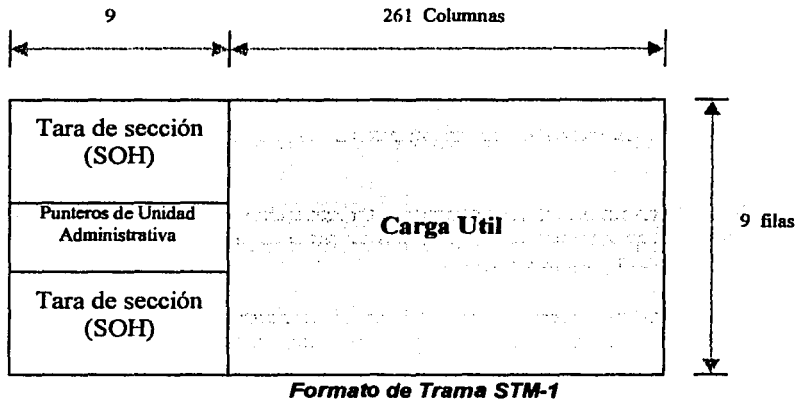
La especificación técnica del ATM Forum que normaliza el transporte de células ATM sobre SONET/SDH establece las siguientes funciones para la Subcapa TC:

- Control de Errores de Cabecera. A pesar de tratarse de un campo de la célula ATM; es decir, de la PDU de capa ATM, el UIT-T decidió incorporar esta funcionalidad en la subcapa TC. Tanto la generación de los bits de paridad como la detección/corrección de errores en la cabecera residen en la subcapa TC de la capa física.
- Desacoplamiento de la tasa de células. Dado que las células ATM son entregadas a la capa física de forma asíncrona, para su transmisión por parte de la subcapa PMD es necesario transformar esta secuencia en un flujo continuo de bits. Para ello, el UIT-T especifica la inserción de células sin asignar (unassigned cells), para las cuales se reserva VPI/VCI = 0/0, con este propósito.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- Generación de la trama de Transmisión.

El ATM Fórum especifica que para el transporte de células ATM se emplee la trama de transmisión STS-3, normalizada en SONET/SDH. La trama SONET STS-3 (*Synchronous Transfer Signal*) u OC-3 (*Optical Signal*) es equivalente a la trama SDH STM (*Synchronous Transfer Module*) -1. La trama STM-1 se muestra la figura siguiente.



Tiene una duración de 125 microsegundos y una disposición de bytes de 9 filas por 270 columnas, lo que resulta en una capacidad bruta de 155.52 Mbps. La trama STM-1 se distribuye de la siguiente manera: bits de cabecera, también denominados tara de sección (*Section Overhead*, SOH), que cumplen funciones específicas de SDH; campo de datos, denominado cabida útil (*Payload*); y punteros que desempeñan funciones en el multiplexado.

Las células ATM se transportan, una vez desacoplada la tasa mediante células sin asignar, en la cabida útil de la trama STM-1.

- Delimitación de la Célula. La célula ATM no contiene ningún campo de sincronismo de célula; esto es, ningún indicador de inicio ni de fin de célula. En la especificación de capa física SONET STS-3 no se prescribe la inserción de ningún indicador para tal efecto. Nótese que el número y los límites de las células ATM transportadas en una trama STM-1 son transparentes a la capa física. Para delimitar el inicio de cada célula en el flujo combinado de células ATM y de células por asignar, se ha prescrito la utilización de un algoritmo que hace uso del campo HEC. En él, el receptor establece una hipótesis sobre el inicio de la célula ATM y comprueba, bajo la suposición de ausencia de errores en la transmisión, si los bits HEC corresponden con los calculados a partir del resto de los bits de la cabecera. Si es así, se determina que se ha conseguido delimitar las células si se producen  $n$  correspondencias sucesivas.
- Aleatorización de la Célula. Para evitar la presencia de secuencias de bits en el campo de datos de las células que conduzcan a una delimitación errónea de las células, se ha prescrito un procedimiento de aleatorización del campo de datos.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En cuanto a la subcapa PMD, la especificación establece una velocidad de modulación de 155.52 Mbauds, con codificación de línea NRZ, cobre fibra óptica multimodo y monomodo y conectores SD y ST.

### OTROS ESTANDARES

Además de la especificación SONET STS-3, el ATM Forum ha normalizado el transporte sobre SONET STS-12, a 622.08 Mbps con las mismas características que la primera. Además, el ATM Forum dentro de su propósito inicial de acelerar el despliegue de ATM, publicó las correspondientes especificaciones técnicas para el transporte de celulas sobre par trenzado. Esta especificación sólo cubre aspectos de la subcapa PMD, dado que la subcapa TC SONET STS-3 es aplicable en este caso.

La especificación PMD, en este caso, establece una velocidad de modulación de 155 Mbauds, codificación de línea NRZ, sobre cable de par trenzado Categoría 5 sin apantallar e impedancia de 100  $\Omega$  o apantallado STP con impedancia de 150  $\Omega$ . Se busca ofrecer las mismas capacidades de transmisión a ATM sobre par trenzado y sobre fibra óptica. Evidentemente la economía en la utilización del par trenzado tiene su contraprestación en la menor distancia que puede cubrirse. A manera de ilustración se establece una configuración de referencia consistente en 90 metros de cable troncal, 10 metros de latiguillos y 4 conectores internos.

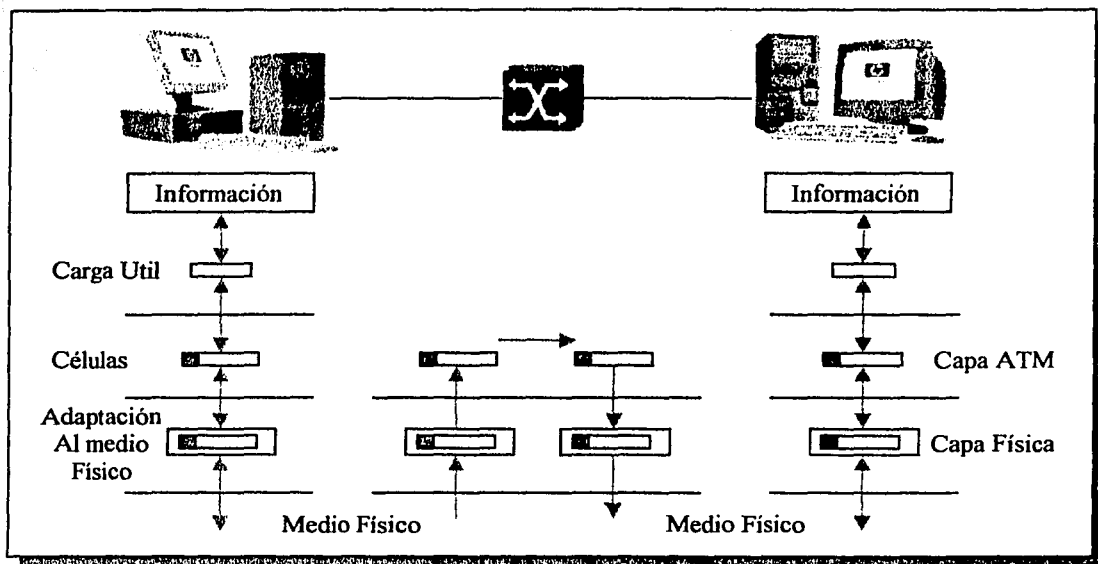
Otro ejemplo de especificación de capa física es la especificación 100 Mbps Multimode Fiber Interface. Al respecto de la subcapa PMD, el ATM forum prescribió que se atuviese al estándar TAXI (*Transparent Asynchronous Transmitter/Receiver Interface*). El estándar TAXI es la especificación de subcapa PMD de la red FDDI normalizada por ANSI. En ella se establece una velocidad de modulación de 125 Mbaud, codificación de línea de 4B/5B y NRZI, sobre fibra óptica multimodo y conectores SC y ST. La razón de reutilizar un interfaz físico normalizado es obviamente la de facilitar el lanzamiento al mercado de equipos ATM; Nótese que en el momento en que se desarrollaban equipos ATM, la tecnología FDDI estaba madura y en particular, existían ya chips TAXI en el mercado.

En cuanto a la subcapa TC, el ATM Forum optó por la simplicidad. Los bits de cada célula ATM se transmiten sobre el medio físico y en ausencia de células ATM, se transmite un código específico denominado JK. La delimitación de la célula ATM se consigue mediante un código específico denominado TT, que antecede al primero de los bits de cada célula ATM.

### ADAPATACIÓN DEL SERVICIO ATM

Hasta este momento se ha visto la funcionalidad de las capas ATM y Física de una RDSI-BA. Se ha conseguido determinar los procedimientos pertinentes para hacer llegar, como se ilustra en la figura que aparece en la página siguiente, una agrupación de 48 bytes de datos que se generan en una terminal hasta otra terminal remota. Ambas terminales se encuentran conectadas mediante un enlace físico a un conjunto de conmutadores ATM conectados entre ellos a su vez mediante enlaces físicos.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



**Servicio ATM**

Obsérvese como los datos son encapsulados y desencapsulados en los extremos de la red; esto es en los terminales, mientras que las células son encapsuladas y desencapsuladas en los extremos de los enlaces, en cada terminal y conmutador por los que discurre el circuito virtual.

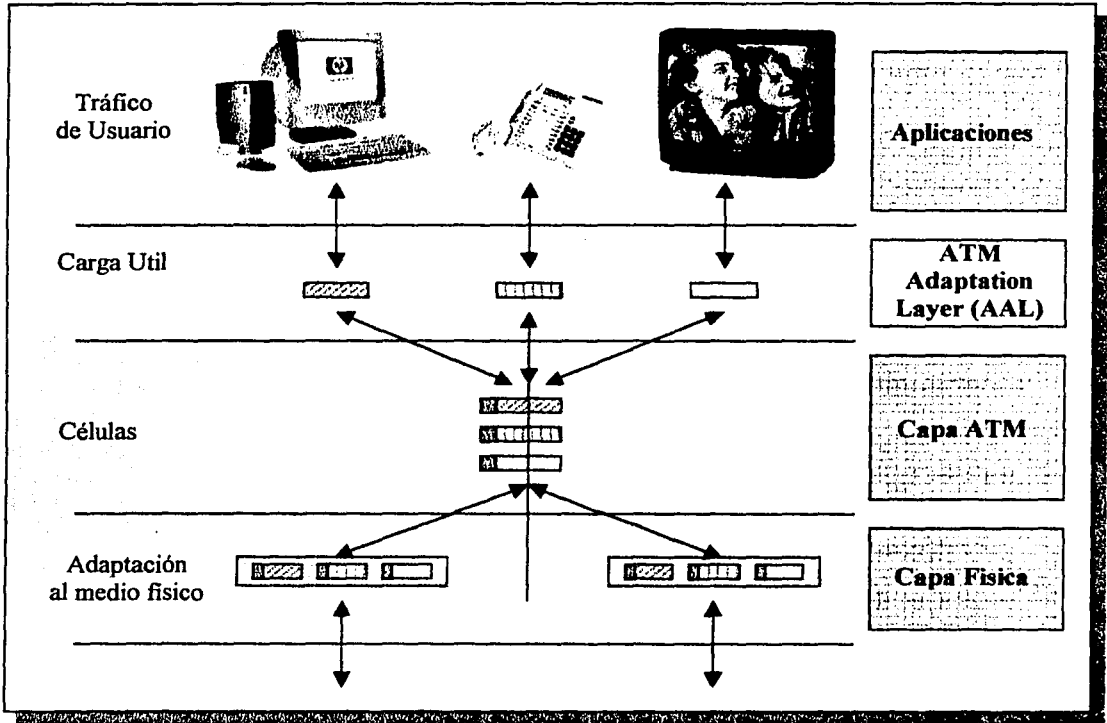
El servicio que proporciona una red de estas características es un servicio de capa ATM, es decir: el Servicio ATM. Se trata de un servicio que por la potencialidad que ofrece el modo de transferencia sobre el que se soporta, puede ser empleado por aplicaciones de muy distintas características y de muy distintos requisitos de calidad de servicios. No obstante, se pueden identificar las siguientes deficiencias:

- No efectúa control de errores. No garantiza la integridad de los datos entregados en los puntos de acceso al servicio. Esto es indeseable, sobre todo para las aplicaciones de datos.
- El tamaño de datos de usuario es de 48 bytes, que no es apropiado para ninguna aplicación específica; recuérdese que este valor se adoptó en virtud de un compromiso.
- Los circuitos virtuales están preestablecidos. De este modo, el servicio ATM ofrece conexiones semipermanentes.
- No incorpora mecanismos para garantizar retardos máximos ni variabilidades máximas de retardo. Esto es indeseable para las aplicaciones de tiempo real.

Estas deficiencias convierten al Servicio ATM en un servicio inapropiado para las aplicaciones destinatarias de la RDSI-BA. Para evitarlo y para suplir las deficiencias, el UIT-T normalizó una nueva capa. Esta utilizaría el servicio ATM y lo adaptaría a las características y necesidades de las aplicaciones destinatarias de la RDSI-BA. Se denomina Capa de Adaptación a ATM (*ATM Adaptation Layer, AAL*), y su funcionalidad solo estaría presente en los terminales.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Ello debe ser así porque en caso contrario, se estaría dotando a los conmutadores ATM de la funcionalidad de la que se les despojó en virtud de los principios de diseño del modo de transferencia asíncrono. La siguiente figura ilustra la relación de la capa AAL con el resto.

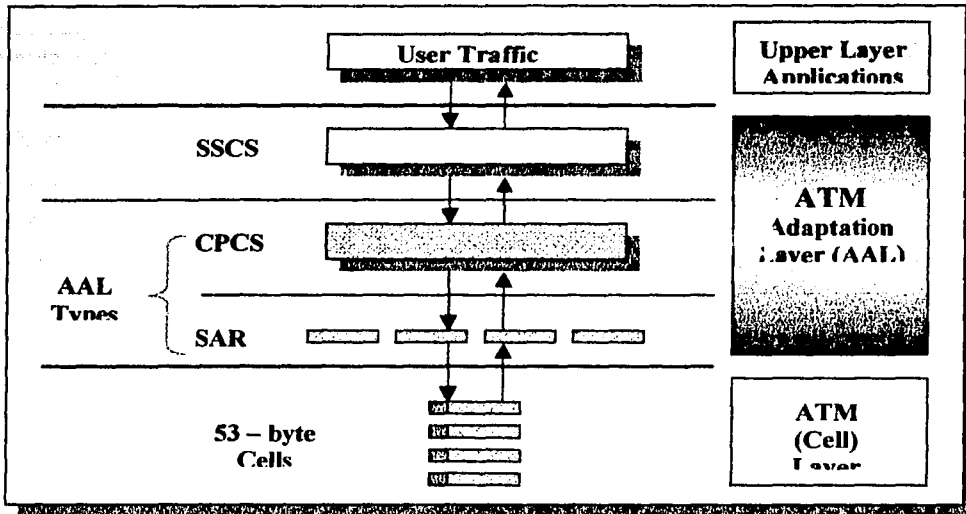


Capa AAL

A la hora de normalizar la capa AAL, el UIT-T se planteó la necesidad de alcanzar un compromiso entre normalizar un protocolo AAL para cada aplicación usuaria de la RDSI-BA existente o prevista y normalizar un único protocolo AAL para todas las aplicaciones usuarias de la RDSI-BA.

En la solución por la que se optó, fue necesario dividir la funcionalidad de la capa AAL en varias subcapas, tal cual se ilustra en la figura que aparece en la página siguiente.

- Una de las funciones AAL necesarias en cualquier caso es la adaptación del tamaño de la unidad de datos de servicio al tamaño de campo de datos de la célula ATM. Esta función se asignó a la Subcapa de Segmentación y Reensamblado (*Segmentation And Reassembly, SAR*) que utiliza el servicio ATM.



**Estructura de la Capa AAL**

- Algunas de las funciones específicas de algunos tipos de aplicaciones son el Control de Errores y la Recuperación del Sincronismo. Tales funciones se ubicaron en la subcapa de convergencia (*Convergence Sublayer, CS*), y más concretamente en la subcapa CS de Partes Comunes (*Common Part CS, CPCS*).
- Finalmente aquellas funciones específicas de cada aplicación se ubicarían en la subcapa CS Específica del Servicio (*Service-Specific CS, SSACS*).

El UIT-T optó por normalizar únicamente combinaciones de subcapas SAR y CPCS, a las que denominó tipos de AAL. En la actualidad hay normalizados los siguientes protocolos AAL:

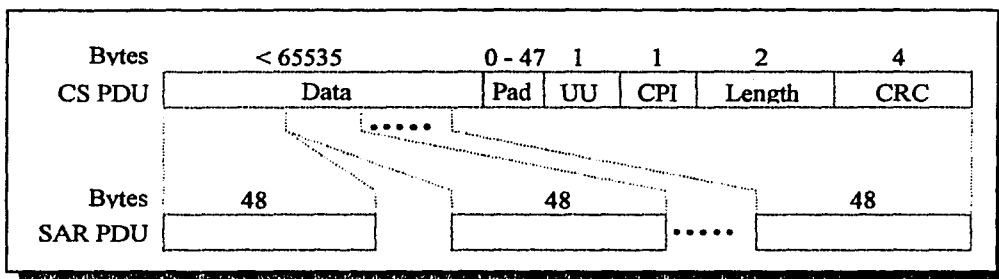
- Protocolo AAL tipo 1, destinado al transporte de información generada a una tasa de bit constante y con requisitos temporales de calidad de servicio. Principalmente se emplea para transportar flujos multiplexados de voz MIC.
- Protocolo AAL tipo 2, destinado al transporte de información generada a una tasa de bit variable y con requisitos temporales de calidad de servicio. Se emplea para transportar voz de una forma más eficiente que con AAL1.
- Protocolo AAL tipo 3/4, destinado al transporte de datos; esto es, información generada a una tasa de bit variable sin requisitos temporales de calidad de servicio y en la modalidad de servicio sin conexión. En la actualidad no se emplea a causa del nulo impacto de las soluciones que se basaban en su utilización.
- Protocolo AAL tipo 5, destinado al transporte de datos, de forma análoga a AAL3/4 pero en la modalidad de servicio orientado a conexión. En la actualidad es el protocolo AAL de uso más extendido.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PROTOCOLO AAL TIPO 5

El protocolo AAL5, a diferencia del protocolo AAL3/4, incorpora la funcionalidad mínima necesaria para el transporte de datos a través de una red ATM, desplazando algunas funciones a las capas superiores; por ejemplo, a la capa de transporte.

La subcapa DPDS en AAL5 acepta unidades de datos de hasta 65635 bytes y añade diferentes campos de cola. Los más importantes de ellos desempeñan las siguientes funciones y se ilustran en la siguiente ilustración:



**Formato de la PDU de AAL tipo 5**

- Añadir relleno al campo de datos de la Unidad de Datos de Protocolo (*Protocol Data Unit*, PDU) de capa CPCS para conseguir un tamaño múltiplo entero de 48 bytes.
- Indicar la longitud de la PDU en un campo de 2 bytes de tamaño.
- Computar 2 bytes de bits de paridad CRC que permiten detectar errores sobre la PDU de la capa CPCS.

Por su parte, la subcapa SAR en AAL5 acepta la Unidad de Datos que le entrega la subcapa CPCS y efectúa el segmentado en transmisión, y el reensamblado en recepción. Para cual sigue el siguiente procedimiento.

- Divide la Unidad de Datos CPCS en segmentos de 48 bytes, cada uno de los cuales se entrega para su transmisión a la capa ATM.
- Para controlar el segmentado, se utiliza el bit menos significativo del campo PTI de la cabecera de la célula ATM. Aquellas células de datos, es decir, aquellas células ATM que encapsulan datos de capa superior, se identifican mediante el bit más significativo del campo PTI a 0. El bit menos significativo se denomina *ATM Layer User-to-ATM Layer User* (AUU). La subcapa SAR-AAL5 pone el bit AUU a 1 en la célula que encapsula el último segmento generado por la entidad SAR. Para el primer segmento y los segmentos intermedios, el bit AUU se pone a 0.

Para garantizar el reensamblado exitoso de los segmentos SAR, se aprovechan los siguientes hechos:

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- a) Cada conexión AAL se soporta sobre una conexión ATM; esto es, sobre un circuito virtual. Por tanto, los segmentos procedentes de distintas PDUs de capa CPCS pueden distinguirse en recepción en virtud de su identificador VPI/VCI.
- b) Todos los segmentos procedentes de una PDU de capa CPCS se entregan a la capa ATM antes de proceder a entregar los de la siguiente PDU de capa CPCS.
- c) La capa ATM reproduce en recepción el orden de entrega de los segmentos SAR en transmisión. Ello, junto con el hecho anterior, hace innecesario el empleo de números de secuencia para controlar el reensamblado.
- d) La pérdida de un segmento o la inserción errónea de un segmento se detecta en la subcapa CPCS, mediante los campos de longitud y de CRC.

Nótese que la subcapa CPCS proporciona protección contra errores a través del campo CRC que permite detectar errores en la transferencia. Ahora bien, hace uso de este campo exclusivamente para decidir si se entrega o no la PDU al usuario del servicio CPCS. En otras palabras, si se detectan errores en la comprobación de la longitud o de los bits de paridad que se efectúa en recepción, la PDU de capa CPCS se descarta, pero no se toma ninguna medida para pedir su retransmisión. En rigor, se puede afirmar que AAL5 no efectúa control de errores; esta función se deberá incluir en las capas superiores, si se desea proporcionar un servicio seguro a las aplicaciones de datos.

---

### FUNCIONAMIENTO AVANZADO DE LAS REDES ATM

La señalización, el direccionamiento y el encaminamiento permiten que las redes ATM establezcan bajo petición conexiones a través de la misma. Como se vió anteriormente, se han analizado los mecanismos necesarios para transportar de una manera integrada información de muy distinta índole a través de una red basada en el modo ATM. Para conseguir transformar una red ATM en una red de telecomunicaciones, tal como lo es la Red Telefónica Básica, las Redes Públicas de Datos o la RDSI-BE, es necesario extender la funcionalidad de la red con tres elementos:

1. Señalización; es decir, aquellos procedimientos que en una red que ofrece un servicio orientado a la conexión, como lo es la red ATM, permiten el establecimiento automático de conexiones.
2. Direccionamiento; es decir, un esquema de identificación que permita identificar el destinatario de una petición de establecimiento de conexión.
3. Encaminamiento; es decir, aquellos procedimientos que determinan cuál es la secuencia de conmutadores ATM que atravesará el circuito(s) virtuales que darán soporte a la conexión que se desea establecer.

INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

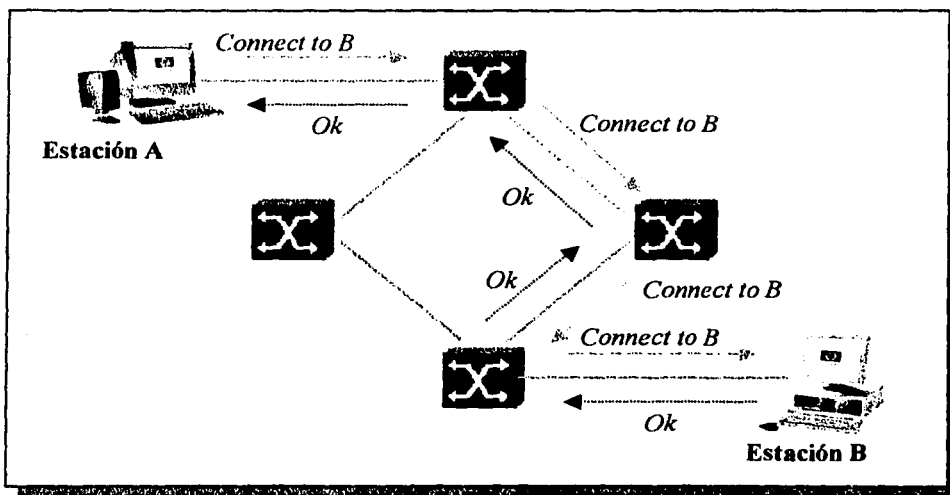
Es importante hacer notar en este momento que los tres elementos enumerados son procedimientos independientes del modo de transferencia sobre el que se basa la red. Ahora bien, la operación concreta de la señalización, del direccionamiento y del encaminamiento en una red de telecomunicaciones sí depende del modo de transferencia.

SEÑALIZACION

Como se mencionó anteriormente, se ha analizado el transporte de información a través de circuitos virtuales ATM. Desde el punto de vista del usuario de la capa ATM, el servicio ATM se ofrece en forma de conexiones ATM, que se soportan sobre circuitos virtuales ATM, sean éstos canales o trayectos virtuales. A partir de este momento se abandona el término de Circuito Virtual y se empleará el término de Conexión Virtual (*Virtual Connection, VC*), más apropiado. El tipo de conexiones ATM que se han analizado hasta este momento, se soportaban sobre circuitos virtuales preestablecidos. A estas conexiones se les conoce como Conexiones Virtuales Permanentes (*Permanent VC, PVC*). Las conexiones PVCs requieren la intervención del administrador de la red para su establecimiento, que se lleva a cabo mediante la intervención en cada uno de los nodos que conmutará el circuito virtual que soporta la conexión.

Por otro lado, es muy deseable que la red ATM permita a las aplicaciones usuarias de la RDSI-BA que soliciten el establecimiento de conexiones ATM de forma dinámica, es decir, según requiera su funcionamiento en cada momento y sin la intervención del usuario humano ni del administrador de la red. A estas conexiones se les conoce como Conexiones Virtuales Conmutadas (*Switched VC, SVC*).

La señalización es el conjunto de procedimientos presentes en la red que permiten el establecimiento, seguimiento y liberación automáticos de conexiones conmutadas. Existe señalización, por ejemplo, en la Red Telefónica Básica y en la RDSI-BE, en donde permite el establecimiento, seguimiento y liberación automáticos de conexiones que soportarán conversaciones telefónicas. Es necesario normalizar la señalización también en la RDSI-BA para conseguir gestionar de forma automática conexiones SVC.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En la figura anterior, se aprecia el procedimiento que habitualmente se sigue para el establecimiento de una conexión SVC en una red ATM. Este procedimiento se articula mediante el intercambio de Mensajes de Señalización. Al protocolo que gobierna este intercambio se le denomina Protocolo de Señalización.

En la figura, el terminal A desea establecer una conexión ATM con el terminal B a través de una red ATM consistente en cuatro conmutadores ATM. Los pasos a seguir son:

1. El terminal A envía un mensaje de petición de establecimiento de conexión. Este mensaje lo envía a la red; en realidad, este mensaje lo envía a la red; en realidad, este mensaje lo recibe el conmutador al cual se encuentra conectado el terminal, que se denominará conmutador de acceso. En este mensaje de petición, el terminal debe al menos especificar tres elementos:
  - a. La dirección del terminal destino de la conexión que se pide establecer
  - b. El perfil del tráfico de celulas que va a fluir por esta conexión
  - c. La calidad del servicio que se requiere para la conexión.
2. Cuando el conmutador de acceso recibe el mensaje de petición debe tomar dos decisiones:
  - a. Si dispone de los recursos necesarios para garantizar a la conexión, en caso de que se establezca, la calidad de servicio que solicita para el perfil de tráfico que declara; este procedimiento se denomina Control de Admisión de Conexión (*Connection Admission Control*, CAC).
  - b. En caso de contestar afirmativamente a la pregunta anterior, cuál es el conmutador al cual pasarle el mensaje de petición; en otras palabras, cuál debe ser el conmutador siguiente en el circuito virtual que se está estableciendo; este procedimiento se denomina encaminamiento.
  - c. En caso de contestar negativamente a la pregunta anterior, devolver un mensaje de rechazo de la petición al que le envió tal petición.
3. Cada conmutador que recibe el mensaje de petición, procede de idéntica forma que el conmutador de acceso.
4. Eventualmente, cuando el mensaje lo recibe el terminal B, en caso de aceptar la petición, contestará afirmativamente a su conmutador de acceso.
5. El mensaje de confirmación de la petición atravesará en secuencia inversa los mismos conmutadores que procesaron la petición y provocará el establecimiento del circuito virtual, que consistirá básicamente en fijar la programación prevista de la tabla de encaminamiento y en reservar los recursos necesarios.

La liberación de la conexión puede iniciarse tanto por el terminal origen como por el terminal destino. Nótese que el procedimiento descrito se limita al caso de una conexión punto a punto; es decir, aquellas conexiones con un terminal origen y un terminal destino y que permiten el flujo de células desde el terminal origen y desde el terminal destino.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Las redes ATM permiten el establecimiento de conexiones ATM punto a multipunto, es decir, aquellas conexiones con un terminal origen y varios terminales destino y que permiten el flujo de células únicamente desde el terminal origen hacia los terminales destino. Estas conexiones reciben el nombre de árboles multidestino. En este caso, el establecimiento por simplicidad está gobernado por el terminal origen, que recibe el nombre de raíz de árbol. Por cada terminal destino deseado el terminal raíz envía un mensaje de petición de establecimiento -si se trata del primero de los terminales destino- o de adición -si se trata de los siguientes- a la red a cada uno de los terminales destino, que reciben el nombre de hojas del árbol.

Un terminal hoja puede decidir su desprencimiento del árbol, enviando el mensaje correspondiente a la red. El terminal raíz por su parte, puede decidir el desprencimiento de uno de los terminales hoja o la liberación del árbol multidestino.

### AAL DE SEÑALIZACION

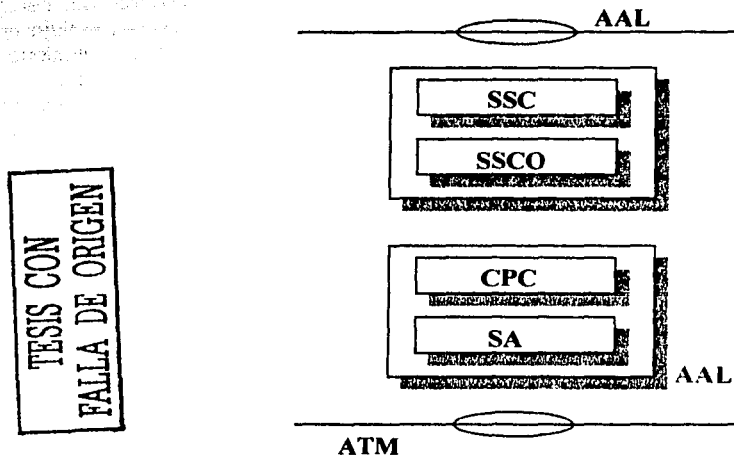
El procedimiento descrito anteriormente es un procedimiento típico de una red que proporciona un servicio orientado a la conexión, como lo son la Red Telefónica Básica o la RDSI-BE. Es más, en la descripción anterior no aparece ningún concepto intrínsecamente ligado al Modo de Transferencia Asíncrono. No obstante, para conseguir un funcionamiento correcto de la señalización cuyos principios básicos ya se han descrito, es necesario especificar un mecanismo para transportar los mensajes de señalización desde un terminal a su conmutador de acceso, desde un conmutador a otro y desde un conmutador de acceso a un terminal.

Para transportar los mensajes de señalización se ha especificado lo siguiente. En primer lugar, los mensajes de señalización deberán ser transportados mediante células ATM a través de conexiones virtuales. En principio, estas conexiones podrían ser conmutadas o permanentes. Inmediatamente se descarta la primera posibilidad, puesto que esta facilidad es posible gracias a los mensajes de señalización y no al revés. En cuanto a la segunda de las posibilidades, se ha establecido anteriormente que cada conmutador decide dinámicamente cuál es el conmutador hacia el cual va a hacer progresar la petición de establecimiento. Es decir, no se dispone con antelación de la información relativa al camino que seguirá la conexión. Por tanto, no pueden emplearse tampoco conexiones permanentes.

La solución por la que se optó fue la de reservar un identificador VPI/VCI para estos propósitos; concretamente, el valor VPI =0 / VCI =5. De este modo, cuando un conmutador ATM recibe células con VPI =0 / VCI =5, decide no conmutarlas sino interpretar la información de señalización que contienen. Evidentemente, el tamaño de los mensajes de señalización no coinciden con el tamaño de campo de datos de las células ATM. Además, el servicio ATM no puede ser empleado directamente para transportar los mensajes de señalización dado que este transporte debe ser fiable. Es por ello que se normalizó un protocolo AAL para Señalización (*Signaling AAL*, SAAL). En la página siguiente se ilustran los protocolos incluidos en el SAAL.

Dado que los mensajes de señalización son datos, se optó por emplear el protocolo AAL5 para las subcapas SAR y CPCS de SAAL. Se conseguía con ello resolver el problema de la segmentación. Faltaba aun resolver el problema de la fiabilidad de los datos. Los protocolos de señalización que gestionan los mensajes de señalización y cuyas entidades residen tanto en los terminales como en los conmutadores, esperan que los mensajes de señalización puedan ser intercambiados sin errores, sin ser duplicados y sin pérdidas.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



**Estructura de la Capa AAL de Señalización**

Con este propósito el UIT-T normalizó un protocolo denominado Protocolo Orientado a la Conexión Específico de Servicio (*Service-Specific Connection Oriented Protocol*, SSCOP) y que ubicó en la subcapa SSCS del SAAL.

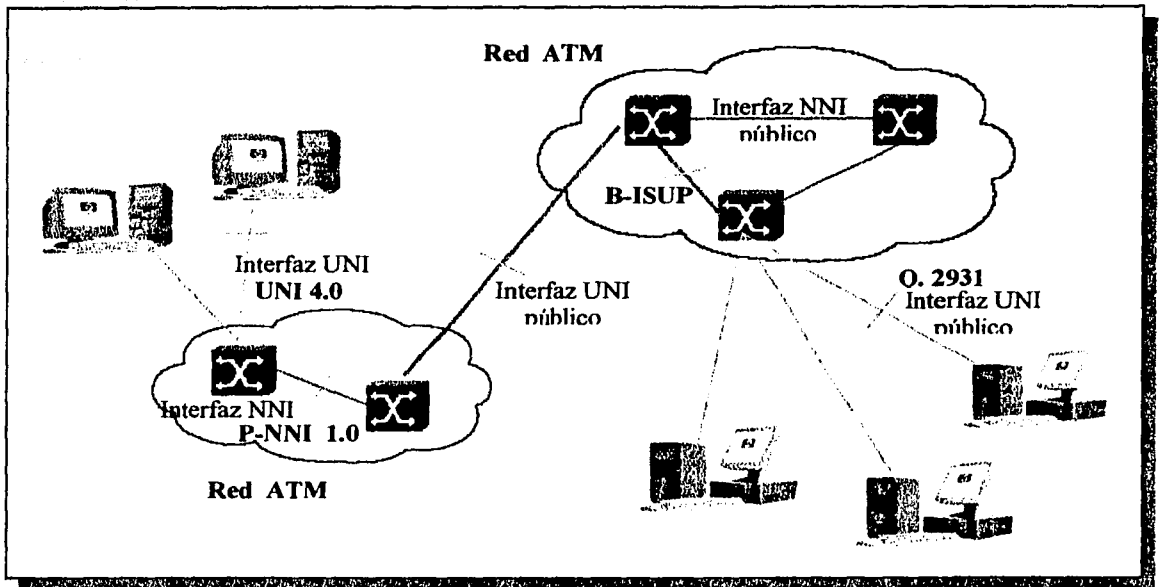
La función principal del protocolo SSCOP es el control de errores y de flujo. Para comprender las características de este protocolo, es conveniente establecer algunas analogías entre la RDSI-BE y la RDSI-BA. En la RDSI-BE los mensajes de señalización que se intercambian entre el terminal y la red, se transportan sobre el canal D, que cumple el mismo propósito que el canal virtual VPI =0/VCI =5 en la RDSI-BA.

Sobre el canal D el intercambio de datos se controla mediante un protocolo de enlace de datos, concretamente el protocolo LAP-D. En la RDSI-BA, por su parte, los mensajes de señalización también atraviesan un enlace que necesita ser controlado. Nótese que los mensajes de señalización se generan en el terminal y se reciben en el conmutador, al otro extremo del enlace, a diferencia de los datos de usuario, que se generan en el terminal y se reciben en el terminal remoto. Por esta razón, SSCOP adapta el protocolo LAP-D de la RDSI-Be. Finalmente, para adaptar el protocolo SSCOP al servicio AAL, el UIT-T normalizó la Función de Convergencia Específica de Servicio (*Service-Specific Convergence Function*, SSCF).

### PROTOCOLOS DE SEÑALIZACION

Se ha definido anteriormente la función y los procedimientos básicos de los protocolos de señalización en la RDSI-BA. Aclarando que protocolos de señalización se emplean en que casos de entre los normalizados por el UIT-T y por el ATM Forum, se tiene la figura siguiente.

INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



**Protocolos de Señalización en redes ATM**

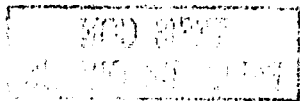
La tecnología ATM tiene unas características de escalabilidad que la hacen apropiada tanto para redes corporativas como para redes públicas. Asimismo, el objeto de normalización del ATM Forum es las redes corporativas y el del UIT-T: las redes públicas.

Un escenario típico de despliegue de redes ATM se muestra en la figura superior, en donde se observa una red pública ATM (la RDSI-BA propiamente dicha), a la derecha, y una red corporativa a la izquierda. Los protocolos de señalización se especifican en dos puntos:

- Entre un terminal y la red; esto es, entre una terminal y su conmutador de acceso; se habla entonces de Interfaz Usuario-Red (*User-Netword Interface, UNI*).
- Entre un conmutador y otro de la misma red; se habla entonces de Interfaz Nodo-Red (*Network-Node Interface, NNI*).

La razón que ha conducido a distinguir entre señalización UNI y señalización NNI es la inherente complejidad de la señalización NNI. Se ha visto que es fundamental tener conocimiento del estado de la red para hacer progresar la petición de establecimiento, para lo cual se emplea la señalización NNI; pero en este aspecto el terminal no participa, es decir, la señalización UNI no debe tenerlo en cuenta.

La clasificación anterior puede aplicarse a una red pública y a una red privada, por lo cual se dan los cuatro casos siguientes: UNI privado, NNI privado, UNI público y NNI público.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

La normalización de los protocolos de señalización en los interfaces UNI privado y NNI privado se ha llevado a cabo bajo la responsabilidad y los auspicios del ATM Forum.

- El protocolo de señalización normalizado para el UNI privado es el UNI 4.0 (aunque la versión anterior UNI 3.1 aún está en uso).
- El protocolo de señalización normalizado para el NNI privado es el P-NNI 1.0 (*Private NNI version 1.0*).

En cambio, la normalización de los protocolos de señalización en los interfaces UNI público y NNI público la ha llevado a cabo el UIT-T:

- El protocolo de señalización normalizado para el UNI público es el Q.2931, también conocido como DSS2 (*Digital Subscriber Signaling System N°2*). Se trata de un protocolo que ha evolucionado a partir del protocolo de señalización de la RDSI-BE, contenido en la recomendación Q.931 y también conocido como DSS1.
- El protocolo de señalización normalizado para el NNI público es el B-ISUP (*Broadband ISDN User Part*). Se trata de un protocolo que ha evolucionado a partir del protocolo ISUP, normalizado para la RDSI-BE como extensión del Sistema de Señalización N°7 (*Signaling System N°7, SS7*).

Es evidentemente indeseable, desde el punto de vista de la interoperabilidad de los equipos, que los protocolos UNI 4.0 y Q.2931 sean incompatibles. Ello tendría el mismo efecto pernicioso que un teléfono que se pudiese utilizar conectado a una centralita privada pero en absoluto conectado a la red pública telefónica. El hecho es que el protocolo UNI 4.0 está "alineado" con la recomendación Q.2931; esto es, las capacidades especificadas en UNI 4.0 incluyen las normalizadas por Q.2931; además, UNI 4.0 extiende algunos aspectos considerados útiles en el escenario corporativo.

### SEÑALIZACIÓN Y PLANO DE CONTROL

De lo que se ha analizado en relación a la señalización en la RDSI-BA, se han constatado los siguientes puntos:

- Los protocolos de señalización son conceptualmente independientes del modo de transferencia ATM de la RDSI-BA.
- Las entidades de señalización RDSI-BA residen tanto en los terminales como en los conmutadores ATM.
- Los mensajes de señalización emplean las mismas capacidades de la red ATM que cualquier otro tipo de información de usuario que se transporte a través suyo.

A partir de la constatación de estos hechos, adquiere sentido la normalización por parte del UIT-T del denominado Modelo de Referencia de Protocolo (*Protocol Reference Model, PRM*) de la RDSI-BA. Este modelo de referencia, como otros modelos como el de Referencia OS de ISO, tiene como objetivo dotar de un marco donde ubicar las funcionalidades necesarias para cumplir el objetivo fijado para el objeto del modelo, que en este caso es la RDSI-BA -en el caso de OSI eran las redes de datos-.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El PRM de la RDSI-BA contempla tres capas de protocolo:

- a. La Capa Física
- b. La Capa ATM
- c. La Capa AAL

Las cuales ya se han analizado anteriormente. Por otro lado, el PRM de la RDSI-BA especifica, en la línea adoptada ya durante la normalización de la RDSI-BE, la existencia de dos planos:

- El Plano U o Plano de Usuario, en el que se incluyen todas aquellas capas responsables del transporte, generación y recepción de información de usuario, es decir, de información originada en un usuario/terminal RDSI-BA y destinada a otro usuario/terminal RDSI-BA.
- El Plano C o Plano de Control, en el que se incluyen todas aquellas capas responsables del transporte, generación de señalización de red, es decir, de mensajes de señalización originada y/o destinada a los nodos de la RDSI-BA.

Además prevé un tercer Plano M o de Gestión, y una función de Gestión de Planos.

- Las entidades SAAL y las entidades Q.2931 pertenecen al Plano C y están presentes en los terminales y en los conmutadores.
- Las entidades de aquellos protocolos AAL escogidos para soportar las aplicaciones de usuario pertenecen al plano U y están presentes únicamente en los terminales.
- Las entidades ATM y de capa física pertenecen tanto al plano U como al Plano C y están presentes en los terminales y en los conmutadores.

### ENCAMINAMIENTO

El encaminamiento en las redes ATM engloba aquellos procedimientos que determinan cuál es la secuencia de conmutadores ATM que atravesará el circuito o circuitos virtuales que darán soporte a la conexión que se desea establecer.

La secuencia de conmutadores que atravesará un circuito virtual se determina durante el establecimiento de la conexión ATM y se plasma en la información contenida en la tabla de encaminamiento, que se emplea durante la conmutación de las células de la conexión. El encaminamiento por tanto, es responsable de la determinación de la tabla de encaminamiento durante el establecimiento de la conexión.

El encaminamiento como función se plasma en la operación de los protocolos de encaminamiento. Las entidades de los protocolos de encaminamiento están ubicadas en los nodos de la red, esto es, en los conmutadores ATM. Estas entidades tratan de obtener, mediante el intercambio de la información pertinente, el conocimiento suficiente para poder establecer el circuito virtual que se precise en el establecimiento de una conexión.

El funcionamiento de los protocolos de encaminamiento en las redes ATM es similar al de los protocolos de encaminamiento de la internet:

- Los protocolos de encaminamiento buscan determinar los caminos óptimos entre una estación de origen y una estación de destino.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- Las entidades intercambian información cuantitativa sobre caminos, nodos y/o enlaces y aplicando los algoritmos apropiados determinan los caminos óptimos.

Existen diferencias en cuanto al empleo de la información de encaminamiento:

- En la Internet, la información de encaminamiento se emplea en la conmutación de cada uno de los datagramas que atraviesa un nodo.
- En una red ATM, la información de encaminamiento se emplea únicamente en el establecimiento de la conexión, de modo que cualquier novedad reportada posteriormente por los protocolos de encaminamiento no es tenida en cuenta para la conmutación de las células pertenecientes a una conexión ya establecida.

El ATM Forum ha invertido gran esfuerzo en la normalización de los protocolos de encaminamiento. Téngase en cuenta que se trata de un aspecto fundamental para un funcionamiento perfecto de una red corporativa. El protocolo de encaminamiento especificado por el ATM Forum está contenido en la especificación P-NNI 1.0 que también contiene los aspectos de señalización nodo-red.

El protocolo P-NNI 1.0 es una evolución del protocolo OSPF (*Open Shortest-Path First*), que es uno de los protocolos de encaminamiento más extendidos en la Internet. P-NNI 1.0 es del tipo *link-state*, esto es: que determina el camino óptimo a partir de la información topológica y métrica de toda la red. Además, para conseguir escalabilidad emplea un modelo jerárquico de la red; en otras palabras, resume recursivamente la topología y la métrica de la red en forma de nodos lógicos.

### DIRECCIONAMIENTO

En el proceso de establecimiento de una conexión ATM es esencial que los conmutadores ATM conozcan el destino de la conexión que se pretende establecer. Este conocimiento viene proporcionado por la dirección ATM. Una dirección ATM debe ser:

- a. Global: debe permitir identificar a uno de entre todos los terminales de la red.
- b. Unívoca: dos terminales de la red nunca pueden tener el mismo identificador.

De este planteamiento, se deduce que el identificador VPI/VCI no puede ser empleado como dirección ATM. El ATM Forum especificó ya desde un primer momento los formatos admisibles para las direcciones ATM en una red ATM privada.

