



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

14
24.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"CAMPUS ARAGON"

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LA OPERACION
DE B-ISDN Y N-ISDN.

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a n:

JOSE LUIS BOBADILLA HERNANDEZ

ARMANDO GARCIA CELIS

San Juan de Aragón Edo. de México 1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 VARIA

COMPLETA LA INFORMACION

***ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LA
OPERACIÓN DE B-ISDN Y N-ISDN***

JOSÉ LUIS BOBADILLA HERNÁNDEZ

ARMANDO GARCÍA CELIS

1997

ESTUDIOS



AGRADECIMIENTOS

- * A MI MADRE PORQUE SIN SU AYUDA ESTO NO HUBIERA SIDO POSIBLE
- * A MI PADRE PORQUE SIN SU AYUDA NO SUPO DARMSE A BIEN PENSAR EL CAMINO
- * A EL ING. DAVID RUIZ POR SU AYUDA Y ORIENTACION
- * A MI ESCUELA LA UNAM POR QUE SON CINCO AÑOS DE MI CORTEA VIDA



DEDICATORIAS

- * A LOS QUE EL AZAR HIZO CAMINO EN EL SEÑOR DE UNA U OTRA FORMA EN ESTE MOMENTO DE LA HISTORIA DE NUESTROS DIAS Y LAZOS QUE FORMAN LAS CADENAS INVISIBLES QUE NOS UNEN EN EL TIEMPO Y EL ESPACIO
- * A LOS QUE CREYERON EN LA JUSTICIA Y EN LA VERDAD Y EN EL SERVICIO Y MI ESPÍRITU
- * A LOS QUE DESAFIARON A LA INJUSTICIA Y AL PODER QUE TIENEN UN REINO QUE SALVAR
- * A LOS INCONFORMES QUE SE ATREVIERON A PONER EN DUDA EL PODER A LOS QUE TIENEN LA VOLUNTAD DE HACER CAMBIOS Y DE LUCHAR POR LA LIBERTAD FRENTE A LO INDESEABLE 1980
- * PARA LUZLIK EN SU LUCHA POR LA JUSTICIA Y LA VERDAD Y POR LAS MIJAS QUE VO PRETENDI
- * A CENIL POR SU...



CONTENIDO

Página

PREFACIO..... xiii

INTRODUCCIÓN..... xvii

CAPÍTULO I.

**APARICIÓN DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS
INTEGRADOS (ISDN)**

1.1. TENDENCIAS DE LA ISDN..... 2

**1.2. RECOMENDACIONES PRINCIPALES DEL CCITT
PARA ISDN**..... 5

1.3. ETAPAS DE INTEGRACIÓN..... 6

**1.4. EVOLUCIÓN DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS
INTEGRADOS DE BANDA ANGOSTA (N-ISDN)
A LA DE BANDA ANCHA (B-ISDN)**..... 8

CAPÍTULO II.
CONCEPTOS BÁSICOS DE TELEFONÍA DIGITAL

II.1. TELEFONÍA DIGITAL.....	10
II.2. PROCESO DE DIGITALIZACIÓN (PCM).....	13
II.2.1. MUESTREO.....	14
II.2.2. CUANTIFICACIÓN.....	17
II.2.3. CODIFICACIÓN.....	21
II.2.4. TRANSMISIÓN.....	23
II.3. MODULACIÓN DELTA (DM).....	26
II.4. LA RED TELEFÓNICA.....	32
II.4.1. TRANSICIÓN DE LA RED ANALÓGICA A LA RED DIGITAL.....	33
II.4.2. ESTRUCTURA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED TELEFÓNICA ACTUAL.....	36
II.4.3. LA CONMUTACIÓN EN LA RED TELEFÓNICA.....	38
II.4.4. ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA RED TELEFÓNICA.....	39
II.4.5. MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE LA RED.....	41
II.4.6. CABLEADO ESTRUCTURADO.....	48
II.4.6.1. DEFINICIÓN.....	49
II.4.6.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO.....	54
II.4.6.2.1. ENSAMBLES PARA LAS CONEXIONES PROVISIONALES DE CABLES.....	54
II.4.6.2.2. SALIDAS DE INFORMACIÓN.....	54
II.4.6.2.3. CABLE HORIZONTAL.....	55
II.4.6.2.4. PRODUCTOS PARA LA INTERCONEXIÓN.....	55
II.4.6.2.5. CABLE PRINCIPAL.....	55

11.4.6.3. APLICACIONES DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO	56
11.4.6.4. BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO	56
11.4.6.5. INDEPENDENCIA DE APLICACIÓN	57
11.4.6.6. SOPORTE PARA REDES DE DATOS DE ALTA VELOCIDAD	58
11.4.7. VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL	58

CAPÍTULO III.

ELEMENTOS BÁSICOS DE LA TRANSMISIÓN DE DATOS

III.1. APARICIÓN DEL PROTOCOLO HDLC	62
III.1.1. ESTRUCTURA DE LA TRAMA HDLC	63
III.1.2. FORMATO GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA TRAMA HDLC	65
III.2. APARICIÓN DEL MODELO DE REFERENCIA OSI	67
III.2.1. ESTRUCTURA DEL MODELO OSI	67
III.2.2. LOS NIVELES DE CONTROL DEL MODELO OSI	69
III.2.3. LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN EL MODELO OSI	73
III.3. APARICIÓN DEL PROTOCOLO X.25	75
III.3.1. DEFINICIÓN DEL ESTÁNDAR X.25	75
III.3.2. ESTRUCTURA DE LOS NIVELES DEL X.25	76
III.3.3. ESTADOS EN EL INTERFAZ X.25	90
III.3.4. CARACTERÍSTICAS Y FACILIDADES DEL X.25	91
III.3.5. MANEJO DE LA RECOMENDACIÓN X.121	93

III.4. EL SURGIMIENTO DE LAS REDES LAN Y WAN.....	95
III.4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES LAN Y WAN.....	97
III.4.2. APLICACIÓN DE REDES LAN.....	98
III.4.3. TIPOS DE REDES LAN.....	100
III.4.4. TOPOLOGÍAS EN REDES LAN.....	100
III.5. EL PROTOCOLO FRAME RELAY.....	109
III.5.1. APARICIÓN DEL FRAME RELAY A PARTIR DEL X.25..	109
III.5.2. FORMATO DE LA TRAMA FRAME RELAY.....	110
III.5.3. FRAME RELAY COMPLEMENTO DE VANGUARDIA	
DEL X.25.....	114
III.5.4. APLICACIONES DEL FRAME RELAY.....	117
III.6. LA TECNOLOGÍA DEL PROTOCOLO SDH.....	118
III.6.1. MANEJO DEL ESTÁNDAR SDH.....	119
III.7. APARICIÓN DEL PROTOCOLO ATM.....	119
III.7.1. DEFINICIÓN DEL ESTÁNDAR ATM.....	120
III.7.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL ATM.....	120

CAPÍTULO IV.

LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANGOSTA (N-ISDN)

IV.1. DEFINICIÓN DE LA N-ISDN.....	123
IV.1.1. SERVICIOS QUE OFRECE LA RED.....	124
IV.1.2. DEFINICIÓN DE LOS SERVICIOS.....	126
IV.1.3. COMO FUNCIONA LA N-ISDN.....	127
IV.1.4. PLAN DE NUMERACIÓN Y DIRECCIONAMIENTO	
EN N-ISDN.....	130

IV.2. ESTRUCTURA BÁSICA DE LA N-ISDN.....	131
IV.2.1. LOS GRUPOS FUNCIONALES.....	132
IV.2.2. PUNTOS DE REFERENCIA.....	134
IV.2.3. PUNTOS DE ACCESO A LA N-ISDN.....	135
IV.2.4. NIVELES DE LA N-ISDN.....	136
IV.3. CANALES Y ESTRUCTURAS DE INTERFACES DE LA N-ISDN.....	137
IV.3.1. TIPOS DE CANALES.....	138
IV.3.2. ESTRUCTURA DE LAS INTERFACES DE ACCESO A LA N-ISDN.....	142
IV.3.3. OPERACIÓN DE LA INTERFAZ DE ACCESO BÁSICO (SO).....	146
IV.3.4. PROCESOS DEL COMPORTAMIENTO DE LA INTERFAZ DE ACCESO BÁSICO (SO).....	151
IV.3.5. EL MULTIPLEXEO DE LA INTERFAZ DE ACCESO BÁSICO (SO).....	156
IV.3.6. LOS PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN EN N-ISDN.....	158
IV.4. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL HARDWARE EN LA RELACIÓN DE GRUPOS FUNCIONALES Y PUNTOS DE REFERENCIA EN N-ISDN.....	160
IV.5. CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN DE SERVICIOS EN LA N-ISDN.....	165
IV.5.1. INTEGRACIÓN DE VOZ.....	167
IV.5.2. CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS Y PAQUETES.....	167
IV.5.3. INTEGRACIÓN DE DATOS.....	170
IV.5.4. INTEGRACIÓN DE DATOS X.25.....	170
IV.5.5. INTEGRACIÓN DE DATOS LAN Y WAN.....	170

<i>IV.5.6. INTEGRACIÓN DE VÍDEO.....</i>	<i>171</i>
<i>IV.6. LIMITACIONES DE LA N-ISDN.....</i>	<i>171</i>
<i>IV.6.1 TRANSMISIÓN DE DATOS A ALTA VELOCIDAD.....</i>	<i>172</i>
<i>IV.6.2. TRANSMISIÓN DE VÍDEO DE ALTA RESOLUCIÓN (HDTV).....</i>	<i>172</i>

CAPÍTULO V.

**LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS
DE BANDA ANCHA (B-ISDN)**

<i>V.1. DEFINICIÓN DE LA B-ISDN.....</i>	<i>173</i>
<i>V.1.1. SERVICIOS QUE PROPORCIONA B-ISDN.....</i>	<i>174</i>
<i>V.1.2. REQUERIMIENTOS DE LOS SERVICIOS EN BANDA ANCHA.....</i>	<i>176</i>
<i>V.2. ESTRUCTURA DE LA B-ISDN.....</i>	<i>178</i>
<i>V.2.1. LOS GRUPOS FUNCIONALES Y PUNTOS DE REFERENCIA.....</i>	<i>179</i>
<i>V.3. ESTRUCTURA DE LOS CANALES (II) EN BANDA ANCHA.....</i>	<i>180</i>
<i>V.3.1. LOS CANALES (II).....</i>	<i>181</i>
<i>V.3.2. LA ESTRUCTURA DEL CANAL EN BANDA ANCHA.....</i>	<i>184</i>
<i>V.3.3. ESTRUCTURAS DE CANAL ASÍNCRONO.....</i>	<i>186</i>
<i>V.3.4. INTERFACES A ALTA VELOCIDAD.....</i>	<i>188</i>

V.4. MODELO DE REFERENCIA DEL PROTOCOLO B-ISDN.....	191
V.4.1. CAPAS SUPERIORES.....	192
V.4.2. CAPA DE ADAPTACIÓN ATM.....	193
V.4.3. CAPA ATM.....	195
V.4.4. CAPA FÍSICA.....	196
V.5. MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO (ATM).....	199
V.5.1. CONMUTACIÓN RÁPIDA DE PAQUETES.....	200
V.5.2. LA CELDA COMO FACTOR IMPORTANTE EN ATM.....	203
V.5.3. FORMATO DE LAS CELDAS ATM.....	204
V.6. APLICACIONES DE ATM Y B-ISDN.....	207
V.6.1. CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN DE SERVICIOS EN B-ISDN Y ATM.....	207
V.6.2. SERVICIOS IMPLEMENTADOS EN B-ISDN.....	208
V.7. LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA (SDH).....	209
V.7.1. JERARQUÍA DIGITAL PLESIÓCRONA (PDH).....	210
V.7.2. OPERACIÓN DEL (SDH).....	212
V.7.3. ESTRUCTURA DE LA TRAMA (SDH).....	217
V.7.4. EL ESTÁNDAR SDH Y SU RELACIÓN CON ATM.....	217
V.8. SÍNTESIS COMPARATIVA ENTRE N-ISDN Y B-ISDN.....	218
V.9. COSTOS Y BENEFICIOS.....	224

Contenido

<i>CONCLUSIONES</i>	227
<i>APENDICE</i>	229
<i>GLOSARIO</i>	237
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	249

PREFACIO

Durante la última década, el funcionamiento de las redes digitales ha cambiado enormemente. Hace diez años, las redes de computadoras se consideraban como herramientas extrañas para la investigación y sólo las utilizaban algunos especialistas. Hoy en día, es más probable que los ordenadores, considerados en una escala que va desde los ordenadores personales hasta los superordenadores, se encuentren como parte constitutiva de una red. La mayoría de las instituciones que utilizan ordenadores ya tienen, o bien planean instalar, redes de área local. Para millones de personas en el mundo entero, el correo electrónico es actualmente una realidad. En suma, las redes digitales han evolucionado desde su concepción como curiosidad académica hasta ser consideradas como una herramienta esencial para sus usuarios en negocios, gobierno y universidades.