El direccionamiento vuelve a ser, al igual que la señalización y el encaminamiento, un componente independiente del modo de transferencia ATM. Es por ello que en su normalización, el ATM Forum optó por incluir antes que excluir aquellos formatos de direcciones más empleados en las redes de datos. De este modo los formatos de dirección ATM especificados por el ATM Forum en la especificación UNI 3.1 fueron:

- DCC (*Data Country Code*) *Format*.
- ICD (*International Code Designator*) *Format*.
- E.164 *Format*.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Todos estos formatos están basados en la sintaxis normalizada para las direcciones de red efectuada por ISO para OSI en la norma ISO 8348 y por el CCITT en la recomendación X.213. Estas direcciones son conocidas con el nombre de direcciones NSAP (*Network Service Access Point*). Las direcciones ATM, independientemente del formato al que se atengan, se caracterizan por tener un tamaño de 20 bytes y por estar divididas en dos partes:

- a) Una parte de red, de 13 bytes de tamaño, que identifica el conmutador al cual se encuentra conectado el terminal y que se estructura de una forma jerárquica para permitir localizarlo dentro de la red.
- b) Una parte de terminal, de 7 bytes de tamaño, cuyos 6 bytes (denominados ESI, *End System Identifier*) más significativos permiten distinguir un terminal del resto de terminales conectados al mismo conmutador, y cuyo byte menos significativo (denominado SEL, *Selector*) permite identificar un punto final de conexión dentro del terminal.

El identificador ESI es una dirección de 48 bits asignada por el Comité IEEE 802. El ATM Forum ha normalizado un mecanismo de registro de direcciones que permite a un terminal obtener la parte de red de su dirección ATM. Esta parte de red le es proporcionada durante el proceso de inicialización del terminal, por parte del conmutador al que se conecta. Este mecanismo de registro de direcciones está incluido en la especificación ILMi (*Interim Management Interface*). De esta forma se consigue evitar la necesidad de configurar manualmente la dirección ATM en el terminal.

### INTRODUCCION A LA GESTION DE TRAFICO EN ATM

El potencial de prestación integrada de servicios de las redes basadas en ATM se instrumenta mediante los mecanismos de gestión de tráfico presentes en la capa ATM de la RDSI-BA. Así pues, la RDSI-BA se concibió para ofrecer servicios de un amañera integrada a una gran variedad de aplicaciones en términos de calidad de servicio y de patrón de generación de información. Asimismo, la elección de ATM como el modo de transferencia de soporte de la RDSI-BA buscó materializar la potencialidad de ésta para la prestación integrada de los servicios. No obstante, el soporte efectivo en ATM de esta variedad de servicios precisa de una función que será denominada: Gestión de Tráfico (*Traffic Management*).

El ofrecimiento de un determinado grado de Calidad de Servicio a una conexión ATM se formaliza en un Contrato de Tráfico, firmado entre la aplicación usuaria de la conexión ATM y la red ATM.

#### CONTRATO DE TRAFICO

Durante la fase de establecimiento de una conexión ATM, el terminal debe especificar la dirección ATM del destino de la conexión y sus requisitos de calidad de servicio. No obstante, la calidad de servicio requerida para una conexión no es el único conjunt de parámetros que se negocian entre el terminal y la red durante el establecimiento de la conexión. El conjunto de características negociables de una conexión durante su establecimiento, constituye lo que se denomina: *Contrato de Tráfico*.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El contrato de tráfico se firma entre la terminal ATM y la red ATM, aunque también se puede interpretar como una transacción entre el usuario del servicio ATM, que es la capa AAL, y el proveedor del servicio que es la capa ATM. En el Contrato de Tráfico se tienen en cuenta dos puntos:

- El terminal declara cuál es el perfil de tráfico previsto para el flujo de células de la conexión ATM cuyo establecimiento se solicita y especifica la calidad de servicio deseada para la conexión.
- La red en caso de aceptar los términos del contrato, se compromete a garantizar la calidad de servicio solicitada siempre que el flujo de células de la conexión se adecue al perfil de tráfico declarado por el terminal.

La declaración del perfil de tráfico se materializa en la especificación de uno o más parámetros de tráfico que lo cuantifican y que constituyen el Descriptor de Tráfico. Por otro lado, la calidad de servicio que se solicita a la red se aplica extremo a extremo entre dos interfaces UNI.

### DESCRIPTOR DE TRAFICO

El descriptor de tráfico de una conexión consiste en todos los parámetros necesarios para especificar sin ambigüedades a qué células de la conexión le es aplicable el contrato de tráfico. Además, el descriptor de tráfico debe incorporar una definición de conformidad; es decir, un mecanismo estipulado que permita determinar si una célula cumple los parámetros especificados en el descriptor de tráfico. Los parámetros normalizados por el UIT-T y por el ATM Forum, y que pueden ser incluidos en el Descriptor de Tráfico de una conexión ATM son los siguientes:

- La Tasa de Pico de Células (*Peak Cell Rate*, PCR). Con la tasa PCR se especifica un valor máximo para la tasa para la tasa media medida a una escala de tiempo mayor que la utilizada para PCR. Esta escala de medida viene indirectamente determinada por el siguiente parámetro.
- El Tamaño Máximo de Ráfaga (*Maximum Burst Size*, MBS), que junto con las tasas PCR y SCR determina el número máximo de células consecutivas emitibles a la tasa PCR. En realidad, el parámetro negociado es la Tolerancia de Ráfaga (*Burst Tolerance*, BT), que guarda una sencilla relación con MBS.

Una definición formal de los parámetros PCR, SCR y BT puede darse empleando el algoritmo *token bucket*. Este algoritmo ha servido de partida para la normalización de la definición de conformidad de los parámetros, denominada *Generic Cell Rate Algorithm* (GCRA).

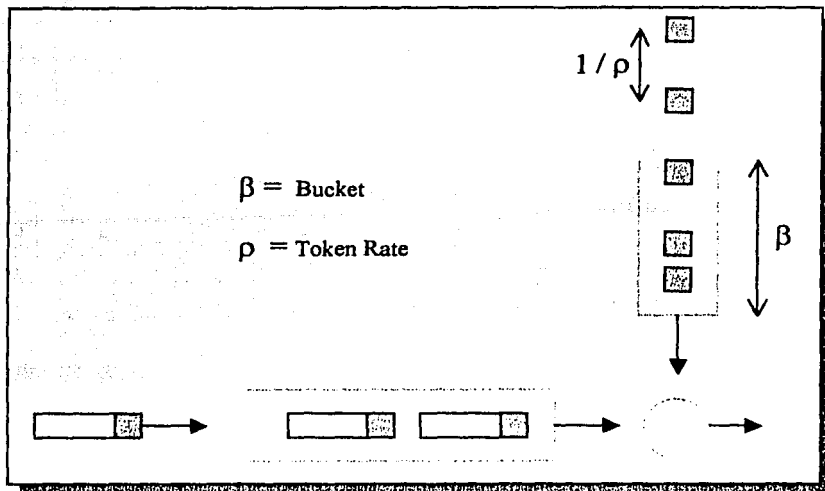
El algoritmo de *token bucket* fue diseñado originalmente para caracterizar de una forma útil y a la vez sencilla los flujos de entrada a redes de paquetes que mostraban un perfil esporádico, o también llamado a ráfagas. En la figura que aparece en la página siguiente se muestra un diagrama de su funcionamiento.

Dos parámetros que gobiernan el funcionamiento del *token bucket* son:

1. La tasa de permisos (token rate)  $\rho$ .
2. La profundidad del bucket (bucket depth)  $\beta$ .



INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



Esquema de un Token Bucket

A un *token bucket* llegan permisos a una cadencia constante igual a  $\rho$ , hasta que el número de permisos en el sistema alcanza el valor  $\beta$ . Si una célula llega al *token bucket* y hay permisos en el sistema, a la célula se le permite entrar a la red; en este caso consumirá uno de los permisos. Si cuando llega la célula, no existen permisos en el sistema, esa célula no podrá entrar a la red; depende de la implementación concreta del *token bucket* la decisión de si se almacena la célula a la espera de la llegada de un permiso o se descarta la célula.

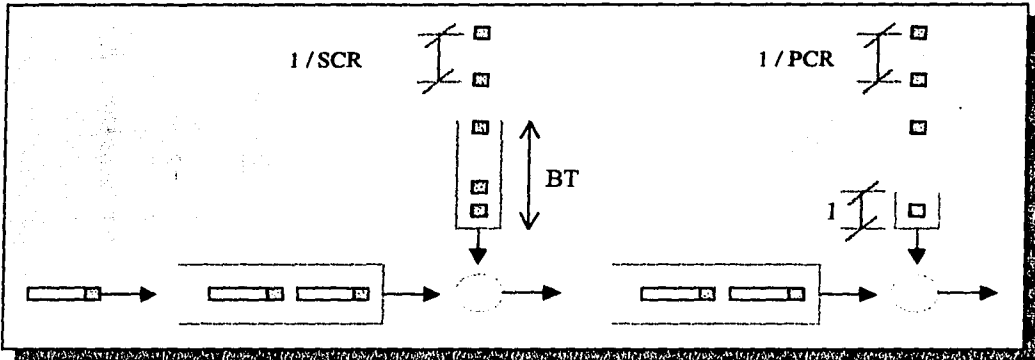
La utilidad del algoritmo token bucket reside en que permite determinar o acotar el tamaño máximo de cualquier ráfaga de células que lo atraviese. Efectivamente, en el peor caso, durante  $\tau$  segundos podrán entrar a la red  $\beta + \rho\tau$  células. A largo plazo, en otras palabras  $\tau \rightarrow \infty$ , la tasa media de entrada no podrá ser mayor que  $\rho$ .

Para la definición de conformidad de los parámetros de descripción de tráfico PCR, SCR y BT, se emplea una combinación de dos *token bucket* en cascada, como se aprecia en la figura de la página siguiente. Los parámetros de funcionamiento de los token bucket toman los siguientes valores:

- La tasa  $\rho$  del primer sistema se toma igual a SCR, mientras que la profundidad  $\beta$  se toma igual a BT.
- La tasa  $\rho$  del segundo sistema se toma igual a PCR, mientras que la profundidad  $\beta$  se toma igual a la unidad.

La razón por la que se ha incorporado un segundo *token bucket* con tasa igual a PCR es que, en el caso de no estar presente, la tasa instantánea de algunas células que atravesarán el sistema podría ser igual a la capacidad del enlace de entrada. Insertando un *token bucket* con profundidad 1, se limita la tasa máxima de entrada a la red a la tasa del *token bucket*, que es la tasa PCR.

INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



Empleo del Token Bucket para la definición de Tráfico

Se puede demostrar que el tamaño máximo MBS permitido por un dispositivo tal como el mostrado en la figura superior es igual a:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

$$MBS = \left[ 1 + \frac{BT}{\left[ \frac{1}{SCR} - \frac{1}{PCR} \right]} \right]$$

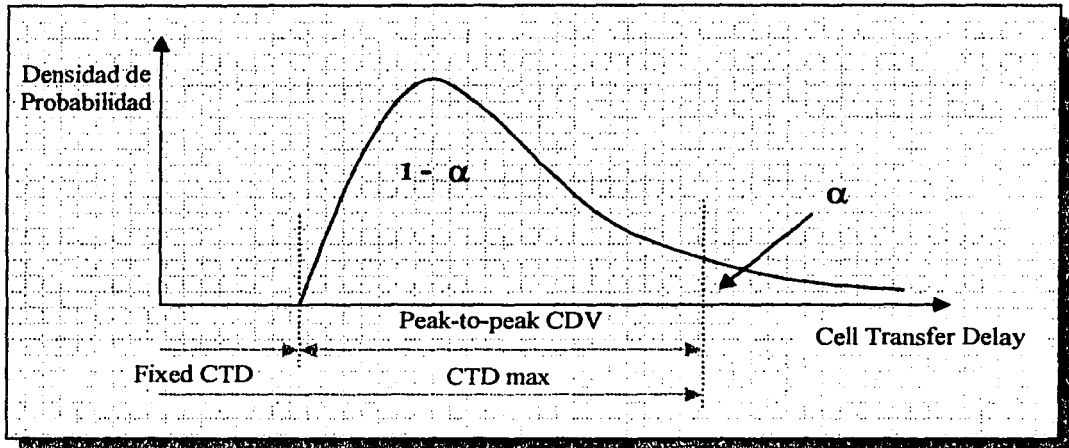
VALIDAD DE SERVICIO

La Calidad de Servicio (*Quality of Service*, QoS) que proporciona la capa ATM se mide en términos de una serie de parámetros que caracterizan las prestaciones de una conexión ATM. El UIT-T y el ATM Forum han normalizado seis parámetros de QoS. De estos seis parámetros, tres no son susceptibles de ser negociados para cada conexión ATM que se establece. Tales parámetros son:

1. Tasa de Células Erróneas (*Cell Error Ratio*, CER), definida como la fracción de células recibidas erróneamente sobre el total de células transferidas.
2. Tasa de Bloques Severamente Dañados (*Severely-Errored Cell Block Ratio*, SECR), siendo un bloque de células una secuencia de N células transmitidas consecutivamente y un bloque severamente dañado, un bloque con más de M células erróneas, pérdidas o mal insertadas.
3. Tasa de Células Mal Insertadas (*Cell Misinsertion Rate*, CMR), siendo una célula mal insertada aquella que, normalmente debido a un error no detectado en la cabecera, ha sido erróneamente conmutada.

**INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS**

En cambio, los tres parámetros de QoS siguientes sí son susceptibles de ser negociados durante el establecimiento de una conexión ATM. Son éstos por tanto, los parámetros que puede utilizar el terminal para solicitar de la red los requisitos de QoS que desea para la conexión ATM. En la definición de los parámetros negociables de QoS es necesario saber interpretar la gráfica de la siguiente figura:



**Definición de los Parámetros de QoS**

En esta figura, se representa la función de densidad de probabilidad del retardo de transferencia (Cell Transfer Delay, CTD) que típicamente pueden sufrir las células de una conexión ATM al atravesar la red. En este retardo aparecen contribuciones diversas: algunas de ellas son constantes para todas las células de la conexión, como son el retardo de propagación, el de transmisión y la parte fija de conmutación, mientras que el retardo de espera en las colas de los conmutadores contribuye de una manera variable, dado que no es determinista.

Teniendo en cuenta este escenario, el retardo de transferencia de una célula nunca será menor que la suma de los retardos fijos, como se indica en la figura. Además, el retardo máximo de transferencia de una célula no está acotado. Por último, una célula perdida puede interpretarse como una célula que sufre un retardo de transferencia infinito. Estos dos razones explican la presencia de la asíntota en la figura.

Los parámetros negociable de QoS, pueden clasificarse en parámetros espaciales y parámetros temporales. El parámetro espacial de QoS es la Tasa de Células Perdidas (*Cell Loss Ratio, CLR*)<sub>k</sub>, definida como la fracción de células perdidas durante la vida de una conexión sobre el total de células transferidas. De este modo, si se especifica un valor CLR determinado para una conexión en establecimiento, se está exigiendo a la red que la fracción de células perdidas no supere este valor.

Los parámetros temporales de QoS son los dos siguientes:

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

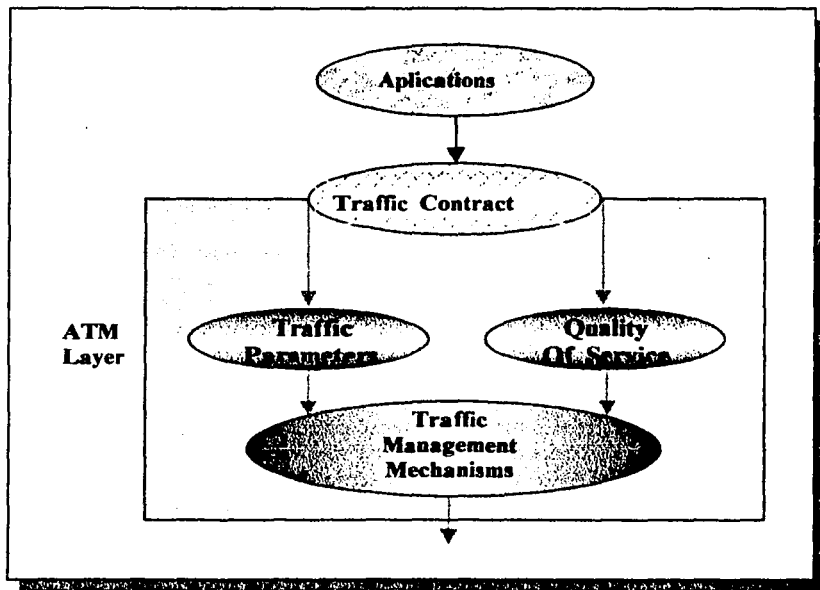
- El Retardo Máximo de Transferencia (*Maximum Cell Transfer Delay, CTDmax*), definido como el cuantil  $1-\alpha$  de los retardos experimentados por las células transferidas durante la vida de la conexión. El valor  $\alpha$  lo toma de la red como parámetro a la hora de reservar los recursos necesarios para garantizar la QoS.
- La Variabilidad Máxima de Retardo (*Peak-to-Peak Cell Delay Variation, peak-to-peak CDV*), definida como la diferencia entre el CTDmax y el retardo fijo.

De este modo, si se especifican unos valores CTDmax y CDV de pico determinados para una conexión en establecimiento, se está exigiendo a la red que una fracción igual a  $1-\alpha$  del total de células transmitidas no se demore más que CTDmax y no difiera en términos de retardo de transferencia más que CDV de pico.

### GESTION DE TRAFICO

Anteriormente se ha detallado el modelo de servicio normalizado por el UIT-T y por el ATM Forum para el servicio ATM. Este modelo de servicio se ilustra en la figura siguiente. En él, el usuario que es la aplicación usuaria residente en el terminal, firma un contrato de tráfico con el proveedor, que es la capa ATM. En tal Contrato de Tráfico el usuario declara un perfil de tráfico y solicita una QoS. Por su parte, el proveedor se compromete a garantizar la QoS solicitada siempre que se respete el perfil declarado.

Los mecanismos de Gestión de Tráfico son los encargados de hacer valer los Contratos de Tráfico de aquellas conexiones ATM en curso. En otras palabras, son los mecanismos que garantizan la QoS a aquellas conexiones que respetan su perfil de tráfico.



Contrato de Tráfico en ATM

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

La labor de los organismos normalizadores a este respecto se ha limitado a enumerar aquellos mecanismos de gestión de tráfico deseables en una red ATM y a enunciar su propósito y función. Es una labor muy limitada. Y ello es así por razones de peso. Los mecanismos de Gestión de Tráfico deben cumplir de forma eficaz su función genérica de hacer valer los contratos de tráfico; pero también de forma eficiente. La mejor manera de conseguir que la gestión de tráfico sea eficiente es permitir que sus mecanismos no estén sujetos a normalización alguna, sino que se les permita ser producto de la diferenciación de los proveedores de equipamiento.

En resumen, mientras que las normas garantizan la interoperabilidad de equipos de distintos fabricantes, los mecanismos de gestión de tráfico incorporados en los equipos de cada fabricante son el elemento que distingue a un fabricante como proveedor de equipos de mejores o peores prestaciones. A continuación se exponen los principios de operación de los mecanismos de gestión de tráfico más utilizados. Se ha ordenado su enumeración en orden decreciente de escala temporal sobre la que actúa cada mecanismo. Mientras que el Control de Admisión actúa cada vez que llega una petición de establecimiento de conexión, la Planificación de células actúa cada vez que llega una célula. Se habla entonces de que el primero actúa a una escala temporal igual a la duración de una conexión, mientras que el segundo, al tiempo de transmisión de una célula.

### I. CONTROL DE ADMISION

El control de Admisión (*Connection Admission Control*, CAC) es el mecanismo responsable de aceptar o rechazar una petición de establecimiento de conexión ATM que llega a la red. No hay normalizado ningún mecanismo CAC. Está especificada con detalle su función. La función CAC debe, a partir de la información del Contrato de Tráfico, determinar si acepta la petición de establecimiento, sujeta a las siguientes consideraciones:

- Debe satisfacerse la QoS que se solicita para la conexión en establecimiento.
- No debe quedar afectada negativamente la QoS de las conexiones ya establecidas.

Los mecanismos CAC son responsables indirectamente de la reserva de recursos en la red para garantizar la QoS de las conexiones establecidas. Intuitivamente, para garantizar un CTD<sub>max</sub> a una conexión, es necesario reservar una fracción de la capacidad de los enlaces que va a atravesar la conexión. O en otras palabras, es necesario limitar el número de conexiones que confluyen en los mismos enlaces que va a atravesar esta conexión. Limitar el número de conexiones conlleva necesariamente a rechazar determinadas peticiones de establecimiento de conexión, lo cual es la función del Control de Admisión.

Los mecanismos CAC son mecanismos de gestión de tráfico con una escala temporal de actuación relativamente grande, puesto que toman decisiones en los instantes de petición de establecimiento de las conexiones.

### II. CONTROL DE FLUJO

Se trata de un mecanismo de Gestión de Tráfico cuya normalización fue impulsada por el ATM Forum. Esta normalización ha sido mucho más específica que la del resto de los mecanismos de gestión de tráfico, por las razones que verán más adelante. El control de flujo en redes ATM comprende el conjunto de mecanismos coordinados que permiten que, ante la inminencia o constatación de una sobrecarga de la red, los terminales responsables de tal situación ajusten de forma acorde y consecuente sus tasas de emisión de células.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El control de flujo normalizado por el ATM Forum se consigue ajustando en origen de forma periódica, el intervalo temporal de emisión de las células de cada conexión. Para ello, el terminal emisor deberá insertar células denominadas de gestión de recursos (*Resource Management, RM*) en el flujo de células de datos; las células RM serán devueltas por el destino de la conexión y serán empleadas por la red para informar sobre el ajuste deseado para cada conexión en función del estado de la red en cada momento. Este tipo de control de flujo se denomina por realimentación de tasa, para distinguirlo de otros esquemas que se basan en realimentar el tamaño de ventana (como en TCP), que son del tipo por realimentación de créditos.

La operación eficaz del control de flujo requiere la coordinación de comportamientos entre el terminal origen, el terminal destino y los conmutadores de la red. Es por ello que tales comportamientos han sido normalizados con detalle. De este modo se garantiza la interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes.

El control de flujo es un mecanismo de gestión de tráfico con una escala temporal de actuación intermedia, pues toma decisiones que tardan en tener efecto varios retardos de ida y vuelta (*Round-Trip Time, RTT*). Un RTT es el tiempo que tarda una célula RM en llegar al destino de la conexión y volver al origen, momento en el que entrega la información de realimentación que contiene.

### III. FUNCION DE POLICIA

La función de Policía, denominada por los organismos de normalización Control de Parámetros de Usuario (*Usage Parameter Control, UPC*), comprende los organismos encargados de verificar que el perfil de tráfico declarado por el usuario se cumple durante toda la conexión.

De igual modo que en el control de admisión, no hay normalizados mecanismos de policía, sino que se ha detallado las funciones que debe desempeñar todo mecanismo de policía. Estas son:

- Comprobar la validez del campo VPI/VCI de cada célula.
- Monitorizar el flujo de células de cada conexión en el punto de entrada de la red para determinar si son conformes o no con el descriptor de tráfico de la conexión.
- Descartar o marcar las células no conformes.

La monitorización de las células de una conexión puede realizarse mediante cualquier procedimiento que se diseñe. Sólo se exige que tal procedimiento cumpla las siguientes restricciones:

- Que no modifique el perfil de las células monitorizadas.
- Que no sea más restrictivo que la aplicación de la definición de conformidad según el algoritmo GCRA, es decir, que no determine que una célula es no conforme cuando sí lo sería según el algoritmo GCRA.

Es decisión del diseño de la función de policía descartar antes de entrar en la red o no aquellas células de la conexión que no son conformes con el contrato establecido. Se permite no descartarlas, en cuyo caso se prescribe que tales células no conformes sean marcadas con el campo CLP = 1. Esto las distingue del resto de las células de la conexión como más indicadas para el descarte dentro de la red. Nótese que, dado que estas células no entran en el perfil de la conexión, no son susceptibles de serles respetada la QoS establecida para la conexión.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Los mecanismos de policía son mecanismos de gestión de tráfico con una escala temporal de actuación reducida, pues toman decisiones en cada instante de ingreso de una célula en la red.

### IV. GESTION DE MEMORIA

Cuando una célula llega al conmutador ATM para ser conmutada, debe ser almacenada temporalmente. Esta decisión no sería crítica si el espacio de almacenamiento en los conmutadores ATM no fuese un recurso crítico; pero sí lo es. De modo que es necesario determinar un criterio para decidir qué célula descartar cuando una célula llega al conmutador ATM y no hay buffers disponibles.

El algoritmo de gestión de memoria más sencillo y a la vez más comúnmente empleado es el FCFU (*First-Come First-Used*), consistente en descartar, en caso de ser necesario, aquella célula que llegó en último lugar, es decir, la célula que se encuentra con la situación de no disponibilidad de memoria en el conmutador. Otros algoritmos de gestión de memoria más complejos pero con mejores prestaciones, tienen en cuenta a la hora de descartar una célula, qué fracción del espacio de almacenamiento está ocupando cada conexión de las que atraviesan el conmutador. Este tipo de algoritmos se conocen con el nombre de *per-VC accounting*.

Los algoritmos de gestión de memoria son efectivamente mecanismos de gestión de tráfico, en cuanto que determinan la tasa de pérdida de células que experimenta cada conexión. Son además mecanismos de gestión de tráfico con una escala temporal de actuación muy reducida, al igual que los mecanismos de policía, pero con un efecto a muy corto plazo, a diferencia de éstos.

Téngase en cuenta que la decisión tomada por un mecanismo de gestión de memoria se traduce instantáneamente en la QoS que percibe la conexión, mientras que la decisión tomada por un mecanismo de policía, que marque las células no conformes, no es tan inmediato ni tan determinista. Por otro lado, desde el momento en que la escala temporal de los mecanismos de gestión de memoria es tan reducida, son osimismo incapaces de realizar una gestión efectiva cuando la situación de sobrecarga tiene una temporal mayor de aparición.

### V. PLANIFICACION DE CELULAS

Otro mecanismo de gestión de tráfico que en ocasiones se engloba junto con éstos, en la denominación genérica de *buffer management*. No obstante, en este documento se identifica como un mecanismo independiente, aun reconociendo su interdependencia con la gestión de memoria.

Los mecanismos de planificación de células (*Cell Scheduling*), también denominados de forma genérica disciplinas de servicio, son los encargados de decidir el orden de transmisión de las células a través de los puertos de salida de los conmutadores. El algoritmo de planificación más sencillo y por ende, más extendido es el FCFS (*First-Come First-Served*), también conocido como FIFO, en el que se transmite la célula que antes llega al sistema. Este algoritmo es el algoritmo dual del algoritmo FCFU empleado en la gestión de memoria.

La razón de la importancia de los mecanismos de planificación de células es la dual de la expuesta para la gestión de memoria. Es un hecho que el recurso ancho de banda es un recurso escaso en las redes ATM. Por tanto se da la situación en que células de más de una conexión deseen ser transmitidas en el siguiente intervalo despreciable en el enlace de salida de un puerto del conmutador.

Los algoritmos de planificación son mecanismos de gestión de tráfico, en cuanto que al decidir el instante de transmisión de las células de cada conexión, están asignando distintos retardos de espera en el conmutador a las diferentes conexiones, lo cual se traduce en una determinada QoS percibida. Aparte del algoritmo FCFS, existen algoritmos de planificación más complejos pero que gestionan de forma más eficaz el ancho de banda.

Algunos de ellos permiten repartir el recurso de forma más equitativa entre las conexiones que el algoritmo FCFS, pues téngase en cuenta que el reparto en este caso es proporcional a la tasa de llegada de cada conexión, tales como los algoritmos englobados dentro de la denominación *Fair Queueing*. Otros permiten garantizar tiempos de tránsito máximos en el conmutador para cada conexión. Finalmente, otros permiten garantizar una variabilidad máxima de retardo. Nótese que estos algoritmos precisan una monitorización del uso relativo que está haciendo cada conexión que atraviesa el puerto bajo consideración.

La escala temporal de actuación de los mecanismos de planificación es del mismo orden que la de los mecanismos de gestión de tráfico. Al igual que ellos, no son susceptibles de normalización sino que se dejan sujetos a diferenciación por parte de los fabricantes.

### CATEGORIAS DE SERVICIO ATM

Se ha visto cual es el modelo de servicio de la capa ATM y cuáles son los mecanismos de gestión de tráfico que se emplean para proveer un servicio de tales características. Las aplicaciones usuarias del servicio ATM tienen a su alcance un muy variado surtido de posibilidades para solicitar QoS y para describir su perfil de tráfico; asimismo, el proveedor del servicio dispone de numerosos mecanismos de gestión de tráfico con los que garantizar la QoS solicitada para cada conexión.

El ATM Forum y el UIT-T se plantearon desde un primer momento limitar el número de las posibles combinaciones de parámetros de descripción de tráfico y de QoS, con el fin de identificar los mecanismos de gestión de tráfico más adecuados en cada caso, todo ello en aras de la eficacia y la eficiencia de la provisión del servicio ATM. Este planteamiento cristalizó en la publicación, por parte del ATM Forum del documento *Traffic Management Specification Version 4.0* (TM 4.0), y por parte del UIT-T, de la Recomendación I.371.

Tanto TM 4.0 como I.371 estructuran el servicio ATM mediante la enumeración de diversas Clases de Servicio, que en la nomenclatura TM 4.0 reciben la denominación de Categorías de Servicio, y en la nomenclatura I.371, Capacidades de Transferencia. Una clase de servicio puede entenderse intuitivamente como una modalidad de contrato de tráfico para el servicio ATM.

El ATM Forum normalizó 5 categorías de servicio, que son en definitiva cinco maneras diferentes de ofrecer QoS a una conexión ATM. Cada categoría de servicio:

- Garantiza determinados parámetros de QoS
- Supone la adhesión a unos parámetros de descripción de tráfico.

Por tanto, cada categoría de servicio será apropiada para un tipo de aplicaciones usuarias en función de si garantiza aquellos parámetros de QoS que le son críticos. Desde el punto de vista del proveedor del servicio, se puede afirmar que para cada categoría de servicio son más adecuados unos mecanismos de gestión de tráfico que otros.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Estas cinco categorías de servicio pueden clasificarse a efectos dedácticos en dos grupos: categorías de tiempo real y categorías sin tiempo real. En el primer grupo se incluyen aquellas categorías que garantizan al usuario parámetros temporales de QoS, a saber: CTDmax y CDV de pico. En el segundo grupo se incluyen aquellas que no los garantizan.

### 1. CATEGORIA CBR

En ésta categoría CBR (*Constant Bit Rate*) se supone que la aplicación usuaria emite datos de forma que el flujo de células resulte a tasa constante. Por esta razón se emplea PCR como el único parámetro de descripción de tráfico. Se garantiza además de CTDmax y CDV de pico, la tasa de pérdidas CLR. Para ello, se pueden emplear los mecanismos de Control de Admisión, de Policía, de Gestión de Memoria y de Planificación. Los recursos de la red se reservan en exclusividad para las conexiones ATM establecidas bajo la modalidad CBR. Como ejemplos de aplicaciones potencialmente usuarias de la categoría CBR, podríamos citar la telefonía, la TV o la Radiodifusión.

### 2. CATEGORIA rt-VBR

En este caso, la categoría rt-VBR (*real-time Variable Bit Rate*) no se supone que las células se emiten a tasa constante, por lo cual es necesario emplear los tres parámetros de descripción de tráfico normalizados PCR, SCR y BT para caracterizar el perfil de tráfico. Al igual que en CBR, se garantiza CTDmax, CDV de pico y la tasa de pérdidas CLR. El mismo tipo de mecanismos de gestión de tráfico citado para la provisión de la categoría CBR pueden emplearse para la provisión de la categoría rt-VBR, aunque su funcionamiento es más complejo. En rt-VBR los recursos no se asignan con exclusividad con el objeto de conseguir ganancia de multiplexado.

### 3. CATEGORIA nrt-VBR

En la categoría nrt-VBR (*non-real-time VBR*) se hacen las mismas suposiciones que en rt-VBR al respecto del perfil de tráfico de la aplicación usuaria pero, a diferencia de la misma, únicamente garantiza la tasa de pérdidas CLR. Son aplicables mecanismos de Control de Admisión y de Policía y de Gestión de Memoria. Esta categoría de servicio está destinada a aplicaciones muy sensibles a la pérdida de células, pero tolerantes al respecto de los parámetros temporales de QoS.

### 4. CATEGORIA UBR

La categoría UBR (*Unspecified Bit Rate*) a diferencia de todas las anteriores, no supone que las células se adhieren a ningún descriptor de tráfico. Téngase en cuenta que no todas las aplicaciones pueden ajustar su tráfico al perfil impuesto por la tema de parámetros PCR, SCR y BT. Por el lado contrario y coherencia con los principios del contrato de tráfico en ATM, no se garantiza ningún parámetro de QoS. De hecho, las conexiones establecidas bajo la categoría UBR emplean los recursos no reservados para CBR y no utilizados por VBR. Los mecanismos de gestión de memoria permiten una provisión mínimamente eficiente de esta categoría de servicio.

Las aplicaciones destinatarias de esta categoría de servicio que, en cierto modo se caracteriza por la ausencia de modelo de servicio, son las aplicaciones que habitualmente emplean el servicio *best-effort* que proporciona IP en Internet; a saber: transferencia de archivos, correo electrónico, etc.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### 5. CATEGORIA ABR

La categoría de servicio ABR (*Available Bit Rate*) se planteó como una alternativa a nrt-VBR para mejorar la QoS que la categoría UBR ofrecía a las aplicaciones de datos. A diferencia de nrt-VBR que supone la adecuación a un perfil de tráfico definido en el momento de establecer la conexión, la categoría ABR no exige este tipo de conocimiento por parte de la aplicación usuaria.

En la categoría ABR, el terminal debe ser capaz de ajustar su tasa de emisión de células por la conexión al ancho de banda disponible en cada momento y que la red notifica como una variable denominada ACR (*Allowed Cell Rate*). Si el terminal se adhiere a este compromiso, la red garantiza un valor de tasa de pérdidas CLR relativamente bajo, sin cuantificar.

El mecanismo de gestión de tráfico fundamental en ABR es el control de flujo normalizado por el ATM Forum y que del que ya se ha hecho mención anteriormente. Las aplicaciones usuarias destinatarias son las mismas que en UBR y en nrt-VBR.

---

### INTERCONEXION DE REDES VIA ATM MEDIANTE CLASSICAL IP

Las redes ATM iniciaron su implantación incorporándose como las redes troncales en las redes de datos existentes; el ejemplo más claro ha sido su implantación en la Internet. Las redes ATM se plantearon como la tecnología de soporte del concepto de Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA).

La realidad más inmediata fue su incorporación directa en las redes de datos, tanto en la red global Internet, como en las redes corporativas. En este escenario de implantación, las redes ATM se constituyeron como redes troncales. Adquirió entonces una capital importancia el diseñar esquemas de interconexión de las redes existentes con las redes de tecnología ATM.

### INTEGRACION DE REDES DE DATOS VIA ATM

Si bien las redes ATM aparecen en los inicios de los años 90 como la tecnología que podía materializar el potencial integrador de servicio que se buscaba con la RDSI-BA, la realidad fue que inmediatamente se constituyeron como la tecnología más recurrida para implantar redes de datos. Dos razones de índole no tecnológica determinaron este devenir.

En primer lugar, el ATM Forum se dio cuenta de la complejidad que involucraría el proceso normalizador que diese lugar a un conjunto de especificaciones técnicas que cubriese la provisión integrada de servicios por parte de las redes ATM, es decir, de servicios de datos, de voz y de vídeo. Decidió por tanto abordar este proceso de forma escalonada, procediendo en primer lugar con el servicio de datos, para el cual bastaba con trasladar el paradigma *best-effort* de las redes de datos tradicionales.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

En segundo lugar, los fabricantes de equipamiento de red llegaron tempranamente a la conclusión de que las fuertes inversiones en I+D que estaban dedicando al desarrollo de la tecnología ATM necesitaban generar beneficios pronto, aunque no estuviese concluido su plan de trabajo, por lo que decidieron introducir en el mercado equipamiento de red ATM con soporte de servicio de datos únicamente. Nótese que ambas razones se encuentran vinculadas, dado que los fabricantes de equipamiento de red son los miembros de más peso en el ATM Forum.

A pesar del razonamiento expuesto anteriormente, existieron razones puramente tecnológicas que hicieron deseable para los administradores de red el incorporar ATM a sus redes de datos, a partir de mediados de los 90. Pueden ser enumeradas las siguientes razones:

- Las redes ATM eran las únicas redes que permitían conmutar a elevadas velocidades y que ofrecían accesos a 34 Mbps y a 155 Mbps. Esta situación ha cambiado, pues a finales de los 90s existían ya otras tecnologías de red que lo permiten: Fast Ethernet y Gigabit Ethernet, por ejemplo.
- Las redes ATM ofrecían una gran escalabilidad. La misma tecnología puede emplearse como red troncal de redes corporativas y de redes de campus y como red troncal operada por un operador de telecomunicaciones para la interconexión remota de redes corporativas o de campus. Esta característica juega en la actualidad un papel muy deseable para los diseñadores de redes.
- Las redes ATM se desplegaban en las redes de datos a mediados de los años 90 ofrecían el atractivo de posibilitar una migración de la red de datos hacia el soporte de aplicaciones multimedia a medio plazo, no sólo por las elevadas capacidades que permitían, sino porque incorporarían mecanismos de calidad de servicio.

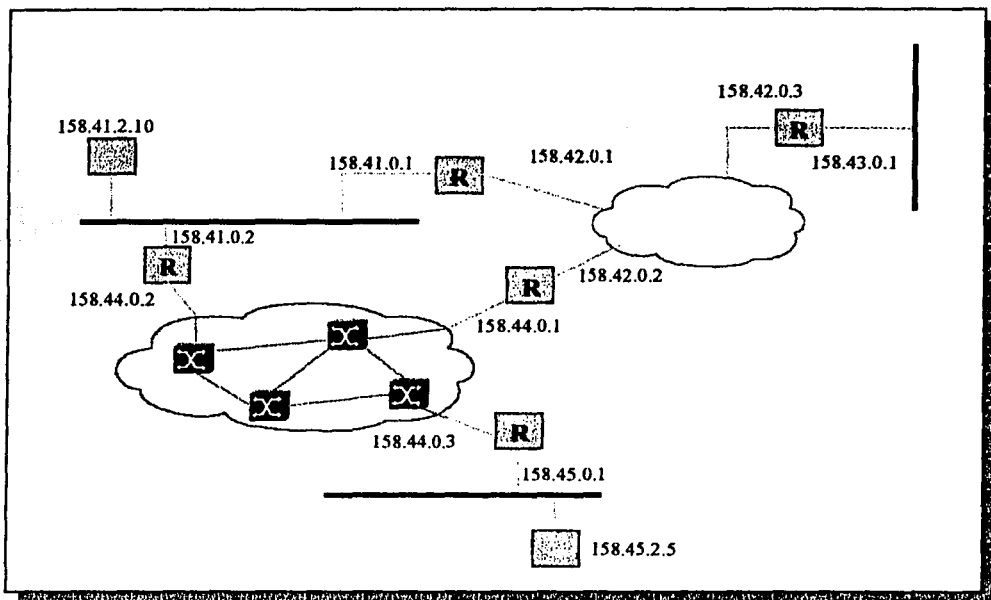
Las redes ATM se consideran como redes que ofrecen un servicio de datos, a efecto de su incorporación en las redes de datos. En lo que respecta a como interconectar una red ATM de datos con redes de datos de otras tecnologías se propusieron soluciones técnicas en base a dos aproximaciones:

- En primer lugar, se analizará cómo interconectar una red ATM de datos mediante routers IP con cualquier red de cualquier otra tecnología.
- En segundo lugar, se analizará como interconectar una red ATM de datos mediante puentes IEEE 802.1d con redes de tecnología LAN IEEE 802.

### MODELO CLASSICAL IP DE INTERCONEXION

En 1994, el IETF aplicó a las redes ATM el paradigma de interconexión IP que con tanto éxito había venido aplicando en cada una de las tecnologías de red que habían ido apareciendo: Ethernet, 802.3, 802.5, FDDI, SMDS, X.25, Frame Relay, Apple Talk, etc. Según este paradigma, que por su relativa longevidad podría denominarse clásico, la red ATM sería considerada como una subred más de una internet de una Internet IP. Se trata pues de una solución de interconexión exclusivamente para el transporte de datagramas IP.

En la figura que se muestra a continuación, se aprecia el diagrama de Internet IP utilizado como ejemplo desde un principio, en el que la subred 158.44.0.0 que entonces era de tecnología desconocida, se concreta en una red de tecnología ATM.



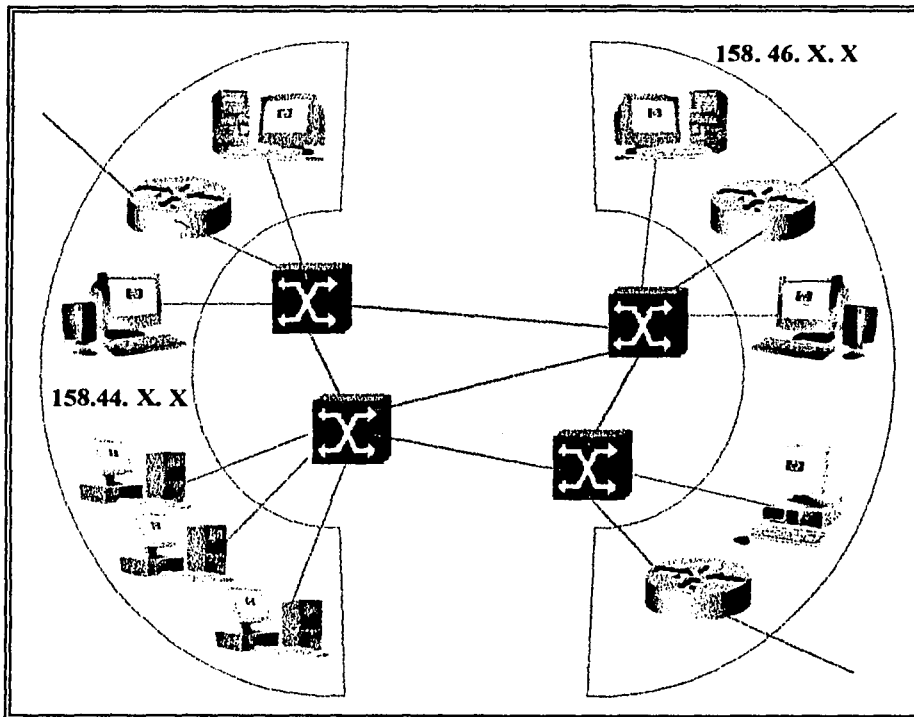
**Modelo Classical IP de interconexión ATM**

Obsérvese que los routers y las estaciones que pudiesen haber pertenecientes a la subred 158.44.0.0 están conectados a una red ATM. Ello tiene tres implicaciones que interesa señalar en este momento: en primer lugar, las estaciones y los routers se encuentran conectados a conmutadores ATM de la red; en segundo lugar, las estaciones y los routers tienen asignadas sus respectivas direcciones ATM; en tercer lugar, las estaciones y los routers emplean la red ATM para transferir únicamente datagramas IP.

El modelo clásico de Interconexión IP aplicado a ATM implica que todas las estaciones y routers conectados a una misma red ATM pertenecen a la misma subred. Dado que el número de estaciones que pueden llegar a estar conectadas a una misma red ATM puede llegar a ser enorme e inmanejable, el IETF consideró conveniente no obligar a mantener la correspondencia entre red y subred. Para ello el IETF normalizó que las estaciones y routers conectados a una misma red ATM pudiesen agruparse en más de una subred lógica, que se denominó *Logical IP Subnet (LIS)*.

En la figura que se muestra en la página siguiente se ha tomado la subred original 158.44.0.0 y se han dividido las 8 estaciones y 3 routers conectados a la red ATM en dos subredes LIS. Por definición de subred, sea ésta tradicional o lógica, los miembros de dos subredes LIS distintas no pueden tener el mismo *netid* en sus direcciones IP. Es por ello que las dos subredes LIS creadas tienen los identificadores 158.44.0.0 y 158.46.0.0. Cada miembro de una LIS por estar conectado a la red ATM, tiene asignada una dirección ATM.

A partir de este planteamiento clásico de interconexión basado en subredes lógicas IP, la solución de interconexión de una red ATM mediante routers IP pasa por adaptar la solución planteada anteriormente.



**Subredes LIS en una red ATM**

Si se recuerda, eran 4 las soluciones que aportaba IP para conseguir la interconexión de redes de distinta tecnología:

- 1) El encapsulado del Datagrama
- 2) La resolución de Direcciones
- 3) El encaminamiento
- 4) La fragmentación/reensamblado

De estos 4 mecanismos, los dos últimos eran independientes de la tecnología de la subred que se interconectaba, por lo que no necesitan ninguna consideración específica para su aplicación en el caso de las redes ATM. A continuación se verán las especificaciones necesarias ATM para conseguir el encapsulado de los datagramas IP y la resolución de las direcciones IP a direcciones ATM.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### A. ENCAPSULADO DE DATAGRAMAS

Un mecanismo de encapsulado de datagramas IP en redes ATM define cómo transportar un datagrama IP entre dos estaciones y/o routers de la misma LIS. El IETF ha normalizado en la RFC1483:

- Que el datagrama IP se encapsule en la Unidad de Datos de Protocolo de AAL5
- Que se emplee el mismo encapsulado que para tramas IEEE 802; es decir, el encapsulado LLC/SNAP.

Al respecto de la unidad Máxima de Transferencia (MTU) de una subred LIS, en la RFC 1626 se ha normalizado el valor por defecto MTU =9180 bytes. Este valor es mucho menor que el tamaño máximo de PDU en AAL 5, que es 65535 bytes. No obstante, se trata de un valor mayor que el de cualquier subred de otra tecnología, sea ésta Ethernet, FDDI, etc. Concretamente, se trata del tamaño máximo de campo de datos de la PDU de la tecnología SMDS (*Switched Multi-Megabit Data Service*) que precedió al despliegue de las redes ATM. De este modo una subred ATM nunca provocará fragmentación de datagramas. Además se permite que las estaciones y/o routers de una LIS negocien un valor mayor que el valor MTU por defecto.