Hace tan sólo algunos años el diseño de una red digital se consideraba como un arte de brujería. Cada fabricante de computadoras tenía su propia arquitectura de red y en ningún caso existía la compatibilidad. Virtualmente, la industria informática, en su totalidad ha acordado una serie de Normas Internacionales para describir la arquitectura de redes. Estas normas se conocen como el Modelo de Referencia *OSI* (*interconexión de sistemas abiertos*). En un futuro próximo, la mayoría de las otras arquitecturas de red desaparecerán, y los ordenadores de un fabricante tendrán la capacidad de comunicarse sin mayor esfuerzo con los de cualquier otro fabricante, estimulando así, en forma más acentuada, el uso de redes de ordenadores.

Esta tesis utiliza el Modelo de Referencia *OSI* como marco de referencia. El modelo se basa en un principio enunciado por Julio César que dice: divide y vencerás. La idea consiste en diseñar redes como una secuencia de capas, cada una de ellas construida sobre la anterior. El proceso completo llega a ser más manejable al reducir el estudio de un todo al estudio de sus partes.

La organizacion de esta tesis tiene como objetivo analizar la estructura y funcionalidad de la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (**B-ISDN**), tomando como plataforma la Red Digital Integrada (**IDN**), y analizando su evolucion hacia la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Angosta (**N-ISDN**) y su implementacion en la digitalizacion completa del mundo de las telecomunicaciones. No sin antes tomar en cuenta para su analisis la limitante en cuanto a la velocidad y capacidad de transmision de la informacion que se presenta en la banda angosta, surgiendo una tercera etapa de evolucion que corregira estas limitaciones, y permitira construir sobre bases solidas la super carretera como autopista para la transferencia de informacion digitalizada.

Comenzamos el capitulo I con el surgimiento de la **ISDN** como una evolucion logica de la Red Digital Integrada, su tendencia, etapas de integracion, recomendaciones principales del **CCITT** para **ISDN** y su evolucion hacia la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha.

En el capitulo II damos un repaso a los conceptos basicos de telefonia digital que deben poseerse como base solida para introducirse al mundo de la transmision digital, analizando los procesos de digitalizacion de la informacion, como lo es la tecnica de Modulacion por Codigo de Pulsos (**PCM**) y Modulacion Delta (**MD**), ademas de resaltar las ventajas que se obtienen con la tecnologia digital sobre los sistemas de transmision analogicos.

Como un complemento a el capitulo anterior, en el capitulo III se consideran para su estudio los elementos basicos de la transmision de datos. Como una introduccion imprescindible para comprender en toda su extension el funcionamiento, constitucion y el diseno de una red digital. Comenzamos con el analisis del protocolo **HDL**, su aparicion, estructura y formato general de la trama en **HDL**. Todo esto en base al modelo de estandares internacionales **OSI**, el cual abarca el protocolo X 25 como interfaz para integrar dispositivos terminales de cualquier fabricante a **ISDN**. Su aplicacion en redes **LAN** y **WAN**, sin limitarse a alguna topologia en particular, y su evolucion hacia el protocolo Frame Relay como complemento de X 25.

Paralelamente el estandar **SDH** y el protocolo **ATM** como un sistema de transmision de datos indispensable en la Red (**B-ISDN**).

El capitulo IV se profundiza en el estudio de la Red (**N-ISDN**). Comenzando con su definicion como Red Digital de soporte para la integracion de servicios. El funcionamiento, plan

de numeración, direccionamiento, y estructura básica de la *N-ISDN*. Uno de los elementos básicos que dan el soporte para esta red son los canales y estructuras de interfaz, en los cuales se analiza la velocidad y capacidad de cada canal, observando su limitación en cuanto a la velocidad y calidad de la transmisión de video y gráficos.

La estructura de la interfaz para acceso básico y acceso primario de la red, así como su capacidad de integración de servicios hacia la *N-ISDN*, su gran funcionalidad para la interconexión de redes *LIN* y *BIN*, con soporte para la transmisión de video.

El estudio del capítulo V se enfoca en el análisis central de esta tesis. Inicialmente planteamos la definición formal para la red (*B-ISDN*), servicios y estructura de la red. Dentro de esta estructura el análisis de los canales (*H*), su gran capacidad de soporte para la transmisión de datos a alta velocidad.

El Modo de Transferencia Asíncrono (*ATM*) como protocolo estándar en la red (*B-ISDN*) paralelamente con la Jerarquía Digital Síncrona y Plestocrona, su aplicación en la conmutación rápida de paquetes, en el cual la celda es la unidad básica para estructurar la trama en banda ancha. Concluyendo con las aplicaciones de *ATM* y *B-ISDN*, hacia los distintos estados de servicio.

INTRODUCCIÓN

Recientemente ha surgido a nivel mundial un creciente interés por la incorporación de nuevos servicios en las redes de comunicaciones. Esto se debe principalmente a la disponibilidad de nuevas tecnologías, medios de transmisión (*fibras ópticas, satélites, etc.*), como medios de control, almacenamiento y procesamiento (*VLSI (Integración de Sistemas a gran Escala), microprocesadores, etc.*) a precios cada vez más accesibles. Por otra parte mayores demandas de los usuarios, con respecto a la transmisión de datos han presionado fuertemente reforzando esta tendencia. En lo que respecta a la red telefónica, ha avanzado hacia la digitalización a pasos acelerados en las últimas dos décadas, tanto en comunicación, como en los sistemas de transmisión.