### B. RESOLUCIÓN DE DIRECCIONES

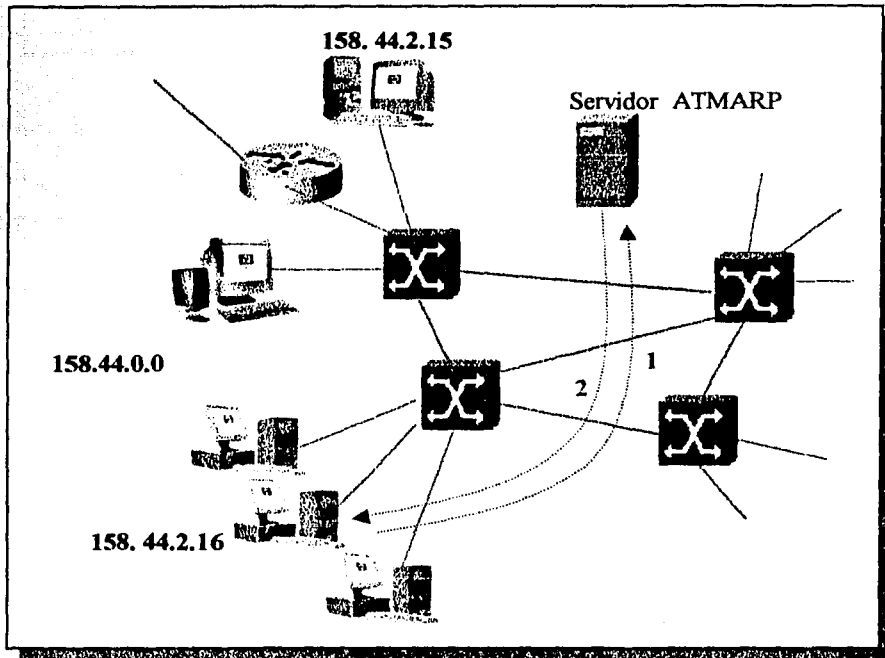
El mecanismo de resolución de direcciones define cómo averiguar la dirección ATM (física) correspondiente a una dirección IP (lógica) conocida, que será la dirección de la estación de destino del datagrama IP o del router encargado de encaminarlo hacia el destino.

El mecanismo de resolución de direcciones para *Classical* IP está especificado en la RFC 1577 y consiste en una adaptación del protocolo de resolución ARP. El protocolo de resolución que se emplea en *Classical* IP se denomina ATMARP. El protocolo ARP se basaba para su operación en la capacidad de difusión de la subred sobre la que se aplicaba; tal era el caso de las redes Ethernet.

Las redes ATM, que son redes conmutadas sin medio compartido, no incorporan intrínsecamente la capacidad de difusión; es por ello que no tiene sentido que la estación que desea resolver una dirección IP intente difundir un mensaje de petición de resolución.

El *Classical* IP se ha concentrado en un elemento el conocimiento distribuido existente en una subred con capacidad de difusión acerca de los pares de dirección IP-física. Tal elemento se denomina servidor ATMARP; cada LIS dispone de su servidor ATMARP. En la figura que aparece en la página siguiente se muestra sobre el ejemplo de subredes LIS, el servidor ATMARP de la subred lógica 158.44.0.0.

En esta misma figura se muestra un ejemplo de resolución de direcciones. Supóngase que la estación 158.44.2.16 desea enviar un datagrama a la estación 158.44.2.15, la cual pertenece a la misma subred LIS. Necesitará obtener la dirección ATM de la estación 158.44.2.15 para ello. La resolución de direcciones tiene lugar realizando una petición de resolución al servidor ATMARP (la cual se indica con el número 1 en la figura). El servidor ATMARP tiene conocimiento de los pares de dirección IP-ATM de todos los miembros de la LIS a la que se encuentra asociado, por lo que responderá a esta petición proporcionando la dirección ATM requerida (lo cual se indica en la figura mediante el dígito 2).



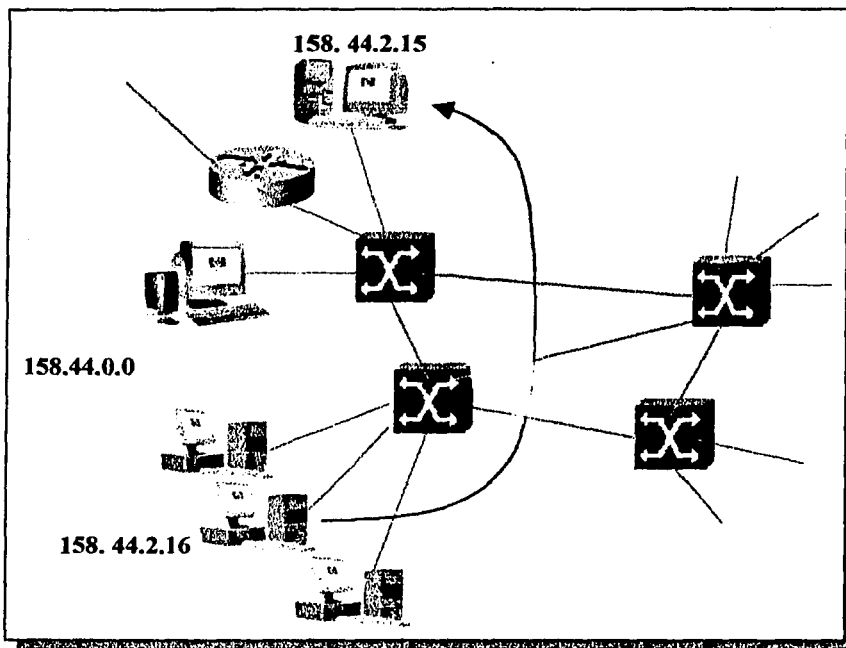
**Resolución de Direcciones ATMARP**

Los mensajes ATMARP que se intercambian la estación peticionaria y el servidor ATMARP se encapsulan en una PDU de AAL5 mediante encapsulado LLC/SNAP, al igual que los datagramas IP. Una vez encapsulados, los mensajes se transmiten a través de una conexión ATM punto a punto establecida por la estación peticionaria con el servidor ATMARP. Esta conexión sólo puede establecerse si la estación conoce la dirección ATM de su servidor ATMARP, para lo cual éste parámetro ha de ser configurado manualmente en cada uno de los miembros de una LIS.

Esta explicación ha supuesto que el servidor ATMARP siempre conocía la correspondencia IP-física de todos los miembros de la LIS a la que está asociada. Esto es así debido al protocolo InATMARP. Este protocolo establece que cuando un miembro de una LIS arranca, éste debe establecer una conexión ATM con su servidor ATMARP y registrar sus direcciones ATM e IP mediante mensajes InATMARP específicos.

Asimismo, en el servidor las entradas caducan a los 20 minutos -en los clientes a los 15 minutos- lo que necesitan actualizarse. Esta actualización tiene lugar implícitamente cuando una estación realiza una petición ATMARP, explícitamente mediante petición InATMARP expresa del servidor.

Una vez resuelto el problema de la resolución de direcciones en Classical IP, ya es posible la comunicación IP dentro de una subred LIS. En el ejemplo de la figura anterior que se reproduce en la figura siguiente, para que la estación 158.44.2.16 pueda enviar un datagrama IP a la estación 158.44.2.15 son necesarios los siguientes pasos:



**Funcionamiento Classical IP**

1. La estación debe obtener la dirección ATM de 158.44.2.15 mediante el protocolo ATMARP
2. Debe establecer una conexión ATM con el destino, utilizando los procedimientos de señalización UNI 3.1/4.0
3. Debe encapsular el datagrama IP en una PDR de AAL5
4. Debe enviar la PDU a través de la conexión ATM establecida

Nótese que el procedimiento descrito es similar al que se describió para el envío de datagramas IP sobre redes Ethernet, con la diferencia de que en las redes Ethernet el servicio ofrecido es sin conexión, por lo que no es necesario establecer una conexión con el destino antes de transmitir el datagrama encapsulado.

### C. COMUNICACIÓN FUERA DE SUBRED

Una vez resuelto cómo enviar un datagrama IP entre dos miembros de la misma subred LIS, gracias a la normalización del encapsulado sobre AAL5 y de la resolución mediante ATMARP. La comunicación entre dos subredes LIS distintas es análogo a la comunicación entre dos subredes físicas distintas, sean de la tecnología que sean. Como ejemplo se tomará el de las subredes 158.44.0.0 y 158.46.0.0 de la antepenúltima ilustración.

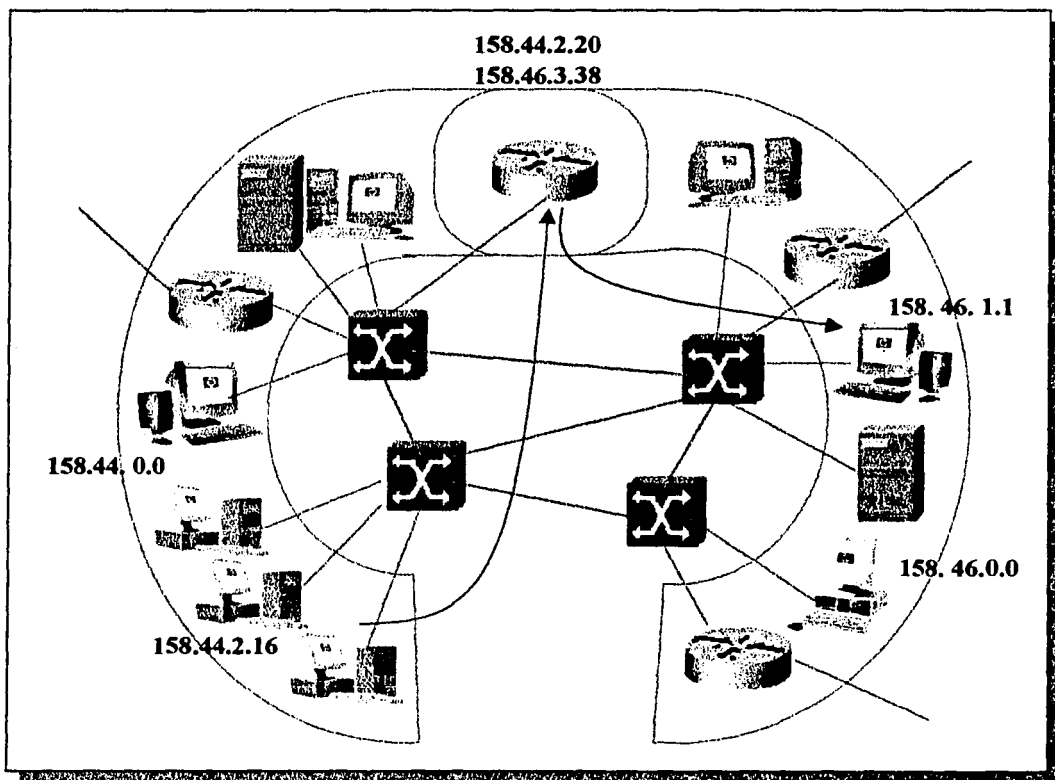
Nótese en primer lugar que la comunicación entre las dos subredes LIS de la figura no es posible debido a las siguientes dos razones:



INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

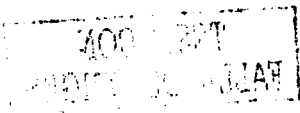
- En primer lugar si las estaciones comunicantes se encuentran en distintas LIS, el paradigma clásico de interconexión IP prescribe que entregue el datagrama a un router intermedio, quien lo hará progresar hasta su destino.
- En segundo lugar, no existe ningún router en el diagrama que permita la interconexión directa entre la subred 158.44.0.0 y 158.46.0.0 (sí sería posible la interconexión a través de las subredes 158.41.0.0 y 158.42.0.0).

Por tanto, la comunicación entre las LIS 158.44.0.0 y 158.46.0.0 precisa de un router conectado a ambas, como se indica en el diagrama modificado que muestra la figura siguiente:



**Comunicación entre LIS distintas**

El router tiene asignadas las direcciones 158.44.2.20 y 158.46.3.38 dado que pertenece a las dos subredes LIS, como indica el trazo discontinuo que agrupa a los miembros de cada LIS. Además sólo tiene un puerto ATM que está conectado a uno de los conmutadores existentes; por tanto sólo tiene una dirección ATM.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Nótese que el conmutador ATM no pertenece a ninguna subred LIS, dado que desde el punto de vista de IP solo es una entidad que posibilita la conectividad entre miembros de la subred, en analogía con el bus de una red Ethernet.

Si la estación 158.44.2.16 desea enviar un datagrama IP a la estación 158.46.1.1 deberá seguir el procedimiento descrito en la página 153, el cual determinará que primero deba ser enviado al router 158.44.2.20. Para realizar este envío, la estación 158.44.2.16 deberá seguir el procedimiento descrito anteriormente, el cual incluye resolver la dirección ATM de 158.44.2.16 mediante ATMARP con el servidor de la LIS 158.44.0.0. Posteriormente el router deberá proceder según el procedimiento descrito en la página 153, que determinará que el datagrama sea enviado directamente a la estación 158.46.1.1 Pero para ello deberá resolver la dirección ATM de 158.46.1.1 mediante ATMARP con el servidor de la LIS 158.46.0.0.

### EVALUACION DE LA APROXIMACION CLASSICAL IP

La alternativa de interconexión de red ATM según *Classical* IP ofrece como principal ventaja la simplicidad. Al emplear el paradigma clásico de interconexión IP mediante routers, son mínimas las modificaciones a introducir en una internet IP para interconectar una nueva subred de tecnología ATM. *Classical* IP tiene aplicabilidad directa en la introducción de redes ATM como redes WAN troncales que permitan la interconexión de routers distantes, desplazando a otras tecnologías como X.25 (ya obsoleta), o líneas dedicadas (ineficientes).

Asimismo, *Classical* IP se muestra útil para agrupar las estaciones de una red ATM en distintos grupos de trabajo, que se corresponderían con subredes LIS, de modo que la comunicación entre miembros de grupos distintos necesariamente pasaría por un router, lo que permite incorporar reglas de filtrado sofisticadas. Sin embargo, esta simplicidad, junto con la prontitud de la publicación de las especificaciones correspondientes, son los factores causantes de muchas de sus limitaciones, que se listan a continuación:

- La solución *Classical* IP solo es válida para transportar datagramas IP, lo que puede constituir una seria limitación.
- Como se ha constatado, la comunicación entre estaciones ATM pertenecientes a subredes LIS diferentes, involucra siempre la participación de un router, lo que provoca ineficiencia. En primer lugar, porque se emplean recursos redundantemente al ser necesario establecer dos conexiones ATM: entre estación origen y router, y entre router y estación destino. En segundo lugar porque la conmutación IP es típicamente más lenta que la conmutación ATM lo que produce latencias perjudiciales en la transmisión.
- Las posibilidades de garantizar QoS en una red ATM quedan anuladas al emplear *Classical* IP, pues el servicio que ofrece IP sobre la red ATM continúa siendo sin conexión y *best-effort*.
- La adscripción de cada estación o router a una subred LIS ha de ser configurada manualmente por el administrador. No se ha previsto ningún procedimiento de configuración automático.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### INTERCONEXION DE REDES VIA ATM MEDIANTE LAN EMULATION

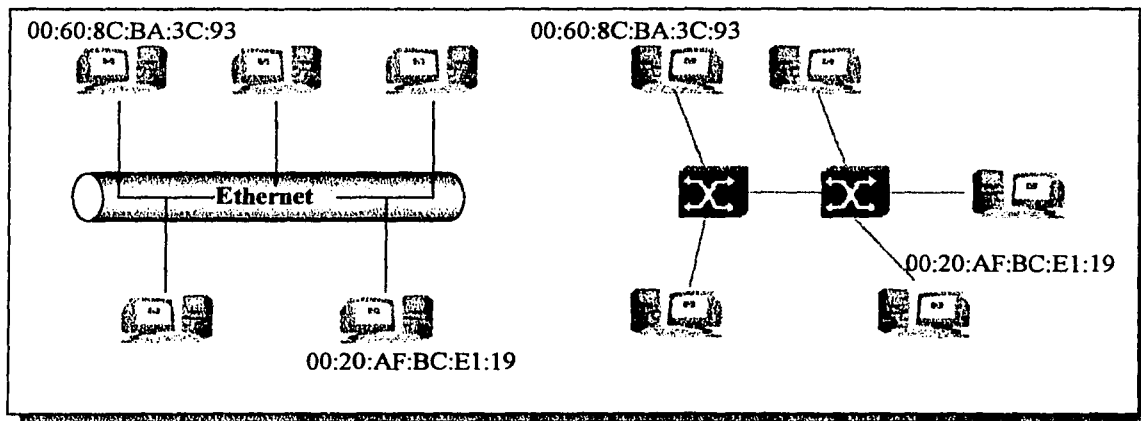
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El ATM Forum planteó en 1995 una alternativa de interconexión de redes ATM con redes de datos más flexible que *Classical IP* a costa de introducir más ineficiencias. El modelo *Classical IP* permitió el inmediato despliegue de las redes ATM en Internets IP, en particular en la Internet. A pesar de que IP es el protocolo más extendido actualmente en las redes corporativas de datos, la especificidad del modelo *Classical IP* obligó al ATM Forum, que no estaba condicionado por una plataforma determinada a buscar una alternativa multiprotocolo de interconexión de las redes ATM con redes de datos tradicionales para acelerar la introducción de la nueva tecnología en el mercado.

El ATM Forum publicó en enero de 1995 la especificación *LAN Emulation* version 1.0. Se trató de una solución de interconexión válida para el transporte tanto de paquetes IP como IPX, NetBEUI, etc. Como primera aproximación al modelo *LAN Emulation* (LANE) de interconexión, se puede afirmar que, si *Classical IP* asimilaba la red ATM a una subred IP, en LANE la red ATM se asimila a una red LAN IEEE 802.3/5.

#### MODELO LANE DE INTERCONEXION

En el modelo LANE de interconexión, es fundamental el concepto de Red de Area Local Emulada (*Emulated LAN, ELAN*). Una red ELAN es una red ATM que incorpora un protocolo denominado LANE, que es responsable de ofrecer a las estaciones conectadas a la red ELAN un servicio de las mismas características que una red LAN IEEE 802.3/5. Este concepto se ilustra en la figura siguiente:



Red LAN Emulada

En una red LAN tradicional -por ejemplo- una red Ethernet/802.3, las estaciones:

- Se encuentran conectadas a un bus compartido.
- Tienen asignada direcciones únicas de 48 bits.
- Emplean el mecanismo CSMA/CD de acceso al medio compartido.

Una red ELAN consiste en el mismo conjunto de estaciones:

- Ahora conectadas a una red de conmutadores ATM.
- Que tienen asignadas direcciones ATM de 20 bytes.
- Que emplean los mecanismos de transporte y de señalización específicos de ATM para transmitir datos.

Sin embargo, al igual que las estaciones de LAN tradicional:

- Tienen también asignadas direcciones únicas de 48 bits.
- A las aplicaciones residentes en las estaciones de las ELAN se les ofrece un servicio de red de las mismas características que en la red LAN tradicional.

El servicio que a nivel MAC ofrece una red LAN tradicional Ethernet/802.3 se caracteriza por:

- Ser un servicio sin conexión.
- Permitir la entrega unidestino (*Unicast*) y multidestino (*Multicast*) de datos.
- Identificar los destinos mediante direcciones IEEE 802 de 48 bits.

Por otro lado, el servicio que a nivel AAL ofrece una red ATM con protocolo de adaptación AAL 5 se caracteriza por:

- Ser un servicio orientado a la conexión.
- Permitir únicamente la entrega unidestino de datos.
- Identificar los destinos mediante direcciones ATM de 20 bytes.

Por tanto el protocolo LANE, cuya función es emular el servicio MAC Ethernet/802.3 a partir del servicio AAL 5 de una red ATM, deberá adaptar las características de segundo para ofrecer a los protocolos de capa superior un servicio de las características del primero.

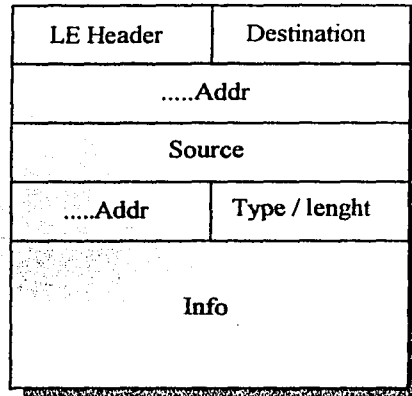
### PROTOCOLO LANE

Tres son las principales tareas que debe efectuar el protocolo LANE para cumplir su función:

- Definir un formato de trama LANE que permita ofrecer un servicio IEEE 802.3 a los protocolos de capa superior usuaria, tales como IP, IPX, etc.
- Definir un mecanismo de encapsulado de la trama LANE sobre red ATM para ser transportada entre dos estaciones de la misma ELAN.
- Definir un mecanismo de resolución de dirección MAC a ATM, que permita averiguar la dirección ATM propia de una estación ELAN identificada por su dirección MAC.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El protocolo LANE emplea tramas de datos y de control para su operación. En la figura siguiente se muestra el formato de la trama LANE de datos. Los campos están dispuestos de arriba abajo y de izquierda a derecha en filas de 4 bytes de longitud.



**Formato de trama LANE**

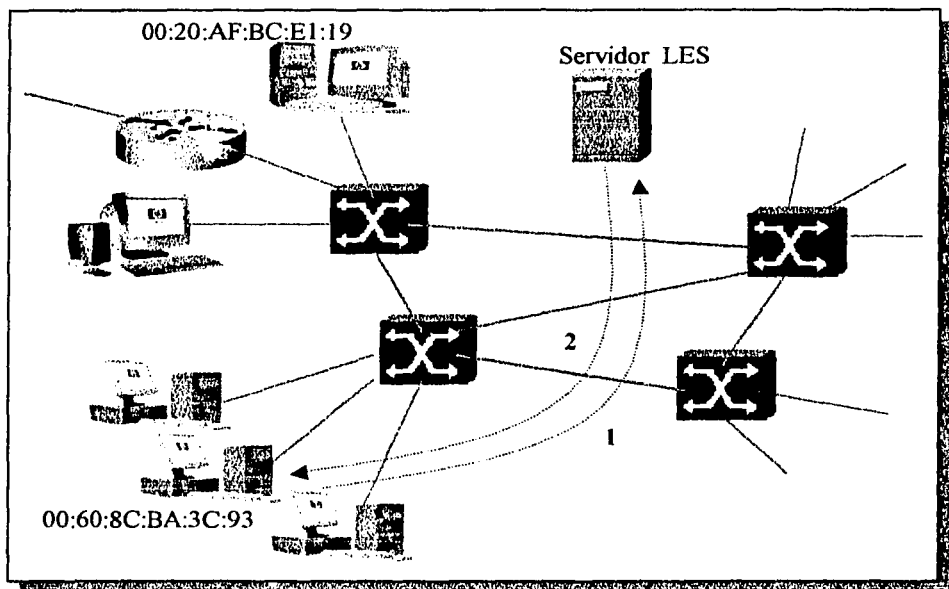
Obsérvense las siguientes características:

- Al igual que las tramas Ethernet e IEEE 802.3, la trama LANE dispone de un primer campo de dirección de destino y un segundo campo de dirección de origen, de 6 bytes cada uno.
- El campo *type/length* permite alternativamente emular el encapsulado Ethernet DIX, siendo campo *type*, y el encapsulado IEEE 802.3, siendo campo *length*.
- A diferencia de las tramas Ethernet e IEEE 802.3, la trama LANE no incluye un campo CRC de detección de errores de la transmisión. La razón es que ésta tarea la realizará la subcapa CPCS-AAL5 por lo que se ha considerado redundante su inclusión.
- El campo LE *header*, específico de la trama LANE, desempeña funciones específicas del protocolo LANE, como la identificación del tipo de trama.

Para la transmisión de tramas LANE, tanto de datos como de control, se utiliza el servicio AAL5 orientado a la conexión; es decir, se establecen conexiones ATM conmutadas y a través de ellas, se envían las tramas LANE. La identificación del protocolo LANE no se realiza mediante ningún mecanismo de encapsulado, sino mediante el identificador del punto de acceso al servicio.

Uno de los aspectos que el protocolo LANE debía adaptar para emular el servicio IEEE 802.3 a partir del servicio AAL es la duplicidad de direcciones en una red ELAN. El envío de las tramas a través del servicio IEEE 802.3 se realiza identificando el destino mediante direcciones IEEE 802, mientras que la transmisión efectiva de la trama se realiza a través de conexiones ATM conmutadas, en las que el destino se identifica mediante direcciones ATM.

Se plantea un problema de correspondencia de direcciones MAC y ATM que el ATM Forum ha resuelto mediante un mecanismo de resolución de direcciones. En la figura siguiente, se muestra un ejemplo de resolución de direcciones en una red ELAN.



**Resolución de direcciones LE\_ARP**

Supóngase que la estación 00:60:8C:BA:3C:93 desea enviar una trama LANE de datos a la estación 00:20:AF:BC:E1:19 para lo cual necesita conocer la dirección ATM de ésta última. El ATM Forum ha normalizado un protocolo denominado LE\_ARP, que traslada el esquema de funcionamiento del protocolo ATMARP de *Classical IP* a la red ELAN.

En cada ELAN hay un elemento denominado servidor LES (*LAN Emulation Server*) que conoce la correspondencia de todas las direcciones MAC a ATM de las estaciones de la ELAN. Cuando un miembro de la red ELAN, denominando genéricamente LEC (*LAN Emulation Client*), desea resolver una dirección MAC, le envía una petición de resolución en forma de trama LANE de control LE\_ARP\_REQUEST -paso designado por el dígito 1-. El servidor LES contesta a la petición con la dirección ATM requerida en forma de trama LANE de control LE\_ARP\_RESPONSE -paso designado por el dígito 2-.

Para que el servidor LES tenga conocimiento de los pares MAC-ATM de las estaciones de la ELAN, se ha establecido un procedimiento de registro de direcciones. Durante la inicialización de cada cliente LEC, éste debe establecer una conexión ATM con su servidor LES, a través de ella y mediante las tramas LANE de control adecuadas, registra sus direcciones MAC y ATM; esta conexión se denomina *Control Direct VCC*, y es punto a punto.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Esta conexión es la utilizada durante el procedimiento de resolución LE\_ARP para el envío de las tramas LE\_ARP\_REQUEST y LE\_ARP\_RESPONSE. Evidentemente la dirección ATM del servidor LES debe ser conocida por todos los clientes LEC de la ELAN. La configuración de este parámetro es automática. Finalmente se establece que los pares MAC-ATM que obtienen los clientes LEC caduquen a los 5 minutos.

Nótese cómo el procedimiento LE\_ARP normalizado por el ATM Forum es análogo al procedimiento ATMARP normalizado por el IETF. En la tabla siguiente se alinean los términos equivalentes entre LE\_ARP y ATMARP.

	LE_ARP	ATMARP
Red Lógica	ELAN	LIS
Servidor de Direcciones	LES	Servidor ATMARP
Dirección a resolver	Dirección MAC	Dirección IP

### COMUNICACIÓN UNICAST EN LANE

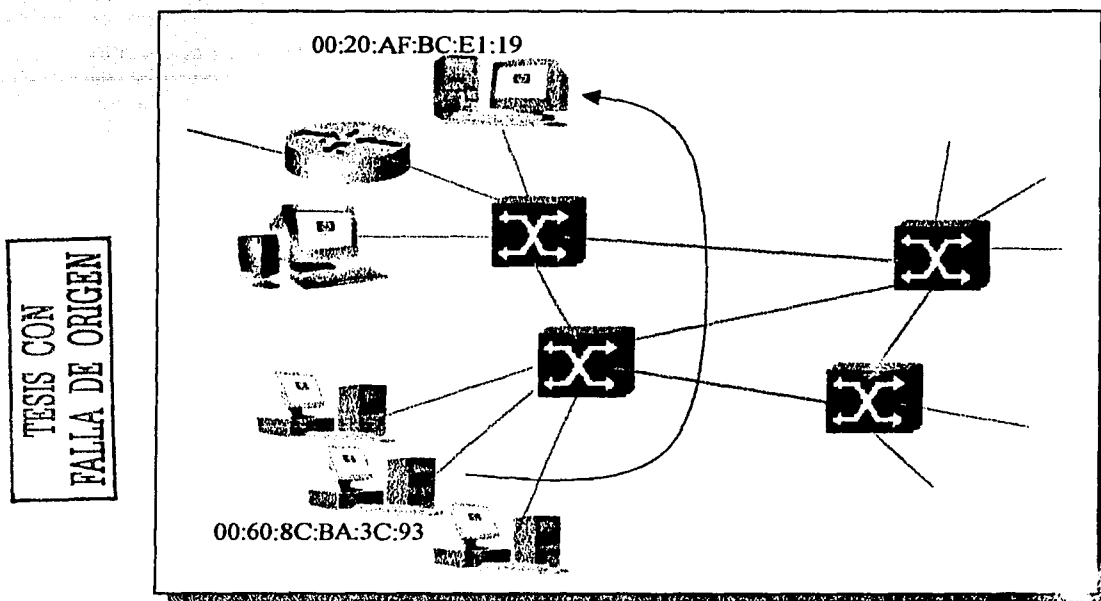
Una vez especificados los procedimientos de encapsulado de la trama LANE y de resolución de direcciones MAC, se puede especificar el procedimiento de comunicación unidestino entre las estaciones de una ELAN, como es el caso mostrado en la figura que aparece en la página siguiente.

En el ejemplo de esta figura, para que la estación 00:60:8C:BA3C:93 pueda enviar una trama LANE de datos a la estación 00:20:AF:BC:E1:19 son necesarios los siguientes pasos:

- La estación debe obtener la dirección ATM de 00:20:AF:BC:E1:19 mediante el protocolo LE\_ARP.
- Deberá establecer una conexión ATM con el destino, utilizando los procedimientos de señalización UNI 3.1/4.0. Esta conexión ATM se denomina *Data Direct VCC*.
- Debe enviar la trama LANE a través de la conexión *Data Direct VCC*.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



### COMUNICACIÓN MULTICAST EN LANE

La tercera característica que debe ser emulada en una red ELAN es la capacidad de entregar datos a un grupo de destinatarios determinado. Las redes LAN tradicionales permiten el envío de tramas con destino a un grupo determinado. Esta alternativa, denominada envío multidestino o simplemente *multicast*, es posible gracias a la existencia de un medio físico compartido, al esquema de direccionamiento IEEE 802, que reserva el bit menos significativo del primer byte para indicar si se trata de una dirección de grupo o individual -recuérdese el bit G/I-. Existe una dirección de grupo predefinida que incluye a todas las estaciones conectadas a la red: se trata de la dirección de difusión o *broadcast*.

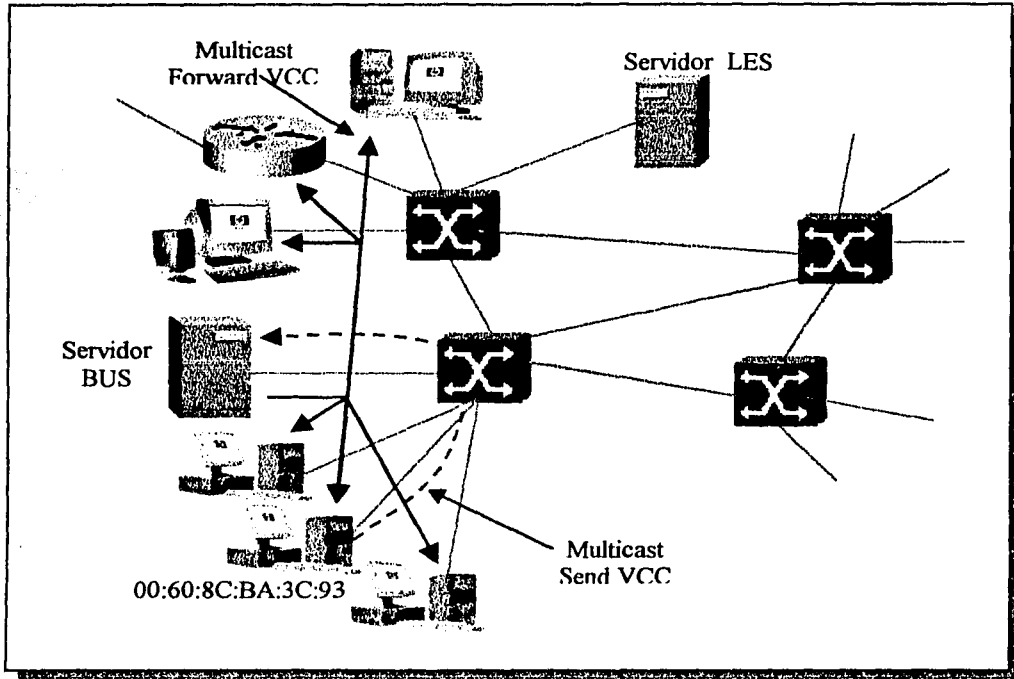
Anteriormente se analizaron las dos posibilidades de conectividad que permiten las redes ATM: las conexiones punto a punto bidireccionales, y las conexiones punto a multipunto unidireccionales y éste último caso es útil para conseguir difusión en una red ELAN, mas no es asimilable a la capacidad multicast de una red LAN tradicional.

Nótese que una dirección punto a multipunto únicamente permite el flujo de datos desde una estación (la que se constituye en nodo raíz) hacia el resto. En cambio, cuando se habla de *multicast*, o más propiamente de un grupo *multicast*, se hace referencia a la posibilidad de enviar flujos de datos concurrentemente entre todas las estaciones incluidas en el mismo.

En LAN Emulation, se consigue emular la capacidad *multicast* mediante un elemento denominado servidor BUS (*Broadcast and Unknown Server*), que se encarga de recibir las tramas LANE multidestino para reenviarlas al grupo correspondiente de estaciones.



En la figura siguiente se muestra que en cada ELAN existe un servidor BUS, de igual manera que existía un servidor LES en cada ELAN.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Comunicación Multicast en LAN Emulation**

Cuando un cliente LEC desea enviar una trama LANE a un grupo *multicast* de estaciones de su misma red ELAN, inserta la dirección de grupo correspondiente en la trama LANE y la envía al servidor BUS en su red ELAN. Para lo cual es necesario cumplir con 2 previas tareas:

- Averiguar la dirección ATM del servidor BUS. Para ello, el cliente LEC deberá resolver la dirección de grupo mediante el protocolo LE\_ARP; es decir, el servidor LES de la red ELAN es el encargado de proporcionar tal dirección, siguiendo el procedimiento estándar de resolución de direcciones que se analizó para la comunicación *unicast*.
- Establecer una conexión ATM con el servidor BUS. Se trata de una conexión punto a punto bidireccional cuyo establecimiento inicia con el cliente LEC. Esta conexión se denomina *multicast send VCC*.

Una vez recibida por parte del servidor BUS, la trama LANE *multicast*, éste la entregará a los miembros del grupo *multicast* indicado por la dirección de grupo. Para ello el servidor BUS mantiene una conexión punto a multipunto por cada grupo *multicast*.

El servidor BUS es el nodo raíz de esta conexión ATM, mientras que cada miembro del grupo *multicast* se constituye en hoja. El servidor BUS por tanto, es el encargado de incorporar a los miembros del grupo. Esta conexión se denomina *Multicast Forward VCC*.

### CONFIGURACION ELAN

Cada cliente LEC de una red ELAN debe conocer la dirección ATM del servidor LES de su red ELAN. De este modo el cliente LEC sabe a quien dirigirse para resolver la dirección MAC de otro cliente LEC, o bien para conocer la dirección ATM del servidor BUS de la red ELAN. En el caso de *Classical IP*, era necesario que los miembros de una subred LIS conociesen la dirección ATM del servidor ATMARP de la LIS.

La necesidad de configurar manualmente la dirección ATM del servidor LES en cada una de las estaciones que implementen LANE en una red ATM es indeseable y además se trata de un procedimiento propenso a errores. La pertenencia de una estación LANE a una determinada red ELAN de entre las configuradas en una red ATM, es una característica dinámica de la estación, lo que añade complejidad a la administración de la red.

Por estas razones el ATM Forum incluyó en la especificación LAN *Emulation* un procedimiento de configuración automático. Para ello en cada red ATM que implemente LANE debe existir un servidor denominado LECS (*LE Configuration Server*), que será único, independientemente del número de redes ELAN configuradas en la red ATM. La dirección ATM del servidor LECS debe ser conocida por todos los clientes LEC de la red ATM. Con estas premisas, durante la inicialización de un cliente LEC, éste solicita al servidor LECS que le proporcione la dirección ATM del servidor LES del que se servirá a partir de ese momento. El servidor LECS tiene atribuida de este modo la función de asignar cual es la red ELAN a la que queda asignado cada cliente LEC de una red ATM.

Gracias al procedimiento descrito de asignación de ELAN mediante el servidor LECS, el administrador de la red puede configurar dinámicamente a que ELAN pertenece cada estación. Esta tarea se simplifica al mantener una única base de datos residente en el servidor LECS.

### CONMUTACIÓN FUERA DE ELAN

Una red ELAN, a diferencia de las redes LAN tradicionales, no viene limitada en su extensión por su propia tecnología. La red ATM que es la tecnología que subyace en la red ELAN, no impone un límite a la extensión geográfica ni al número de estaciones conectadas. No obstante, desde el punto de vista del administrador de la red corporativa, es conveniente limitar el número de estaciones conectadas a una misma ELAN. Piénsese en que una ELAN puede soportar un grupo de trabajo o un departamento de una empresa. Se impone de igual modo lo que ocurría en el caso de las redes LAN tradicionales, determinar mecanismos para comunicar las estaciones de una ELAN con estaciones no pertenecientes a las mismas.

Se abordan a continuación dos aproximaciones para la comunicación fuera de la red ELAN. Ambas se basan en la utilización de dispositivos de interconexión de redes.

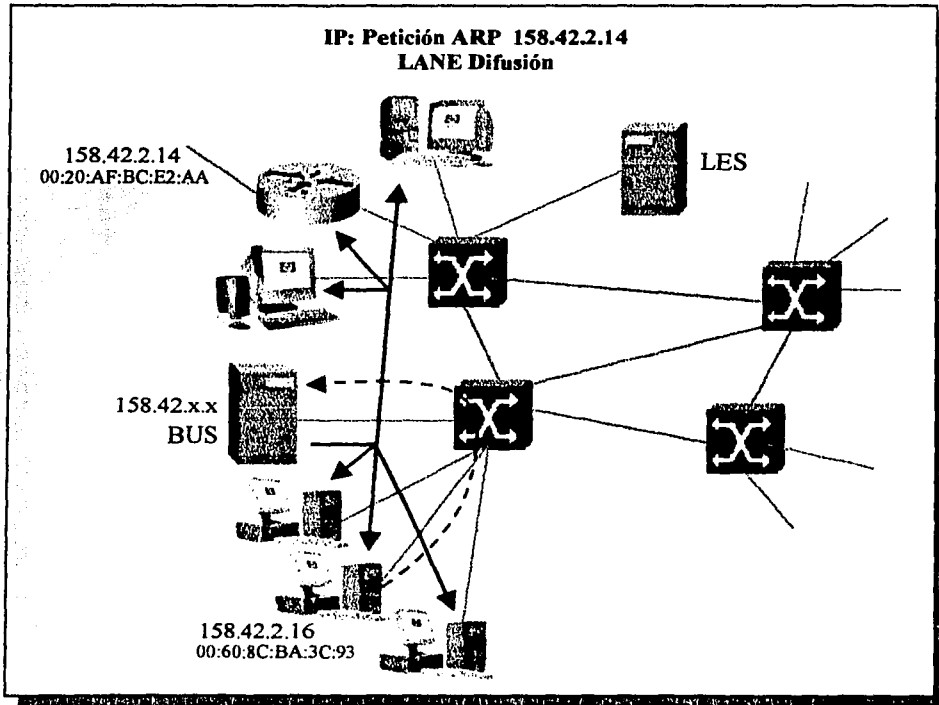
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

1. COMUNICACIÓN MEDIANTE ROUTERS IP

Una red ELAN, en cuanto que ofrece un servicio de idénticas características que una red LAN tradicional IEEE 802, puede ser interconectada con otras redes de la misma o de distinta tecnología si se adopta la solución de interconexión mediante routers IP.

Quando se interconecta una ELAN mediante IP hay que tener presente las siguientes consideraciones. En primer lugar, el router IP no es consciente de la presencia de ATM, sino que presupone la existencia de una LAN IEEE 802. Por tanto los mecanismos de encapsulado y de resolución de direcciones diseñados para este tipo de redes son los aplicables para el caso en cuestión. En segundo lugar, la comunicación fuera de una ELAN a través de un router no puede iniciarla el protocolo LANE, sino el protocolo de interconexión en la estación de origen; esto es el protocolo IP. En tercer lugar al emplear IP, la red ELAN es tratada como una subred, por lo que deberá tener asignado un *netid*.

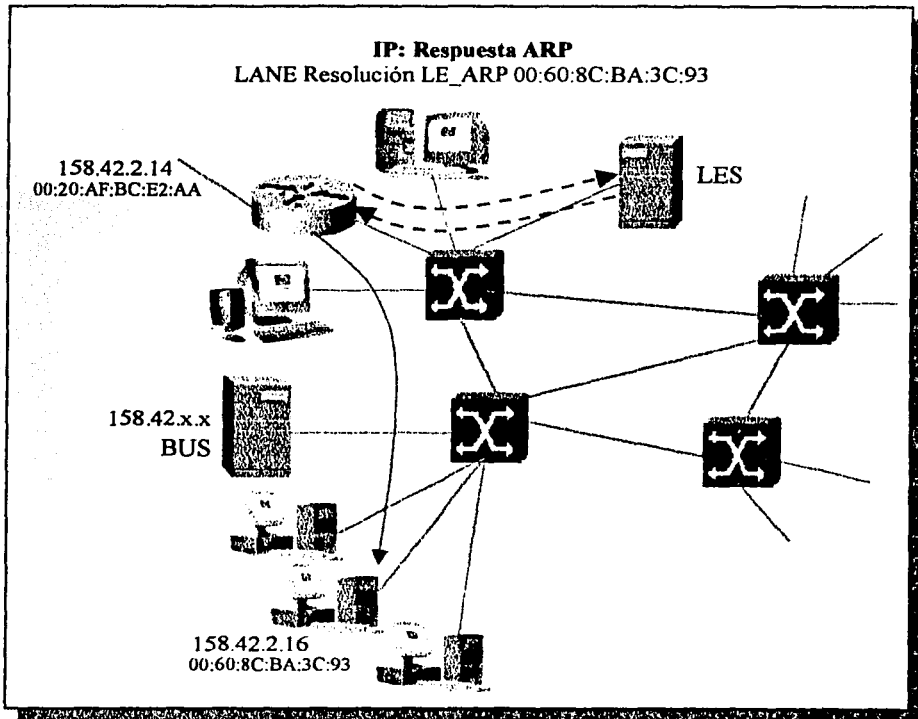
Con el finde comprender el funcionamiento del protocolo IP cuando interconecta una red ELAN, se muestra un ejemplo en las 3 figuras siguientes. Se ha tomado la red ELAN de la penúltima figura, y se han asignado direcciones MAC e IP a los elementos relevantes en el ejemplo.



Ejemplo de funcionamiento IP sobre LANE (1)

La estación 158.44.2.16 desea enviar un datagrama con destino fuera de su ELAN, para lo cual debe de entregárselo al router 158.44.2.14. El primer paso que se da para efectuar la entrega deseada del datagrama IP al router 158.44.2.14 es resolver la dirección IP del router, para lo cual se empleará el protocolo ARP. Tal como se indica en la figura anterior, la estación 158.44.2.16 envía un mensaje de petición ARP, que se difundirá a través de la red ELAN. Esta difusión efectúa el protocolo LANE, el cual encapsulará el mensaje en una trama LANE de difusión y la enviará al servidor BUS de su ELAN. El servidor BUS a su vez, la difundirá a todos los clientes LEC de su ELAN a través de la conexión punto a multipunto correspondiente, con lo cual la trama (y por tanto el mensaje ARP) llegará al router 158.44.2.14.

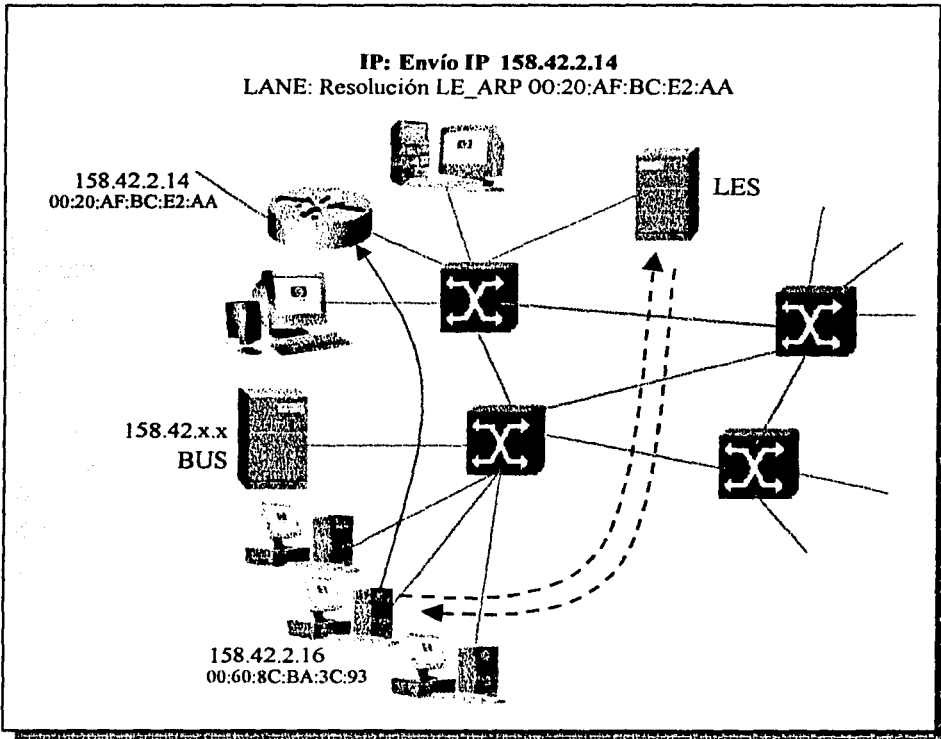
En la figura siguiente, el router una vez que recibe el mensaje de petición ARP, deberá devolver a la estación 158.44.2.16 un mensaje de respuesta ARP en el que proporcionará su dirección física; es decir, la dirección MAC 00:20:AF:BC:E2:AA. Para ello deberá entregar el mensaje ARP al protocolo LANE, quien lo encapsulará en una trama LANE de datos con dirección MAC de destino 00:60:8C:BA:3C:93.



**Ejemplo de funcionamiento IP sobre LANE (2)**

Para hacer llegar esta trama a la estación de destino, el protocolo LANE hace uso del protocolo de resolución LE\_ARP mediante el que solicita al servidor LES de su red ELAN cual es la

- dirección ATM correspondiente a la dirección MAC 00:60:8C:BA:3C:93 -ver flechas en trazo discontinuo-. Una vez obtenida la dirección ATM, el router enviará la trama a través de una conexión ATM punto a punto -ver flechas en trazo continuo-. El segundo paso, una vez que la estación 158.44.2.16 ha obtenido la dirección MAC del router 158.44.2.14 es encapsular el datagrama y enviarlo a través de la red ELAN. Para esto y tal como se ilustra en la figura siguiente, el datagrama IP se encapsula en una trama LANE de datos, cuya dirección de destino es 00:20:AF:BC:E2:AA.



*Ejemplo de funcionamiento IP sobre LANE (3)*

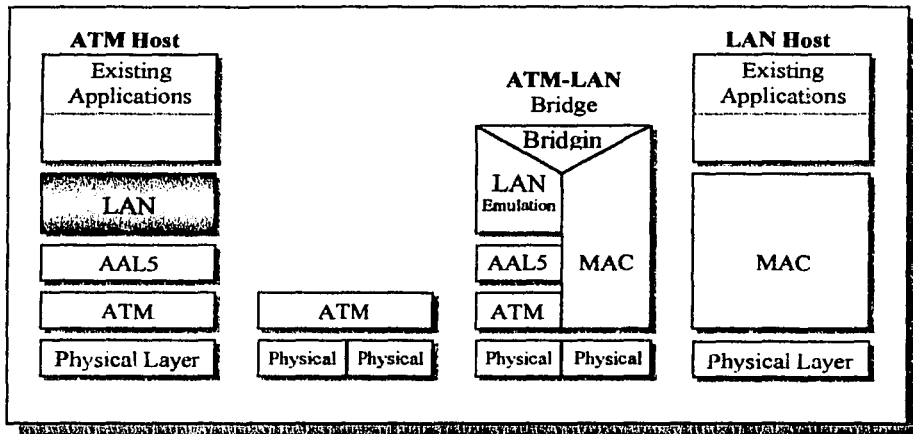
Para enviar la trama LANE, la estación 00:60:8C:BA:3C:93 deberá averiguar, haciendo uso del protocolo LE\_ARP la dirección ATM correspondiente a la dirección MAC 00:60:8C:BA:3C:93; en este proceso interviene el servidor LES de la red ELAN. Una vez obtenida la dirección ATM, se establece una conexión ATM punto a punto con el router y se transmite la trama LANE.

Nótese como el protocolo LANE garantiza la transparencia requerida por el protocolo IP para operar sobre una red ELAN de manera idéntica a como lo haría sobre una red LAN IEEE 802.3.

2. COMUNICACIÓN MEDIANTE PUENTES

Para las redes IEEE 802.3 existe una alternativa de interconexión a la utilización del protocolo IP, tal cual se analizó anteriormente. Tal alternativa consistía en la utilización de puentes transparentes, de acuerdo con la especificación IEEE 802.1d. Las redes ELAN pueden interconectarse con otras redes IEEE 802.3 o con otras redes ELAN mediante puentes transparentes.

La interconexión de una red ELAN con una red LAN tradicional mediante un puente transparente es una alternativa muy apreciada por los administradores de redes corporativas. La pila de protocolos necesaria para conseguir la interconexión se muestra en la siguiente figura:



Interconexión de ELAN mediante puentes

Nótese como se consigue transparencia de protocolos a varios niveles. En primer lugar, la estación conectada a la red LAN tradicional no es consciente de la existencia de otras redes LAN, gracias a la operación del puente transparente. En segundo lugar, el puente transparente no es consciente de la existencia de una red ATM, gracias a la operación del protocolo LANE. Y en tercer lugar, el protocolo LANE no es consciente de la existencia de otras redes LAN, sean estas emuladas o no, gracias a la operación del puente transparente.

A pesar de la pretendida transparencia que se consigue con el puente IEEE 802.1d, existe una situación en la operación del protocolo LANE que requiere una consideración excepcional. Si una estación de la red ELAN desea enviar una trama a una estación de la red LAN tradicional, el protocolo LE\_ARP deberá devolver la dirección ATM, no de la estación -dado que no la tiene- sino del puente a través del cual es accesible.

Para tener en cuenta esta situación, se han previsto algunas modificaciones del protocolo LE\_ARP. En primer lugar cada puente debe registrar en el Servidor LES de la red ELAN a la que pertenece, la dirección ATM asociada a su dirección MAC, así como a todas las direcciones MAC de estaciones conectadas a redes LAN tradicionales a las que tenga alcance.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Evidentemente no es factible registrar todas las estaciones LAN, por dos razones: una porque obligaría a mantener una tabla de resoluciones de gran tamaño; otra porque el puente desconoce en un momento dado la totalidad de las estaciones LAN a las que puede alcanzar, debido a que emplea el procedimiento de aprendizaje hacia atrás para rellenar su tabla caché de encaminamiento. Es por ello que se deja a criterio del administrador de la red la decisión de cuántas y cuales registrar.

En aquellos casos en los que el servidor LES cuando recibe una petición LE\_ARP\_REQUEST no conoce la dirección ATM solicitada, reenvía la petición a todos los clientes LEC de la red ELAN. Con este propósito el servidor LES mantiene una conexión punto a multipunto denominada *Control Distribute VCC*, de la que es el nodo raíz. Esta posibilidad está prevista para el caso descrito anteriormente, pues de otro modo todas las estaciones de la LAN tradicional deberán estar registradas en su servidor LES.

### EVALUACION DE LA APROXIMACION LANE

La principal ventaja comparativa de la aproximación LANE a la interconexión de redes ATM es la flexibilidad. En primer lugar, LANE emula una red LAN tradicional, que es el tipo de red que suponen la mayoría de las aplicaciones distribuidas y sistemas operativos de red empleados en la actualidad. De hecho la especificación LAN *Emulation* exige que el interfaz de programación de aplicaciones (API) ofrecido por LANE sea alguno de los ya utilizados en redes LAN tradicionales, tales como NDIS, ODI, etc.

En segundo lugar, dado que el enmascaramiento de las particularidades de la tecnología ATM tiene lugar en la capa MAC, LANE soporta otros protocolos aparte de IP, por ejemplo: IPX o NetBEUI -en *Classical IP* el enmascaramiento tiene lugar en la capa de interconexión para IP-. Por otro lado, la aproximación LANE facilita la configuración de grupos de trabajo mediante agrupamiento en redes ELAN. A diferencia de *Classical IP*, en LANE se prevé la configuración de las redes ELAN de forma automática mediante el servidor LECS.

LANE ha encontrado una rápida difusión en las redes corporativas, en las que típicamente ha sustituido a las redes troncales de tecnología FDDI. En muchos casos, estos *backbone* aglutinaban el tráfico procedente de segmentos Ethernet ubicados en distintos edificios, departamentos o plantas de la empresa; y la interconexión entre el *backbone* y los segmentos se realizaba mediante puentes transparentes, a partir de este escenario, la vía más rápida de migración a la tecnología ATM consistía en implantar un *backbone* ATM que implementara LAN *Emulation*.

Sin embargo, LANE muestra una serie de inconvenientes que se pueden básicamente resumir en dos puntos. Por un lado, en LANE el servicio ATM se adapta para emular un servicio sin conexión y sin garantías de QoS, tal cual es el servicio MAC ofrecido por una red LAN tradicional. De este modo al igual que ocurría en *Classical IP* no se aprovecha el potencial que a este respecto prometen las redes ATM. Por otro lado, cuando LANE se utiliza conjuntamente con un protocolo de interconexión (que se puede suponer IP, sin pérdida de generalidad), se muestran flagrantes ineficiencias. Cuando se emplea IP sobre una red ELAN tienen lugar dos resoluciones de direcciones: una mediante difusión de mensajes ARP, de IP a MAC, y otra mediante petición a servidor LES, de MAC a ATM; ambas resoluciones son redundantes, pues podrían reducirse a una resolución directa de IP a ATM.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Se ha visto cómo la alternativa de interconexión LANE facilita la introducción de la tecnología ATM en las redes corporativas. Este hecho es consecuencia de que, cuando una red ATM incorpora LANE, la interconexión con otras redes de datos es posible mediante routers IP/IPX, o mediante puentes transparentes.

Tanto *Classical* IP como LANE, son opciones de diseño completamente consolidadas y aceptadas por los administradores de redes corporativas, que se incorporan en gran parte de los equipos ATM.



---

## CAPITULO 4

---

### CASO DE ESTUDIO



### INTRODUCCION

Hace algún tiempo las redes eran vehículos para transportar mensajes y llevar documentos a una impresora compartida; ahora son tecnologías convergentes sobre las cuales viajan indistintamente datos, voz y video para mantener comunicado al usuario por medio de dispositivos de comunicación tales como teléfono, computadoras, asistentes personales, celulares o radiolocalizadores.

La fuerza motora de esta convergencia se llama Internet, cuyo protocolo de transmisión de datos (TCP/IP; Transmission Control Protocol/Internet Protocol; Protocolo de control de transmisiones/Protocolo Internet) es ahora el paradigma al cual se deben adaptar los proveedores de tecnologías de telecomunicación; puesto que los límites de las empresas se han extendido para llegar a cualquier parte del mundo.

Es un hecho que el enorme crecimiento de Internet, así como la gran demanda de servicios de información avanzados, están dando como resultado un aumento impresionante en el tráfico de las telecomunicaciones. Se estima que en los próximos 15 años se van a instalar alrededor del mundo 700 millones de líneas telefónicas; habrá unos 600 millones de suscriptores de teléfonos celulares; y para el 2002 serán 160 millones los usuarios de la red. Esto significa un uso impresionante de dispositivos inteligentes que visitan el ancho de banda para poderse comunicar.

Esta convergencia se puede dar en cuatro etapas:

1. La convergencia de redes y cables.
2. La convergencia de las aplicaciones (en una misma línea transmitir: voz, datos y video).
3. La convergencia en el escritorio, donde la computadora y el teléfono se van a integrar en un mismo aparato.
4. Todos los equipos o sistemas integrados en una sola red.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### CONSOLIDACION CONVERGENTE

La primera meta de la consolidación convergente radica en reducir el costo combinado de todos los componentes de las comunicaciones, que no sólo debe ser medido en términos de los gastos de capital, sino también por el ciclo de vida total del sistema. Si bien es costoso instalar una red, más lo es operarla.

El personal técnico, las cuotas de telecomunicaciones y el mantenimiento acaparan porciones importantes de cualquier presupuesto IT. En teoría, una sola red física reduciría la necesidad de tener dos grupos de especialistas para operar la infraestructura de voz y la de datos. Y dado que los costos de acceso a red representan una parte considerable de los gastos de telecomunicaciones, tener un solo conducto de entrada a la WAN podría reducir de forma sustancial los gastos mensuales. Al transferir el tráfico de voz a través de un backbone de datos privados, las empresas pueden reducir las cuotas por consumo de servicios conmutados. Si se tuviera menos equipo funcionando, también podrían recortarse los presupuestos de mantenimiento.

Sin embargo, los ahorros en los costos de infraestructura no son la verdadera promesa de las nuevas redes convergentes. La revolución se gestará en las nuevas aplicaciones de voz paquetizada. Por ejemplo: los centros de atención a clientes en línea podrán seguir a un visitante desde la página base hasta las consultas de productos, conducir por teléfono al consumidor a través de un catálogo de productos y realizar más ventas en línea. Otro ejemplo: los trabajadores remotos no sólo usarían las funciones de servicio de voz que ofrecen los grandes entornos PBX de su oficina, sin importar dónde están físicamente, sino que también accederían a ellos de la misma manera, con lo que se reducen los costos de capacitación y la confusión de los usuarios.

En el largo plazo, el servicio de voz paquetizada de extremo a extremo hará posible la aparición de aplicaciones bien integradas, las cuales permitirán utilizar de manera intuitiva las funciones de voz, cuyo acceso ha sido, hasta ahora, demasiado complicado con las 12 teclas del teléfono. Hoy en día resulta muy difícil programar en los teléfonos tradicionales las llamadas de múltiples interlocutores, el control de llamadas basado en reglas y otras avanzadas funciones de voz, por lo que no es una sorpresa que pocas veces se usen.

En un futuro más lejano, la convergencia creará nuevos dispositivos que redefinirán qué es un teléfono y qué se espera que haga. Las fuentes de datos y la inteligencia de control de llamadas se fusionarán para crear aplicaciones novedosas. A medida que las PC (y los dispositivos tipos PC que están por aparecer) demuestren su confiabilidad, utilidad y costeabilidad como puntos finales de telefonía, la red convergente comenzará a producir grandes beneficios.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### PEMEX RENOVÓ SU RED CON EQUIPO CISCO

Desde su reorganización en 1992, Petróleos Mexicanos (Pemex) decidió reforzar su misión estratégica para maximizar el valor a largo plazo de los hidrocarburos en México. Previo a 1995, PEMEX no contaba con la plataforma tecnológica para integrar diversos tipos de tráfico de información. Esto le impedía atender con oportunidad las necesidades de cada una de las subsidiarias en que actualmente está integrada la empresa.

Las cuatro subsidiarias que integran a Petróleos Mexicanos son como ya se han mencionado: Pemex Refinación, Pemex Exploración-Producción, Pemex Petroquímica y Pemex Gas y Petroquímica Básica. Todas operando bajo la coordinación de un ente Corporativo. El Corporativo es responsable de la conducción central y dirección estratégica de la industria petrolera estatal, además de asegurar la integridad y unidad de acción de Petróleos Mexicanos. La Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones de PEMEX determinó desarrollar una estrategia de telecomunicaciones que permitiera optimizar el intercambio de información entre las cuatro subsidiarias y el Corporativo.

Mostrando una gran visión y espíritu innovador, la estrategia se basó en la adopción de la tecnología ATM/Frame Relay a través de Cisco Systems, por ser éstas tecnologías las mejores en transportar tráfico de datos, voz y video de manera rápida, segura y confiable desde cualquier oficina, planta o plataforma de PEMEX en todo el país.

Tras un proceso de licitación pública internacional, PEMEX contrató a Intersys, uno de los integradores más reconocidos en el país y certificado por Cisco, para suministrar, instalar, configurar y operar la red de transporte informativo para 32 centros de operación, incluyendo plataformas marinas. La tecnología entregada sirvió también para transmitir video-conferencias de un extremo a otro del territorio nacional, facilitando la capacitación de personal, sin moverlos de su centro de trabajo.

La red quedó estructurada con equipos de switcheo Cisco de alta capacidad: BPX, AXIS, INSP, IGX, Lightstream 1010 y Catalyst 5000, así como con equipos de routing 7513. Incluyéndose desde ese entonces nuevos nodos ATM, de tal suerte que en la actualidad Pemex cuenta con más de 50 switches instalados y operando. Al mismo tiempo se incorporaron más servicios gracias a un mayor acceso para usuarios de la red.

Esta tecnología permitió colocar en red a Plataformas Marinas como Akal, Ixtoc y Pol; así como los nodos de concentración de Coatzacoalcos, donde se encuentra PEMEX-Petroquímica y sus filiales de La Cangrejera, Cosoleacaque, Morelos, Escolín y Pajaritos, entre otras. En la misma red fueron instalados switches en lugares que aunque tienen menor actividad, necesitan intercambiar información con diversos centros de operación de Pemex.

Petróleos Mexicanos ha adoptado en gran parte de sus redes LAN la tecnología ATM, conformando así una red WAN ATM, que brinda una solución extremo a extremo, facilitando el establecimiento de políticas de seguridad y calidad de servicio a lo largo de la red. Si un usuario de la Dirección Corporativa de Finanzas en la Ciudad de México quisiera comunicarse con otro usuario de la Región Marina Noreste de Exploración y Producción en Ciudad del Carmen, todo el transporte local y de red amplia se lleva a cabo en celdas ATM y únicamente los LAN switches al escritorio utilizan tecnología Ethernet. Esto es aplicable a usuarios de Refinación y de las oficinas de Exploración y Producción en la Ciudad de México.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

"Esta red ha incrementado la productividad en diversas áreas de la Paraestatal. Por ejemplo, los departamentos encargados de administrar grandes volúmenes de información cuentan con la infraestructura para agilizar su trabajo, lo cual ha mejorado sus tiempos de respuesta e incrementado los servicios disponibles a un mayor número de usuarios.

Con la tecnología ATM la red permite transportar información con un mayor ancho de banda y acelerar los tiempos de envío. "Esto significó que quedara superada la principal necesidad de transportar datos con una solución que incluyera la integración conjunta de voz, datos y video". Aunque la red está basada en plataformas tecnológicas complejas, su operación es sencilla y su crecimiento horizontal. Esto significa que la red crecerá en función de que ahora tiene instalada toda clase de funciones, desde las más sencillas a las más sofisticadas.

Al enviar voz sobre ATM, se evita la congestión y el tráfico de información se organiza, por lo que se agilizan los tiempos de envío y se obtienen ahorros entre el 30 y 50% en los costos de llamadas telefónicas. De la misma manera, la red permite estar en condiciones de integrar el tráfico de información de diferente naturaleza y contar con el ancho de banda suficiente para atender mayores requerimientos de usuarios y aprovechar mejor la infraestructura de transmisión de Petróleos Mexicanos, lo cual ha representado importantes ahorros y un adecuado costo de oportunidad.

## EVOLUCIÓN DE LAS REDES MAS IMPORTANTES

A continuación se dará un vistazo a los aspectos más importantes de cuatro redes distintas, lo cual abrirá el panorama de visión en cuanto a su utilidad, funciones y sus objetivos.

### NOVELL NETWORK

En nuestro país las necesidades en cuanto a compartir información y recursos (archivos, impresoras, bases de datos, etc.) se ve ampliamente satisfecha por el sistema comercial Novell Network. Esta pila de protocolos está basada en el Sistema de Red Xerox (Xerox Network System XNS) con algunas modificaciones.

Protocolo de Anuncio de Servicios	Servidor de Archivos	Otros	Aplicación
Protocolo central de red	Intercambio en secuencia de paquetes SPX	TCP	Transporte
Intercambio de paquetes entre redes IPX	IP		Red
Ethernet	Token Ring	ARCnet	Ligado
Ethernet	Token Ring	ARCnet	Física

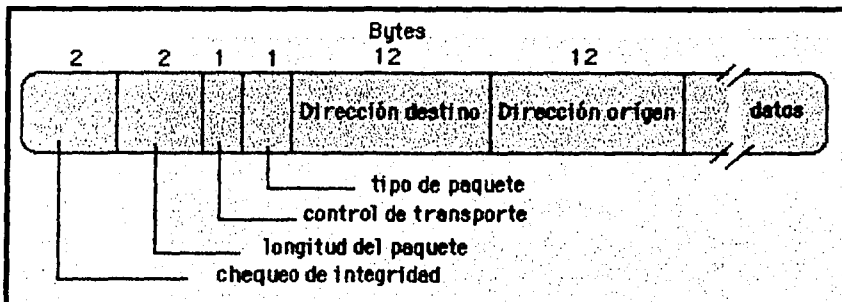
Los niveles físico y de enlace de datos pueden escogerse entre varios estándares comerciales como son Ethernet, Token Ring y ARCnet.

El nivel de red trabaja con un protocolo no confiable (unreliable) y no orientado a conexión (connectionless) llamado IPX (Internetwork Packet eXchange). Este protocolo pasa los paquetes de un origen a su destino aun cuando pertenezcan a redes diferentes, lo cual es una forma de trabajar similar a la que realiza el protocolo IP (el cual también está disponible bajo NetWare), con la diferencia de que IP usa direcciones de 4 bytes mientras que IPX las tiene de 10 bytes. Esta amplitud es una buena estrategia porque permite tener bajo este protocolo a una gran cantidad de nodos que supera a la cantidad que pueden estar bajo TCP/IP.

La capa de transporte ofrece los protocolos SPX y NCP (Network Core Protocol). NCP es un protocolo orientado a conexión y es, de hecho, el corazón de NetWare. SPX también está disponible aunque sólo ofrece el servicio de transporte. Por ejemplo, el programa Lotus Notes utiliza SPX para trabajar en red, mientras que el servidor de archivos utiliza NCP.

Al igual que en TCP/IP, aquí no existen las capas de sesión y presentación. La capa de aplicación contiene varios protocolos, tales como:

- Los servicios de impresión propios de Netware y el Line Printer Daemon tan conocido bajo UNIX.
- Servidores de archivos, como lo son el propio de NetWare y el Network File System que es un estándar por aceptación a nivel mundial.
- Aplicaciones en general soportadas por SPX, NCP o TCP/IP. Por ejemplo, también se pueden realizar aplicaciones con programación en sockets.
- El protocolo de anuncio de servicios envía un mensaje broadcast cada minuto informando al resto de los nodos de la red qué servicios ofrece.



Al igual que en TCP/IP, un paquete de red es la clave para construir todo sobre él. Un paquete típico de IPX contiene el origen, destino, datos e información de control tal como dos bytes para checar si el paquete está íntegro. Otra información de control es un byte que indica cuántas redes diferentes ha atravesado el paquete, si el paquete ha traspasado un límite de redes se descarta. La dirección origen y destino está compuesta de 4 bytes para el número de red, 6 bytes para el número de nodo y 2 bytes para indicar el socket del nodo.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

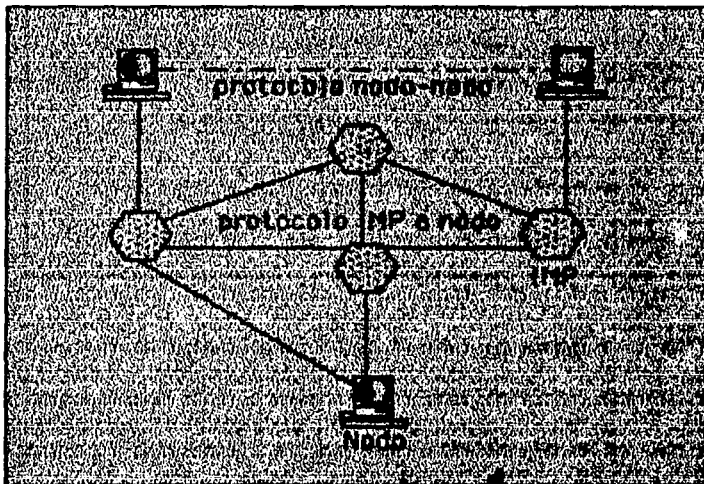
Cuando un nodo en la red es encendido, envía un mensaje broadcast preguntando si existe algún servidor disponible. En los nodos de ruteo existen agentes que controlan una base de datos construida con los servicios ofrecidos a través de mensajes broadcast de los protocolos de anuncio de servicios. Estos agentes responden a los nodos cliente, entonces ya se puede establecer una comunicación directa entre un cliente y un servidor para negociar operaciones sobre archivos, impresoras y otros recursos. El cliente puede seguir preguntando acerca de otros servidores dependiendo del servicio necesitado.

### ARPANET

Arpanet nació como una red dedicada al servicio del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica, cuyo propósito era crear un medio de comunicación alternativo y diferente al sistema telefónico tradicional.

Se decidió que si el sistema telefónico era una red de tipo "circuit switched", en la cual si una central era dañada las conversaciones no tendrían forma de continuar debido a que se interrumpían las conexiones punto a punto, entonces una red donde los datos de la comunicación pudieran ser divididos en paquetes y éstos viajar de manera independiente (incluso por rutas diferentes), cuando un elemento de intercambio (switchero) se dañara, el paquete podría ser retransmitido por una ruta alterna, lo cual constituye una red de tipo "packet switched". Las ventajas de este nuevo tipo de red fue adoptada por el Departamento de Defensa y se conoció como Arpanet.

El Arpanet se concibió como una "subred" (conjunto de dispositivos de hardware que conforman el medio físico de comunicación entre nodos) y un conjunto de nodos que intercambiaban información.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

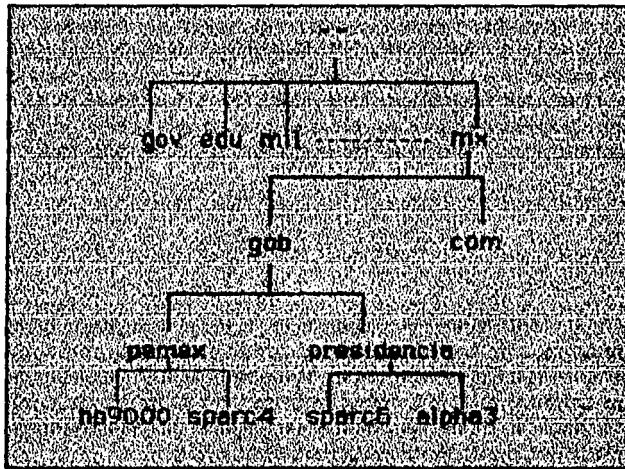
## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Cada nodo estaba conectado a otros dos elementos: otro nodo o algún elemento de la subred. Se necesitaron dos protocolos: un protocolo nodo a nodo y otro de nodo a IMP (Interface Message Processor). Para diciembre de 1969 se conectaron los primeros cuatro nodos: UCLA, SRI, UCSB y la Universidad de Utah y en tres años creció más del 1000% expandiéndose por todo el país. También se inventaron los primeros servidores de terminales (en aquel tiempo Terminal Interface Processor) e IMP que soportaban a varios nodos al mismo tiempo.

Posteriormente se creó la suite de protocolos de TCP/IP para hacer más robusta y eficiente la infraestructura de Arpanet, y la Universidad de Berkeley la incluyó en el sistema operativo UNIX

Para 1983 había más de 200 IMPs en la red y ARPA decidió dejar su administración en manos de la Agencia de Comunicaciones de la Defensa, y el primer paso tomado fue dividir la sección militar de la sección civil. A la sección militar se le nombró MILNET que conservó líneas de comunicación con la sección civil.

Debido al éxito alcanzado por Arpanet, cientos de instituciones con redes de área local ya existentes desearon formar parte de esta red más amplia, y este deseo se realizó durante los 80s, lo cual provocó la necesidad de contar con un mecanismo para acceder amigablemente cualquier nodo de la red, y se decidió una forma jerárquica de nombrado en base a "dominios".



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Por ejemplo, para México, existe el dominio superior *mx*, del cual existen varios subdominios como son *gov* y *com*. Bajo *gov* encontramos a PEMEX. De esta forma, el dominio de PEMEX es *pemex.gob.mx* y debajo de él encontramos nodos reales como podrían ser las computadoras con nombre *hp9000* y *sparc4*.

Para que los servicios de TCP/IP puedan ser efectivos, se necesita traducir el nombre completo del nodo (por ejemplo *hp9000.pemex.gob.mx*) a una dirección IP tal como 160.23.7.5. Esta traducción es realizada por un Servidor de Nombres dentro del servicio denominado Sistema de Nombres de Dominio (Domain Name System DNS).

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### NFSNET

El éxito de Arpanet hizo que muchas universidades, a principios de los 80s y a través de la Fundación Nacional de Ciencias (NSF de Estados Unidos) crearan una red denominada CSNET la cual accedía a Arpanet a través de un nodo de BBN (la institución que diseñó los primeros protocolos nodo-nodo y nodo-IMP).

Para 1984 la NSF diseñó una red que unía seis supercomputadoras a través de seis computadoras de bajo rendimiento con líneas privadas a 56Kbps. Lo interesante del diseño es que el protocolo de red fue TCP/IP desde el inicio creando así la primera red de área amplia con este protocolo. Posteriormente se añadieron otras instituciones (museos, universidades, etc.) y redes locales para acceder a las supercomputadoras, todo lo cual creó la NSFNet la cual tenía una conexión a Arpanet a través de un enlace en la Universidad de Carnegie Mellon.

El gobierno de Estados Unidos decidió para 1990, ya no financiar redes por lo cual algunas empresas privadas como MCI, MERIT e IBM tomaron el relevo de la NSFNet e incrementaron su velocidad de 1.5 Mbps a 45 Mbps la cual se denominó ANSNet (Advanced Networks and Services Net).

Para 1995, el tronco de NSFNet fue innecesario porque existían numerosas redes comerciales que lo hacían, y cuando ANSNet fue vendida a la empresa America Online, NSF promovió que cuatro operadores de red aseguraran que las redes regionales de Estados Unidos pudieran conectarse unas con otras a través de varios Puntos de Acceso de Red. Los operadores fueron PacBell en San Francisco, Ameritech en Chicago, MFS en Washington, y Sprint cerca de Nueva York. La condición para ser operador era ofrecer que cualquier red regional pudiera conectarse a cualquier NAP y que el cliente pudiera escoger en base a calidad y precio. Aparte de estos NAPs, algunos otros de tipo gubernamental y privados se sumaron creando una red de autopistas de información competitivas.

### INTERNET

La sinergia de la unión de NSFNet y Arpanet hizo que el crecimiento de la red fuera exponencial. Algunas personas desde los 80s veían la unión de redes como una red global o internet y más tarde como la Internet. En 1990 Internet contaba con 3000 redes y cerca de 200,000 nodos. Ya en 1992 tenía un millón y en 1995 había decenas de millones de nodos, y se calcula que cada año el número se duplica. Este crecimiento se explica porque muchas redes de área local que crecieron fuera de Internet ahora se están conectando a ella.

Se considera que un nodo pertenece a Internet si puede enviar paquetes del protocolo TCP/IP y alcanzar a otros nodos dentro de la misma. Los servicios típicos ofrecidos en Internet son el correo electrónico (a través de un servidor de correo y un lector de correo como pine, eudora, algún navegador de WWW con esta capacidad, etc.), el servicio de noticias de red NEWS (a través de un servidor de NetNews y un lector como el xnews, tin, nnews, etc.), la ejecución remota de comandos y las sesiones de trabajo remotas (a través del comando de UNIX rlogin o bien con el programa telnet), la transferencia de archivos (a través del File Transfer Protocol donde los servidores de FTP anónimos son esenciales), y el WWW (World Wide Web).



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### CONFORMACION DE UNA RED ATM

Para comprender mejor como se encuentra conformada una red ATM a 155 Mbps, esta se puede dividir en una parte *Troncal* y en *los accesos*. La troncal de la red se basa en conmutadores ATM LS1010 de Cisco -por ejemplo-, interconectados mediante la red de transporte SDH. Los accesos consisten en un conjunto de *switches* ATM LS1010 y *Router* 7204, ambos de Cisco e interconectados vía fibra óptica al equipo de *backbone* correspondiente.

Una red ATM implementada con estos equipos permite brindar servicios de Banda Ancha (ATM nativo), además de servicios tradicionales (IP), lo que implica que se debe garantizar la interacción de ambos niveles de protocolo, así como aplicar controles de calidad en ambas capas, para garantizar o controlar los servicios prestados.

También hay una plataforma de administración y monitoreo centralizada que permite realizar modificaciones cuando se requieren en forma remota, además de recibir alertas y estadísticas del comportamiento de la red.

### SERVIDORES DE ACCESO REMOTO

#### INTRODUCCIÓN

Coincidiendo con la aparición del concepto del teletrabajo, y de la necesidad de interconectar tanto redes locales, por ejemplo de diversas delegaciones de una misma empresa, como puestos de trabajo autónomos o móviles con la oficina o de buscar mecanismos de acceso a bases de datos y otras redes de información (Internet e Infovia), se determina la aparición de un nuevo tipo de dispositivo de "internetworking": los servidores de comunicaciones, también denominados servidores de acceso remoto.

#### PUENTES Y ROUTERS

En un principio, las necesidades de interconexión entre dos redes locales, se resolvía mediante el uso de puentes ("bridges") o encaminadores ("routers"), e incluso mediante pasarelas ("gateways") en algunos casos.

Sin embargo, estos dispositivos, son extremadamente caros y complejos en su configuración y mantenimiento. En cualquier caso, cuando se trata únicamente de interconectar dos redes locales, no son mala solución, pero hay que tener en cuenta que se requieren dos equipos iguales, o con protocolos totalmente compatibles en cada extremo, lo que implica una inversión doblemente elevada.

Imaginemos pues, emplear dos routers para interconectar a un usuario remoto con su oficina, por ejemplo un ejecutivo petrolero en viaje de negocios con su Laptop, que tiene que reportar diariamente a su oficina (Corporativo). Téngase en cuenta que los routers son relativamente voluminosos, como mínimo del tamaño de la propia Laptop.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Además, un routers requiere de un módem o de un adaptador de terminal (en el caso de emplear la red RDSI), y obliga a que el equipo remoto disponga de una tarjeta de red local para conectarse a él. Evidentemente, no es el coste la única razón para no emplear routers en este tipo de conexiones, sino su tamaño y especialmente su complejidad. Por ello, se llegó a sofisticar a los routers, de modo que fueran capaces de aceptar conexiones directas de modems o adaptadores de terminal, sin necesidad de que al otro lado hubiera un equipo equivalente. El lo que se denomina un servidor de comunicaciones, o servidor de acceso remoto.

### La tecnología:

Básicamente, un servidor de comunicaciones o Servidor de Acceso Remoto es un router con una serie de puertos serie que a su vez pueden tener diferentes tipos de interfaz (RS-232, V.35, RDSI, etc.), en función del tipo de conexiones que pueda aceptar.

Por lo general, un servidor de acceso remoto se puede comportar como un router entre dos redes ya que de por sí "lo contiene". Sin embargo, es capaz de recibir llamadas de equipos remotos que a su vez no son routers.

Para ello, ambos: el servidor de acceso remoto y el equipo remoto, deben de emplear un protocolo compatible. El más usado es el PPP (Point to Point Protocol o Protocolo Punto a Punto), y en segundo plano el SLIP (Serial Line Interface Protocol, o Protocolo de Interconexión de Líneas Serie). Por supuesto, hay variaciones de ambos, fundamentalmente orientadas a lograr una compresión de los datos transmitidos.

Ello requiere, en el caso del equipo remoto, la instalación de un software de comunicaciones o conjunto de utilidades del sistema operativo que incorporen dicho protocolo. Así por ejemplo, Windows 98 y windows Millenium incorporan de base a ambos protocolos. No obstante, detrás de dichos protocolos existirá otro u otros, como pueden ser TCP/IP, IPX, LAT, NetBEUI, ..., en función del sistema operativo o aplicaciones.

### Aplicaciones:

Básicamente se pueden dividir las aplicaciones de un Servidor de Comunicaciones en cinco grupos fundamentales:

1. Interconexión entre redes LAN: sustituyendo por completo a las funciones de los encaminadores, permiten realizar la conexión entre dos redes locales remotas (típicamente una oficina principal y sus delegaciones), y siendo en este caso su principal misión el enrutado ("routing") de los paquetes, de modo que dicha conexión sea transparente a usuarios, aplicaciones y hardware/software existente en ambas redes. Se pueden incluso dedicar varias líneas para interconectar dos redes, en función del tráfico existente en cada momento entre ambas (ancho de banda a la demanda o "bandwidth on demand").
2. Acceso de nodos remotos: cuando la conexión que se requiere es entre una red (oficina) y un solo usuario mediante un software en el equipo remoto que sea compatible con el protocolo empleado en el servidor de comunicaciones.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

3. Acceso a Internet, Infovia o redes similares: en realidad se trata de ejemplos aplicables al caso 1 o 2, antes mencionados, aunque dada su importancia en la actualidad se ha preferido resaltarlo como un grupo aparte.
4. Acceso a BBS's: un servidor de comunicaciones puede ser empleado para gestionar un conjunto ("pool") de modems, para permitir a los usuarios de la red local a la que esta conectado, el acceso a diversos servicios tipo BBS (bases de datos, y otros), sin necesidad de que cada usuario tenga su propio módem. Esto puede ser válido también para el envío de fax.
5. Servicios de terminales e impresoras remotas: empleado así terminales e impresoras sería tanto para su uso por parte de usuarios locales como de nodos remotos.

Los servidores de acceso remoto no solo incorporan funcionalidades de puentes y routers, sino también de otros dispositivos como servidores de terminales e impresoras, lo que demuestra su alto nivel de sofisticación, que sin duda se verá incrementando aún más en un futuro muy cercano.

### SELECCIÓN DE UN SERVIDOR DE ACCESO

Cuando se estudia la adquisición de un servidor de acceso remoto, es preciso verificar algunas de sus características fundamentales, entre las cuales debe incluir como mínimo, las siguientes básicas:

- Enrutado: IP (RIP, SRT) e IPX (RIP, SAP, spoofing).
- Protocolos de comunicaciones: PPP y SLIP/CSLIP.
- Servicios de comunicaciones: soporte de grupos de modems y de funciones de servidor de impresoras y terminales.
- Potente gestión de los enlaces:
  - Llamada automática, en función de la función de routing, configurable para diferentes tipos de conexiones.
  - Posibilidad de rellamada ("dial-back") automática.
  - Desconexión del enlace, tanto por time-out, como por el tipo de tráfico, o por inactividad, etc.
  - Tiempo de conexión, con posibilidad de restricciones según la hora del día (time-of-day), o del tiempo de conexión a un determinado "lugar".
  - Ancho de banda según demanda, en función de criterios predefinidos.
- Soporte IP: logins tipo telnet, rlogin, conexiones TCP raw, nodos remotos, etc.
- Soporte IPX: nodos remotos (software de soporte de cliente), funcionalidades PSERVER y RPRINTER.
- Soporte SNMP: character MIB, MIB-II y RS-232 MIB.
- Seguridad:
  - Basada en el servidor como password de login, password de privilegios, módem dial-back y "event logging".
  - Basada en protocolo IP (UNIX passwd y tftp).
  - Basada en protocolo IPX (Novell NetWare Bindery).
  - Basada en PPP (PAP/CHAP).

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- **Filtrado de paquetes:**
  - Cortafuegos (firewall): afianzan la seguridad del sistema y permiten diseñar configuraciones a medida para aplicaciones específicas.
  - Filtros: Pueden combinarse para configuraciones a medida, en función de protocolos, direcciones fuente/destino, direcciones parciales, tipo de paquete IP, o patrones de bits.
- Utilidades de gestión y configuración.
- Por supuesto, y en función de nuestras necesidades, es importante determinar el número de puertos que requerimos y el tipo de los mismos. Por lo general, podemos encontrar con dispositivos que van desde un mínimo de 2 puertos serie (RS-232), a 8 o 16 puertos, e incluso posibilidad de que algunos de dichos puertos sean RDSI.

### SERIE DE SERVIDORES DE ACCESO CISCO 2500

#### SERVIDORES DE ACCESO DE CONFIGURACIÓN FIJA

Recientemente se han añadido tres productos a esta familia: el AS2509-RJ y AS2511-RJ optimizados para el acceso mediante llamada telefónica, y el Cisco 2509-ET resistente a altas temperaturas. La serie de servidores de acceso Cisco 2500 permite que los usuarios conecten dispositivos asíncronos como: terminales sin inteligencia (sin capacidad de procesamiento), módems, consolas de router, máquinas expendedoras y adaptadores de terminal RDSI en una red encaminada.

Las nuevas prestaciones hacen que estos productos sean más fáciles de usar que nunca. Con el mismo software Cisco IOSTM que controla la espina dorsal - backbone - de Internet en un procesador de router de alto rendimiento, esta familia de productos también ofrece a los usuarios puertos serie síncronos integrados para realizar la recogida -backhaul- de tráfico encaminado a través de líneas T1/ E1 de alta velocidad.

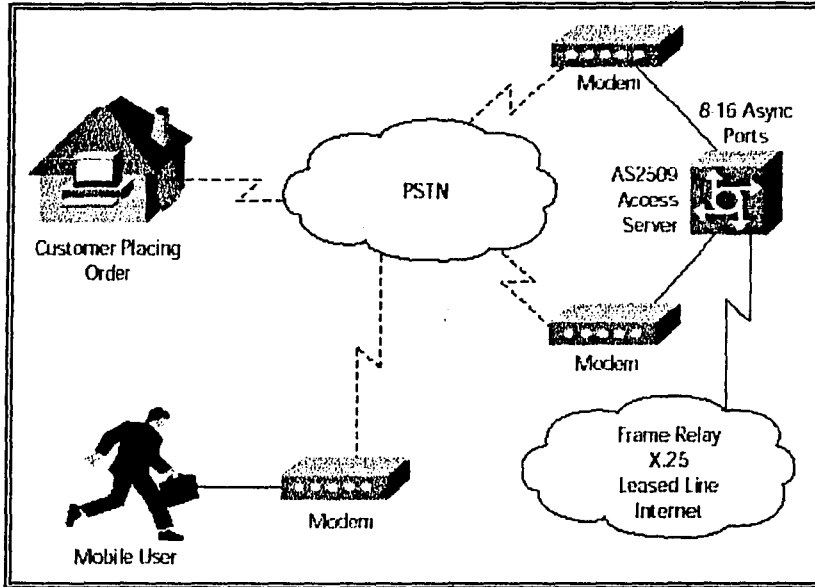
#### APLICACIONES

##### 1. CONCENTRACIÓN DE MÓDEMS DE BAJA DENSIDAD

Los servidores de acceso Cisco 2500 son ideales para aplicaciones de sistemas de acceso mediante llamada telefónica con módem de baja densidad en sucursales y oficinas remotas. La serie de servidores de acceso Cisco 2500 es una alternativa de menor coste que los productos con módem integrado ya que cuenta con una disponibilidad de 8 ó 16 conexiones asíncronas para módems.

Existen soluciones con módem de 56K disponibles para esta línea de productos, utilizando bancos de módems de terminal digital, como el modem MP/8 I de U.S. Robotics para la compatibilidad con X2 y el Microcum ISPorte para compatibilidad con K56Flex. También existen conexiones Ethernet o Token Ring LAN disponibles, y uno o dos puertos serie síncronos permiten a los clientes utilizar conexiones WAN T1/E1 de alta velocidad a Internet o a redes privadas de línea alquilada.

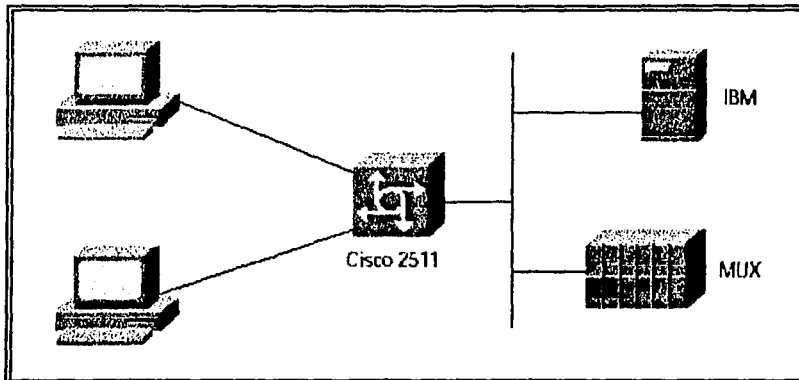
## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS



*Aplicación de acceso mediante llamada telefónica*

## 2. SERVICIOS DE TERMINAL

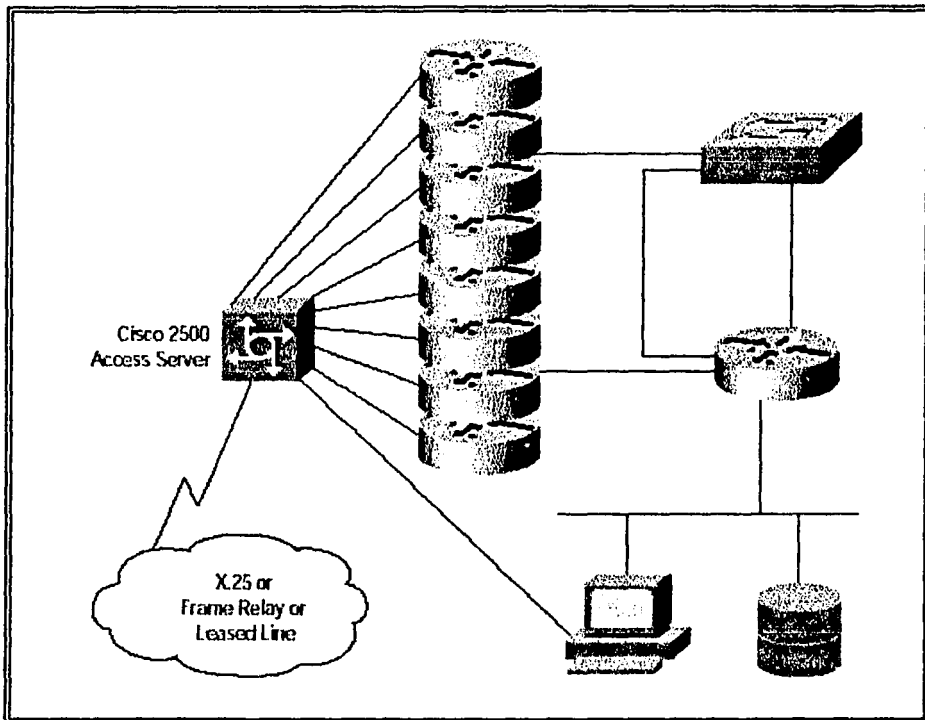
Los clientes pueden utilizar el soporte para terminal de Cisco de eficacia demostrada para las aplicaciones con terminales remotos o locales que necesiten acceso a los mainframes centralizados. Los servicios de terminal de Cisco permiten a los clientes utilizar, por ejemplo, la traslación de protocolo entre distintos mainframes, donde un usuario de terminal puede acceder transparentemente a servicios de un sistema tanto de IBM como de un sistema Extensión de Dirección Virtual (VAX) de Digital Equipment Corporation (DEC).