Ante esta situación, se han propuesto varias alternativas para construir las nuevas redes en forma eficiente, mediante el máximo aprovechamiento de recursos instalados y flexibles, permitiendo una fácil incorporación de otros servicios y nuevas tecnologías como la futura evolución lo requiere.

La red digital de servicios integrados (*ISDN*) se plantea como una red que puede ofrecer una gran variedad de servicios con un conjunto limitado de interfaces de usuario y con una conectividad digital total de abonado a abonado. Para los servicios de tipo analógico como es el caso de la telefonía, se realizará una sola conversión analógica a digital en cada extremo de la red, con lo que se mejora sensiblemente la calidad de la transmisión. Por otra parte la red realiza otras funciones como conversión de velocidades, formatos y protocolos en forma transparente al usuario, procesamiento y almacenamiento de la información, etc.

Un efecto suplementario es el almacenamiento entre comunicaciones y procesamiento de la información. Las computadoras estarán completamente conectadas con la red y podrán manejar la información y las comunicaciones como una actividad combinada.

En 1984 fue un año de significativos aportes dentro del concepto de *ISDN* y su evolución ha sido vertiginosa.

El inicio de la historia de las telecomunicaciones podemos identificarlo aun antes de la invención de la escritura, previo a las primitivas redes de mensajeros y señales de humo o tambores, a las cuales le siguieron los correos con escritura, el telegrafo con la electricidad, el teléfono, el radio, el telex, la televisión, hasta llegar a las actuales redes especializadas de telemetría, transmisión de datos, televisión por cable, etc.

Una característica interesante y curiosa ha sido generalmente la introducción de nuevas tecnologías y la demanda de nuevos servicios, llevando aparejada la necesidad de crear una nueva red, con nuevos parámetros de diseño y con la duplicación de recursos, inversiones y esfuerzos.

Con el gran salto tecnológico de las últimas décadas el incremento de técnicas digitales y el crecimiento enorme de los volúmenes de información que se almacena y se transmite, surge la conveniencia económica y la posibilidad técnica de crear una nueva red, flexible, de gran capacidad de transporte, que evolucione a partir de las redes existentes aprovechando su gran penetración mundial (*como es el caso de la red telefónica*) y sea capaz de integrarlas, y adaptarlas dinámicamente a la incorporación de futuros servicios.

CAPITULO I.

APARICIÓN DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (ISDN)

La red digital de servicios integrados nace de la necesidad que se tiene de integración de servicios, como son: la posibilidad de introducir voz en las redes de datos, o datos en la red telefónica, aunque la transformación no es inmediata las comisiones de estudio del *CCITT (ver punto 1.2)* han generado importantes trabajos de investigación y realizado intensos debates para la determinación de las características y normas que habrán de regirla. Existen varias razones que favorecen la sustitución de las actuales redes analógicas por aquellas que utilicen técnicas de transmisión y conmutación digitales. La tecnología digital ha sufrido una abrupta disminución de costos en los últimos años, debido a los avances en la microelectrónica y esta tendencia parece que continuará en el futuro. Algunos autores señalan que el tráfico de datos igualará a los servicios de voz en los países desarrollados, antes del año 2000.

Además, una serie de ventajas en técnicas de transmisión digital sobre la analógica favorecen esta decisión, entre ellas cabe mencionar que se facilita la integración en todos los niveles de la red, o sea que todas las señales reducidas a su elemento común de bit, se pueden manejar en forma similar sin distinción del tipo de servicio. Se pueden emplear repetidores y generadores que introducen mínimos niveles de degradación de las señales, con lo que la calidad de servicio se mejora, y prácticamente se independiza de la distancia de la transmisión.

Los recientes avances en procesamiento digital de imágenes, técnicas de compresión de voz, técnicas de criptografía de mensajes y disponibilidad de componentes baratos para el almacenamiento, entre muchas otras, abren nuevos campos de desarrollo que serían muy difíciles

de manejar en el terreno de las técnicas analógicas. Además los sistemas digitales son más sencillos de instalar, modificar, mantener y operar, siendo más confiables al consumir menos potencia.

1.1. TENDENCIAS DE LA ISDN

La **ISDN** debe evolucionar a partir de las redes e infraestructuras existentes en cada país, integrando progresivamente nuevos servicios y técnicas más complejas. Este proceso de digitalización que ya está en marcha en la mayoría de las administraciones telefónicas y cuyo objetivo a largo plazo se conoce como "**Red Digital Integrada**" (**IDN**) se esfuerza por las tendencias del mercado, ya que los equipos digitales de conmutación y transmisión han disminuido sus precios y compiten exitosamente para reemplazar a los antiguos equipos analógicos. Quedando todavía la transmisión de larga distancia como campo ventajoso para las microondas analógicas. Existen redes especializadas, principalmente de datos, que seguran operando independientemente, por un buen lapso de tiempo manejando cada vez un mayor volumen de información y ofreciendo una amplia variedad de nuevos servicios. Los conmutadores privados de comunicaciones (**PBX**) con tecnología digital, han ocupado gran parte del mercado, por su precio y las nuevas capacidades que ofrecen. Entre ellas transporte de voz y datos, correo electrónico, alarmas, etc. La figura. 1.1, nos muestra la conformación de **IDN**.

La red integraría la transmisión de datos, telefonía y facilidades que ya son comunes en los equipos de conmutación privados.

El Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (**CCITT**), perteneciente a la **ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones)**, como síntesis de varios años de maduración de la idea de **ISDN**, inicia en 1980 el proceso de elaboración de recomendaciones con la norma G.705 y la creación de varias comisiones encargadas de estudiar este tema (*especialmente el grupo de estudio XVIII*).

Se define la Red Digital de Servicios Integrados como la red de propósito general con conectividad digital total "de extremo a extremo". Que puede soportar una amplia variedad de servicios, con un conjunto limitado de tipos de conexión e interfaces de usuario.

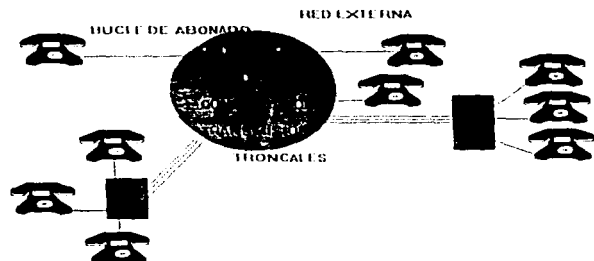


Fig.1.1. La Red Digital Integrada (IDN)

De la recomendación G.705, única en ese año y que en 1984 se convertiría en la 1.120 se desprende que la evolución hacia la *ISDN* deberán ser gradual a partir de la actual planta telefónica viendo como una posible etapa intermedia de la Red Digital Integrada (*IDN*).

La *ISDN* debe de ser compatible, en todas sus etapas, con equipos y redes que estén operando y deberá coexistir por un buen tiempo con la red analógica. Deberá contemplar la mayor

eficiencia en el uso de los recursos instalados y una mínima inversión para la incorporación de los nuevos servicios, evitando que aumenten los costos de operación, previendo un esquema gradual y continuo de evolución que tome en cuenta la obsolescencia de los equipos instalados y las capacidades económicas del país.

Para ello se plantea un periodo de transición de 10 a 20 años dependiendo de las características de cada administración y cada región. Debe soportar además conmutación de paquetes y conexiones permanentes y semipermanentes. Se propone una estructura de la red organizada en niveles o capas con un conjunto estratificado de protocolos. Se prevé la necesidad de contar con inteligencia para las funciones de supervisión, mantenimiento y administración de la red. Desde el punto de vista de transporte, la ISDN se observa como se presenta en la Figura 1.2.

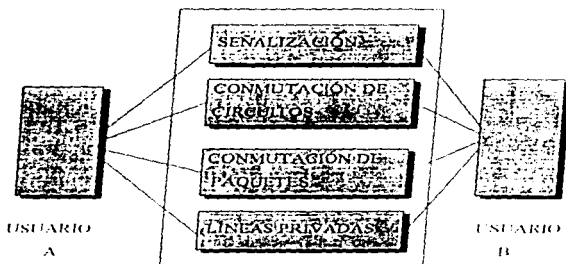


Fig. 1.2. La Red Digital de Servicios Integrados (ISDN), desde el punto de vista de transporte

1.2. RECOMENDACIONES PRINCIPALES DEL CCITT PARA ISDN

A partir del periodo 81-84 se realizó la clasificación de las recomendaciones en un libro exclusivo relacionado con *ISDN*, en la serie I:

- 1.100 Descripción general (*Conceptos y principios de la ISDN*).
- 1.200 Capacidades y servicios (*Transporte y conmutación*).
- 1.300 Funciones y aspectos esenciales de la red.
- 1.400 Interfaces red - usuario.
- 1.500 Interfaces internas y externas de la red.
- 1.600 Principios y normas de mantenimiento y supervisión.

En la recomendación I.310 se establece la normalización de la *ISDN* por el *CCITT* entorno a tres aspectos principales:

1. La normalización de los servicios ofrecidos a los abonados a fin de que estos servicios sean compatibles en el plano internacional
2. La normalización de los interfaces usuario - red, a fin de que el equipo terminal sea transportable.
3. La normalización de las capacidades de red en la medida necesaria para hacer posible el interfuncionamiento usuario - red y red - red.

Otros elementos fundamentales en la evolución de la *ISDN* son la sincronización jerárquica de la red (*Recomendación G.811*) y la introducción de la señalización por canal común (*Recomendaciones Q:7XX*), al igual que la serie (*X:XX*), *X:200 (OSI)* y el protocolo (*X:25*). Se utilizara señalización fuera de banda, que permite un uso más eficiente de los canales de comunicación, aumenta la capacidad de control que el usuario tiene sobre sus enlaces, agrega flexibilidad a la red y permite la introducción de nuevos servicios, en los que se realizan transacciones o consultas a base de datos, antes de establecer los enlaces.

1.3. ETAPAS DE INTEGRACIÓN

El objetivo de la *ISDN* es llegar a contar con una red que permita la conexión digital total entre abonados, manejando una gran variedad de servicios de transporte, comunicaciones y valor agregado, con un conjunto pequeño y limitado de interfaces normalizadas por el usuario.

Para los múltiples servicios, se deberán compartir todos los recursos de la red, la línea de abonado, los sistemas de conmutación y control, los canales de transmisión y el sistemas de administración, tarificación y mantenimiento.

Existe una total concidencia de opiniones en el sentido de que la evolución será gradual, sin embargo, se plantean dos alternativas de integración: una de reemplazo por sustitución de equipos (*principalmente centrales*) que deberá ser compatible en todo momento con los equipos en uso, ofreciendo los servicios disponibles, en un momento específico, en cada central y otra por superposición introduciendo todos los servicios desde el principio, colocando centrales de *ISDN* en zonas de alta demanda potencial y llevando hasta ellas a todos los abonados que lo soliciten por medio de multiplexores y concentradores remotos. La figura 1.3, representa a *ISDN*.

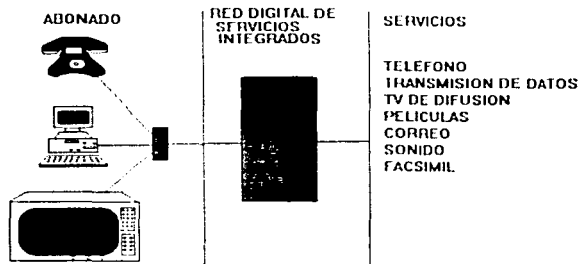


Fig.1.3. La Red Digital de Servicios Integrados (ISDN), desde el punto de vista de usuarios y prestadores de servicios

1.4. EVOLUCIÓN DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANGOSTA (N-ISDN) A LA DE BANDA ANCHA (B-ISDN)

Actualmente la *ISDN* se basa totalmente en las comunicaciones a 64 Kbit/s a nivel de usuario. Por lo que al futuro se refiere, la *ISDN* no siempre será plataforma de las telecomunicaciones ya que depende de la evolución de la misma para adaptarse a la creciente demanda del ancho de banda. Mucha gente opina que la *ISDN* es demasiado lenta para manipular las exigencias de las aplicaciones basadas en video y gráficos, así como en redes *LAN*. Nos queda por ver cuanto tiempo seguirán vigentes como opción estándar en envío de mensajes. El software de la interfaz de usuario está evolucionando rápidamente hacia los gráficos, de tal manera que las redes en general deben ser soportadas por el ancho de banda que se ofrece.