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### 3. CONFIGURACION DE LA RED

Para clientes que necesitan un método de coste reducido para monitorizar en tiempo real el rendimiento y el estado de los componentes de la red, la serie de servidores de acceso Cisco 2500 puede instalarse con puertos asíncronos conectados directamente a los puertos de consola o a los puertos auxiliares de los routers y demás dispositivos situados en el centro de equipos de la red. Esta solución permite que un ingeniero de la red monitorice y ajuste el equipo desde un punto remoto, ahorrando al cliente el coste de enviar personal a todos los recintos de cableado o de contar con personal de soporte cerca de los mismos.

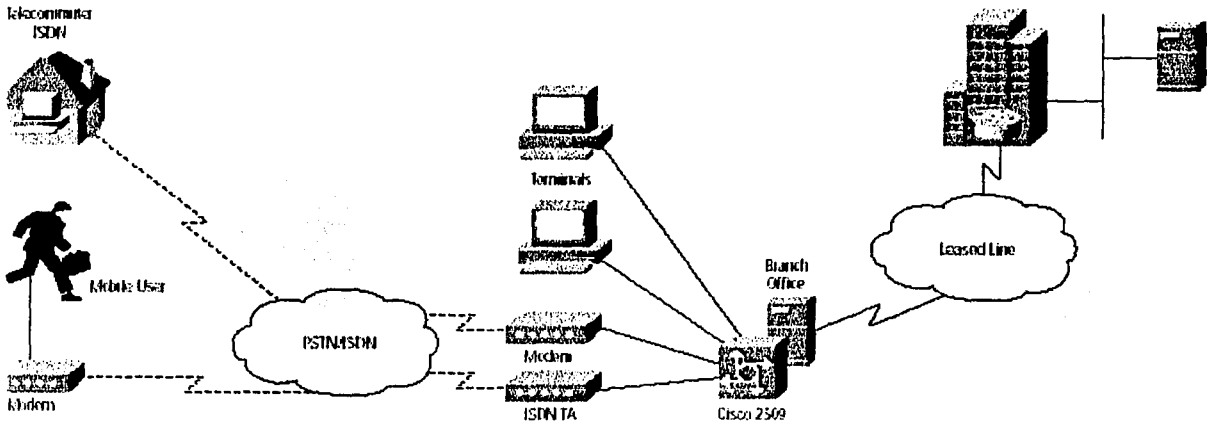


*Configuración y monitorización de la red*

### 4. ACCESO DE MODO MIXTO RDSI, ASÍNCRONO Y DE TERMINAL

Los servidores de acceso Cisco 2500 son ideales para aplicaciones asíncronas mixtas. Los clientes pueden conectar a los servidores de acceso módems, adaptadores de terminal RDSI, y demás dispositivos asíncronos en la combinación que mejor se ajuste a sus necesidades. Los clientes se benefician de esta flexibilidad ya que, a medida que varíen sus necesidades y aparezcan nuevas tecnologías, pueden cambiar los dispositivos asíncronos en la manera que mejor les convenga.

800 2177  
 1994



*Aplicación de modo mixto*

**SOLUCIONES DE SOPORTE ENFOCADAS AL CICLO DE VIDA**

El completo conjunto de servicios de ayuda técnica de Cisco ofrece soluciones que mejoran la red durante todo su ciclo de vida. Desde el diseño y la instalación hasta el mantenimiento preventivo y programado, pasando por la optimización del rendimiento, las soluciones de Cisco aumentan la fiabilidad, la eficiencia y la flexibilidad de la red. Estos programas ofrecen una gran ayuda, porque están diseñados para ofrecer una función como componente integral del producto. Juntos, ayudan a las organizaciones a fomentar su competitividad proactivamente.

Mediante el acceso a las páginas Web de CCO, los clientes pueden emplear y comercializar las nuevas prestaciones tan pronto como están disponibles. Además, pueden acceder desde cualquier lugar del mundo y en todo momento a los conocimientos técnicos de Cisco. Este equipo virtual formado por los mejores ingenieros de redes del mundo está equipado para satisfacer todas sus necesidades, desde la solución de problemas hasta diseño de redes y planificación.

**RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS**

La serie de servidores de acceso Cisco 2500 utiliza el mismo software Cisco IOS utilizado en la espina dorsal - backbone - de Internet. Desde su presentación en septiembre de 1994, se han vendido más de un millón de puertos de esta familia de productos, lo que le convierte en el servidor de acceso LAN más utilizado del mundo.

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### EVOLUCIÓN DE LAS REDES DE CAMPUS HACIA CONMUTACIÓN LAN Y ATM

#### INTRODUCCIÓN

Al tiempo que la conmutación está empezando a dominar como la tecnología en redes de campus, Cisco Systems ha adquirido una posición de líder en la implantación de redes campus conmutadas utilizando productos y tecnología de vanguardia. Entre sus soluciones de conmutación Cisco incluye conmutación LAN y conmutación de Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) con soporte de redes virtuales (VLANs) y emuladas (ELANs). Estas soluciones VLAN incluyen tecnologías de multiplexación VLAN como Emulación LAN (LANE) sobre redes ATM, Inter-Switch Link (ISL) sobre Fast Ethernet, y 802.10 sobre Fiber Distributed Data Interface (FDDI). Las elecciones preferidas para implantar una arquitectura campus basada en VLAN son ISL sobre Fast Ethernet y LANE sobre ATM.

Cisco está desarrollando además soluciones que soporten el nuevo estándar de multiplexación de VLANs 802.1Q/P de forma que los nuevos desarrollos se integren en los productos existentes.

Ancho de banda escalable, calidades de servicio (QoS), y gestión de tráfico han sido los factores que implican la necesidad de una infraestructura ATM para la evolución de las redes corporativas. Al tiempo que el uso de redes ATM continúa, diseños de red que contemplen LANE y Private Network-to-Network Interface (PNNI) se han convertido en esenciales para la mayoría de implementaciones de ATM. Multiprotocol Over ATM (MPOA) acaba de ser aprobado y su implementación proporcionará mayor rendimiento a las redes de campus ATM. Por esto, una comprensión de como funcionan estos componentes es necesaria para construir y gestionar una red ATM con éxito.

LANE es una tecnología clave para permitir el cambio de redes tradicionales a ATM, y ha sido utilizada ya en redes de grupos de trabajo y campus. Con LANE, los clientes pueden hacer funcionar, sobre ATM, aplicaciones basadas en LAN y protocolos de red de area local. PNNI es muy importante para el crecimiento de la red de conmutadores ATM, y la implantación de Cisco de PNNI ha sido utilizada para construir con éxito, redes de producción que consisten en más de 90 conmutadores ATM.

#### EL CAMBIO A CONMUTACIÓN

Las necesidades de mayor ancho de banda, facilidad de administración, y reducción del coste de propiedad están causando que los clientes cambien a redes conmutadas. Al expresar los clientes sus requisitos para estas redes conmutadas, se ve cada vez más claro que los requisitos son comunes para muchos clientes y se pueden clasificar generalmente como:

- Mayor ancho de banda de la red - El factor más importante que conduce a una necesidad de mayor ancho de banda en redes de campus, es el incremento en número de usuarios, y aplicaciones nuevas. Estas aplicaciones conducen a la necesidad de servidores y estaciones más potentes, que a su vez, necesitan un mayor ancho de banda de red. Además, la información compartida, y la diseminación más rápida de la información se están convirtiendo en algo más que una necesidad en la empresa. Las tecnologías y aplicaciones Intranet están afrontando estos requisitos, y están empezando a dominar como la próxima tendencia en redes de campus. Así, la necesidad de ancho de banda se está incrementando.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- Ubicación del servidor - Aunque la arquitectura distribuida de servidores (posicionamiento del servidor cerca de los usuarios) era un concepto muy popular, el alto coste de propiedad asociado con esta arquitectura está llevando a la necesidad de centralizar los servidores en una sola zona, o en el Centro de Cálculo. Este argumento obliga a que el tráfico de cliente/servidor atraviese los troncales o el backbone para llegar a la ubicación central, en lugar de mandarse solo al armario de cableado de la planta. Esta es la dificultad más grande en el crecimiento de una red de campus, y tendrá un gran impacto en el diseño e implantación de la red.
- Adiciones, mudanzas, y cambios - Al tiempo que comunidades de usuarios crecen o se reorganizan, la necesidad de añadir, mover y cambiar usuarios sin que ello suponga un gran coste es uno de los requisitos primordiales de muchas empresas. Desde la perspectiva de la red, este requisito se traduce principalmente en tareas de configuración, y de gestión de la red, y la arquitectura de la red debe ser diseñada para reducir el coste de todos estos cambios.
- Seguridad - Aunque la seguridad no es tan importante como en las redes de área extensa (WAN), la necesidad de protección de algunos tipos de datos (como información sobre nóminas) de acceso no autorizado, sigue siendo un requisito en las redes de campus. Otro ejemplo es la necesidad de crear grupos cerrados de usuarios de forma que se asegure la privacidad de la información en grupos determinados.

Se pueden proponer muchas soluciones para satisfacer estos requisitos, extendiéndose desde conmutación ATM con LANE hasta soluciones de conmutación pura de tramas como Ethernet, Fast Ethernet y FDDI conmutado. Las secciones siguientes tratan sobre las soluciones ATM con LANE y PNNI en el contexto de un modelo de red de campus. Donde se pueda aplicar, la solución de conmutación de celdas se comparará la solución de conmutación de tramas correspondiente.

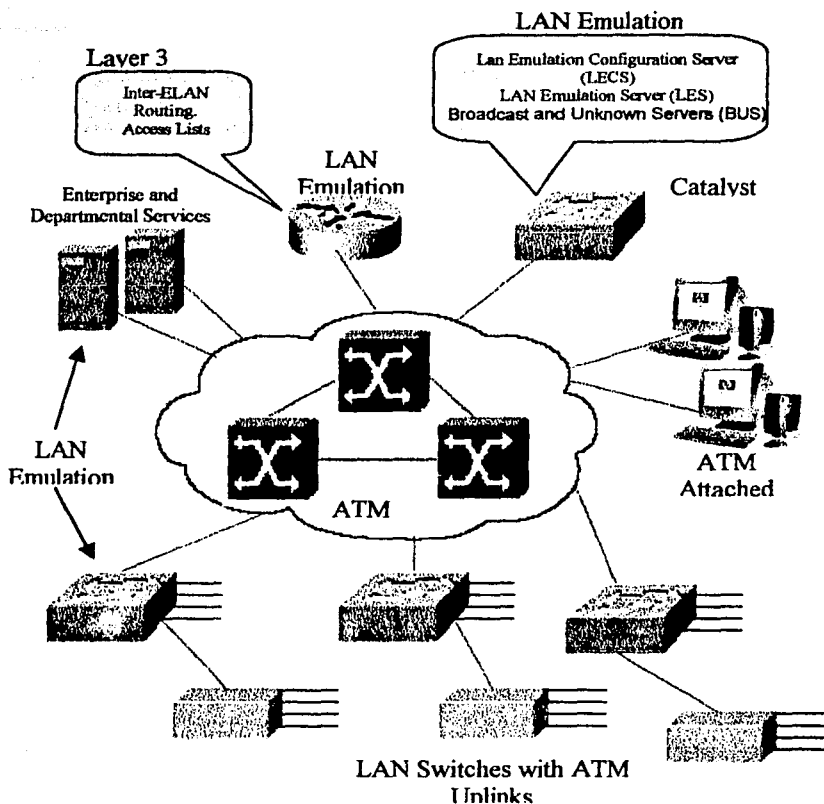
### Ventajas de LANE con PNNI

El estándar LANE Versión 1.0 define las especificaciones para hacer funcionar las redes de área local tradicionales como Ethernet y Token Ring a través de infraestructuras ATM; posibilitando además la comunicación con equipos conectados directamente a ATM. Este tipo de equipos incluyen estaciones finales (por ejemplo, servidores conectados a ATM), conmutadores LAN-ATM que enlazan redes tradicionales al backbone ATM (por ejemplo, conmutadores Catalyst™ 5000), y routers conectados a ATM para interconectar las redes emuladas (ELANs). LANE está definido como una encapsulación a nivel 2 o nivel MAC por lo que todos los equipos conectados a la red emulada aparecen como conectados a un único segmento. Así, IP, IPX, AppleTalk y otros protocolos de nivel 3 tendrán las mismas características de funcionamiento que en una red de área local tradicional.

Los requisitos explicados anteriormente pueden ser afrontados utilizando múltiples tecnologías. La siguiente sección propone los beneficios de utilizar la solución ATM en el campus. La figura que aparece en la página siguiente ilustra un ejemplo de red ATM, e incluye los componentes necesarios para implantar una red LANE.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### Components in an ATM Network



### Redes Virtuales o VLANs (Virtual LANs) - Movilidad, Control de Broadcast, y Seguridad

Las VLANs proporcionan la posibilidad de segmentar lógicamente la red en múltiples grupos de usuarios similares. Por ejemplo, todos los usuarios de Marketing pueden tratarse como si fuesen un único grupo lógico con requisitos y servicios comunes. Esta posibilidad se presta a implantar una solución que facilita la movilidad (mudanzas y cambios). Una solución de VLAN basada en puertos<sup>1</sup>, también proporciona un control de broadcast total aislando este tipo de tráfico de las otras VLANs en la red, no solo resolviendo el problema de seguridad sino consiguiendo también mejor escalabilidad debido a un mejor control de broadcast.

Los conmutadores LAN-ATM como el Catalyst 5000 permiten enlazar a LANs tradicionales como Ethernet a una infraestructura ATM y emular no solo una, sino múltiples ELANs en el mismo interfaz físico, permitiendo así, al usuario multiplexar tráfico de múltiples segmentos LAN o dominios de broadcast al backbone ATM. Otras arquitecturas VLAN están basadas en tecnologías de multiplexación de tramas como 802.1Q/P, ISL sobre Fast Ethernet y 802.10 sobre FDDI.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Una VLAN basada en ISL, 802.10 o LANE es esencialmente un dominio lógico de broadcast, a diferencia de las soluciones tradicionales donde el control de broadcast debe hacerse a nivel físico y mediante routers. Por esta razón, las propiedades de escalabilidad de VLAN, basadas en cualquiera de estas tecnologías de multiplexación VLAN son muy similares. El tamaño de una VLAN o ELAN es función de la capacidad de crecimiento del dominio de broadcast.

En VLANs basadas en puertos, cada puerto de usuario en una LAN puede pertenecer a una única VLAN. Puertos troncales que se utilizan para agregar múltiples VLANs pertenecen a múltiples VLANs. Las VLANs pueden estar basadas en puertos, direcciones MAC, filtros, etc... Todas las soluciones de Cisco utilizan la solución de VLAN basado en puertos por ser este método el más apropiado aen la definición de VLANs.

### DEFINICIÓN DE REDES VIRTUALES

Existen cuatro metodos principales de definicion de pertenencia a VLAN:

- VLAN por puerto
- VLAN por dirección MAC
- VLAN por filtros
- ELAN o red emulada

#### **A. VLAN POR PUERTO**

Cada puerto del conmutador puede asociarse a una VLAN.

#### **VENTAJAS:**

##### **1. Facilidad de movimientos y cambios.**

Un movimiento supone que la estación cambia de ubicación física pero sigue perteneciendo a la misma VLAN. Requiere reconfiguración del puerto al que se conecta la estación salvo si se utilizan técnicas de asignación dinámica a VLAN. Un cambio implica pertenencia a una nueva VLAN sin movimiento físico. El puerto del conmutador ha de configurarse como perteneciente a la nueva VLAN y la estación puede precisar reconfiguración (por ejemplo si se utiliza protocolo IP sin servidor DHCP). La reconfiguración de la estación no será necesaria si la subred (IP, IPX, etc) a la que pertenece esta totalmente contenida en la VLAN. Cualquier operación de añadir, mover o cambiar un usuario se traduce normalmente en la reconfiguración de un puerto y algunas aplicaciones gráficas de gestión de VLANs automatizan totalmente esta reasignación.

##### **2. Microsegmentación y reducción del dominio de broadcast**

Aunque los conmutadores permiten dividir la red en pequeños segmentos, el tráfico broadcast sigue afectando al rendimiento de las estaciones y se precisan routers o VLANs para aislar los dominios de broadcast. La definición de VLANs por puerto implica que el tráfico de broadcast de una VLAN no afecta a las estaciones en el resto de VLANs puesto que es siempre interno a la VLAN en la que se origina.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### 3. Multiprotocolo

La definición de VLANs por puerto es totalmente independiente del protocolo o protocolos utilizados en las estaciones. No existen pues limitaciones para protocolos de uso poco común como VINES, OSI, etc o protocolos dinámicos como DHCP.

#### DESVENTAJAS:

##### 1. Administración

Los movimientos y cambios implican normalmente una reasignación del puerto del conmutador a la VLAN a la que pertenece el usuario. Aunque las aplicaciones de gestión facilitan esta tarea es recomendable combinar dichas aplicaciones con mecanismos de asignación dinámica de VLAN de forma que se asignan los puertos a la VLAN en función de la dirección MAC o de otros criterios como la dirección de nivel 3. Cisco ha desarrollado un método de asignación dinámica de red VLAN a puerto basándose en las direcciones MAC de las estaciones de red.

---

### B. VLAN por dirección MAC

La relación de pertenencia a VLAN se basa en la dirección MAC.

#### VENTAJAS:

##### 1. Facilidad de movimientos

Las estaciones pueden moverse a cualquier ubicación física perteneciendo siempre en la misma VLAN sin que se necesite ninguna reconfiguración del conmutador.

##### 2. Multiprotocolo

No presenta ningún problema de compatibilidad con los diversos protocolos y soporta incluso la utilización de protocolos dinámicos tipo DHCP.

#### DESVENTAJAS

##### 1. Problemas de rendimiento y control de broadcast.

Este método de definición de VLANs implica que en cada puerto del conmutador coexisten miembros de distintas VLANs (se evita el problema si se utilizan puertos dedicados a estaciones pues cada puerto perteneciera a una única VLAN) por lo que cualquier tráfico broadcast afecta al rendimiento de todas las estaciones. El tráfico multicast y broadcast se propaga por todas las VLANs.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### 2. Complejidad en la administración.

Todos los usuarios deben configurarse inicialmente en una VLAN . El administrador de la red introduce de forma manual, en la mayoría de los casos, todas las direcciones MAC de la red en algún tipo de base de datos. Cualquier cambio o nuevo usuario precisa modificación de la base de datos. Todo ello puede complicarse extremadamente en redes con un gran número de usuarios o conmutadores.

Existen soluciones alternativas para automatizar esta definición y normalmente se utiliza un servidor de configuración de forma que las direcciones MAC se copian de las tablas de direcciones de los conmutadores a la base de datos del servidor. La asignación dinámica de VLAN en base a dirección MAC es también posible si bien su implementación puede ser muy compleja.

---

### C. VLANs por filtros

La asignación a las VLANs se basa en información de protocolos de red (por ejemplo dirección IP o dirección IPX y tipo de encapsulación). La pertenencia a la VLAN se basa en la utilización de unos filtros que se aplican a las tramas para determinar su relación de pertenencia a la VLAN. Los filtros han de aplicarse por cada trama que entre por uno de sus puertos del conmutador.

#### VENTAJAS

##### 1. Segmentación por protocolo

Es el método apropiado solo en aquellas redes en las que el criterio de agrupación de usuarios esté basado en el tipo de protocolo de nivel 3 y la segmentación física existente sea muy diferente a los patrones de direccionamiento.

##### 2. Asignación dinámica

Tanto la definición de VLANs por dirección Mac como por protocolo de nivel 3 ayudan a automatizar la configuración del puerto del conmutador en una VLAN determinada.

#### DESVENTAJAS

##### 1. Problemas de rendimiento y control de broadcast.

La utilización de VLANs de nivel 3 requiere complejas búsquedas en tablas de pertenencia que afectan al rendimiento global del conmutador. Los retardos de transmisión pueden aumentar entre un 50 y un 80 %. El problema de control de broadcast surge con las estaciones multiprotocolo o sistemas multistack (por ejemplo estaciones con stacks TCP/IP, IPX y AppleTalk) que pertenecen a tantas VLANs como protocolos utilizan y por lo tanto recibirán todos los broadcast provenientes de las diversas VLANs en las que están incluidas.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### 2. No soporta protocolos de nivel 2 ni protocolos dinámicos.

La estación necesita una dirección de nivel 3 para que el conmutador la asigne a una VLAN. Las estaciones que utilicen protocolos de nivel 2 como NetBios y LAT no podrán asignarse a una VLAN. Si existen protocolos dinámicos como DHCP y la estación no tiene configurada su dirección IP ni su router por defecto el conmutador no puede clasificar la estación dentro de una VLAN.

Una premisa esencial en la definición de VLANs es que el rendimiento del conmutador no debe degradarse debido a la existencia de VLANs. Las técnicas de marcado (identificación de paquetes pertenecientes a cada VLAN) utilizadas en la definición de VLANs por puerto permiten mantener una velocidad de transmisión según el ancho de banda disponible (wire speed performance) y por ello ha prevalecido dicha solución en la definición del estándar 802.1Q. Estas técnicas permiten además la asignación de un mismo puerto o tarjeta de red a varias VLANs (routers o servidores pueden aprovechar esta ventaja evitándose la utilización de tantos interfaces o tarjetas de red como VLANs). ISL (Inter-Switch Link) para Fast Ethernet/Token Ring y 802.10 para FDDI son dos ejemplos de técnicas de marcado.

---

### D. ELANs o Redes Emuladas

La relación de pertenencia a una red emulada es implícita al estándar LANE (LAN Emulation) ya que en el proceso de inicialización del LEC o cliente LANE con su LECS o servidor de configuración, el servidor le transmite toda la información necesaria para el cliente se registre en una determinada red emulada (dirección del LES o servidor de LANE, tipo de red emulada, tamaño máximo de paquete y nombre de ELAN).

#### VENTAJAS

##### 1. Facilidad de administración

Las funciones de administración se centralizan en el LE. De forma que el administrador puede definir diversas ELANs en la red ATM y asignarlas a puertos de los conmutadores, routers o host ATM independientemente de su ubicación física. Aquellos puertos o host que precisen pertenecer a más de una ELAN podrán hacerlo siempre que sus tarjetas ATM soporten más de un LEC.

##### 2. Facilidad de movimientos y cambios

La pertenencia a una ELAN se mantiene aunque se produzcan movimientos y los cambios de ELAN no suponen ningún cambio físico.

##### 3. Multiprotocolo

LANE es esencialmente un protocolo de nivel 2 sobre ATM y por tanto, totalmente independiente de los protocolos de nivel superior.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### DESVENTAJAS

#### 1. Aplicable solo a Ethernet y Token Ring

LANE define metodos de emulación para Ethernet y Token Ring unicamente. La existencia de tráfico FDDI implica la utilizacion de técnicas de Translational Bridging de forma que dicho tráfico es convertido a tráfico Ethernet o Token Ring.

No explota las funcionalidades ATM de QoS (Quality of Services) o calidades de servicio LANE, por definicion, oculta las características de ATM a los protocolos de nivel superior y una de las características esenciales de ATM es QoS. Las únicas clases de servicio soportadas por LANE son UBR ( Unspecified Bit Rate) y ABR (Available Bit Rate) por ser estas las mas cercanas a la naturaleza de los protocolos a nivel MAC.

Este inconveniente no es tal comparado con otras técnicas de definición de VLANs dado que el concepto de QoS no se considera en el resto de las definiciones.

#### 2. Problemas de control de broadcast

LANE, al igual que cualquier protocolo de nivel 2 es susceptible de sufrir tormentas de broadcast por lo que debe limitarse la definición de ELAN a pequeños grupos de usuarios. Esto implica que redes grandes existira un gran número de ELANs por lo que el rendimiento de los servidores LANE ( especialmente del servidor BUS ) es esencial.

El desarrollo del estándar LANE supone la existencia de un protocolo STP (Spanning Tree Protocol) por cada ELAN. Se pretende evitar bucles entre la ELAN y las redes externas conectadas a la ELAN a través de puertos del conmutador. Esta premisa asume que cada puerto de un conmutador se asigna únicamente a una ELAN. Cumplir esta premisa en conmutadores donde varias ELANs coexisten en cada puerto (por ejemplo los conmutadores de nivel 3) es mucho más complejo que en conmutadores donde la definición de VLAN es por puerto.

Cualquier tipo de VLAN permite un control de los mecanismos de seguridad de acceso a la VLAN como listas de acceso, firewall, TACACS,etc.

Independientemente del metodo utilizado, los conmutadores han de tener implementado un protocolo que les permita intercambio de información acerca de las VLANs existentes y configuración automática de los puertos de conexion entre conmutadores en base a dicha información. Esto contribuye a la escalabilidad de la solución y es especialmente necesario para integración de VLANs en entornos mixtos (Fast Ethernet con ATM, etc ) .Cisco ha resuelto esta necesidad mediante el protocolo VTP (Virtula Trunk Protocol).

### CAPACIDAD DE CRECIMIENTO (PNNI versus Protocolo Spanning Tree)

La tecnologia de multiplexación de tramas utiliza conmutadores de tramas en el núcleo de la red, mientras que LANE utiliza conmutadores ATM. Las redes de conmutación de tramas son sobre todo, redes de bridges o conmutadores LAN, y su crecimiento está limitado por el protocolo Spanning Tree (STP). Por otro lado, un núcleo ATM está basado en PNNI, protocolo de routing y señalización ATM, y se puede considerar como protocolo de routing del nivel 2 en el contexto del modelo de siete niveles de Open System Interconnection (OSI).

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El protocolo de routing PNNI puede considerarse como un protocolo de estado de enlace como Open Shortest Path First (OSPF) aunque PNNI tiene en cuenta parametros de QoS y estado de la red tanto a nivel de enlaces como a nivel de nodos. PNNI, posee la posibilidad de formar topologias para las distintas clases de tráfico (constant bit rate [CBR], variable bit rate [VBR], etc..) y encaminar llamadas (circuitos virtuales [VC]) sobre la red basándose en QoS.

Utilizando PNNI en el núcleo permite la distribución de los VCs sobre múltiples enlaces y caminos, proporcionando así redundancia y distribución de carga sobre el backbone. El tiempo de convergencia después de fallos es mucho menor que en las redes tradicionales basadas en el protocolo Spanning Tree. La posibilidad de definición de procesos de Spanning Tree por red virtual reduce la magnitud del problema pero los tiempos de convergencia siguen siendo superiores a los de PNNI.

Para resolver esta limitación de Spanning Tree, Cisco está desarrollando en sus conmutadores LAN-ATM, mecanismos que permitan reducir los tiempos de convergencia a unos pocos segundos. Las redes LANE tienen conmutadores de tramas en el nivel de acceso y por eso, la escalabilidad del protocolo Spanning Tree debe también ser considerada. Sin embargo, esta limitación afecta al crecimiento de las VLANs (cuantos conmutadores puede incluir una única VLAN antes de convertirse en demasiado grande), y no al crecimiento del backbone.

Los experimentos realizados han enseñado que los tiempos de convergencia están entre los 35 y 40 segundos. El protocolo de spanning tree necesita una re-convergencia si hay un fallo en los conmutadores LAN-ATM o dentro de la red ATM. Es muy recomendable que se optimice la implementación del protocolo Spanning Tree para reducir esos tiempos de convergencia. Cisco esta desarrollando nuevas soluciones software en sus conmutadores Catalyst para reducir esos tiempos a unos pocos segundos.

### **NetFlow LAN Switching y MPOA** (Ubicación del Servidor)

En las arquitecturas actuales de redes de VLAN, el routing se maneja en el modo tradicional ya que todo el tráfico inter-VLAN debe pasar por un proceso de routing (normalmente un router). El router también debe soportar tecnologías de multiplexación de VLAN, como ISL o LANE, por lo que permitirá múltiples VLANs a través de un único interfaz físico.

La limitación en el ancho de banda disponible en routers tradicionales, hizo que las recomendaciones estándares de diseño de red siguieran la regla 80/20; es decir, 80% del tráfico local, y 20% a través del router para tráfico inter-VLAN. En términos de aplicaciones cliente/servidor, esta sugerencia significaba que el servidor tendría que estar ubicado en el mismo segmento que el cliente para conseguir un rendimiento óptimo.

Con la aparición de VLANs, se hizo posible centralizar los servidores en Centros de Cálculo y mantener el diseño de 0 saltos de router en una manera lógica al agrupar a los clientes y servidores en la misma VLAN. Aunque esta disposición solventa el coste de la gestión centralizada de servidores, limita las posibilidades de crecimiento. En otras palabras, las VLANs todavía están limitadas en tamaño, y no hay un camino óptimo para servidores que necesitan ser accedidos por un gran número de usuarios (servidores de Web, correo, etc...).



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Es posible asignar los servidores a VLANs diferentes, pero aun así, no es escalable a grandes redes. Los patrones de tráfico cliente/servidor obedecen cada vez más a la regla 20/80 por lo que el rendimiento del routing entre redes VLANs se convierte en elemento calve a tener en cuenta en los diseños de redes de campus

Cisco pretende proporcionar mayor rendimiento a las redes de conmutación de tramas mediante la introducción del NetFlow LAN Switching como tecnología de conmutación de nivel 3; con prácticamente el mismo rendimiento que conmutando a nivel 2. La técnica consiste en tomar la decisión de conmutación a nivel 3 solo para el primer paquete de un flujo de datos y utilizar esa información de enrutamiento para modificar el resto de las tramas del mismo flujo sin tener que pasar por el router.

El Forum ATM ha aprobado un nuevo estándar conocido como Multiprotocol over ATM (MPOA), que proporciona la posibilidad de conmutar tráfico inter-VLAN sobre el backbone ATM de forma que solo el primer paquete de un flujo atraviesa el router y el resto se conmuta sin pasar por el router. Esta técnica, conocida como routing cut-through inter-VLAN, proporciona un rendimiento mucho más alto que routing tradicional, y es la tecnología apropiada a utilizar por servidores de Web, y otros servicios a los que acceden grandes grupos de usuarios.

MPOA utiliza LANE como el estándar de bridging o inter-VLAN y para que una solución cumpla el estándar MPOA debe implementarse un subconjunto de las especificaciones del estándar LANE 2.0 recientemente aprobado. Los routers conectados a ATM realizan las funciones de servidores MPOA y se utiliza para enrutar el primer paquete de un flujo, el tráfico multicast y el tráfico desde clientes LANE que no tengan implementado el cliente MPOA

### CLASES DE SERVICIO EN ENTORNOS DE CAMPUS

La posibilidad de tener en cuenta parámetros de clase de servicio (CoS) a nivel de campus ha sido un gran punto de discusión cuando se consideraban los beneficios de ATM aunque hasta el momento no ha sido posible su implantación debido a limitaciones de implantación en estaciones finales. Por ejemplo, LANE 1.0 solo soporta Unspecified Bit Rate (UBR), y por eso, no es posible aprovechar el soporte de CoS proporcionado por los conmutadores ATM y el protocolo PNNI.

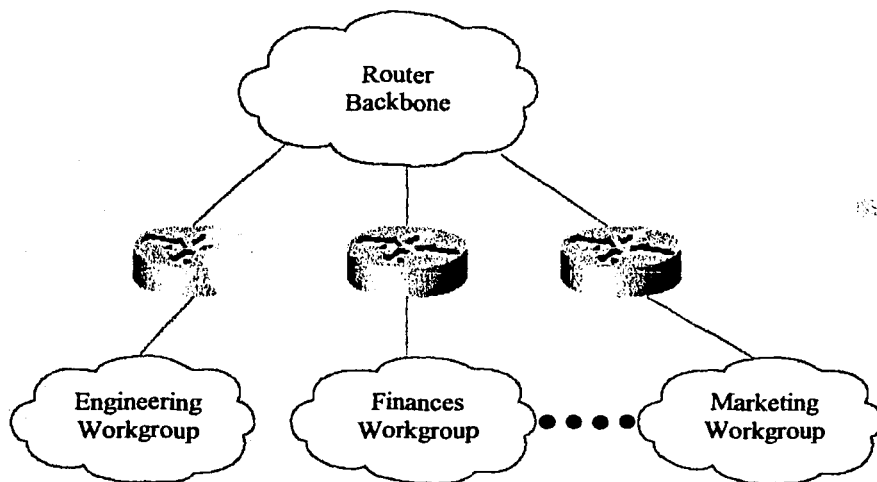
Este argumento se aplica típicamente en servidores o estaciones finales que no pueden solicitar un CoS en concreto para un flujo de tráfico específico. La implantación de CoS en el campus no solo necesita una evolución en los estándares LANE existentes sino también un soporte en servidores. Paralelamente surgen posibilidades de soporte de CoS en las redes de conmutación de paquetes por lo que el soporte de CoS deja de aplicar exclusivamente a entornos ATM.

Sin embargo, los clientes piden que se pueda garantizar CoS para ciertos flujos de tráfico, sin tener que mejorar el software en sus estaciones finales o servidores existentes. La aproximación de Cisco a este asunto, es el permitir esquemas especializados de ingeniería de tráfico en conmutadores LAN y/o ATM, permitiendo así la implantación de garantías de CoS para flujos de datos. Las estaciones finales pueden seguir existiendo sobre la tecnología actual de conmutación, y aprovecharse de los esquemas ya descritos.

UN MODELO LÓGICO PARA UNA RED DE CAMPUS

Una red de campus puede ser considerada como múltiples grupos de trabajo que se puedan separar lógicamente unos de los otros, según los requisitos administrativos especificados por el administrador de la red.

En una corporación, estos grupos de trabajo pueden ser divididos en unidades funcionales como Marketing, Ingeniería, Finanzas, etc., o por criterios geográficos como un armario de cableado. Cada unidad funcional o grupo de trabajo tiene sus propias aplicaciones y servicios únicos, que normalmente son proporcionados por su propio servidor. El acceso de la red a estos servidores locales necesita ser muy rápido y sin cuellos de botella, porque cualquier problema de acceso a estos servicios tiene un impacto negativo sobre el funcionamiento del día a día de estos grupos de trabajo.



Campus Network – Logical Model

El termino "local" se utiliza con significado de "local al workgroup" y no al servidor central o global.

Además, también hay servidores comunes para todos los grupos de trabajo y que requiere un acceso equitativo desde cualquier punto de la red. Si los grupos de trabajo son completamente independientes y no necesitan comunicación entre sí, se pueden dividir en secciones de la red lógicamente separadas que no hablan entre sí. Sin embargo, este argumento es poco frecuente, y la mayoría de las empresas sí requieren algún tipo de comunicación entre grupos de trabajo. Además, algunas empresas necesitan algún tipo de seguridad en dichas comunicaciones. Por ejemplo, capacidad de acceso para correo electrónico y comunicaciones basadas en la web, pero con prohibición de acceso a datos de los ficheros en un servidor.

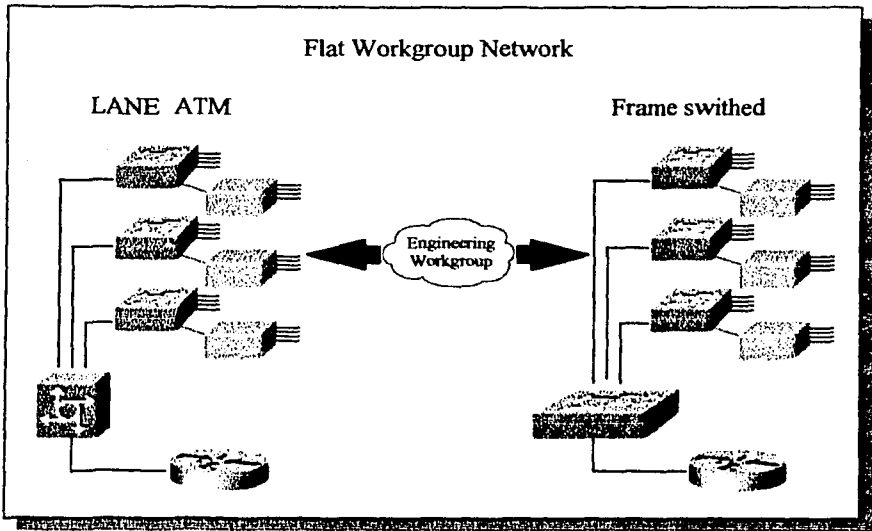
Este modelo utiliza una mezcla de comunicación de Nivel 2/Nivel 3 para el tráfico dentro de los grupos de trabajo mientras que utiliza una aproximación de Nivel 3 puro para la comunicación entre grupos. El procesamiento eficiente del tráfico dentro de los grupos de trabajo es proporcionado normalmente por conmutadores de Nivel 2. La necesidad del Nivel 3 dentro del grupo de trabajo surge típicamente cuando este crece demasiado para ser una subred de Nivel 3.

Las soluciones de seguridad y cortafuegos están bien adaptadas para los esquemas de direccionamiento jerárquico utilizados normalmente en el Nivel 3, en vez de un esquema de direccionamiento plano, basado en MAC que se utiliza típicamente en el Nivel 2<sup>3</sup>. La ilustración de la figura 2 representa la separación lógica de la red de campus utilizando routers. Los routers pueden conectarse físicamente como en la figura, o como 'routers on a stick' (interconexión entre varias redes lógicas sobre un único interfaz físico).

Los usuarios de un grupo de trabajo no tienen que estar juntos geográficamente; pueden estar esparcidos por todo el campus. Así, cuando los usuarios se mueven de un sitio a otro dentro del campus, necesitan mantener el acceso a servidores y servicios si siguen siendo parte del mismo grupo. La comunicación dentro de cada grupo de trabajo es mayoritariamente cliente/servidor, con pocas comunicaciones entre niveles semejantes, que son, de cliente a cliente y de servidor a servidor (por ejemplo, backups).

RED CONMUTADA PLANA

La aproximación más simple a la hora de implantar una red para un grupo de trabajo, es utilizar un solo dominio de broadcast o VLAN. Esta red consiste en múltiples conmutadores que participan en un único dominio de spanning-tree, como en la figura siguiente:



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

ATM es una excepción notable de los esquemas de direccionamiento plano de Nivel 2. ATM tiene un esquema de direccionamiento jerárquico y un protocolo de routing (PNNI) que puede aprovecharse de esto al sumarizar direcciones en las actualizaciones de routing.

### Como encajan los VLANs en todo esto?

Una red plana tiene unas características de movilidad excelentes porque cada usuario pertenece a un único dominio de broadcast y con tal de que el puerto al que están conectados pertenezca a este dominio, su acceso al grupo de trabajo se mantiene igual, sin importar donde estén situados los usuarios físicamente. El problema de implantación se presenta cuando hay una necesidad de extender el dominio de broadcast a una nueva ubicación del usuario. La instalación de un nuevo conmutador por un único usuario es económicamente prohibitivo. Por lo cual es mucho más rentable, el uso de una arquitectura de una red VLAN conmutada con algún tipo de tecnología de multiplexación, para extender los VLANs a posiciones diferentes.

### Control de Broadcast

Los paquetes de broadcast han de ser procesados por todas las estaciones finales y luego descartados si no se necesitan. Este procesamiento utiliza ciclos del CPU de las estaciones finales. Por ello, reducir al máximo el impacto de la emisión de broadcast sobre VLANs o ELANs es crucial. El tamaño de una VLAN/ELAN depende de la cantidad de tráfico broadcast y de la capacidad de procesamiento de broadcast de las estaciones finales. A su vez, la emisión de broadcast depende en los protocolos y aplicaciones que estén funcionando en la red.

Los estudios indican que hay límites del tamaño de VLANs/ELANs, identificados en la tabla que se muestra a continuación.

*Crecimiento de un Dominio de Broadcast  
Número de Estaciones Finales por Dominio de Broadcast.*

Tipo de Protocolo	Número de Estaciones Finales
IP	500 (254 es un límite práctico utilizando una máscara subred de clase C)
IPX	300
AppleTalk	200
Mixto	200

Además de estos temas, existen también criterios de escalabilidad como los asociados al protocolo de Spanning Tree, que también son importantes en determinar el tamaño del dominio de broadcast.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

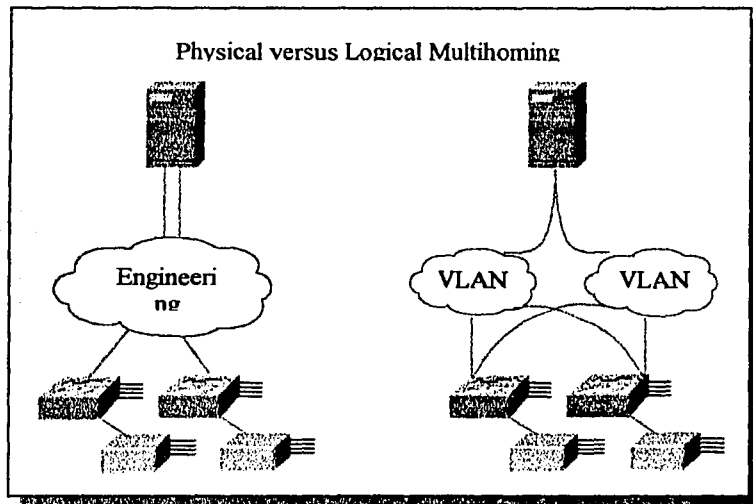
### CRECIMIENTO DE LA RED DE GRUPOS DE TRABAJO

La limitación de direcciones y emisión de broadcast pueden ser solventados extendiendo la red de grupos de trabajo sobre múltiples dominios de broadcast. Esta disposición se puede llevar a cabo implantando una ELAN o VLAN diferente para cada subred, pero presenta otros inconvenientes en la administración de la red.

#### Ubicación del Servidor - Asignaciones Múltiples

En el modelo de la red plana para un grupo de trabajo, el servidor puede estar co-ubicado (0 saltos de router) con los usuarios para que el acceso al servidor sea sobre un camino de Nivel 2. Cuando una red necesita ser extendida sobre múltiples dominios de broadcast, el servidor es el camino óptimo de Nivel 2 para algunos usuarios, mientras que está a un salto de otros. Esto puede ser solventado designando los servidores múltiplemente, uno por cada dominio de broadcast

La asignación múltiple puede ser realizada lógica o físicamente. La asignación física requiere que el servidor tenga una tarjeta de red para cada subred a la que pertenece. Esta aproximación puede ser muy útil cuando hay de tres a cuatro subredes, y cada subred requiere el rendimiento de una sola tarjeta de red. La asignación lógica múltiple supone que un servidor puede utilizar una única tarjeta de red, pero participa en múltiples subredes. El concepto es muy similar al del router on a stick, donde un único interfaz físico consiste en múltiples subinterfases.



La asignación múltiple a nivel lógico, requiere que la tarjeta de red entienda la tecnología de multiplexación VLAN utilizada en el backbone. Así, en el caso de ATM, la tarjeta de red debe soportar LANE, y en el caso de Fast Ethernet, la tarjeta de red debe de soportar ISL. En términos de la variedad defabricantes de tarjetas, hay muchas más opciones en LANE que en ISL. ISL se soporta actualmente en tarjetas de Intel y Xpoint.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Aunque la mayoría de tarjetas LANE según la documentación de marketing permiten una multiplexación entre 8 y 256 ELANs, los números más realistas son de 4 a 162 ELANs, y son más que suficientes para entornos de grupos de trabajo. El número exacto depende de la tarjeta de red, del tipo de servidor y de las aplicaciones que funcionan en el servidor.

Independientemente del número de ELANs soportadas, los tests realizados sobre tarjetas ATM demuestran que el rendimiento de las aplicaciones no es el deseable, que su configuración es compleja y que aún no existe soporte de QoS y mucho menos de cliente MPOA.

### Crecimiento de la Red de Campus

La red de campus consiste en varias redes lógicas interconectadas por routers. Aunque esta descripción es buena funcionalmente, hay un montón de opciones cuando se trata de implantar y escalar la red campus. La arquitectura de la red en realidad depende de los requisitos impuestos sobre la red. En las secciones que siguen, se examinan algunos de estos requisitos y se construye una red LANE de campus que pueda afrontar estos requisitos.

Una red LANE, como en la figura 1, no solo consiste en Clientes de Emulación LAN (LECs) y servicios LANE sino también en conmutadores ATM opcionalmente con PNNI, conmutadores LAN-ATM manejando el protocolo Spanning Tree, etc... Cada uno de estos mecanismos, contribuye (positiva o negativamente) a la escalabilidad de la red.

### Ancho de Banda BUS

En cada ELAN, el BUS transmite todos los broadcasts, multicasts, y tráfico desconocido unicast en una ELAN. Por eso, la capacidad de procesamiento de paquetes del BUS es crítico en redes LANE. Además, el comportamiento del BUS debería ser previsible cuando haya picos de tráfico broadcast.