La aparición de la *B-ISDN (BROADBAND-ISDN)* ofrece prestaciones de transmisión de alta velocidad a "bajo costo". Siendo así el avance esperado por las grandes necesidades que se presentan al requerirse integrar más servicios, mejorando la capacidad de los 64 Kbit/s. Originalmente se pensó que la infraestructura necesaria para soportar la *B-ISDN (por ejemplo Fibra óptica)* no estaría disponible hasta 1997 o incluso más tarde. Pero la aparición del cableado estructurado y las técnicas de optimización para soportar altas velocidades en par de cobre, han adelantado los acontecimientos. La red *ISDN* de banda ancha ofrece soporte para redes extensas, gráficas, video, televisión de alta definición y transferencia directa de archivos.

CAPÍTULO II.

CONCEPTOS BÁSICOS DE TELEFONÍA DIGITAL

Para entender los procedimientos que llevaron a la digitalización de la telefonía, es necesario retroceder al año de 1937, año en el cual, "Alec Reeves", concibe por primera vez, el proceso de la modulación por código de pulso (*PCM*) de las señales de voz, especificadas para superar el problema de la acumulación de ruido y distorsión en las redes analógicas.

El proceso consistió en tomar muestras de 8000 señales de voz analógicas por segundo, codificadas dentro de uno de los 256 niveles representados en 8 bits. Dando como resultado la conversión de la señal analógica a digital de 64 kbit/s. La ventaja de lo anterior, es que, si la señal es regenerada mucho antes, el ruido es suficiente en la marca de dos estados binarios dificultando la distorsión de la misma. Cuando se inventó por primera vez este proceso, no existían instrumentos disponibles que usar en un *PCM*.

La escala ancha usada por *PCM* es dictada por la transmisión telefónica, la cual aparece hasta después de los años 60s. Los 64 kbit/s llevan información que se multiplexa en intervalos o ranuras de tiempo (*TIME SLOTS*), transportándolos en 24 canales (*Americanos*) y en 30 canales (*Europeos*). Esta información es transportada por un medio físico constituido de un par trenzado (*par de cables*). Pero para una velocidad múltiple en donde se transportan más canales, se utilizaría para ello cables coaxiales o sistemas de radiomicroondas.

En los años 70s apareció la alta escala de integración de circuitos (*VLSI*), y la transmisión en fibra óptica que marcaba el paso hacia los sistemas *PCM*, en el futuro de las redes telefónicas en la transmisión y conmutación digital.

Los desarrollos logrados en los años 70s repercutieron en los 80s con mayores avances tecnológicos, al reemplazar a los operarios de las redes, conmutadores y nodos de conmutación, dando así una conversión digital en el mundo de las comunicaciones. Los conmutadores son

totalmente electrónicos, con computadoras (*usando procesadores*) de control, y también en vinculación con los interprocesadores (*llamados comúnmente canal de señalización*), para el control fijo.

La multifrecuencia es el primer sistema de señalización usado en los Estados Unidos en 1960. Sin embargo, la conversión de la principal red telefónica a digital tiene enormes implicaciones de optimización. Siendo ahora una infraestructura de extensión universal, la que no sólo puede llevar información por vía telefónica, sino que también lleva datos a una velocidad de 64 kbit/s. Como ya se puede integrar la voz y datos, se puede decir que tenemos una Red Digital Integrada (*IDN*).

III.1. TELEFONÍA DIGITAL.

El término Telefonía Digital está relacionado con la forma en que se transmite la voz en un sistema telefónico en señales discontinuas, pero ¿Cómo puede ser esto posible si tanto la voz como la señal que el micrófono produce, son analógicas (*continuas*) ? La solución es muy sencilla, solo basta medir a intervalos regulares el nivel de la señal eléctrica que el micrófono produce, asignarle a cada medida un valor numérico exacto, y enviar este número hacia otro extremo de la línea, en donde se generará una señal idéntica a la que se usó para tomar mediciones. Actualmente las administraciones están reconociendo el potencial de las redes totalmente digitales, y el inconveniente que tenían las redes independientes para servicios diferentes como (*Télex, Cablevisión, Facsimil, Teleinformática, telefonía, etc.*) y comienzan a pensar en la *IDN* para la digitalización completa, incluyendo el aparato de abonado y la integración completa de los servicios modernos de voz y datos. El hombre a tenido preferencia por utilizar frecuentemente las señales digitales para el envío de información aún para aquellas que son inherentes analógicas como voz o imágenes. Una razón importante es que la señal digital

tiene mucho menos ruido y distorsión, y por tanto mejor calidad que una señal analógica, por ejemplo, en la figura. 2.1, se representa una señal analógica típica. En la red telefónica convencional, la señal es conmutada, atenuada, mezclada con ruido, diafonía y distorsión en la ruta

de transmisión, amplificada repetidamente (*con todo y ruido*), conmutada de nuevo, y así sucesivamente. Mientras más lejos se transmite o sea conmutada, modulada, amplificada, demodulada, etc ; mayor es el ruido, la diafonía, los zumbidos y la distorsión. Cuando la señal finalmente llega al receptor y se reconvierte a sonido, no es ni cercanamente una fiel réplica de la voz original

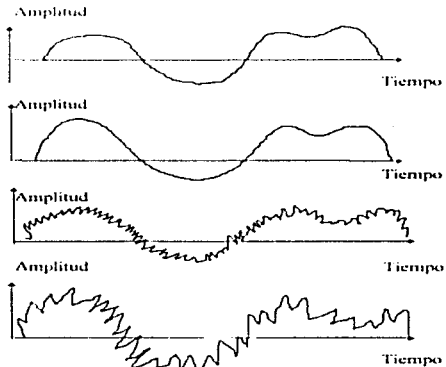


Fig.2.1. Degeneración de una señal analógica

Una señal digital, en contraste, es virtualmente inmune al ruido, la interferencia y la distorsión, independiente de la longitud de la ruta de transmisión. Un pulso digital, mientras puede reconocerse como un "uno" (1) o un "cero" (0), puede ser periódicamente reemplazado por un pulso nuevo, regenerando así la señal original como vemos en la figura 2.2. No obstante debido a la distorsión, ocasionalmente se puede perder o apagar un pulso, pero la relación de errores es contable y puede hacerse tan pequeña como se desee.

Otras ventajas son que los circuitos que manejan las señales digitales, por solo necesitar estar conmutando entre dos estados diferentes, son menos complejos que otros y son más prácticos y confiables, alcanzando mayores velocidades de transmisión.

Todo esto ha llevado a los diseñadores a pensar en medios de pasar a forma digital las señales analógicas, transmitir las en esa forma y luego reconvertirlas, y a esos equipos se les llama convertidores analógicos - digitales o *ADC's* y digitales - analógicos o *DAC's*.

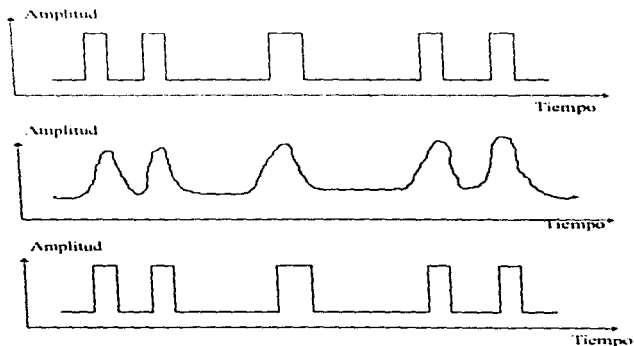


Fig.2.2. Regeneración de señales digitales

II.2. PROCESO DE DIGITALIZACIÓN (PCM)

La modulación por pulsos codificados (*PCM*), es un metodo para convertir información analógica de conversación a señales digitales, cada una de las cuales esta representada por un tren de pulsos binarios. La conversión se realiza en tres procesos:

1.- MUESTREO

2.- CUANTIFICACIÓN

3.- CODIFICACIÓN

El proceso de elegir los puntos de medición en la curva de conversación analógica se denomina muestreo. Los valores de medición se denominan muestras. Cuando efectuamos el muestreo, tomamos el primer paso hacia una representación digital de la señal de conversación porque los instantes de muestreo elegidos nos dan las coordenadas de tiempo de los puntos de medición.

Las amplitudes de las muestras pueden tomar todos los valores de la gama de amplitudes de la señal de conversación. Cuando medimos las amplitudes de las muestras tenemos que efectuar un redondeo por razones prácticas. En el proceso de redondeo, o de cuantificación, a todas las amplitudes de las muestras que esten entre dos marcas de la escala se les dará el mismo valor cuantificado. La cantidad de muestras cuantificadas es discreta porque tenemos solo una cantidad discreta de marcas en nuestra escala.

Cada muestra cuantificada es luego representada por el número de la marca de la escala, es decir, ahora conocemos las coordenadas en el eje de amplitud de las muestras. El proceso de muestreo y cuantificación brinda una representación digital de la señal de conversación original, pero no es una forma más apropiada para la transmisión sobre una línea o itinerario de radio. Se requiere la traslación a una forma de señal diferente. Este proceso se denomina "**codificación**".

Generalmente los valores de las muestras se codifican en la forma binaria, de modo que el valor de cada muestra estará representada con un grupo de elementos binarios. Típicamente, una muestra cuantificada puede tomar uno de 256 valores. En forma binaria, la muestra estará representada por un grupo de 8 elementos. Este grupo se denomina palabra *PCM*. Para los propósitos de transmisión, los valores binarios "1" y "0" pueden tomarse como correspondientes de la ausencia o presencia de un pulso eléctrico.

En la línea de transmisión los pulsos de las palabras *PCM* se distorsionarán gradualmente. Sin embargo, mientras sea posible distinguir entre la ausencia y la presencia de un pulso eléctrico, no ha ocurrido ninguna pérdida de información. Si el tren de pulsos es regenerado, es decir, los pulsos frescos a intervalos adecuados, la información puede transmitirse a largas distancias con prácticamente nada de distorsión. Esta es una de las ventajas de la transmisión digital sobre la transmisión analógica; la información está contenida en la existencia o no de un pulso.

En el lado de recepción las palabras *PCM* se decodifican, es decir, son trasladadas nuevamente a muestras cuantificadas. La señal de conversación analógica es luego reconstruida mediante interpolación entre las muestras cuantificadas. Hay una pequeña diferencia entre la señal de conversación analógica del lado de recepción y la señal correspondiente del lado de transmisión a causa de el redondeo de la muestra de conversación. Esta diferencia se conoce como "distorsión de cuantificación". Observar figura 2.3.

11.2.1. MUESTREO

En el significado eléctrico práctico, muestrear es tomar valores instantáneos de la señal analógica a intervalos de tiempo iguales. Como se muestra en la figura 2.4, la señal muestreada es un tren de pulsos, cuya envolvente es la señal original. Ahora, ¿Cuál deberá ser la velocidad de muestreo, es decir, la cantidad de muestras por segundo?. La respuesta a esta pregunta esta dada

- por el teorema de muestreo, que también ilustra el hecho fundamental de que la información contenida en la señal no es afectada por el muestreo.

- La señal original tiene limitación de banda, es decir, no tiene componentes de frecuencia en su espectro más allá de cierta frecuencia "B".
- La velocidad de muestreo es igual o superior al doble de "B", es decir, $f_s \geq 2B$.