La plataforma Catalyst 5000 tiene un rendimiento BUS excepcional (120.000 pps), y tiene un impacto mínimo en la utilización del CPU. Todos los otros equipos, a parte del Catalyst 3000, influyen en el porcentaje de utilización del CPU. La razón por esto es que el hardware del módulo LANE para el Catalyst 5000 ha sido optimizado al máximo para la definición de servicios de BUS, y todos los paquetes destinados al BUS se procesan en el hardware. La implementación en hardware aplica también a los Catalyst 3000 El resto de plataformas Cisco con soporte de BUS (routers y LS1010) utilizan la CPU. Al distribuir servicios LANE en estas plataformas debería tenerse en cuenta los rendimientos de BUS.

Lo importante es que el hardware haya sido mejorado al máximo para manejar los servicios LANE. La mayoría de conmutadores ATM, incluido el LightStream 1010, no tienen hardware especializado para los servicios LANE. Por eso, la implantación de estos servicios LANE sobre los conmutadores requiere un porcentaje de CPU no solo para PNNI, señalización, ILMI, y demás, sino también para los servicios LANE. La implantación de servicios LANE sobre cualquier plataforma que no los soporte en hardware significa un grado de imprevisibilidad cuando haya carga de tráfico, etc.... Para evitar cualquier problema con los servicios LANE, Cisco recomienda que se use el Catalyst 5000 como plataforma primaria para los servicios LANE.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### Distribución de servicios LANE

La centralización de los servicios LANE proporciona un método cómodo de gestionar la red LANE al encontrarse todos los servicios LANE de todos las ELANs en un único equipo. Sin embargo, esta disposición no es conveniente desde el punto de vista de tolerancia de fallos. Además, durante una recuperación de fallo, todos los SVCs de control para LANE necesitan estar en un único puerto ATM, teniendo así, un impacto sobre el tiempo que necesita la red para recuperarse de un fallo. Por esto, la centralización completa no es recomendable.

La distribución de servicios LANE sobre varios equipos reduce el impacto sobre la red causado por un fallo. El ancho de banda disponible para los servicios LANE se incrementa al estar distribuidos sobre varios enlaces. Sin embargo, la distribución de servicios LANE sobre toda la red es una carga de gestión y tampoco es deseable desde el punto de vista de la complejidad en el diagnóstico de problemas.

Por eso, un híbrido de las versiones centralizadas y distribuidas es la estrategia recomendada para grandes redes. La solución híbrida consiste en la implantación de los servicios LANE sobre algunos Catalyst 5000 dedicados a la función de servicios LANE siempre que esto sea posible

## REDUNDANCIA DE LANE

### Introducción

La versión 1.0 de LANE define los estándares para la comunicación entre redes de area local tradicionales como Ethernet y Token Ring con equipos conectados a ATM. Este tipo de equipos incluyen estaciones finales y servidores, conmutadores LAN-ATM y routers conectados a ATM para encaminar tráfico entre ELANs.

Sin embargo, como la versión 1.0 de LANE no define mecanismos de redundancia en los servicios LANE, los servidores LANE se convierten en puntos únicos de fallo. Además, también se necesitan resolver los temas de redundancia del router y de los caminos/enlaces. Cisco ha desarrollado varios mecanismos que pueden ser utilizados para construir redes ATM tolerantes a fallos:

- Simple Server Replication Protocol (SSRP) para la redundancia de servicios LANE, que funciona con LECs de Cisco y igualmente que de cualquier tercero.
- Hot Standby Router Protocol (HSRP) sobre LANE, que proporciona redundancia para el router de defecto configurado en estaciones finales IP.
- Tarjeta LANE de PHY doble en el Catalyst 5000 o múltiples enlaces en el Catalyst 3000.
- Protocolo Spanning Tree en conmutadores ATM de Ethernet.

El problema principal de LANE 1.0 es que un cliente o LEC solo puede acceder a un grupo de servidores LANE:

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- Un solo LECS soporta todos las ELANs en un dominio ATM
- Solo puede haber un par LES/BUS por cada ELAN

Un fallo en cualquiera de estos componentes afecta al funcionamiento de la red. Más específicamente:

- Fallo del LECS: Un fallo del LECS tiene un impacto sobre todas las ELANs al proporcionar control de acceso para todas ellas. Aunque las ELANs existentes siguen funcionando normalmente (se asumen solo LECs de Cisco), ningún nuevo LEC se puede unir a cualquier ELAN bajo el control de ese LECS.
- Fallo de LES/BUS: El par de LES/BUS se necesita para mantener un ELAN operacional. El LES proporciona el servicio LE\_ARP para la asignación de direcciones ATM/MAC y el BUS proporciona broadcast y búsqueda de direcciones desconocidas para una ELAN. Por eso, un fallo en el LES o el BUS tiene un impacto inmediato sobre la comunicación en la ELAN.

### Redundancia en Redes LANE 1.0

El protocolo de redundancia LANE, SSRP consiste principalmente en reforzar los componentes de servicios LANE: LECS, LES y BUS. Para la redundancia de LECS, un LECS primario es apoyado por varios LECSs secundarios. La redundancia de LES/BUS se maneja de una forma similar, donde un LES/BUS primario es apoyado por varios secundarios.

Simple Server Redundancy Protocol (SSRP), se ha desarrollado para proporcionar servicios LANE redundantes. Aunque muchos vendedores han incorporado servicios LANE redundantes de algún tipo, todos estos servicios no cumplen con la especificación LANE 1.0 por lo cual no son interoperables con implementaciones de terceros. Sin embargo, SSRP si cumple la especificación LANE 1.0 y es interoperable con clientes LANE de terceros fabricantes, una consideración muy importante cuando se quiere implantar una red interoperable ATM.

Se debería tomar nota de que la discusión sobre la redundancia de LANE en este documento habla de fallos en mecanismos de servicio LANE (LECS/LES/BUS) y no se consideran las necesidades de redundancia a nivel de backbone ATM. La redundancia en el backbone ATM se resuelve mediante la utilización de protocolos como PNNI pero no entraremos en detalles al respecto.

### **HSRP (Hot Standby Router Protocol)**

HSRP es un protocolo de redundancia inter-VLAN o inter- ELAN que permite la detección y recuperación automática ante la caída del router activo. HSRP funciona entre los routers que hagan de primario y backup, y por medio de ese protocolo ambos routers comparten la misma dirección Mac e IP ( la configurada en el default gateway de los PCs ), de tal modo que la caída del router principal es totalmente transparente para los PCs.

El protocolo HSRP permite balanceo de carga en cuanto a las tareas de routing inter-VLAN (cada router puede estar activo para una VLAN y en modo standby para otra cuyo router activo sea el otro componente del par redundante) de forma que los rendimientos de ambos routers pueden sumarse para calcular el rendimiento global de la solución.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### Tarjeta ATM Doble PHY para el Catalyst 5000

Otro aspecto para afrontar las necesidades de redundancia desde la perspectiva de una red física, es la adición de un segundo puerto PHY, redundante sobre el modulo LANE del Catalyst 5000. La redundancia es solo en el nivel físico, y solo es importante cuando se estropea el enlace primario al conmutador ATM.

Cuando se utiliza la tarjeta como una configuración de LEC(s), no hay cambios de configuración para la tarjeta LANE. Sin embargo, cuando se utiliza el modulo LANE de PHY doble para proporcionar servicios LANE (LECS, LES/BUS), entonces se deberían tener en cuenta los prefijos de red proporcionados por los respectivos conmutadores ATM ya que esa configuración generará distintas direcciones de servidores LANE .

### Protocolo Spanning Tree en conmutadores ATM de Ethernet

La existencia de STP por VLAN reduce los tiempos de convergencia pero además, permite el balanceo de carga entre enlaces paralelos, reduce los tiempos de recuperación ante fallos y evita que los cambios topológicos en una VLAN afecten al resto de VLANs. La combinación de técnicas de marcado de tramas y STP por VLAN permite balanceo de carga entre enlaces paralelos ya que se pueden definir cada VLAN en los dos enlaces dando mayor prioridad a un enlace sobre el otro. La definición de prioridades debe hacerse de forma que cada enlace sea prioritario al menos para una VLAN.

### Routing entre VLANs o ELANs

Siempre que se hable de varias subredes, es importante conocer la capacidad de routing para acomodar los requisitos de ancho de banda del tráfico entre estas. Como se ha visto, se puede optimizar el tráfico servidor/cliente proporcionando acceso local a servidores (al asignarlos a múltiples a VLANs o ELANs) mientras que las comunicaciones cliente a cliente pasan a través del router. La cantidad de tráfico de cliente a cliente varía según la cantidad de aplicaciones entre niveles semejantes en el grupo de trabajo y la potencia de routing se puede determinar al comparar el rendimiento de los diversos modelos de routers .

La solución de routing Cisco pasa por la utilización de routers externos o tarjeta de routing (RSM) insertada en la familia de Catalyst 5000s. La primera opción es recomendable en entornos en los que ya exista un router que admita tarjetas Fast Ethernet o ATM ( Routers 750x, 720x, 4700 y 4500) o se requieran conexiones WAN. Si la función del router es realizar routing entre redes virtuales se recomienda la placa RSM puesto que mediante la utilización de dicha placa se posibilita la solución de conmutación de nivel 3 en Cisco: NetFlow Lan Switching. Dicha solución consiste en proporcionar rendimiento de conmutación de nivel 2 pero conmutando tráfico a nivel 3.

El routing interno supone un gran impacto en el rendimiento del conmutador que puede llegar a decrementos de hasta el 80 % y afecta no solo al tráfico inter-VLAN sino también al tráfico intra-VLAN. Si además de procesar internamente funciones de routing, la definición de VLANs en el conmutador es por protocolo de nivel 3, los niveles de rendimiento del mismo pueden ser inaceptables. Esta solución soporta únicamente los protocolos más comunes (normalmente IP, IPX y AppleTalk) y no siempre se implementan los protocolos de routing más eficaces (OSPF, NLSP, EIGRP, etc) si no los más básicos (RIP, RIP-IPX, etc).

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Utilizar un router externo Cisco conectado al conmutador o una tarjeta RSM en el Catalyst 5000 en lugar de activar el routing interno por software en un conmutador tiene como ventajas:

- Mayor rendimiento. El rendimiento conmutadores de nivel3 con definición de routing interno puede llegar a degradarse hasta un 80%. Existen test en los que por ejemplo conmutadores con capacidad de conmutación de 150 kpps pasan a 15 kpps cuando se activa el routing interno como una solución basada en software.
- Funciones de seguridad centralizadas (listas de acceso, firewalls, TACACS+, encriptación ...). Cuantos más routers existan como puertas de entrada a una determinada VLAN, más complejas serán las tareas asociadas a la administración de seguridad y más vulnerable será la red.
- No existe limitación en cuanto a protocolos soportados tanto a nivel de protocolos LAN (IP, IPX, AppleTalk, Decnet, OSI, VINES...) como a nivel de protocolos de routing (OSPF, EIGRP, BGP, NLSP..).
- El acceso WAN no está resuelto por estos conmutadores por lo que cualquier necesidad de conexión WAN supondría la utilización de un router externo en cualquier caso.
- Posibilidad de reutilización de routers existentes en la instalación.

Routers y conmutadores son, por tanto, dispositivos complementarios y realizan las funciones para las que fueron creados de forma más óptima. Pretender lo contrario lleva únicamente a encarecer la solución, sufrir problemas de incompatibilidad y perder eficiencia en la red.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### ROUTERS

La labor principal de un Router es disipar y coordinar la información perteneciente a las direcciones lógicas de Red en un sistema.

#### Que es una dirección lógica ?

En terminos *muy sencillos* una dirección lógica ofrece un nivel de abstracción por arriba de una dirección en Hardware; una dirección de Hardware es aquella utilizada por una Tarjeta NIC en una red Ethernet , dicha dirección se encuentra grabada de fábrica en la tarjeta NIC y consta de 6 octetos, una dirección MAC (hardware) puede ser: *00-00-21-65-96-F8*, donde los primeros tres octetos (*00-00-21*) pertenecen al vendedor de la tarjets NIC (asignado por IEEE) y los otros tres (*65-96-F8*) son una serie exclusiva asignada por el vendedor.

Uno de los problemas que presentan las direcciones de Hardware es que no ofrecen ningun tipo de jerarquia; esto es: no existe ninguna forma de agrupar direcciones que pertenezcan a un conjunto en particular y por lo tanto uno de los primeros problemas que surgen es la necesidad de conocer y disipar la información de todos los nodos de una red, si se observa el contenido referente a Ethernet este es el funcionamiento "Broadcast".

Si toda computadora de una Red requiriera conocer las direcciones de todas las demás computadoras en su red y esto se realizara al nivel de Hardware (Nivel 2 OSI); los requerimientos de memoria serían exclusivamente para la resolución de estas direcciones, es por esto que existe una dirección lógica (Nivel 3 OSI) que permite minimizar los requerimientos de todas las computadoras en la Red.

#### Como se implementa una dirección logica ?

Una dirección lógica depende del *Protocolo de Comunicación* que se utilice y a su vez este protocolo de comunicación depende del Sistema Operativo que se este empleando, hoy en día el protocolo en mayor uso es TCP/IP ("Transport Control Protocol/Internet Protocol") este protocolo de comunicación es utilizado en casi todos los sistemas operativos (Sun, Microsoft, Linux..etc); cabe mencionar que TCP/IP no es el único protocolo en existencia, también existen NetBEUI, IPX/SPX, DecNet, AppleTalk...etc.

Cada protocolo utiliza diferentes metodos para sus direcciones logicas, una dirección TCP/IP puede ser : *124.224.12.3* , IPX/SPX utiliza: *5a1f* , DecNet:*8.100*...etc, inclusive es posible utilizar varias direcciones logicas en una sola computadora, ésta puede ser asignada *124.224.12.3* (TCP/IP) y *5a1f* (IPX/SPX), solo se necesita que el Sistema Operativo sea capaz de utilizar el protocolo adecuado. Esta dependencia del Sistema Operativo limita que una computadora ("workstation" o servidor) pueda ser utilizada como *Router* .

Por definición *ruteo* es basicamente *informar y decidir cual es la ruta más eficiente para enviar información*. Si solo se tienen 10 o 15 computadoras , un servidor utilizando Linux es capaz de *rutear* toda la inforación en la red. Pero si se tiene una Red de computo compleja (con diversos sistemas operativos,abarcando diversas ciudades o paises) es recomendable utilizar un producto especializado para esta labor. Recuerdese que aunque Cisco, Lucent o Nortel Networks vendan Routers , una computadora personal con Linux también es capaz de funcionar como Router.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Un Router Cisco también utiliza un sistema operativo (Cisco IOS) con sus comandos especiales al igual que Unix o Windows, emplea diferentes paquetes (Firewall, NAT) de la misma forma que cualquier computadora, y obviamente existen diferentes modelos dependiendo de su uso; solo que el funcionamiento de un producto Router como tal, es *unicamente disipar información* para que los datos que viajan a través de una red lo hagan de la manera más eficiente posible y Cisco ha sido una de las empresas que mejor lo ha hecho para la Red de Redes "Internet".

### Protocolos de Ruteo

Para disipar esta información de ruteo se utilizan algoritmos especializados (también llamados Protocolos de Ruteo "Routing Protocols") que agilizan y facilitan la transferencia de Información de estas direcciones lógicas (nodos IP), estos algoritmos pueden ser implementados en varios Sistemas Operativos y su selección depende del tipo de conectividad que se emplee, obviamente los equipos Cisco salen a relucir en esta área ya que su objetivo principal es precisamente eficientizar este proceso a través de una gran gama de protocolos de Ruteo.

Varios sistemas operativos (Linux, Windows) ofrecen Protocolos de Ruteo primitivos (como RIP) pero carecen de algoritmos especializados de Ruteo como aquellos desarrollados por Cisco (como EIGRP). Algunos protocolos de Ruteo y su funcionamiento son: *RIP ("Routing Information Protocol"), OSPF ("Open Shortest Path First"), EIGRP ("Enhanced Internet Gateway Routing Protocol"), BGP ("Border Gateway Protocol")*

### Nodos IP en LANs

La asignación de nodos IP en Internet es asignada por ciertas organizaciones, sin embargo cuando se requieren utilizar direcciones IP que no interfieran con estas direcciones globales se utilizan tres rangos definidos por RFC-1918. Se asume que ningún router deberá *rutear* información con estos nodos IP. Los 3 rangos de nodos IP que deben de ser utilizados para configurar redes locales, son:

10.0.0.0 - 10.255.255.255  
172.16.0.0 - 172.31.255.255  
192.168.0.0 - 192.168.255.255

El que no sean *ruteables* estos números IP garantiza que no surjan conflictos con nodos de Internet también llamados "Routing Loops". Además incrementa el nivel de seguridad en la Red Local (LAN), ya que estos nodos no pueden ser observados del exterior; ahora bien, para que este tráfico pueda ser ruteado al exterior (Internet) se requiere un mecanismo de traducción.

### NAT ("Network Address Translation")

NAT es el método por el cual se traduce la dirección de un nodo en Red a otra dirección, su uso principal es cuando existen varios nodos IP en una LAN que requieren comunicarse al exterior pero solo existe un solo nodo al exterior, en otras palabras, NAT coordina varias direcciones a través de una sola dirección IP, su funcionamiento es similar a un "Proxy Server". Varios productos "Routers" ofrecen esta conversión, Cisco apoya el uso de NAT en casi todas sus plataformas mientras que una computadora Linux ofrece esta funcionalidad bajo el nombre de "IP Masquerading".

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### Encaminamiento del Tráfico IPX a través de redes IP

Este Apartado describe un método de encapsulado de datagramas IPX dentro de paquetes UDP para que el tráfico IPX pueda viajar a través de una red IP. Este RFC especifica un protocolo de seguimiento de estándares IAB para la comunidad de Internet.

#### INTRODUCCIÓN

El protocolo de Intercambio de Paquetes de Internet (IPX) (Internet Packet eXchange) es el protocolo de interconexión de redes usado por el conjunto de protocolos de Novell Netware. Para los propósitos de esta investigación, IPX es funcionalmente equivalente al Protocolo de Datagramas de Internet (IDP) del conjunto de protocolos de "Xerox.

Este RFC permite que una implementación IPX vea una red IP como una única red IPX. Una implementación encapsulará los datagramas IPX en paquetes UDP del mismo modo que una implementación hardware encapsularía los datagramas IPX en sus propios paquetes. Así podrán conectarse redes IPX entre redes que transporten solo tráfico IP.

#### Formato del Paquete

Cada datagrama IPX se transporta en el campo de datos del paquete UDP. Los campos IP y UDP se establecerán normalmente. Los puertos de origen y destino del paquete UDP se establecerán al valor de puerto UDP previsto por la Autoridad de Números Asignados de Internet (IANA) para la implementación de este método de encapsulado.

Como en cualquier aplicación UDP, el transmitente tiene la opción de evitar la sobrecarga del cálculo del campo de comprobación poniendo el campo de comprobación UDP a cero. Ya que las implementaciones IPX nunca utilizan el campo de comprobación IPX para evitar errores en los paquetes, es muy recomendable calcular el campo de comprobación.

Cabecera IP (20 o más octetos)	Cabecera UDP (8 octetos)	Cabecera IPX (30 octetos)	Paquete de Datos IPX
-----------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-------------------------

*Paquete IPX transportado como datos en un paquete UDP*

#### Paquetes Reservados

Los dos primeros octetos de la cabecera IPX contiene el campo de comprobación IPX. Los paquetes IPX nunca se envían con campo de comprobación, así que todas las cabeceras IPX empiezan con dos octetos FF hexa. Las implementaciones de este proyecto de encapsulado ignorarán todos los paquetes con otro valor distinto en los dos octetos inmediatamente siguientes a la cabecera UDP. Los demás valores se reservan para futuras mejoras de este protocolo de encapsulado.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### Mapa de direcciones Unicast

Las direcciones IPX consisten en un número de red de cuatro octetos y en un número de máquina de 6 octetos. IPX utiliza el número de red para dirigir cada paquete a través de la red IPX a la red de destino. Una vez que el paquete llega a la red de destino, IPX utiliza el número de máquina de 6 octetos como la dirección hardware de esa red.

También se intercambian los números de máquina en las cabeceras IPX de los paquetes IPX de Protocolo de Información de Rutado (RIP) (Routing Information Protocol). Esto provee a los nodos finales, y de la misma forma a los routers, la información de la dirección hardware necesaria para reenviar los paquetes entre redes intermedias en camino hacia la red de destino.

Para las implementaciones de este método de encapsulado de datagramas IPX, los 2 primeros octetos del número de máquina serán siempre cero y los cuatro últimos octetos serán la dirección IP de cuatro octetos del nodo. Esto hace insignificante el mapeo de direcciones en transmisiones unicast: los dos primeros octetos del número de máquina se descartan, dejando la dirección IP de cuatro octetos normal. El código de encapsulado debe usar esta dirección IP como la dirección de destino del paquete UDP/IP encapsulado.

### Broadcast entre Servidores

IPX requiere de instrumentos broadcast para que los servidores NetWare y los routers IPX de la red puedan encontrarse entre sí. Se necesita otro mecanismo, ya que el broadcast en toda la red IP ni es apropiado ni está disponible. Para la implementación, cada servidor y router deberá mantener una lista de las direcciones IP de los otros servidores IPX y routers de la red IP. Se hará referencia a ésta lista como la "lista de pares", a miembros individuales como "pares", y a todos los pares en conjunto, incluyendo el nodo local, como el "grupo de pares". Cuando IPX realice una petición broadcast, la implementación del encapsulado simulará el broadcast transmitiendo un paquete unicast independiente a cada par de la lista de pares.

Como cada lista de pares se construye a mano, varios grupos de pares pueden compartir la misma red IP sin saber unos de otros. Esto difiere de una red IPX normal en la que todos los pares podrían encontrarse unos a otros automáticamente utilizando el broadcast del hardware.

La lista de pares en cada nodo debería contener todos los demás pares del grupo de pares. En la mayoría de los casos, la conectividad se resentirá si las peticiones broadcast de un par fallan constantemente en alcanzar a algún otro par del grupo.

### Broadcast por Clientes

Típicamente, los nodos con cliente Netware no necesitan recibir mensajes broadcast, así que normalmente no sería necesario incluir los nodos de cliente Netware en la lista de pares en los servidores. Por otro lado, los clientes de una red IPX necesitan enviar mensajes broadcast para localizar a los servidores y descubrir las rutas. La implementación de un cliente de encapsulación UDP puede manejar esto teniendo una lista configurada con las direcciones IP de todos los servidores y routers del grupo de pares que estén activos dentro de la red IP. Al igual que la lista de pares de un servidor, la implementación del cliente simulará los mensajes broadcast enviando una copia del paquete a cada dirección IP de su lista de servidores IPX y routers.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Una de las direcciones IP de la lista, quizás la única, puede ser una dirección broadcast o, cuando esté disponible, una dirección multicast. Esto permite que el cliente comunicarse con miembros del grupo de pares sin saber sus direcciones IP específicas.

Es importante tener en cuenta que los paquetes broadcast enviados por un cliente IPX deben llegar a todos los servidores y routers del grupo de pares del servidor. Al contrario que IP, que tiene un mecanismo de redirección unicast, los sistemas finales IPX son responsables de descubrir la información de rutado enviando un paquete mediante broadcast preguntando a un router que pueda reenviar paquetes al destino deseado. Si tales paquetes no tienden a alcanzar a todo el grupo de pares del servidor, el sistema final podría ver los recursos de la red IPX, pero ser inalcanzables por él.

### Unidad Máxima de Transmisión (MTU, Maximum Transmission Unit)

Aunque son posibles paquetes IPX mayores, la unidad de transmisión máxima estándar para IPX son 576 octetos. Por consiguiente, 576 octetos es la unidad de transmisión máxima por defecto recomendada para los paquetes IPX que se estén enviando con esta técnica de encapsulado. Junto con la cabecera UDP de ocho octetos y la cabecera IP de 20 octetos, el paquete IP resultante sería de 604 octetos. Tenga en cuenta que esto es mayor que los 576 octetos de tamaño máximo que debe aceptar una implementación IP. Cualquier implementación IP que soporte esta técnica de encapsulado debe ser capaz de recibir paquetes IP de 604 octetos.

Ya que las mejoras en los protocolos y el hardware permiten unidades de transmisión IP mayores y sin fragmentar, el tamaño máximo de 576 octetos del paquete IPX puede ser un inconveniente.

### Aspectos de Seguridad

Utilizar una red de área amplia, de propósito general como la red IP en un lugar normalmente ocupado por el cableado físico introduce algunos problemas de seguridad que no se encuentran normalmente en redes IPX. Los medios de comunicación normales típicamente están protegidos de forma física del acceso exterior; las redes IP de internet normalmente invitan el acceso desde el exterior.

En general, la seguridad de toda la red IPX solo es tan buena como lo sea la seguridad de la red IP a través de la cual se encamina. Pueden darse la siguiente tipos de ataques:

1. Clientes IPX no autorizados pueden conseguir el acceso a los recursos a través de ataques a controles de acceso normales como por ejemplo descifrando contraseñas.
2. Pasarelas IPX no autorizadas pueden desviar el tráfico IPX a otras rutas no deseadas.
3. Agentes no autorizados pueden escuchar y manipular el tráfico IPX que pase sobre el medio físico que use la red IP y esté bajo el control de dicho agente.

Hasta cierto punto, estos riesgos de seguridad son los típicos a los que se enfrenta cualquier otra aplicación que use una red IP. Se mencionan aquí solo porque IPX normalmente no desconfía del medio de transmisión. Los administradores de la red IPX tendrán que tener en cuenta estos riesgos de seguridad adicionales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### Módulo de Encaminador WAN 3011

Módulo de acceso Red de Area Ancha (WAN) para los modelos Catalyst 3100 y Catalyst 3200

Los módulos de acceso WAN Cisco 3011 disponibles para la familia Catalyst<sup>TM</sup> 3000 ofrecen soluciones de encaminamiento WAN para aplicaciones conmutadas. Basado en el encaminador Cisco 2503, el módulo Cisco 3011 ofrece dos puertos serie, un puerto RDSI Interfaz de Servicios Básicos -Basic Rate Interface- (BRI) integrado y un puerto auxiliar (AUX). El módulo 3011 usa las mismas imágenes de software disponibles para la serie Catalyst 2500 (versiones 11.1(6) y superior).

Por tanto, todas las características y beneficios del software Sistema Operativo Cisco para Trabajo en Interred -Cisco Internetwork Operating System- (Cisco IOSTM) disponibles en la popular serie de encaminadores 2500, están incluidas con el 3011 con funciones estándar como Frame Relay y software X.25 para obtener un acceso rentable a redes por conmutación de paquetes en ubicaciones remotas. El módulo WAN 3011 es el primer módulo FlexSlot1 disponible.

El Cisco 3011 es ideal para oficinas remotas que requieren una línea dedicada a la oficina principal y una segunda línea a Internet. El puerto BRI se usa para línea de llamada telefónica de respaldo cuando los usuarios requieren un enlace de respaldo en caso de fallos en la red. Si fallara el acceso a través del enlace WAN principal, una segunda línea de acceso mediante llamada telefónica se conectaría automáticamente. Esta función también permite la activación de una segunda línea para reparto de tráfico si el enlace principal alcanzar un nivel de congestión definido por el usuario.

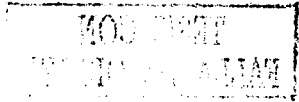
El módulo WAN 3011 está completamente integrado, con lo que se simplifica la conectividad física y la gestión de la oficina remota. El 3011 encamina los paquetes de la interfaz WAN a cualquier LAN Virtual (VLAN) individual del bus de datos interno del Catalyst 3100 ó 3200, con lo que un módulo WAN 3011 puede ofrecer acceso WAN a todo un sistema apilado.

### PUERTOS SERIE

Los dos puertos serie, operando en modo Equipo de Comunicación de Datos -Data Communication Equipment-(DCE) o Equipo Terminal de Datos -Data Terminal Equipment- (DTE) a velocidades de hasta 2,048 Mbps, puede configurarse para que opere en modo síncrono o asíncrono, con lo que ofrece soporte para líneas alquiladas dedicadas y líneas de acceso mediante llamada telefónica. Los conectores del puerto serie cuentan con un diseño universal común al de las tarjetas. Procesador de Interfaz Serie Rápido -Fast Serial Interface Processor- (FSIP) de las series Cisco 2500 y Cisco 7000. Esta función facilita la transmisión a cualquiera de las interfaces físicas comunes, inclusive V.35, RS-232, RS-449, RS-530, y X.21.

Además de las dos interfaces serie, el puerto AUX puede configurarse para conectar una línea de acceso mediante llamada telefónica adicional para encaminamiento asíncrono. La interfaz RDSI Basic Rate S/T Interface (BRI) elimina la necesidad de emplear un adaptador de terminal RDSI externo. La interfaz BRI S/T ofrece un canal D de 16 kbps para la señalización RDSI y dos canales B de 64 kbps para el acceso a la red.





## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### MEMORIA

El módulo 3011 viene con 4 MB de memoria Flash EPROM estándar, y con 2 MB de memoria DRAM del sistema. También puede instalarse memoria adicional hasta un máximo de 16 MB de DRAM y 8 MB de Flash. Esta flexibilidad garantiza que el módulo de acceso WAN 3011 dará respuesta a las necesidades WAN del futuro.

### Interfaz del usuario

El módulo WAN 3011 se controla a través del puerto de consola de la familia Catalyst 3000. Al seleccionar el menú de interfaz WAN, el usuario verá el submenú de interfaz de línea de comandos de Cisco IOS, el cual se usa para configurar y controlar el módulo 3011.

### Especificaciones del encaminador WAN 3011

Velocidades asíncronas	Hasta 115.2 kbps
Velocidades síncronas	Hasta 2.048 Mbps
Memoria	DRAM 4 Mbps a 16 Mbps Flash 4 Mbps a 8 Mbps

### Conjuntos de características de software usando el software de la serie Cisco 2500, a saber:

- Encaminamiento IP
- Encaminamiento IPX
- Encaminamiento IP/IPX
- Escritorio -Desktop-
- Empresa -Enterprise-

### Conectores

- Puertos serie uno y dos: DB-60
- Puerto AUX: RJ45
- Puerto BRI: RJ45

### Especificaciones físicas

- Compatible con el FlexSlot disponible en el Catalyst 3100 o Catalyst 3200

### Condiciones ambientales

- Temperatura de funcionamiento: (0 a 50° C)
- Humedad relativa: 8 a 80 %, sin condensación
- Altitud de almacenamiento: 40.000 pies

### Certificados de seguridad

- UL 1950
- CSA 950
- EN 60950

Homologaciones Interferencias Electromagnéticas (EMI)

- FCC Clase A (CFR47, Part 15)
- CE Mark
- EN55022 Clase B
- VCCI Clase 2

Homologación RDSI

- US: FCC Parte 68
- Canadá: CS-03
- Europa: CTR3 y CTR42
- Japón: Aprobación JATF 2.

---

**Label Switch Router Cisco IGX 8400**

La tecnología Multiprotocol Label Switching (MPLS) basada en estándares está disponible en la plataforma de switches multiservicio de la serie IGX 8400. Como punto de entrada a MPLS a través de una plataforma de clase portadora, IGX 8400 amplía el alcance de la exitosa tecnología BPX 8600 MPLS que, a menudo se utiliza en combinación con el IGX. La plataforma IGX 8400 es ideal para portadoras de correo, teléfono y telégrafos y proveedores alternativos que proporcionan servicios de Frame Relay y modo de transferencia asincrónica (ATM) para puntos de presencia (POP) de tamaño medio o distribuido, así como para implementaciones que requieren una solución multiservicio potente y rentable. La plataforma IGX 8400 ofrece las ventajas de la capacidad de ampliación IP+ATM a las grandes empresas en todo el mundo.

La plataforma IGX se puede actualizar con funcionalidad IP mediante la incorporación del IGX-LSC-72 Label Switch Controller Retrofit Kit. Con el Label Switch Controller Retrofit Kit, la plataforma IGX ofrece las mejores capacidades de servicio de banda ancha ATM del sector e integra el software Cisco IOS para ofrecer servicios IP. La incorporación de un kit IGX-LSC-72 a una plataforma IGX permite ampliar los servicios de Internet y hace posible que el usuario pueda aprovisionar nuevos servicios integrados IP + ATM, como voz a través de IP (VoIP), redes virtuales privadas (VPN) y servicios de alojamiento Web y de contenido en toda la backbone ATM.

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS

El Label Switch Controller (LSC), combinado con el switch IP+ATM Cisco IGX 8400, admite la integración ampliable de servicios IP a través de una red ATM. El LSC MPLS permite al Cisco IGX 8400:

- Participar en una red MPLS
- Emparejarse directamente con routers IP
- Admitir las características IP del software Cisco IOS

El LSC MPLS admite una integración ampliable de servicios MPLS (IP+ATM) utilizando una relación directa de pares entre el switch Cisco IGX 8400 y los routers MPLS. Esta relación elimina la limitación del número de routers de borde IP típica de las redes tradicionales de IP a través de ATM, y permite así que los proveedores de servicios puedan satisfacer las crecientes demandas de servicios IP.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El LSC MPLS también admite la implementación rápida y directa de servicios IP avanzados a través de redes ATM utilizando switches Cisco IGX 8400. El LSC MPLS controla el switch ATM por medio de VSI (Virtual Switch Interface ), que funciona a través de un enlace ATM que conecta los dos dispositivos.

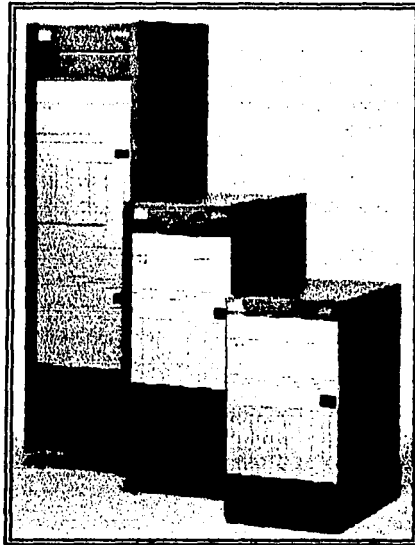
MPLS combina el rendimiento y las capacidades de circuito virtual de la conmutación de Capa 2 (capa de enlace de datos) con la capacidad de ampliación del enrutamiento de Capa 3 (capa de red). Esta combinación permite a los proveedores de servicios ofrecer soluciones para gestionar el crecimiento, proporcionar servicios diferenciados y potenciar las infraestructuras de red existentes.

La arquitectura del Label Switch Router IGX 8400 proporciona flexibilidad para:

- Ejecutar aplicaciones a través de cualquier combinación de tecnologías de Capa 2
- Admitir cualquier protocolo de Capa 3 al mismo tiempo que se amplía la red para satisfacer las necesidades futuras

Mediante la implementación del LSC MPLS en las redes de los proveedores de servicios, de grandes empresas o en las redes de área extensa, los clientes pueden:

- Ahorrar dinero utilizando las infraestructuras ATM y de enrutamiento existentes
- Aumentar los ingresos utilizando servicios con habilitación MPLS
- Aumentar la productividad gracias a una mayor capacidad de ampliación y rendimiento de la red .
- Reducir los costos de las operaciones de red a través de un aprovisionamiento automatizado



*Cisco IGX 8400*

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Este equipo se ubica en la parte de core cuando el cliente requiere de tener su propia infraestructura de Frame Relay o ATM. Permite manejar aplicaciones de voz, video, datos, fax.

IGX 8410 (8 slots)  
IGX 8420 (16 slots)  
IGX 8430 (32 slots)

### Gigabit Switch Router de la serie Cisco 12000

Internet se está convirtiendo rápidamente en un agente electrónico para el comercio, la diversión, la comunicación y la obtención de información. Las nuevas aplicaciones intranet para redes y las potentes estaciones de trabajo están creando un aumento de tráfico aún mayor. Los proveedores de servicio y las empresas están instalando rápidamente infraestructuras de conmutación de paquetes para gestionar este tremendo crecimiento del tráfico de datos.

Los Gigabit Switch Router (GSR) de la serie Cisco 12000 es la mejor familia de productos de enrutamiento de Cisco Systems, diseñada y desarrollada para el núcleo de los proveedores de servicios y las backbones IP corporativas. La familia GSR incluye tres modelos: Cisco 12008, Cisco 12012 y Cisco 12016. La arquitectura de los productos de la serie Cisco 12000 está diseñada para cumplir los requisitos de ancho de banda, rendimiento, servicios y fiabilidad de las principales backbones IP.

#### Ancho de banda ampliable

- El tejido de conmutación modular multigigabit de barras cruzadas permite ampliar el ancho de banda en valores que oscilan entre los 40 Gbps del modelo Cisco 12008 a los 60 Gbps del modelo Cisco 12012, y entre los 80 y los 320 Gbps del modelo Cisco 12016
- Interfaces de alta densidad y alta velocidad que oscilan entre DS3 y OC-48c/STM-16 que pueden agregarse fácilmente a medida que sean necesarias.
- Interfaces packet over SONET/SDH a velocidades de datos de 155 Mbps OC-3c/STM-1, 622 Mbps OC-12c/STM-4 y 2,5 Gbps OC-48c/STM-16.
- Interfaces Asynchronous Transfer Mode (ATM) a velocidades de datos de 155 Mbps (OC-3c/STM-1) y 622 Mbps (OC-12/STM-4)
- Interfaces Ethernet a 100-Mbps y 1 Gbps (Gigabit Ethernet)
- Interfaces basadas en tramas (PPP, Frame Relay) a 45 Mbps (DS3) y OC-12 canalizados a DS3
- Interfaces Dynamic Packet Transport (DPT)

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### Rendimiento ampliable

- Su innovador tejido de conmutación admite colas de salida virtuales (VOQ) que eliminan el bloqueo en cabecera de línea (head-of-line blocking, HOLB), aumentan la eficiencia global del sistema y admiten el cumplimiento parcial en tráfico multidifusión donde el tejido de conmutación lleva a cabo la réplica del tráfico multidifusión.
- La arquitectura distribuida ofrece un rendimiento de conmutación de Capa 3 ampliable a través de tarjetas de línea inteligentes que pueden agregarse de forma incremental a medida que se requieren interfaces.
- La gestión de colas microprogramable basada en circuitos integrados específicos de aplicaciones (ASIC) ofrece envíos a velocidad de línea para el tráfico de difusión y multidifusión que usa toda la capacidad de las posibilidades de transmisión SONET/SDH, lo que garantiza que se obtiene la máxima rentabilidad en anchos de banda caros.

### Servicios ampliables

- Software Cisco IOS® líder en el sector
- Compatibilidad con MPLS/conmutación basada en etiquetas para ofrecer las características de las redes virtuales privadas (VPN) y de la ingeniería de tráfico ampliable.
- Las más innovadoras técnicas de gestión de colas y administración de congestiones, como por ejemplo Random Early Detection (RED), Weighted RED (WRED) y Deficit Round Robin (DRR) que ofrecen un mecanismo de Weighted Fair Queuing (WFQ) mejorado.

### Diseño de clase de portadora

- Redundancia en todos los componentes clave del sistema (procesadores, tejido de conmutación, tarjetas de línea, alimentación y refrigeración) para reducir al mínimo las interrupciones de la red en caso de fallo.
- Software con la potencia de portadora: la fiabilidad del software Cisco IOS se ha probado en el núcleo de la mayor y más exigente red del planeta, Internet.
- La función de intercambio en actividad permite añadir o eliminar componentes sin interrupción del servicio.
- La redundancia del tejido de conmutación permite trasladar el tráfico a un tejido de respaldo sin pérdida de datos o de sesiones del usuario.
- APS/MPS posibilita las funciones de resistencia SONET/SDH para proporcionar redundancia de interfaz.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- Compatibilidad con Network Equipment Building System (NEBS) y con la European Telecommunications Standards Institute (ETSI) para su instalación en oficinas centrales de proveedores de servicio.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

#### TARJETA DE LÍNEA

Las tarjetas de línea conectan el GSR con otros dispositivos a través de medios eléctricos u ópticos. Las tarjetas de línea están diseñadas para la transmisión de paquetes IP a través de varios medios distintos. Las características y funciones de las tarjetas de línea son específicas de la interfaz.

#### Packet over SONET (POS)/SDH

Las interfaces POS del Cisco 12000 permiten efectuar conexiones con otros GSR u otros routers de Cisco, como por ejemplo los routers Cisco 7500 o Cisco 7200 a través de interfaces ópticas. Estas interfaces pueden alimentarse mediante circuitos sobre una infraestructura SONET/SDH o sobre conexiones de fibra oscura (enlaces nativos de fibra) o sistemas de multiplexión de división de longitud de onda densa (WDM).

#### ATM

Las interfaces ATM de la serie Cisco 12000 permiten interconectar la serie Cisco 12000 a través de redes ATM. Esta interfaz también puede utilizarse con otros productos basados en ATM, como por ejemplo los routers Cisco 7500 o Cisco 7200, el concentrador de acceso universal de la serie Cisco 6400 (redes xDSL), Cisco uBR7246 (redes por cable) y los switches ATM Cisco BPX 8600 Catalyst® 8510 y LightStream® 1010.

#### Ethernet

Las interfaces Gigabit Ethernet (GE) y Fast Ethernet (FE) de la serie Cisco 12000 permiten conectarse con otros Cisco 12000 u otros routers de Cisco, como por ejemplo los routers Cisco 7500 o Cisco 7200 a través de enlaces de fibra óptica.

#### **Gigabit Ethernet 1 MM, SM-Lit, SM-ZX**

#### DS3

Los interfaces DS3 de la serie Cisco 12000 proporcionan conectividad con routers de menor ancho de banda por motivos de agregación o para poder realizar conexiones con los clientes.

#### DPT

Las interfaces de Dynamic Packet Transport (DPT) de la serie Cisco 12000 admiten la conexión a anillos de transporte de IP, que puede incluir los routers Cisco 7500, Cisco 7200 o Cisco UBR 7246.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Especificación	Cisco 12008	Cisco 12012	Cisco 12016
Ancho de Banda del	40 Gbps	60 Gbps	Entre 80 y 320 Gbps
Ranuras del Chasis Configurable	8	12	16
Ranuras del Tejido de Conmutación Configurables	5	5	5
Número máximo de Tarjetas de Línea	7	11	15
Opciones de Redundancia	GRP, Tarjeta de Línea, Alimentación, Ventiladores, Tejido de Conmutación.	GRP, Tarjeta de Línea, Alimentación, Ventiladores, Tejido de Conmutación.	GRP, Tarjeta de Línea, Alimentación, Ventiladores, Tejido de Conmutación.

### SISTEMA VOICE NETWORK SWITCHING

Voice Network Switching (VNS) funciona en conjunción con los conmutadores de área Extensa de la serie Cisco IGX-8400 para proporcionar circuitos virtuales conmutados (SVC) para la transmisión de voz y datos a través de una red ATM o Frame Relay de área Extensa de Cisco. Los clientes con redes PBX en tándem pueden ahorrar costes de instalación, simplificar la topología de la red y mejorar la eficacia del ancho de banda con un backbone VNS/IGX. Además la arquitectura del sistema VNS se ha diseñado para proporcionar capacidad de ampliación a redes IGX de cualquier volumen.

#### Ventajas principales

- Simplifica la gestión de la red PBX existente.
- Permite una total integración de voz y datos a través de la red ATM/Frame Relay.
- Reduce considerablemente los costes de manejo.
- Hace uso de las potentes tecnologías de voz del conmutador IGX.

El VNS gestiona dinámicamente las funciones de conmutación y routing en tándem, y permite que la red asuma muchas de las funciones de PBX en tándem de un PBX en tránsito. Este sistema reduce el número de enlaces troncales T1/E1 y tarjetas de interfaz necesarias para interconectar varios PBX y permite eliminar o volver a instalar PBX en tándem existentes. En algunas configuraciones, la conmutación de voz puede reducir los costes de instalación y de instalaciones hasta en un 50 por ciento en comparación con las redes TDM de Multiplexión de PBX/División de tiempo.

Cuando se configura un sistema VNS con un conmutador de la serie IGX 8400 en una red WAN de Cisco, los PBX que utilizan los protocolos de señalización QSIG, Digital Private Network Signaling System (DPNSS), 4ESS o Q931A (RDSI japonesa) pueden establecer llamadas de voz y datos bajo demanda, como si estuviesen llamando a una red telefónica pública conmutada. Todos los protocolos des señalización compatibles son versiones del protocolo de señalización red digital de servicios integrados (RDSI).

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

El sistema VNS también conmuta llamadas de PBX utilizando la señalización asociada a canales (T1-CAS) cuando se utiliza en conjunción con el módulo de voz universal IGX (UVM-C). Además, también admite la funcionalidad "break-in/break-out" a las redes públicas Euro RDSI Digital Signaling System 1 (DSS1). Mediante la utilización de la compresión de voz y la detección de actividad de voz junto con la conmutación de voz, la solución IGX/VNS maximiza la eficacia del ancho de banda, mantiene la transparencia de las características de BX y proporciona una gran calidad de voz a través de la red de área extensa.

El sistema VNS tiene una arquitectura semidistribuida y suele conectarse a un nodo de la serie IGX 8400 con conexiones de red desde un gran número de otros nodos IGX. Es posible añadir a la red otros sistemas VNS adicionales dependiendo de los requisitos geográficos, cuantitativos o de carga de la red.

Los sistemas semidistribuidos tienen algunas ventajas con respecto a los integrados. Las mejoras al código del protocolo de señalización y el desarrollo y la instalación de características nuevas se realizan rápidamente y sin que la red resulte afectada. Con los sistemas semidistribuidos solamente unos pocos elementos de red resultan afectados durante las actualizaciones; sin embargo, en los sistemas integrados las actualizaciones afectan a todos los procesadores del nodo.

El sistema VNS gestiona el plano de señalización para la configuración de llamadas de forma independiente al plano de conmutación de voz/datos, al que gestiona el conmutador IGX. Todos los elementos de la red se optimizan para tareas específicas y no suponen ninguna carga para el procesador de otra unidad. Por ejemplo, el conjunto de información y estadísticas de facturación es una función del procesador del sistema VNS; la función del procesador IGX es la gestión de las conexiones. El sistema VNS/IGX combinado proporciona una red conmutada por voz robusta, eficaz y potente.

### Especificaciones del sistema VNS

El hardware del sistema VNS es completamente redundante y consta de dos unidades idénticas que se configuran para realizar un par redundante. En la arquitectura se crean varios niveles de redundancia adicional, lo que proporciona un sistema completamente tolerante a fallos y de gran disponibilidad. La fiabilidad del tipo portadora del sistema IGX ofrece a la red una mayor resistencia. El sistema VNS se compone de una CPU 140 MIPS, 128 MB de RAM y un disco duro de 2 GB. Puede utilizarse tanto en entornos de CA como de DC.

### Características compatibles

- La gestión de los códigos de causas permite notificar códigos de causas para que PBX pueda cambiar de ruta.
- Traducción de los dígitos entrantes y salientes.
- Filtro para impedir llamadas no autorizadas.
- Encaminamiento alternativo.
- Soporte de varias E1 para el equilibrado de carga y el reencaminamiento en caso de fallo del enlace.
- Compatibilidad con todos los tipos de compresión que admiten las tarjetas UVM y CVM.



## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

- Generación de información de facturación de todas las llamadas, reales o fallidas, que procese el VNS.
- Almacenamiento y restauración de la configuración en la base de datos de respaldo.
- Completa generación de alarmas e informes para Cisco StrataView Plus para la gestión de la red.
- Encaminamiento preferente en el canal D.

### Interoperatividad con PBX

- ✓ Alcatel
- ✓ Bosch Telecom
- ✓ Ericsson
- ✓ GPT
- ✓ Lucent Definity
- ✓ NEC
- ✓ Nortel Meridian
- ✓ Oki
- ✓ Philips
- ✓ Siemens
- ✓ Tadiran

---

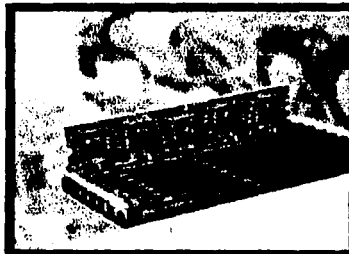
### **Cyclades-PR4000** DSU/CSU

El Cyclades PR4000 tiene una excelente relación costobeneficio, es poderoso, autonomo, un servidor de acceso remoto que combina lo último en tecnología de hardware y software, para permitir que ISP's y Gerentes de redes corporativas completen sus llamadas analógicas y digitales, además de proporcionar acceso a la red de usuarios remtos, sucursales y usuarios domesticos.

### Alto Nivel de Integración

El Cyclades-PR4000 integra LAN WAN y conexiones telefónicas en una compacta y única caja. Acomoda 2 RDSI/T1 o 2RDSI/E1 líneas y puede completar las llamadas analógicas y digitales con un número de teléfono. El PR4000 integra módems digitales y DSU/CSU y conecta directamente a las líneas de comunicación a los puertos Ethernet de la LAN. Esto ahorra espacio en el rack, intalación y dolores de cabeza en la intalación. El diseño es compacto de solamente 3.5 pulgadas de alto y genera muy poco calor.

*DSP Digital Modem Cards (8 modems per card)*



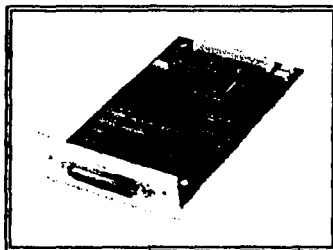
Excelente Costo/Beneficio y Flexibilidad

Incorporando lo último en tecnología de hardware y software, Cyclades pudo construir un producto que es poderoso, compacto y excelente relación costo beneficio. Tiene todo lo que se necesita para conectar las líneas de acceso a su LAN y soporta todos los protocolos y normas que usted necesita. Los módems digitales son basados en software y han sido desarrollados usando la tecnología DSP (Proceso Digital de Señales).

El software puede actualizarse 100% a través de transferencia de archivos, lo que significa que las nuevas normas se llevan a cabo y se aprovechan de la tecnología DSP para adelantos futuros. Además los DSP's están montados en la tarjeta de expansión asegurándolo de que su inversión no está obsoleta por algunos años. Con dos interfaces Ethernet fijas y dos interfaces fijas T1/E1/PRI, los módems modulares en la tarjeta, la expansión LAN optativa, y las expansiones RAM normales, hacen que el PR4000 ofrezca la mejor relación entre la simplicidad costo/beneficio y flexibilidad RAM expansion using standard SIMMs.

Fácil integración con la Red Existente

El PR4000 es hecho según las normas del Sistema Operativo CyROS (Cyclades Routing Operation System). Este software incorpora toda la especialización de internetworking y la experiencia adquirida por Cyclades a través de los años. Es una probada plataforma de desarrollo de software básico que permite la introducción de nuevas características y productos, mientras mantiene la fiabilidad, estabilidad y robustez. También proporciona interoperabilidad, conectividad, seguridad, y una interfaz consistente para la línea de productos, ha sido probada su compatibilidad con los equipos de los mejores fabricantes, para que usted pueda estar más seguro que funcionará integrado con tal transparencia con su red existente. El PR4000 le ayudará a emigrar de un servidor de terminales tradicionales/banco de módems para uno de acceso remoto que usa T1/E1/PRI reemplazando al equipo de acceso remoto sin afectar al resto de la red.



Fácil de instalar y eficiente

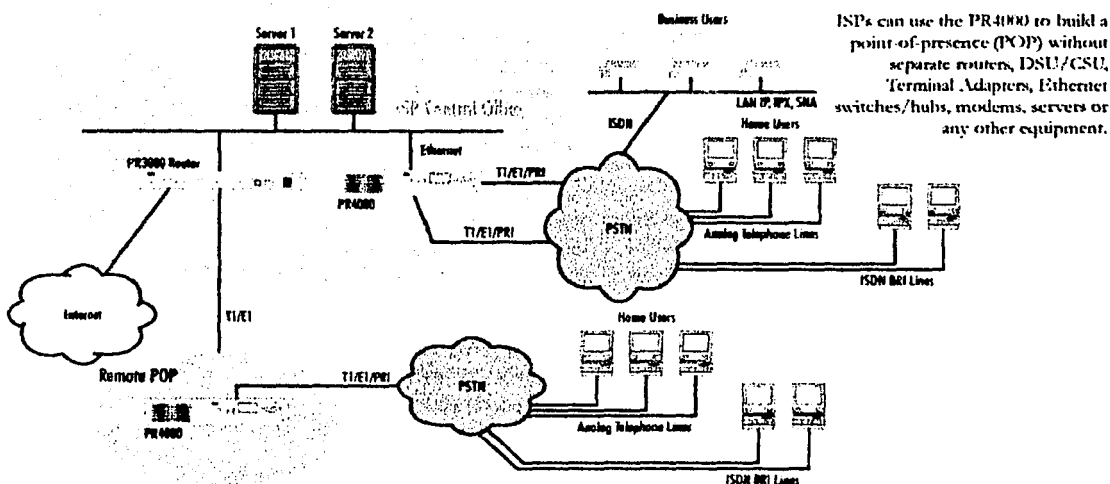
El rendimiento y la flexibilidad son normalmente asociadas con las cajas grandes, de un costo alto y muy complejas para instalar y manejar. Mientras tanto el PR4000, ofreciendo rendimiento sin rival en su clase con toda la funcionalidad y flexibilidad que usted necesita, es compacto, sencillo y fácil de configurar y manejar. Tiene un puerto de consola especial para la configuración inicial. Puede hacerse la configuración y dirección a través del puerto de la consola, vía telnet o por una conexión HTTP de cualquier punto de la red. Informaciones de control son presentadas en el tablero delantero donde los LEDs y una pantalla LCD muestran las informaciones de operación.

Soporta SNMP, un servidor de telnet, configuración upload/unload, NT, soporta a "flash memory", configuración en línea/fuera de línea, cronometro de seguridad, rastreadibilidad, depuración de las funciones son ejemplos de características que hacen muy sencilla la gestión y la administración

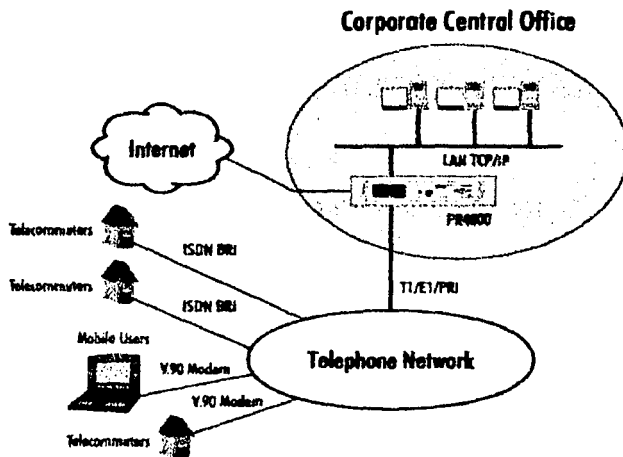
**APLICACIONES** Cyclades-PR4000Servidor de Acceso Remoto. En las siguientes figuras se muestra las posibles configuraciones para el Cyclades-PR4000 Servidor de Acceso Remoto.

Internet Service Provider

ISPs



Gerentes de red pueden usar el PR4000 para proveer acceso confiable de redes corporativas(LAN) a usuarios remotos usando líneas analógicas(modems) o líneas RDSI



<b>Hardware</b>	
MPC860T a 50MHz	<b>CPU</b>
Hasta 64 MB en RAM (estandard SIMM)	<b>Memoria</b>
Hasta 6 MB	<b>Memoria Flash</b>
1 puerto principal Ethernet 10/100BT (soporte opcional 100FX ) 1un puerto secundario Ethernet 10BT 2 T1/PRI or E1/PRI acceso telefonico 1 interfaz serial WAN (RS-232/V.35/X.21) para ruteamiento	<b>Interfaces de Red</b>
Hasta 64 modems digitales. 8 modems soporte para V.90, K56flex y otras normas antiguas.Compresión de datos MNP5 y V.42bis	<b>Interfaces de Red</b>
Protocolos de red IP, IPX y SNA Frame Relay, X.25, PPP, y SLIP protocolos de conexion de datos RIP-1, RIP-2, OSPF, BGP4 Prtocolos de enrutamiento ICMP, SNMP, TCP, IDP DNS, NAT BOOTP, TFTP, FTP, Telnet RADIUS, TACACS, PAP, CHAP	<b>Protocolos de Software</b>
<b>Alimentación y Aspectos Físicos</b>	
3.5 " x 17.5 " x 8.5 " 10 lb (4.53 kg) 100-120/200-240VAC 100W (típica) 32 to 104°F (0 to 40°C)	<b>Dimensiones (HxWxD)</b> <b>Peso</b> <b>Alimentacion</b> <b>Temperatura de operación</b>

---

## CAPITULO 5

---

### PROPUESTA DE SOLUCIÓN



### INTRODUCCION

La infraestructura optimizada para soportar datos, voz, imagen y video en nuestro país y en todo el mundo son las redes de paquete. Existen actualmente distintos tipos de tecnologías que permiten la migración de tecnologías tradicionales a tecnologías altamente capaces de soportar las demandas que exige nuestro tiempo y el futuro cercano.

En la actualidad muchas empresas poseen una infraestructura de telecomunicaciones prácticamente tradicional o del viejo mundo, como se les llama en algunos lugares. No obstante necesitan poder seguir ofreciendo los mismos tipos de servicios como líneas privadas y servicios de transporte con calidad muy específica. ATM es una excelente tecnología para hacerlo, por manejar celdas de tamaño fijo y por ser completamente determinista en cuanto a las características de retardo.

Así mismo y tal cual se ha mostrado en los capítulos precedentes, una constante y acelerada evolución se ha presentado en el sector de las telecomunicaciones a nivel mundial; en donde la proliferación de redes y servicios ha hecho que el día de hoy sea necesario que toda empresa altamente competitiva (independientemente del sector al que esta pertenezca) emigre su sistema de telecomunicaciones a tecnologías vanguardistas; en otras palabras, es imperativa la integración de diversas tecnologías en una sola red, capaz de soportar las demandas de cada una de estas, sin importar para ello las distancias y operando a elevadas velocidades.

ATM es la respuesta para la integración en cuestión y Frame Relay la solución a la migración hacia ATM. Tales tecnologías son las adecuadas por integrar las ventajas de la conmutación de paquetes así como las ventajas de la conmutación de circuitos.

La necesidad de un mayor ancho de banda, facilidad de administración y reducción del coste de operación y mantenimiento, de la infraestructura de telecomunicaciones han hecho que las empresas más competitivas, entre ellas Petróleos Mexicanos, hayan puesto especial interés en las redes conmutadas, más específicamente: en ATM.

**INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGIAS DE RED  
EN PETROLEOS MEXICANOS**

Concretando la información expuesta con anterioridad, Petróleos Mexicanos a través de la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones, busca la interoperación entre la base instalada y los nuevos desarrollos de proyectos, que colocan la red de Telecomunicaciones de dicha Paraestatal entre las más vanguardistas del país.

Analizando la infraestructura de telecomunicaciones existente en los Hospitales de Petróleos Mexicanos, puede reafirmarse que cada Hospital cuenta con una red LAN interna propia, y con todos los equipos necesarios para poder sostenerla; esto es: los diversos tipos de servidores, hubs, el tendido de cableado UTP en la mayoría de los casos obien instalaciones de fibra óptica en otros, equipos de usuario y obviamente routers para salir a redes WAN.

Cada hospital es categorizado mediante un nivel jerárquico en base a las funciones que desempeña, y en cuestión de telecomunicaciones esto repercute en la cantidad y tipo de información que maneja, tanto a nivel interno como externo. Por comunicación externa entiéndase el tipo de información que debe salir o entrar a la red LAN propia de algún hospital en particular.

Recuérdese de igual modo, que anteriormente se habló tocante a que el conjunto de hospitales de Petróleos Mexicanos se encuentra interconectado mediante una red que administra la Sub-Dirección de Servicios Médicos de la Paraestatal; en otras palabras, todos los hospitales se encuentran comunicados unos con otros mediante una red WAN que une a todas las redes LAN de cada uno de los hospitales; esta red en cuestión es la Intranet de Servicios Médicos de Pemex.

Es importante destacar el hecho de que debido a que cada hospital posee su propia red LAN, y por ende cada uno de ellos en base a su jerarquía maneja distintos tipos de tráfico, aplicaciones y equipo, se observan diversas y variadas tecnologías sobre las cuales operan las distintas redes LAN de todos y cada uno de los hospitales que conforman la Intranet de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos.

Actualmente la Intranet de Servicios Médicos se encuentra soportada por Infraestructura de telecomunicaciones perteneciente a GIT, a través de enlaces de Radio punto a punto; esto es, mediante enlaces de microondas, encargados de comunicar las seis zonas geográficas de Petróleos Mexicanos en el ámbito de Telecomunicaciones.

1. Zona Occidente
2. Zona Oriente
3. Zona Centro
4. Zona Itsmo
5. Zona Sureste
6. Zona Marina

Estos enlaces que la GIT proporciona a los hospitales, son respaldados por enlaces e Infraestructura pertenecientes a otros carriers ajenos a Petroleos Mexicanos, como es el caso de Telmex (Teléfonos de México), entre otros. En otras palabras, Pemex arrenda a estas compañías telefónicas diversos tipos de enlaces; Telmex posee una red robusta a gran escala en todo el territorio nacional. Los enlaces arrendados van desde tipo Dial Up hasta enlaces E1.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

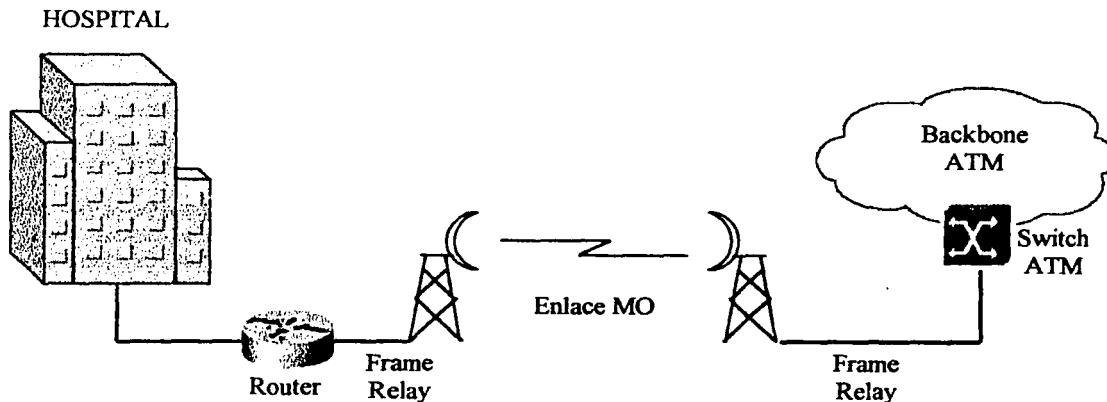
Petróleos Mexicanos a través de la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones (GIT) opera y soporta su red propia. Se ha mencionado que esta red se encuentra interconectada mediante enlaces de radio de microondas punto a punto. Estos enlaces de MO entre otros tipos de servicios, interconectan a 54 Switches ATM distribuidos estratégicamente. Los Switches ATM conforman la Red ATM de Pemex, o más específicamente, el Back Bone ATM de Petróleos Mexicanos.

### INTEGRACION AL BACKBONE ATM

El presente trabajo fija su objetivo en la Integración del Sector Médico al Backbone ATM administrado por la GIT. El proyecto contempla la integración de 2 Hospitales Centrales, 6 Hospitales Regionales y 14 Hospitales Generales.

A la fecha del día del hoy, los 22 hospitales ya se encuentran integrados a la red ATM de Pemex. La manera en que estos enlazan al Backbone no usa tecnología ATM, sino que esta tecnología se emplea del Switch ATM hacia dentro de la red ATM que conforman todos los Switches ATM en su totalidad. El enlace que lleva la información de usuario sale (de la red LAN del Hospital) con tecnología Frame Relay y aun no ha ingresado a la red ATM, puesto que aun se encuentra viajando hacia el nodo ATM más cercano de dicha red. Una vez que la información en formato FR pasa a través del nodo ATM y es encapsulada por este en formato ATM, entonces puede decirse que la información de usuario ha ingresado ya a la red ATM de Pemex.

Por tales razones el hospital -en adelante el Usuario- necesita contar con un equipo que adecue su información para viajar desde las Instalaciones del Hospital hasta el Switch ATM más cercano habilitado en Instalaciones de GIT para que allí, dicho Switch ATM adecue una vez mas la información para hacerla viajar a través del Back Bone del cual forma parte; por ende, un Switch ATM en alguna otra parte de la red se encargará de transformar la información (desencapsular) a su tecnología original para poder llegar a su destino final; esto es otro hospital u hospitales. La tecnología usada entre Instalaciones Médicas (Hospitales) y el Swith ATM más cercano es Frame Relay.



*Integración al Backbone ATM de Petroleos Mexicanos*

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### ENLACE FR

Como ya se comentó, Frame Relay es una tecnología WAN (de capa 2 del modelo OSI) de Conmutación de Paquetes -*Paquet Swithing*- capaz de transportar datos, voz y video pero sin Calidad en el Servicio QoS. Tecnología orientada a conexión que emplea la conmutación de circuitos y circuitos virtuales. Los rangos de velocidades donde se puede emplear Frame Relay FR son de aproximadamente un E $\Phi$  (64 kbps) hasta un E3. Mas allá de estas velocidades resulta no recomendable usar esta tecnología.

Los equipos de ruteo pueden trabajar como Switches LAN de FR, además de ofrecer conectividad de capa 3 hacia redes de este tipo operando como FRAD's (*Frame Relay Adpter Devices*). Si el equipo de ruteo tiene esta capacidad, puede transportar voz sobre Frame Relay VoFR.

### ROUTERS

Los routers son equipos de Internetworking que se emplean para interconectar redes entre si y que implementan funciones para hacer llegar los datos a todos los puntos de las redes que interconectan. Un equipo de Switcheo trabaja a nivel de capa 2 del modelo OSI, y lo hace a nivel de tramas. El Switch entrega las tramas al equipo que tiene directamente conectado a una de sus interfases; en otras palabras, este equipo no ve más allá de su vecino.

Un router en cambio debe implementar *Routing*, que no es mas que el manejo de un protocolo de ruteo que les permite aprender que hay más allá de su vecino, por tanto posee cierta inteligencia, pues lo que ha aprendido mediante su protocolo de ruteo le da la capacidad de tomar decisiones; debido a esta toma de decisiones, un router trabaja a nivel de capa 3 del modelo OSI. Otra forma de decir esto, es que el router toma decisiones a partir de la dirección lógica del paquete que llega a sus interfases.

El Switch trabaja a nivel de tramas y el Router a nivel de paquetes. El enrutado de paquetes es un proceso totalmente local que se lleva a cabo de adentro hacia fuera del equipo de ruteo. Esto se conoce también como el *paradigma del ruteo ó ruteo hop by hop*, que hace referencia a que ningún equipo de ruteo puede tomar decisiones por su vecino sino solo de manera local, de manera propia.

### MODO DE OPERACIÓN ATM

ATM es una tecnología WAN (de Capa 2 del modelo de referencia OSI) basada en la conmutación de celdas, conmutación de circuitos y circuitos virtuales, que fue planeada para ofrecer servicios de red pública, ofreciendo QoS en el transporte de voz, datos y video. El modo de transferencia que emplea es asincrónico, lo que permite que no se necesite sincronizar transmitiendo una señal de reloj entre los equipos.

En ATM una celda es una trama de capa 2 y es de tamaño fijo, a diferencia de las tramas FR que varían en su tamaño. Los equipos de ruteo pueden conectarse a redes ATM mediante interfases ópticas o enlaces de alta capacidad en cobre como un E1.

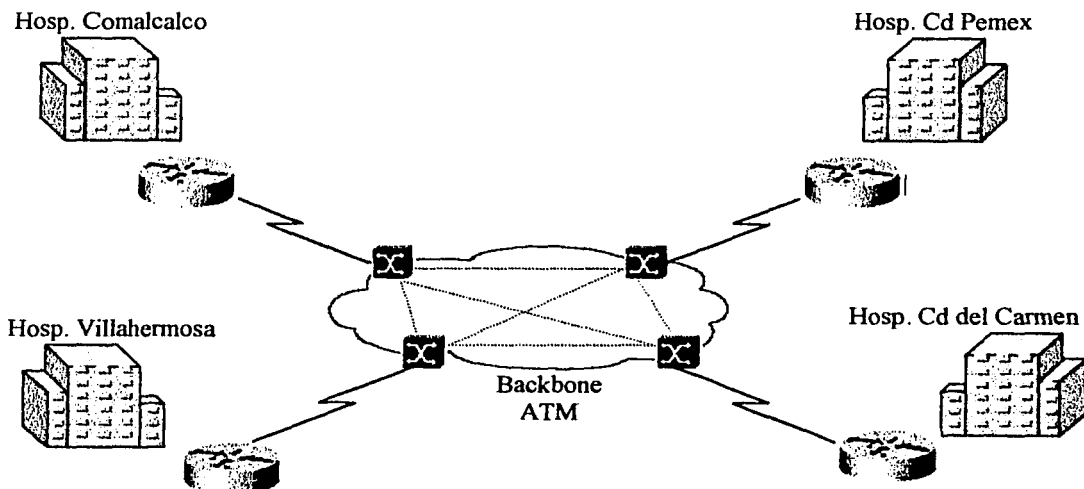


## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### ANALISIS DE INTERCONEXION A LA RED ATM DE PEMEX

Tal cual se mostró en la ilustración anterior (*Integración al Backbone de Pemex*), la información de usuario llega a un ruteador que se encuentra operando como FRAD, justo aquí la información es adaptada a la tecnología *Frame Relay* FR y viaja mediante un enlace de radio (en la mayoría de los casos) de microondas hasta el Switch ATM más cercano a las Instalaciones Médicas en determinada ciudad o región. En otras palabras, los distintos tipos de tráfico de la red LAN de un hospital necesitan multiplexarse y adecuarse al medio de transmisión que los conectará con la red ATM. Estos medios de transmisión bien pueden ser: Microondas, Fibra Optica, etc.... Por tanto, el equipo de telecomunicación en el hospital no ha convertido la información en formato ATM sino que únicamente ha adecuado la información para viajar hasta algún Switch ATM que se encargará de hacer de este trabajo.

Una vez que la información ha llegado hasta el Switch ATM, será éste mismo el encargado de encapsular tal información y adecuarla para que esta pueda viajar a través de la red ATM con políticas de Administración ATM entre switches ATM. Como se ha mencionado, la red cuenta con 54 Switches y todos ellos son capaces de identificar y escoger la ruta más adecuada para hacer viajar la información hasta su destino.



*La figura muestra un ejemplo de Interconexión de 4 de los 54 Switches ATM  
Que conforman el Backbone de Petróleos Mexicanos Interconectando  
en este caso Instalaciones Médicas*

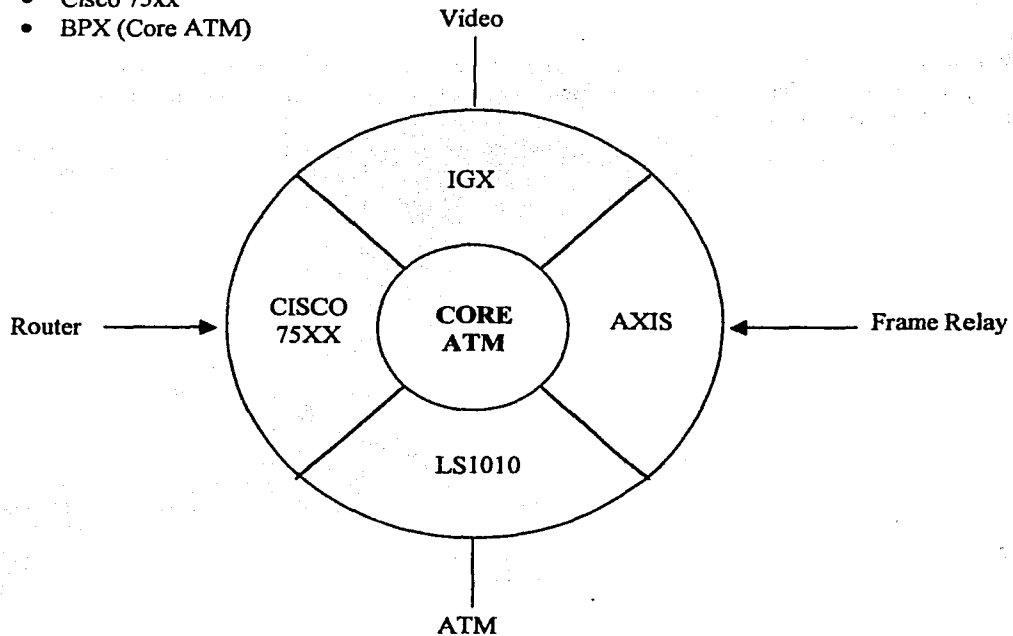
## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### SWITCH ATM

Se ha mencionado pues que la información del hospital sale a través de un router (operando como FRAD) con tecnología Frame Relay y viaja a través de MO (principalmente) hasta llegar a un Switch ATM que se encargará de adaptar la información FR de tal modo que esta pueda viajar a través de la red ATM.

A los Switches ATM también se les conoce como Conmutadores ATM o como Nodos ATM. Físicamente los Nodos ATM son 2 racks compuestos por 4 equipos principales, a saber:

- IGX
- Axis
- LS1010
- Cisco 75xx
- BPX (Core ATM)



#### CISCO 75XX

Los routers son equipos de Internetworking que se emplean para interconectar redes entre sí y que implementan funciones para hacer llegar los datos a todos los puntos de las redes que interconectan. Los routers se encuentran clasificados en familias y/o generaciones; y es así como tenemos a la familia Cisco 7000, dentro de la cual se contempla al Cisco 75XX. Más particularmente, el Cisco 7500 es un equipo de acceso multiservicio ya que sus capacidades incluyen el manejo de dispositivos de voz, datos y video.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

La familia Cisco 75XX se encuentra catalogada como Equipos grandes de alta capacidad, diseñados para soportar la carga de grandes usuarios con muchos sitios remotos y sucursales conectadas a ellos. Tienen la capacidad de manejar miles de usuarios por sus interfaces y pueden crecer hasta llegar a ser Switcher Gigabits en su Back Plane. Hay modelos que soportan hasta 13 tarjetas en donde se pueden recibir enlaces de hasta E3.

### LS1010

Este equipo Cisco es un UNI (User to Network Interface). El LightStream 1010 de Cisco, es un conmutador ATM de gama media para aplicaciones multiservicio: desde Grupos de Trabajo y Backbones de Campus ATM, hasta redes de Area Metropolitana y Backbones de proveedores de servicios (Carriers). El LS1010 admite dos posibles tipos de conexión, una con circuitos virtuales permanentes (PVC) en la cual las conexiones se crean manualmente y otra con circuitos virtuales conmutados (SVC) en el cual las conexiones se hacen automáticamente. El Conmutador LightStream 1010 es un excelente complemento a los conmutadores WAN Cisco BPX, AXIS e IGX, así como al Hubb de Acceso Multiservicio Cisco MC3810 para un Backbone WAN ATM.

Actualmente el LS1010 (*Light Stream 1010*), los Conmutadores LAN Multinivel Catalyst y los Routers de Cisco, son la base de muchas redes ATM de gran tamaño basadas en LAN Emulation y Multi-Protocol Over ATM (*MPOA*). En las redes de Area Metropolitana, los routers LightStream 1010 y Cisco 7200, integran aplicaciones de video como teleconferencia a distancia y aplicaciones de voz, como por ejemplo la interconexión de pequeñas centrales telefónicas (PBX) a través de la Emulación de Circuitos ATM.

El LS1010 está basado en el Software Cisco IOS y ofrece soporte para las especificaciones del Forum ATM más recientes y para Tag Switching ( la tecnología emergente Multiprotocol Label Switching de Internet Engineering Task Force [IETF] ) ofreciendo de este modo el conjunto de características más completo de los Conmutadores de su categoría.

### IGX

El equipo IGX es un conmutador ATM/FR de Cisco. Integra la conmutación de ATM multiservicio y el enrutamiento Cisco IOS en un backbone de banda ancha, lo cual permite la habilitación de video en la red.

### AXIS

Este equipo es el que se entiende con la información que está llegando con tramas frame relay, y su función en el nodo ATM es únicamente la de tratar con Frame Relay.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### FUNCION DEL SWITCH ATM

En esencia, la función de un Switch ATM consiste en adecuar la información que recibe del usuario y que le llega en formato de tramas FR, en celdas ATM capaces de poder viajar a través del Backbone ATM; esto es, a través de la red ATM.

La información que originó el usuario fue encapsulada en tramas frame relay, y al llegar al nodo ATM éste encapsula dichas tramas en celdas con formato ATM. Estas celdas ATM después de viajar a través de la red y llegar a su destino, son desencapsuladas por otro nodo ATM y regresadas a su formato FR para poder llegar hasta un usuario final en otro extremo de la red.

### BPX

El BPX es el Core del Nodo ATM y es el encargado de generar las células ATM. El Nodo Universal de Servicio BPX de Cisco es un Switch de contorno IP+ATM WAN, que permite a los proveedores de servicios (carriers) proporcionar los servicios de ATM, Frame Relay, SNA, Voz y Emulación de Circuitos. El BPX de la serie 8680 de Cisco se basa en la tecnología Cisco ATM y permite utilizar servicios IP avanzados al combinar las ventajas de los circuitos virtuales de Capa 2 con la capacidad de ampliación de Capa 3, empleando para ello el MPLS (*Multi-Protocol Label Switching*).

Un carrier se beneficia de la conmutación IP+ATM al ser capaz de instalar servicios emergentes tales como voz sobre IP (VoIP) y VPN sin tener necesidad de tener varias redes superpuestas. En el caso del BPX 8660 de Cisco, la capacidad de conmutación alcanza los 19.2 Gbps, y el Discriminador establece conexiones de hasta 20 millones de células por segundo.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### PROPUESTA

En resumen, Petróleos Mexicanos cuenta con la infraestructura para sacar la información de un hospital en particular a una red de área extensa, mediante equipos que convierten dicha información en tramas frame relay. Esta información viaja en la mayoría de los casos a través de MO, aunque también lo hace mediante fibra óptica y pares de Cu. Sin importar el medio mediante el cual esta información llega hasta el nodo ATM más cercano a las instalaciones de los hospitales, es propiamente el nodo ATM el encargado de convertir esta información FR en celdas ATM, ingresando de esta manera al Backbone de Pemex.

La descripción anterior muestra un claro y práctico funcionamiento de la red ATM de Pemex a la fecha actual, sin embargo el mismo sistema puede ser optimizado. El rendimiento de la red es excelente, no obstante puede ser mejor si se logra migrar el backbone ATM hasta el usuario mismo; es decir, en lugar que la información sea convertida a formato ATM hasta el momento en el cual llega al Switch ATM, esta misma puede ser convertida a formato ATM desde instalaciones del usuario mismo, esto es propiamente desde el hospital. Frame Relay como sabemos es una tecnología de migración hacia ATM, en tanto los equipos ATM son adquiridos en su totalidad con el paso del tiempo, pues la infraestructura ATM ha sido desde sus inicios de costos elevados, y la adquisición de sus equipos demanda una migración paulatina.

54 Switches ATM conforman el Backbone ATM de Petróleos Mexicanos, el cual es administrado y operado por GIT, la Sub-Dirección de Servicios Médicos es para la GIT un cliente más a quien hay que brindarle los servicios de carrier en materia de telecomunicaciones; si se logra extender la red ATM de Carrier hasta los usuarios de la misma, en este caso en particular, si se logra extender la red ATM con equipos ATM en instalaciones de todos y cada uno de los 22 hospitales de Petróleos Mexicanos, se estará optimizando el performance de la red y sobre todo, se estará homogenizando tanto la infraestructura como la tecnología de la red misma.

Es bien sabido que una red homogénea presenta ventajas sorprendentes sobre las redes híbridas. Petróleos Mexicanos posee variadas tecnologías de red, y los equipos para adaptar la información para viajar a través de su backbone van siendo obsoletos con el paso del tiempo, obviamente esto demanda la actualización de tales equipos a corto plazo, pero si en lugar de actualizar tal infraestructura se invierte el capital destinado a tal proyecto con algún presupuesto extra para la adquisición de equipos ATM, se estaría dando un gran paso en el rendimiento de la red y edificando los pilares y cimientos para la tecnología del mañana: ATM.

Pemex mediante la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones siempre se ha inclinado por el factor vanguardista en materia de Telecomunicaciones. La oportunidad de incrementar el porcentaje de homogenización de la red ATM llevando hasta el usuario la formación de celdas ATM es un gran paso. Las ventajas que esto traería serían entre muchas las de:

- Incremento en la velocidad de transmisión
- Homogenización del la red ATM
- Mayor Ancho de Banda
- Incremento del tráfico de red por parte del usuario
- Eliminación de redundancia de procesos de conversión
- QoS desde origen a destino
- Prevención a problemas futuros

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Los resultados de esta migración se verán reflejados en el mediano y largo plazo, pero constituyen el asentamiento de las bases para afrontar problemas venideros con el crecimiento constante de las redes y del tráfico de información que estas soportan. La adquisición de estos equipos puede ser dividida en 3 etapas:

**Primera Etapa:** Contempla Oficinas Corporativas, 2 Hosp. Centrales, 6 Hosp. Regionales y un Hospital General.

- Ofnas Corporativas de la Sub-Dirección de Servicios Médicos
- Hosp. Central Picacho en México, DF
- Hosp. Central Azcapotzalco México, DF
- Hosp. Regional Cd Madero, Tamps
- Hosp. Regional Minatitlán, Ver
- Hosp. Regional Poza Rica, Ver
- Hosp. Regional Reynosa, Tamps
- Hosp. Regional Salamanca, Gto
- Hosp. Regional Villahermosa, Tab
- Hosp. General Cd del Carmen, Camp

**Segunda Etapa:** 13 Hospitales Generales de los 14 existentes.

- Hosp. Gral. Tula, Hgo
- Hosp. Gral. Cerro Azul, Ver
- Hosp. Gral. Ebano, SLP
- Hosp. Gral. Nanchital, Ver
- Hosp. Gral. Agua Dulce, Ver
- Hosp. Gral. Cadereyta, NL
- Hosp. Gral. Cd Pemex Tab
- Hosp. Gral. Comalcalco, Tab
- Hosp. Gral. El Plan, Ver
- Hosp. Gral. Salina Cruz, Oax
- Hosp. Gral. Veracruz, Ver
- Hosp. Gral. Coatzacoalcos, Ver
- Hosp. Gral. Huauchinango, Pue

**Tercera Etapa:** 4 Clínicas

- Clínica Hosp. Naranjos, Ver
- Clínica Satélite Cd Madero, Tamps
- Clínica Satélite Minatitlán, Ver
- Clínica Satélite Poza Rica, Ver

Por tanto se está hablando de la adquisición de 10 equipos capaces de crear las celdas ATM en las instalaciones del hospital mismo, antes de que estas viajen hasta el nodo ATM más

cercano, ubicado en Instalaciones de GIT. La segunda etapa contempla por su parte la adquisición de 13 equipos y posteriormente la tercera etapa contempla solo 4 equipos.

El medio de transmisión desde el hospital hasta el nodo ATM más cercano continúa siendo el mismo, lo cual repercute en la utilización de recursos ya existentes; con esto se quiere decir que en lugar de hacer viajar FR mediante MO, se hará viajar ATM mediante el mismo medio. Los nodos se dedicarán única y exclusivamente a switchear las celdas ATM que llegaran a ellos, evitando ahora que estos nodos hagan la labor de conversión y/o encapsulamiento a celdas ATM.

De esta manera se está haciendo una integración en materia de telecomunicaciones en la infraestructura médica; esto es, en los hospitales de Petróleos Mexicanos mediante el empleo del Backbone ATM que posee la empresa. A su vez, esto dará pie a que otros clientes presten su atención en este proyecto y los motive a realizar proyectos similares para adquirir o gestionar la adquisición de equipos ATM en sus instalaciones tal cual estaría poniendo de ejemplo el Sector Médico.

El equipo propuesto consta de un LS1010 con tarjeta E1 y de un Switch LAN ubicados a: en el Hospital. El Switch debe poseer un puerto ATM WAN y contar con un enlace E1 accesar al nodo ATM más cercano. Así, de esta manera el Hospital puede proporcionar puertos ATM de 155 Mbps a sus usuarios.

De las 10 locaciones propuestas en la primera etapa del proyecto, la mayoría cuenta ya con enlaces E1, y hay una que incluso cuenta ya con un enlace de 155 Mbps que es el caso del Hospital Regional de Poza Rica. A fin de apreciar mejor la situación actual de enlaces, observese la siguiente tabla.

LOCACION	ENLACE	OBSERVACIONES
Subdirección de SM	E1	Ok
Hosp. Central Picacho	E1	Ok
Hosp. Central Azcapotzalco	E1	Ok
Hosp. Regional Cd Madero	128 Kbps	Se necesita arrendamiento de un E1
Hosp. Regional Minatitlán	64 Kbps	Se necesita arrendamiento de un E1
Hosp. Regional Poza Rica	155 Mbps	Ok
Hosp. Regional Reynosa	512 Kbps	Se necesita arrendamiento de un E1
Hosp. Regional Salamanca	E1	Ok
Hosp. Regional Villahermosa	E1	Ok
Hosp. General Cd del Carmen	256 Kbps	Se necesita arrendamiento de un E1

Como puede observarse, algunas locaciones necesitan enlazar a E1, por lo que requieren le sea proporcionado tal servicio; el restante de hospitales no lo necesita pues ya cuenta con el. En el caso del Hospital de Poza Rica ya se cuenta con las características que se pretenden estandarizar en este proyecto, por lo cual no requiere la adquisición de ningún equipo o servicio. Mismo caso se presenta para Instalaciones de la Subdirección de Servicios Médicos. Practicamente la adquisición de equipos por hospital se ve reflejada en la siguiente tabla.

NOVO 2000  
MEXICO, D.F.

**INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS**

<b>LOCACION</b>	<b>ADQUISICION SWITCH LAN</b>	<b>ADQUISICIÓN LS1010</b>	<b>ADQUISICION E1</b>
Subdirección de SM	No	No	No
Hosp. Central Picacho	Si	Si	No
Hosp. Central Azcapotzalco	Si	Si	No
Hosp. Regional Cd Madero	Si	Si	Si
Hosp. Regional Minatitlán	Si	Si	Si
Hosp. Regional Poza Rica	No	No	No
Hosp. Regional Reynosa	Si	Si	Si
Hosp. Regional Salamanca	Si	Si	No
Hosp. Regional Villahermosa	Si	Si	No
Hosp. General Cd del Carmen	Si	Si	Si



---

## CAPITULO 6

---

### COSTO BENEFICIO



#### INTRODUCCION

El punto de partida para un óptimo control administrativo en cualquier tipo de empresa son las metas, submetas y objetivos organizacionales. Por tanto, en el caso de reestructuraciones de equipos o sistemas, un nuevo proyecto dependerá directamente de la relación Costo-Beneficio primordialmente. No obstante, la manera en que se mide y evalúa el desempeño de un sistema de telecomunicaciones -por ejemplo- debe basarse tanto en beneficios técnico-funcionales como en beneficios económicos. Por tales razones, las personas a cargo de la toma de decisiones deben de tener el perfil adecuado para contar con la capacidad de poder valorar las ventajas técnicas que el proyecto propuesto ofrece contra los costos que el mismo demanda.

Aquí es donde se origina la importancia de la participación del Ingeniero en el área Administrativa, pues cuenta con la facultad de contar con un criterio balanceado entre la Ingeniería y la Administración, lo cual lo coloca en un lugar ventajoso para la toma de decisiones de nuevos proyectos. Sirva como ejemplo citar la siguiente situación que se sucedió en oficinas administrativas de una compañía petrolera el año pasado:

Una compañía subcontratista que trabajaba para la compañía petrolera, hizo la solicitud formal para cambiar a su personal y equipos de un pozo de perforación ya reparado ( Ak-0527 ) a otro pozo por reparar ( Ak-1001 ). Este movimiento requería de todo un protocolo de trámites administrativos, inmersos en permisos y firmas. Es conocimiento general que todo trabajo urge y que se encuentra sujeto a fechas, y finalmente todo repercute en costos, que en algunos casos son muy elevados.

Mientras la documentación había ya casi terminado su éxodo de coordinación en coordinación y de oficina en oficina, prácticamente encontrándose ya en su etapa final, personal puramente administrativo, carente de conocimientos generales y/o básicos en el ámbito petrolero, detiene el trámite de la documentación y lo cancela por ser incongruentes las fechas propuestas, presupuestos y tiempos de arrastre y espera de una plataforma marina de perforación a otra.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Además se argumentó la falta de documentos solicitando el transporte marítimo para el equipo y personal, entre otros detalles.

Este problema no tardó en llegar a los altos Directivos. Los motivos por los cuales se había detenido tan importante trámite con carácter de urgente eran inaceptables. El personal administrativo-puro (no Ingenieros) había llevado congruentemente su trabajo en base a las reglas administrativas y aparentemente no había incurrido en el error. Sin embargo, el movimiento de un pozo a otro no requería ningún transporte marítimo, ni maniobras y mucho menos tiempo de arrastre y espera.

La lógica del personal administrativo de tierra fue que existe una plataforma marina de perforación para cada pozo en perforación, lo cual es totalmente incorrecto. Cada plataforma marina de perforación cuenta con al menos 16 pozos separados uno de otro por escasos 3 metros.

Las consecuencias de ignorar algo tan simple como esto, ocasionaron literalmente el detener la operación por completo de personal y equipo en un lugar tan remoto como es una plataforma marina. Y esto repercutió en el aspecto económico, demandando fuertes cantidades de miles de dólares sin beneficio alguno.

La parte administrativa en una empresa es mucho muy importante, de hecho es una de sus partes vitales, pero debe estar complementada siempre y en porcentaje considerable por el aspecto técnico. Por ello la importancia de la participación de Ingenieros en el Staff Administrativo. Es más fácil hacer administrativo a un Ingeniero, que hacer Ingeniero a un administrativo.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### ECONOMIA Y COSTOS

Desde el momento en que se está considerando una optimización de algún sistema, diversos gastos comenzarán a generarse. El costo es la suma de gastos, amortizaciones e intereses. Con el objeto de clarificar este concepto, se listan las siguientes definiciones:

- **Gasto:** es todo lo que se consume en el acto productivo.
- **Amortización:** es la compensación por la depreciación de un bien durable. Sirva como ejemplo mencionar que por desgaste u obsolescencia, un equipo de comunicaciones cada año que pasa vale menos.
- **Interés:** es la compensación por el capital inmovilizado.
- **Costo Fijo:** se refiere al costo que no varía al variar un volúmen trabajado.
- **Costo Variable:** es la sumatoria de los gastos que varían en la medida en que lo hace la producción.

### ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO

El análisis costo - beneficio permite definir la factibilidad de las alternativas planteadas o del proyecto a ser desarrollado. Practicamente, el análisis costo - beneficio es una técnica que tiene por objetivo fundamental proporcionar una medida de los costos en que se incurren en la realización de un proyecto determinado, y a su vez comparar dichos costos previstos con los beneficios esperados de la realización de tal proyecto.

### LISTADO DE ESTIMACIÓN COSTO-BENEFICIO

Es imprescindible realizar dos listados; el primero con lo requerido para implementar el sistema, y el segundo con los beneficios que traerá consigo el nuevo sistema. Antes de realizar tal listado, es necesario tener en cuenta que los costos son tangibles; es decir, éstos pueden medirse en alguna unidad económica, en tanto que los beneficios pueden ser tangibles o bien, no tangibles; en otras palabras, pueden darse en forma objetiva o subjetiva.