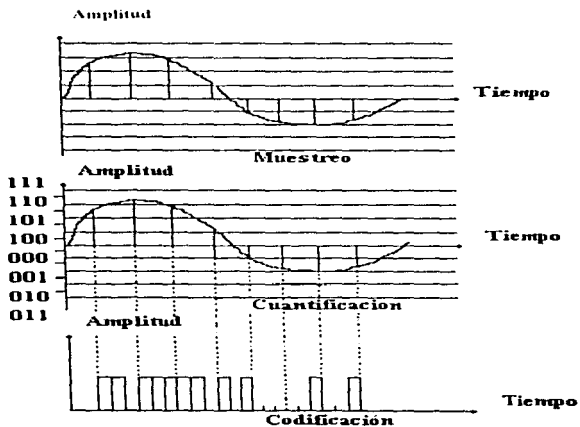


Fig. 2.3. PCM

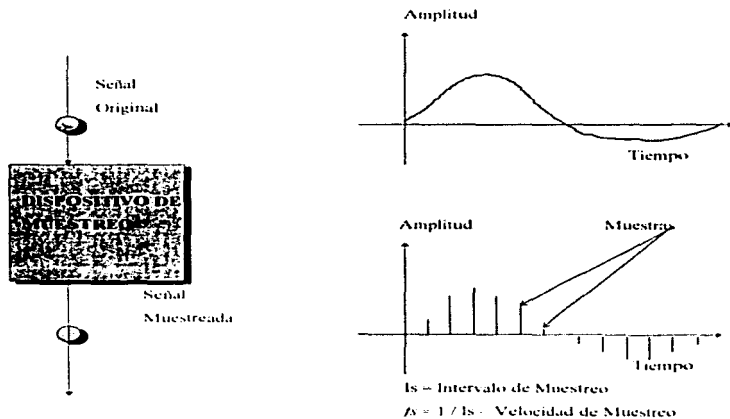


Fig.2.4. El proceso de muestreo

El teorema de muestreo se ilustra en la figura. 2.5. Obviamente, el espectro de la señal original, es decir, no ha ocurrido pérdida de información.

En telefonía, se usa la parte del espectro de conversación (1000 a 4000 Hz). El espectro de la conversación humana se extiende desde una frecuencia muy baja de alrededor de 100 Hz hasta frecuencias de audio muy altas. El aparato telefónico reduce esta parte de la conversación pero no lo suficiente a altas frecuencias de modo que a los dos que se comunican se les da una banda de 3.4 kHz, la cual le permite comprender las palabras pero no el tono y el espíritu de la conversación.

El espectro de una conversación humana se extiende de 100 Hz a 4000 Hz. El aparato telefónico reduce esta parte de la conversación pero no lo suficiente a altas frecuencias de modo que a los dos que se comunican se les da una banda de 3.4 kHz, la cual le permite comprender las palabras pero no el tono y el espíritu de la conversación.

El espectro de una conversación humana se extiende de 100 Hz a 4000 Hz. El aparato telefónico reduce esta parte de la conversación pero no lo suficiente a altas frecuencias de modo que a los dos que se comunican se les da una banda de 3.4 kHz, la cual le permite comprender las palabras pero no el tono y el espíritu de la conversación.

El espectro de una conversación humana se extiende de 100 Hz a 4000 Hz. El aparato telefónico reduce esta parte de la conversación pero no lo suficiente a altas frecuencias de modo que a los dos que se comunican se les da una banda de 3.4 kHz, la cual le permite comprender las palabras pero no el tono y el espíritu de la conversación.

CONCLUSIONES

El espectro de una conversación humana se extiende de 100 Hz a 4000 Hz. El aparato telefónico reduce esta parte de la conversación pero no lo suficiente a altas frecuencias de modo que a los dos que se comunican se les da una banda de 3.4 kHz, la cual le permite comprender las palabras pero no el tono y el espíritu de la conversación.

En telefonía, se usa la parte del espectro de conversación (*F_{voz}*) entre 3 y 3.4 kHz. El espectro de la conversación humana se extiende desde una frecuencia más baja de alrededor de 1

kHz hasta frecuencias de audio muy altas. El aparato telefónico reduce esta gama de frecuencias pero no lo suficiente a altas frecuencias de modo que a fin de que quede por debajo de este límite de banda a 3.4 kHz, la señal de conversación debe pasarse por un filtro pasa bajos antes del muestreo.

En telefonía, se usa una velocidad de muestreo de 8000 Hz para los sistemas *PCM*. Esta velocidad algo superior al doble de la frecuencia más alta de la banda, 3400 Hz, a causa de la dificultad en la construcción de filtros pasa bajos suficientemente cortantes.

A menudo se dice que la señal muestreada está modulada por amplitud de pulsos porque consiste en un tren de pulsos, cuyas amplitudes han sido moduladas por la señal original. La modulación por amplitud de pulsos (*PAM*) es un método de modulación de pulsos analógicos porque las amplitudes de los pulsos pueden variar de manera continua de acuerdo con las variaciones de la señal original.

La relativa simplicidad de los sistemas *PAM* los hace atractivos para algunas aplicaciones telefónicas. No obstante, la *PAM* no es adecuada para la transmisión en distancias largas a causa de la dificultad de la regeneración de los pulsos con suficiente exactitud, lo cual es importante porque los pulsos *PAM* contienen la información en la forma del pulso.

II.2.2. CUANTIFICACIÓN

La gama continua de amplitudes de los pulsos es descompuesta en una cantidad finita de valores de amplitud en el proceso de cuantificación. La gama de amplitudes se divide en intervalos y a todas las muestras cuyas amplitudes caen dentro de un intervalo de cuantificación específico se les da la misma amplitud de salida. El redondeo de las muestras provoca un error irreparable, distorsión de cuantificación de la señal.

Este sacrificio voluntario, que puede reducirse a límites bajos haciendo que la cantidad de niveles de amplitud permitidos sea suficientemente grande, se acepta porque hace posible la transmisión libre de errores teniendo sólo una cantidad discreta de amplitudes.

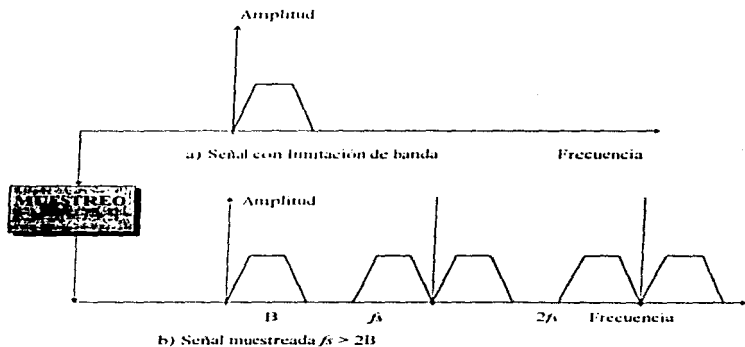


Fig.2.5. Espectro de: a) Señal con limitación de banda, b) Señal muestreada

En la figura. 2.6, la distorsión de cuantificación es independiente de la amplitud de la muestra. Esto significa que una persona que habla en voz alta y una que habla en voz baja hacen que el que oye escuche la misma distorsión de cuantificación. Con respecto a los