El primer listado que consta de los requerimientos para implementar el sistema, debe estar integrado por requerimientos necesarios para ejecutar el proyecto, el valor que tiene cada uno y sus posibles variaciones de acuerdo a la inflación. De esta manera la Dirección obtendrá información detallada de cómo se distribuyen sus recursos. Para una mejor visualización de estos puntos se proporcionan a manera de ejemplos algunos gastos necesarios para ejecutar un proyecto de telecomunicaciones:

- **Costo de Equipo:** en donde se detalla el tipo de equipo requerido para el proyecto.
- **Costo de Infraestructura:** donde se determina el ambiente adecuado para el equipo, así como el mobiliario requerido para cada uno de ellos.
- **Costo de Personal:** se determina el número de personal requerido tanto técnico como administrativo, sus características y el tipo de capacitación que se le debe de proporcionar a cada empleado.

- **Costo de Materiales:** se determinan todos los materiales necesarios para el desarrollo del proyecto.
- **Costo de Consultoría:** se determina el tipo de garantía a proporcionar a la Dirección, luego de desarrollado el sistema. Este tipo de servicio se lleva a cabo para áreas administrativas.

El segundo listado que contempla los beneficios que trae consigo el proyecto, debe ser elaborado en forma subjetiva y estar acorde a los requerimientos de información de los usuarios. A manera de ejemplo, los beneficios proporcionados para un proyecto Informático, bien pueden ser:

- Aumento de cuentas debido a un mayor servicio de los clientes.
- La mejora en la toma de decisiones debido a un mejor soporte informático.
- La optimización de los procedimientos administrativos.

#### IMPORTANCIA DEL COSTO-BENEFICIO

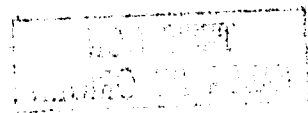
El cálculo del Costo es una herramienta básica, ya que una evaluación clara, objetiva y fácil de concretar, sin duda resulta de gran utilidad para la toma de decisiones. Muchas veces el gerente se pregunta sobre la conveniencia de ampliar una red, modificar un sistema de enlace, diezmar algún tipo de servicio telefónico, etc... y la mayor parte del tiempo se da una respuesta intuitiva que, aunque posiblemente acertada no permite evaluar fielmente el Costo-Beneficio de la propuesta.

En otras ocasiones un operario acciona algún equipo "por las dudas", desconociendo que los costos son mayores que los beneficios obtenidos. De aquí la importancia de hacer consciencia mediante el empleo de técnicas como es la del Costo-Beneficio.

#### DEFINICIONES CLARAS

Las preguntas: " ¿Qué cosa beneficia a quién, en que momento y cuanto cuesta ? " son básicas para la aceptación o rechazo de un proyecto. Pese a que la respuesta suele resultar la mayor parte del tiempo obvia e intuitiva, la técnica costo-beneficio ayuda a evaluar el aspecto técnico de manera integral, en la medida en que cada implicado en el proceso de toma de decisiones al menos está advertido de a quienes o a que está afectando con su voto a favor o en contra del nuevo proyecto.

Resulta importante entonces transmitir una idea clara, precisa y concreta mediante el empleo de la técnica Costo-Beneficio en cuanto a lo que se va a Invertir, que beneficios traerá consigo el proyecto y en que lapso de tiempo se estima sea palpable vislumbrar tales beneficios.



### ANALISIS DEL PROYECTO

En la actualidad, la información es uno de los principales factores que limitan el desarrollo tecnológico de los países. El transporte, seguridad, tiempo y acceso a la información son factores determinantes para un óptimo control administrativo de los recursos de toda empresa.

Por tanto, la constante renovación de equipos y tecnologías involucrados de una u otra manera con la información resulta apremiante, sobre todo si se considera el elevado costo que implicaría el no contar con los recursos adecuados para ejercer un estricto control administrativo, o bien, contar con recursos calificados que se van depreciando tecnológicamente con el tiempo, volviéndose obsoletos para la tarea para la cual fueron creados o adquiridos.

Adicionalmente a consideraciones de otra índole, el no optimizar los sistemas existentes conduce en el corto, mediano o largo plazo a pérdidas económicas; como también lo hace la adquisición de equipo, sistemas y/o tecnologías superfluas. Por lo tanto, los estudios tanto técnicos como de costo-beneficio, representan una contribución importante en el reconocimiento y aprobación de todo nuevo proyecto.

En este capítulo se analiza el costo que conlleva una Integración de Comunicaciones en los Hospitales de Petróleos Mexicanos mediante el empleo de un backbone ATM, empleando para ello los recursos existentes; a su vez se analizan los beneficios que esta Integración traería consigo.

El interés de este análisis radica en el gasto de adquisición de equipo y capacitación de personal. Tal cual se comentó en el capítulo anterior, como propuesta de solución se propone instalar en cada hospital switches LAN con puerto ATM WAN así como equipos LS1010 de Cisco. En el caso de algunos hospitales, se observa la necesidad de habilitación de enlaces E1 que demandan los equipos antes mencionados; específicamente 4 locaciones necesitan este servicio.

El restante, esto es, el 60% de las locaciones propuestas en la primera etapa del proyecto ya cuentan con el enlace. Además ya se posee con la infraestructura para el transporte de señales lo cual es fiel ejemplo del aprovechamiento de los recursos existentes. En el caso de la adquisición de enlaces E1, solo basta con que la misma Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones libere u otorgue tal servicio, por lo que no existe costo alguno en esto.

Los costos recaen única y exclusivamente en la adquisición de los 2 equipos por hospital y en la capacitación del personal para operarlos. De esta manera se estarán integrando las comunicaciones de los hospitales de un modo más factible, extendiendo hasta el hospital propiamente dicho la red ATM.

Esto permitirá a los usuarios contar con mayor velocidad y ancho de banda para sus diversas aplicaciones, como bien puede ser: telemedicina, video conferencia, capacitación a distancia, etc... independientemente de que se están asentando las bases en infraestructura de red para la adquisición de tecnologías futuras.

A continuación se llevan a efecto los listados de estimación de costos, ahorros y beneficios relativos al proyecto de Integración de Comunicaciones de Hospitales de Petróleos Mexicanos mediante el empleo de un backbone ATM.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### ESTIMACION DE COSTOS Y BENEFICIOS

A fin de escudriñar con más detalle el nuevo proyecto que contempla para la Integración de Comunicaciones de los Hospitales de Pemex, la adquisición de equipos y capacitación de personal, se llevan a efecto los siguientes análisis, los cuales están estructurados por un listado previo y una explicación adyacente de los mismos. Tales análisis son:

1. Estimación de costos
2. Estimación de Ahorros
3. Estimación de Beneficios

#### ESTIMACION DE COSTOS

- Adquisición de Equipos Cisco LAN Switch de la Serie 3200
- Adquisición de Equipos Cisco Light Stream LS1010
- Capacitación de Personal
  - Costo del Curso
  - Transportación
  - Alimentación
  - Hospedaje

Como puede apreciarse, la estimación de costos para este proyecto contempla únicamente la inversión económica de adquisición de equipo y capacitación de personal. Los costos de tales equipos fueron sondeados con el fabricante directamente, y estos pueden ser mejorados una vez que se negocie de manera formal una determinada cantidad. Por tanto los costos por equipo representan su valor unitario, es decir, si solo se trata de adquirir una sola unidad. Así es como tenemos:

Cisco LAN Switch de la Serie 3200	\$ 2,170.00 usd
Cisco Light Stream LS1010	\$ 2,500.00 usd

Tal cual se vió anteriormente, la primera etapa del proyecto contempla 10 locaciones, de las cuales 2 de ellas no requieren de ninguno de los equipos propuestos, pues ya cuentan con las características necesarias de las cuales se pretende dotar al resto de tales locaciones. Se está hablando tanto de las Ofnas Corporativas de la Subdirección de Servicios Médicos como del Hospital Regional de Poza Rica, que ya cuentan con estos 2 equipos. Esto nos da un total de 8 hospitales que si requieren tal adquisición; en otras palabras, se requiere de 8 LAN SW Cisco 3200 y de 8 Light Stream LS1010. Los costos que estos equipos en su totalidad se ven reflejados en la siguiente tabla:

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL M/N
Cisco Switch LAN 3200	8	\$ 2,500.00 usd	\$ 20,000.00 usd	\$ 188,000.00 m/n
Cisco Light Stream LS1010	8	\$ 2,170.00 usd	\$ 17,360.00 usd	\$ 163,184.00 m/n
			<b>\$ 37,360.00 usd</b>	<b>\$ 351,184.00 m/n</b>

Nota: El tipo de cambio se toma a \$ 9.40

Como puede apreciarse la inversión en moneda nacional refleja la cantidad de \$ 351,184.00 pesos por la adquisición de los 16 equipos. Se recuerda una vez más que esta cantidad puede bajar su monto, al momento de hacer ya una cotización formal de Institución a Institución, pues los precios manejados anteriormente competen al costo por unidad.

El siguiente costo a tratar es la capacitación del personal de telecomunicaciones que estará a cargo de operar y proporcionar mantenimiento a los equipos adquiridos con Cisco. Para esto se recuerda que al inicio de la presente investigación se habló acerca de que la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones de Petróleos Mexicanos, para una mejor organización operacional y administrativa, ha seccionado en 7 áreas de operación e influencia el territorio nacional, es así como se tiene:

- Unidad de Ingeniería de Telecomunicaciones Zona Norte
- Unidad de Ingeniería de Telecomunicaciones Zona Oriente
- Unidad de Ingeniería de Telecomunicaciones Zona Sureste
- Unidad de Ingeniería de Telecomunicaciones Zona Marina
- Unidad de Ingeniería de Telecomunicaciones Zona Central
- Unidad de Ingeniería de Telecomunicaciones Zona Istmo
- Unidad de Ingeniería de Telecomunicaciones Zona Occidente

Observando estos datos, resulta obvia la propuesta de capacitar a 2 personas por zona de influencia. Dos personas es más que suficiente para atacar cualquier situación y desplazamiento (si fuese necesario) desde locaciones de Telecomunicaciones estratégicamente repartidas a lo largo del territorio nacional. Los cursos se imparten en la Cd de México, por lo que los gastos generados serían:

- Costo del Curso
- Transportación
- Alimentación
- Hospedaje

Las 2 personas que laboran y radican en la ciudad sede de los cursos, no presentan gastos mayores como los que vendrían de provincia. Así es como se tiene la siguiente tabla de costos por capacitación:

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

ZONA DE INFLUENCIA	ALIMENTOS POR DIA	HOSPEDAJE DIARIO	No. DIAS	TOTAL DE ALIMENTOS	TOTAL DE HOSPEDAJE
UIT Zona Norte	\$250.00	\$600.00	5	\$1,250.00	\$3,000.00
UIT Zona Oriente	\$250.00	\$600.00	5	\$1,250.00	\$3,000.00
UIT Zona Sureste	\$250.00	\$600.00	5	\$1,250.00	\$3,000.00
UIT Zona Marina	\$250.00	\$600.00	5	\$1,250.00	\$3,000.00
UIT Zona Central	\$250.00	\$0.00	5	\$1,250.00	\$0.00
UIT Zona Itsmo	\$250.00	\$600.00	5	\$1,250.00	\$3,000.00
UIT Zona Occidente	\$250.00	\$600.00	5	\$1,250.00	\$3,000.00

ZONA DE INFLUENCIA	PERS	TRANSPORTACION AEREA Y TERRESTRE	TOT ALIMNT POR PERSONA	TOT HOSP POR PERSONA	COST CURSO INDIVIDUAL	GASTO TOTAL POR ZONA
UIT Zona Norte	2	\$ 5,000.00 m/n	\$1,250.00	\$3,000.00	\$10,000.00	\$38,500.00
UIT Zona Oriente	2	\$ 5,000.00 m/n	\$1,250.00	\$3,000.00	\$10,000.00	\$38,500.00
UIT Zona Sureste	2	\$ 5,000.00 m/n	\$1,250.00	\$3,000.00	\$10,000.00	\$38,500.00
UIT Zona Marina	2	\$ 5,000.00 m/n	\$1,250.00	\$3,000.00	\$10,000.00	\$38,500.00
UIT Zona Central	2	\$ 500.00 m/n	\$1,250.00	\$0.00	\$10,000.00	\$23,500.00
UIT Zona Itsmo	2	\$ 5,000.00 m/n	\$1,250.00	\$3,000.00	\$10,000.00	\$38,500.00
UIT Zona Occidente	2	\$ 5,000.00 m/n	\$1,250.00	\$3,000.00	\$10,000.00	\$38,500.00
<b>\$ 254,500.00 m/n</b>						

Como puede observarse, el costo de capacitación para 2 personas por cada una de las 7 zonas de influencia de la GIT, resultó en un monto no despreciable. Aparentemente la capacitación no representaría a simple vista una inversión considerable, mas tras un análisis de costos, resultó que es una componente que no puede ser menospreciada. Sin embargo, hay cifras que pueden ser negociadas antes de asentar la compra del equipo; es decir, puede negociarse el pago del 50% del costo del curso, incluso el que se imparta gratuitamente.

Habiéndose analizado los costos generados por la capacitación del personal y los que son generados por la compra del equipo para cada cede médica, tenemos que el costo total del proyecto oscila entonces en las siguientes cifras en moneda nacional:

Costo total por adquisición de Equipo:	\$ 351,184.00
	+
Costo total por capacitación de personal:	\$ 254,500.00
	<b>\$ 605,684.00</b>



## **INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS**

El costo total de Proyecto en su primera etapa oscila en los \$ 605,684.00 pesos. Esta es la inversión que se requiere para poner en marcha el Proyecto de Integración de Comunicaciones en Hospitales de Pemex mediante el empleo de un Backbone.

### **ESTIMACION DE AHORROS**

La estimación de Costos que se acaba de analizar es desde cierto punto de vista despreciable, comparada con el ahorro que se presenta, debido a que se están empleando recursos humanos e infraestructura ya existente por parte del Sector de Telecomunicaciones de Petróleos Mexicanos.

El objetivo de este capítulo no es el bombardeo de cifras numéricas denotando gastos y costos; antes es el de poner al descubierto las directrices principales de las ventajas que ofrece el Proyecto de Integración de Comunicaciones. Por tales razones, solo serán listados los puntos que hubieran generado costos y que afortunadamente no representan inversión alguna por parte de Petróleos Mexicanos. Actualmente se cuenta con:

- Instalaciones adecuadas (sistema de tierras, alimentación, aire acondicionado, sistemas no brake, etc....)
- Líneas de transmisión
- Antenas de Microondas (radio)
- Routers
- Transporte de señales
- Mano de obra calificada
- Soporte técnico
- Software
- Estaciones repetidoras
- Etc.....

A esto puede agregarse como se mencionó en el análisis anterior, que al momento de entablar negociaciones con el fabricante, pueden ser negociados tanto los precios del equipo, como los de cursos de capacitación, y obtener de esta manera un mayor ahorro.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

### ESTIMACION DE BENEFICIOS

- Considerable incremento en la velocidad de la red
- Mayor ancho de banda para aplicaciones multimedia
- Expansión de la red ATM
- Homogenización de enlaces en la Intranet de Servicios Medicos
- Actualización del sistema de enlace
- Reducción de tráfico de red

Hay mucho que decir respecto a la gran cantidad de beneficios que trae consigo la Integración de Comunicaciones en cuestión. Respecto al incremento de la velocidad de red, se está migrando de los 2 Mbps a los 155 Mbps, un incremento considerable, que aunado a un mayor ancho de banda permiten operar sistemas con una eficiencia ejemplar, y que es demandada por las necesidades presentes.

Entre los sistemas que más se verían beneficiados con el incremento de velocidad y ancho de banda, se encuentran: tanto el IVR (Interactive Voice Response) como el SAVD (Sistema Automatizado de Vigencia de Derechos), sistemas que trabajan en tiempo real, y demandan las características de red que ofrece la integración de comunicaciones que se está proponiendo. Accedendo al Backbone ATM están por demás mencionar las virtudes del mismo, mencionadas en capítulos anteriores.

El sistema automatizado de vigencia de derechos SAVD opera a nivel nacional y en tiempo real; por ello la homogenización de enlaces y velocidades entre hospitales resulta vital para un optimo control y manejo del mismo. Actualmente se está trabajando con este sistema en todas las locaciones, lo que el proyecto es el brindar las características necesarias para que la operación de este sistema SAVD sea optimizada en un porcentaje de escala considerable.

El objetivo del Sistema SAVD (*Sistema Automatizado de Vigencia de Derechos*) es proporcionar información al Derechohabiente, a sus familiares, al personal médico y/o administrativo, tocante a la situación actual en que se encuentra el trabajador; es decir, si éste cuenta con un contrato vigente o no; ya que de ello dependerá -en base a políticas internas y particulares de la Institución- si el trabajador o familiares del mismo, tienen derecho a hacer uso de los servicios médicos de la Empresa. Esto aplica tanto para personal Sindicalizado como para personal de Confianza.

Otro beneficio que trae consigo la implementación del proyecto es que se está migrando hacia ATM las distintas tecnologías de un tiempo atrás a la fecha, y esta es una oportunidad respaldada para continuar expandiendo la red ATM. Los enlaces al Backbone ya serían ATM.

Accesar al backbone a 155 Mbps permitiría optimizar, y en algunos casos poner en marcha proyectos que se encuentran pendientes por no contar con las características que ofrece la Integración de Comunicaciones del presente Proyecto. Entre estos podemos destacar a Telemedicina y Videoconferencia. No es que no existan actualmente, más una cosa es segura: no han sido explotados en su total capacidad.

## INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

Todos estos beneficios técnicos repercuten directamente en el buen funcionamiento de los sistemas, y a su vez en una mejor administración, que conlleva directamente al bienestar del usuario final: el paciente.

En realidad, la inversión que se plantea en el presente proyecto es muy poca comparada con todos los beneficios técnicos, administrativos y de operación. Con todos los ahorros que proporciona la utilización de infraestructura ya existe en armonía con la mano de obra calificada con que cuenta el sector de telecomunicaciones de Petróleos Mexicanos, es absolutamente viable el llevar a cabo el Proyecto de Integración propuesto.

*Si hay algo que identifica el grado de desarrollo de una Nación  
es la diversificación de sus Sistemas de Comunicaciones.  
La historia nos muestra que ha sido la tecnología vanguardista del momento  
la que ha llevado a las naciones a un alto grado de desarrollo.*

*Este hecho demanda el día de hoy la actualización,  
implementación y en su momento la adquisición  
de nuevos e innovadores sistemas y equipos de telecomunicaciones,  
que permitan al sector de Servicios Médicos de Petróleos Mexicanos  
tener las características necesarias  
para aprovechar de manera óptima los recursos humanos,  
materiales y tecnológicos,  
y ofrecer así un servicio de alta calidad, profesional y altamente competitivo  
a sus beneficiarios finales:*

*"Los Pacientes".*

---

## CONCLUSIONES

---



### CONCLUSIONES

La Integración de Comunicaciones en los Hospitales de Petroleos Mexicanos es factible en base a los estudios técnicos y de costo-beneficio realizados en la presente investigación. Los equipos Cisco 3200 y LS1010 cumplen con las expectativas de tal función.

La aportación que brindó el empleo de Infraestructura de telecomunicaciones ya existente fué clave para bajar el monto de la inversión del proyecto a cifras relativamente bajas; pues los costos resultantes del análisis de los mismos, comparados con los beneficios adquiridos resultan ser mínimos en sumo grado.

Se concluye además que el backbone ATM que soporta y administra la Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones, es la parte fundamental en el logro de la Integración de Comunicaciones del Sector Médico. Así mismo, la estrategia idónea para alcanzar la meta establecida desde un inicio de la investigación, es una Integración por etapas, en donde la primera y la más importante, contempla al Corporativo, Hospitales Centrales y Regionales, así como al Hospital General de Cd del Carmen; todos ellos puntos altamente estratégicos.

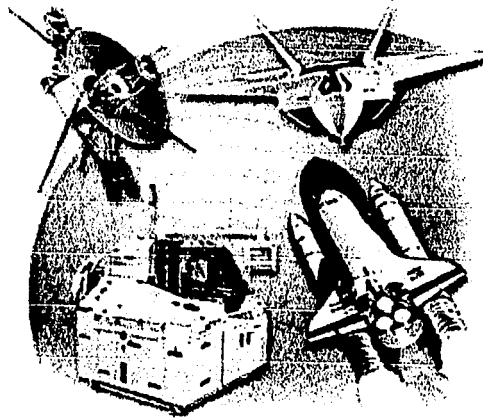
Finalmente, es ATM la tecnología vanguardista idónea para cubrir las necesidades de Calidad y Operación del Backbone que une a todas y cada una de las distintas redes de la Empresa. Se concluye por tanto, que los beneficios adquiridos mediante la Integración de Comunicaciones de Hospitales de Petróleos Mexicanos a través del empleo de un Backbone, sobre pasa por mucho, al costo generado como inversión para tal proyecto.

*La historia nos muestra que ha sido la tecnología vanguardista del momento la que ha llevado a las naciones a un alto grado de desarrollo.*

RECIBIDO  
FEBRERO 2011

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# GLOSARIO



**GLOSARIO**

A/D	Analogic / Digital
AAL	ATM Adaptation Layer
AAL	ATM Adaptation Layer
ABR	Available Bit Rate
ACR	Allowed Cell Rate
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AGC	Automatic Gain Control
AIS	Alarm Indication Signal
AM	Amplitude Modulated
ANSI	American National Standards Institute
ARP	Address Resolution Protocol
ARPA	Advanced Research Projects Agency
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASP	Application Service Providers
AT&T	American Telephone and Telegraph Company
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AWG	American Wire Gauge
BER	Bit Error Rate
B-ISDN	Broadband Integrated Services Digital Network
B-ISUP	Broadband ISDN User Port
BNC	British Naval Connector
BRAN	Broadband Radio Access Network
BT	Burst Tolerance
BUS	Broadcast and Unknown Server
CAC	Connection Admission Control
CAD/CAM	Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing
CAS	Channel Associated Signal
CBR	Constant Bit Rate
CCITT	Comité Consultatif International de Télégraphique et Téléphonique
CCS	Channel Common Signal
CER	Cell Error Ratio
CLP	Cell Loss Priority
CLR	Cell Loss Ratio
CMR	Cell Misinsertion Rate
COFETEL	Comisión Federal de Telecomunicaciones
CPU	Central Process Unit
CRC	Cyclic Redundancy Check
CS	Convergence Sublayer
CSMA / CD	Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection
CSNET	Computer Science Network
CTD	Cell Transfer Delay

## GLOSARIO

CTDmax	Maximum Cell Transfer Delay
DARPA	Defense Advanted Reserch Projects Agency
dB	DeciBell
DCC	Data Country Code
DCE	Data Circuit Equipment
DMT	Discrete Multi Tone Modulation
DNS	Domain Name System
DOS	Disk Operating System
DQDB	Dual Queue Dual Bus
DSAP	Destination Service Access Point
DTE	Data Terminal Equipment
EIA	Electronics Industries Association
ESF	Extended Super Frame
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FAS	Frame Alignment Signal
FCFU	First Come First Used
FDDI	Fiber Distributed Digital Interface
FDM	Frequency Division Multiplexing
FIFO	First In First Out
FM	Frequency Modulated
FO	Fibra Optica
FR	Frame Relay
FRAD	Frame Relay Adapter Device
FSK	Frequency Shift Keying
FTP	File Transfer Protocol
GAIAC	Gerencia de Administración Interna y Apoyo Corporativo
GCRA	Generic Cell Rate Algorithm
GHz	Giga Hertz
GIT	Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones
HDB3	High Density Bipolar 3 Code
HDLC	Hierarchical Data Link Control
HDSL	High-bit-rate Digital Subscriber Line
HDTV	High Definition Tele Vision
HEC	Header Error Control
HIPPI	High Performance Parallel Interface
HSRP	Hot Standby Router Protocol
HTTP	Hiper Text Transfer Protocol
IAB	Internet Architecture Board
IAB	Internet Architecture Board
IANA	Internet Assigned Number Authority
ICD	International Code Designator
ICMP	Internet Control Message Protocol

## GLOSARIO

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
IPng	Internet Protocol Next Generation
IPSEC	IP Security
IPv6	Internet Protocol Version 6
IPX	Internetwork Packet Exchange
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISP	Internet Service Provider
ISP	Internet Service Providers
ITU	International Telecommunications Union
IVR	Interactive Voice Response
LAN	Local Area Network
LANE	LAN Emulation
LCP	Link Control Protocol
LEC	LAN Emulation Client
LECS	LAN Emulation Configuration Server
LED	Light Emitting Diode
LIS	Logical IP Subnet
LLC	Logical Link Control
MAC	Medium Access Control
MAN	Metropolitan Area Network
Mbps	Mega Bits per Second
MBS	Maximum Burst Size
MCI	Microwave Communications Incorporated
MFAS	Multi Frame Alignment Signal
MHz	Mega Hertz
MO	Microondas
MOD	Microondas Digitales
MPEG	Moving Picture Experts Group
MPLS	Multi Protocol Label Switching
MPLS	Multi Protocol Label Switching
MPOA	Multi Protocol Over ATM
MTU	Maximum Transfer Unit
MUX	Multiplexer
NAT	Network Address Translation
NAT	Network Address Translators
NCP	Network Control Protocol
NCP	Network Core Protocol
N-ISDN	Narrow Integrated Services Digital Network
NMFAS	No Multi Frame Alignment Signal
NNI	Network-Node Interface



## GLOSARIO

nrt-VBR	Non Real-Time Variable Bit Rate
NSAP	Network Service Access Point
OSI	Open System Interconnection
OSPF	Open Shortest Path First
OSPF	Open Shortest Path First
OUI	Organization Unique Identifier
PAM	Pulse Amplitud Modulation
PBX	Private Branch Exchange
PC	Personal Computer
PCM	Pulse Code Modulation
PCR	Peak Cell Rate
PD	Packetization Delay
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PIDT	Proyecto Integral de Desarrollo de las Telecomunicaciones
PLP	Packet Layer Protocol
PM	Phase Modulated
PMD	Physical Medium Dependent
PPP	Point to Point Protocol
PRI	Primary Rate Interface
PSK	Phase Shift Keying
PSK	Phase Shift Keying
PSTN	Public Switched Telephone Network
PTI	Payload Type Identifier
PTM	Packet Transfer Mode
PTN	Public Telephone Network
PVC	Permanent Virtual Connection
QAM	Quadrature Amplitud Modulation
QoS	Quality of Service
RADSL	Rate Adaptative Digital Subscriber Line
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RFC	Request For Comments
RIP	Routing Information Protocol
RIP	Routing IP Protocol
RIR	Regional Internet Registry
RSVP	Re Source Reservation Protocol
RTT	Round Trip Time
rt-VBR	Real-Time Variable Bit Rate
SAP	Service Access Point
SAR	Segmentation and Reassembly
SAVD	Sistema Automatizado de Vigencia de Derechos
SCADA	Supervisory Control And Data Adquisition
SCR	Sustainable Cell Rate
SECR	Severely Errored Cell Block Ratio

## GLOSARIO

SF	Super Frame
SKIP	Simple Key Management for Internet Protocol
SLIP	Serial Line Interface Protocol
SM	Servicios Médicos
SMDS	Switched Multi-megabit Data Service
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SNAP	Sub-Network Access Protocol
SNMP	Simple Network Management Protocol
SOH	Section Over Head
SONET STS	Synchronous Optical Network Synchronous-Transfer-Signal
SONET	Synchronous Optical Network
SONET	Synchronous Optical Network
SSAP	Source Service Access Point
SSL	Secure Server Layer
STP	Shielded Twisted Pair
STP	Spanning Tree Protocol
SVC	Switched Virtual Connection
TAXI	Transparent Asynchronous Transmitter/Receiver Interface
TC	Transmission Convergence
TCP	Transmission Control Protocol
TCP	Transport Control Protocol
TDM	Time Division Multiplexing
TI	Tecnologías de Información
TS	Time Slot
TTRT	Target Token Rotation Time
UBR	Unspecified Bit Rate
UDP	User Datagram Protocol
UHF	Ultra High Frequency
UIT-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector Telecomms
UNI	User Network Interface
UNI	User-Network Interface
UPC	Usage Parameter Control
UPS	Uninterruptible Power System
URI	Unidad de Recursos Informáticos
URL	Uniform Resource Locator
UTP	Unshielded Twisted Pair
VCI	Virtual Channel Identifier
VCI	Virtual Channel Identifier
VHF	Very High Frequency
VLAN	Virtual LAN
VoFR	Voice upon Frame Relay
VPI	Virtual Path Identifier

## GLOSARIO

VPI	Virtual Path Identifier
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
WWW	World Wide Web
XDSL	X Digital Subscriber Line
XNS	Xerox Network System

## BIBLIOGRAFIA

*Communications and Computer Networks*  
William Stallings  
Prentice-Hall

*Interconnections: Bridges and Routers*  
Radia Perlman  
Addison-Wesley

*Global Networks: Internet and TCP / IP*  
Douglas Comer  
Prentice-Hall

*Internetworking with ATM*  
Enwood Cliffs  
Prentice-Hall

*Signaling in ATM Networks*  
Rao Cherukuri  
Artech House Telecommunications Library

*High-Speed Networks, TCP/IP and ATM Design Principles*  
Williams Stallings  
Prentice-Hall

*Electronics Communications Systems Fundamentals Through Advanced*  
Wayne Tomassi  
Prentice-Hall

INVESTIGACION DE PROYECTO DE TESIS

**BIBLIOGRAFIA**

*ATM Networks*  
Othmar Kyas  
International Thomson Computer Press

*Distributed Systems: Concepts and Design*  
Jean Dollimore  
Addison-Wesley

*Asynchronous Transfer Mode*  
Martin Prycker  
Prentice-Hall

*Fundamentos de PDH y SDH*  
Alcatel University  
Manual de la Empresa

*Radio y Microondas*  
Alcatel University  
Manual de la Empresa

*Radio Digital*  
Alcatel University  
Manual de la Empresa

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFIA

Paginas WEB consultadas :

- <http://www.git.pemex.com>
- <http://www.sm.pemex.com>
- <http://www.ietf.org>
- <http://www.rfc-editor.org>
- <http://www.atmforum.com>
- <http://www.cisco.com>
- <http://www.atmmarketplace.com>
- <http://www.convergedigest.com>
- <http://www.atmdigest.com>
- [http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-97/atm\\_products/](http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-97/atm_products/)
- <http://www.frforum.com>
- [http://www.rad.com/networks/1994/fram\\_rel/frame.htm](http://www.rad.com/networks/1994/fram_rel/frame.htm)
- [http://www.arcelect.com/Frame\\_Relay-56kbps\\_FT1-T1.htm](http://www.arcelect.com/Frame_Relay-56kbps_FT1-T1.htm)
- <http://www.idg.es/comunicaciones>
- <http://www.idg.es/indice.asp>
- <http://webs.sinectis.com.ar/aurora>
- <http://www.red.com.mx/scripts/redMain.php3>
- <http://www.tele.com.mx/web/index.php3>
- [http://www.terra.es/personal6/morenocerro2/redes/topologia/topologia\\_1.html](http://www.terra.es/personal6/morenocerro2/redes/topologia/topologia_1.html)
- [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc)
- <http://www.mex.alcatel.com/capacita>
- <http://www.alcatel.com>
- <http://www.nec.com>
- <http://www.3com.com>

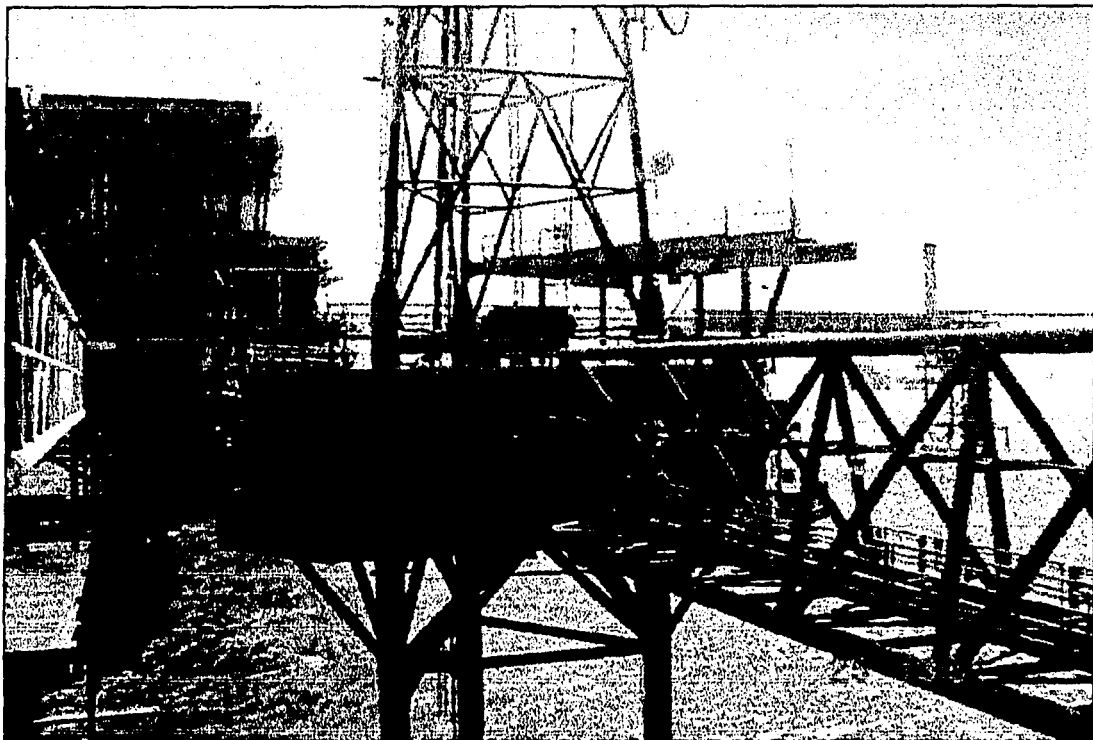
Entrevistas con Personal de:

- CINVESTAV ( Centro de Investigaciones Avanzadas del IPN )
- ESIME ( Post-Grado de la ESIME Zac del IPN )
- SM ( Sub-Dirección de Servicios Médicos de PEMEX )
- GIT ( Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones )
- SITAP ( Superintendencia de Ingria de Telecomns Area Plataformas )
- NEC ( Nipon Electronics Company )



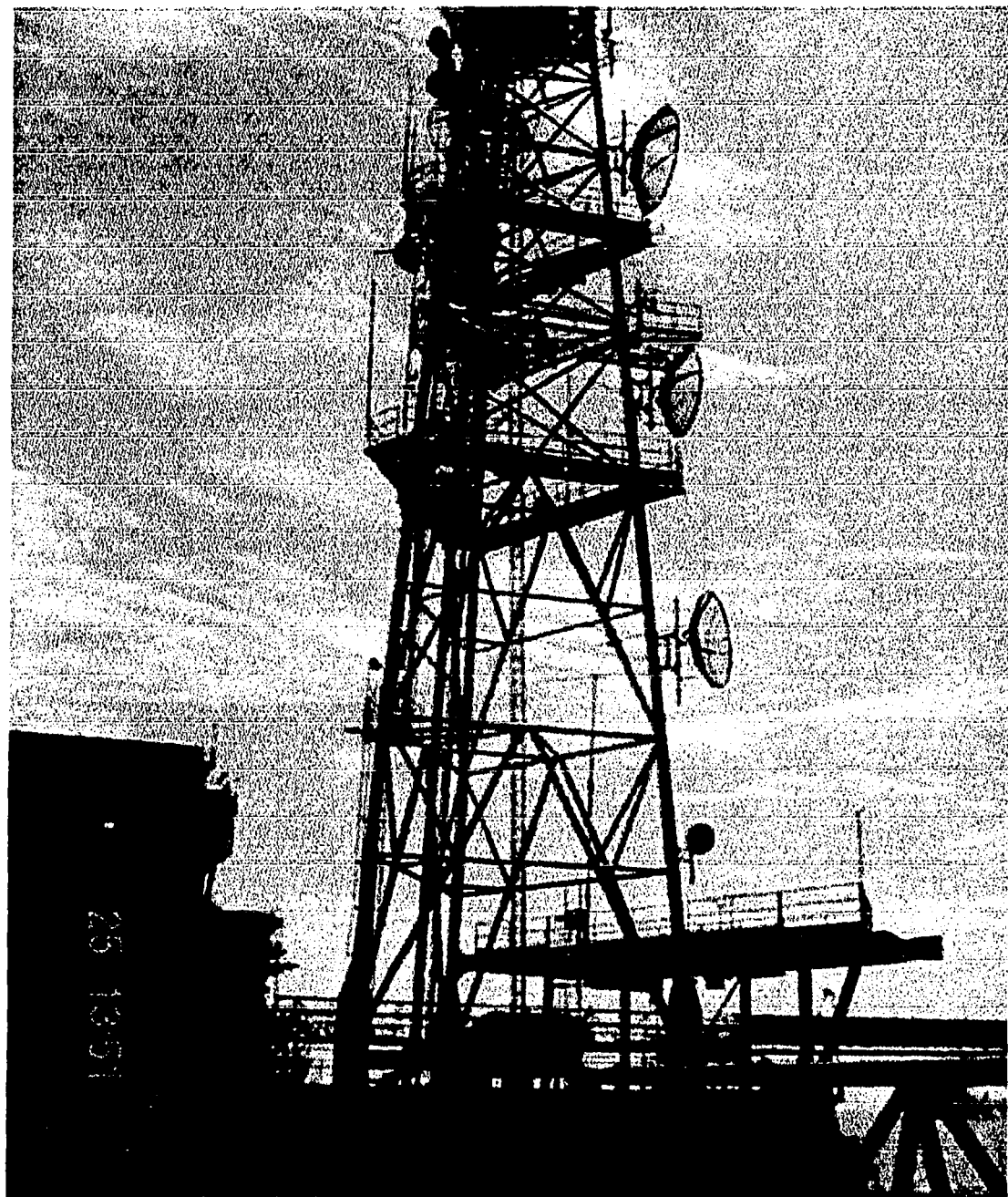
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

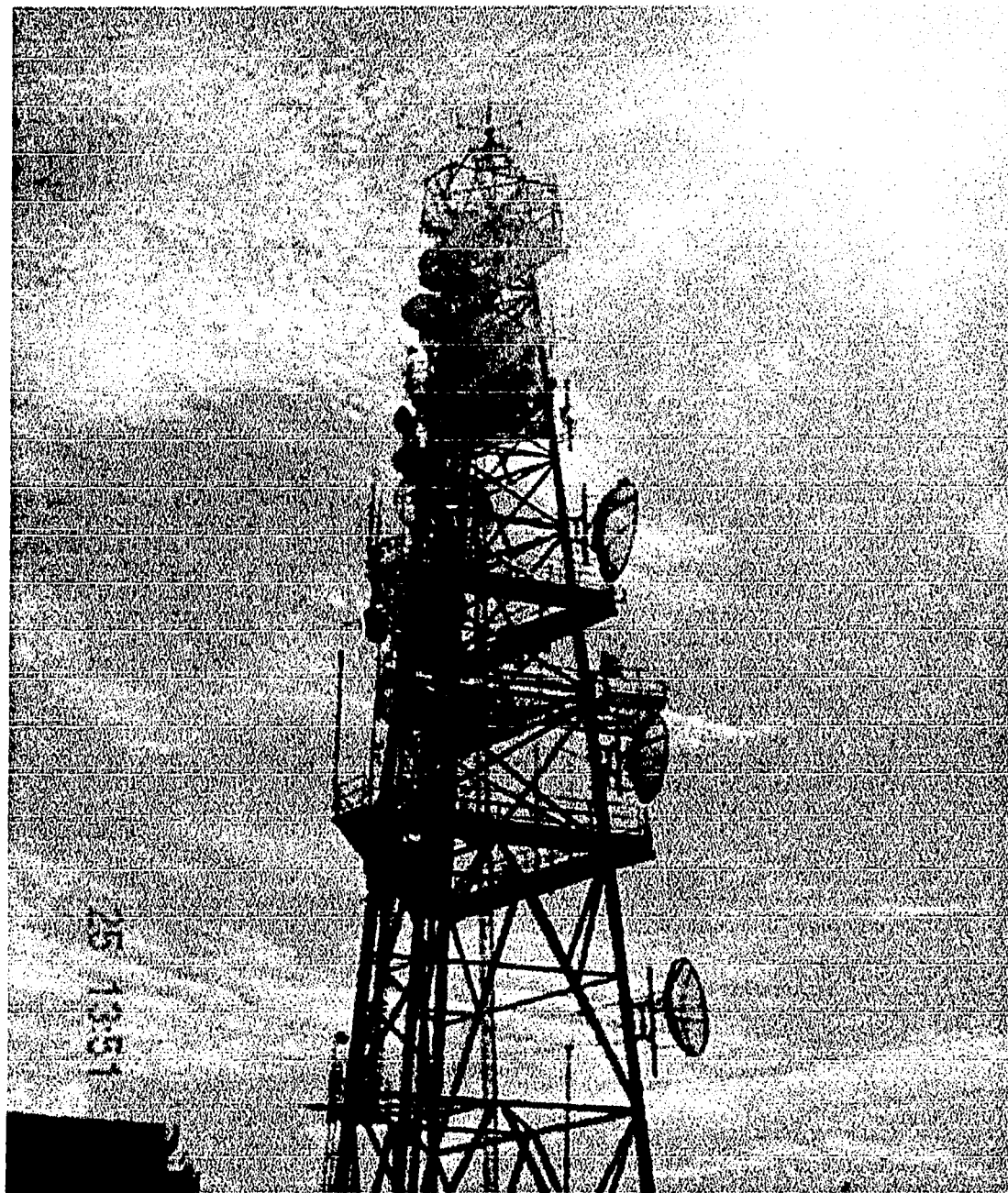
335



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

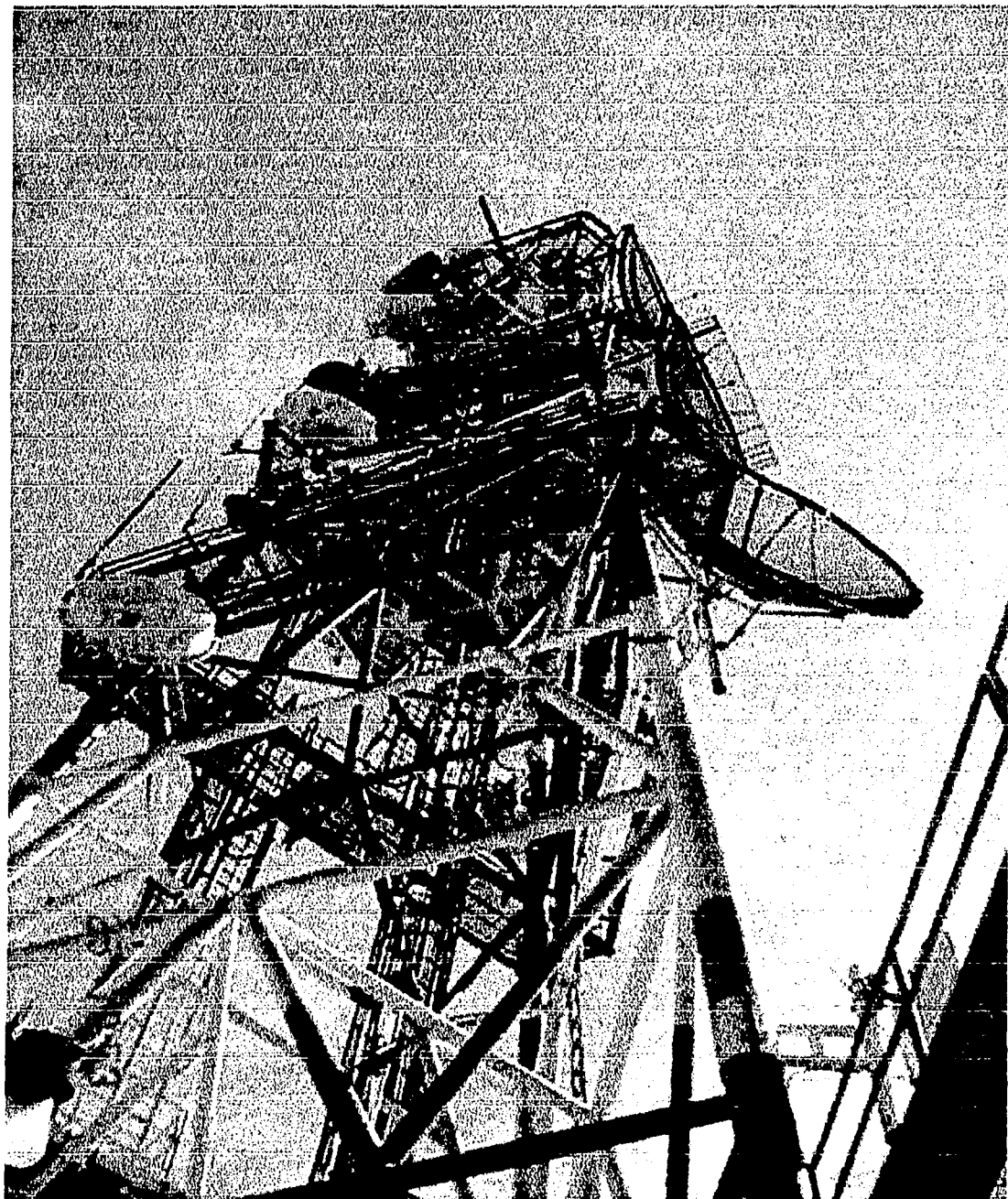






336

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



339

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



29 1959

340

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN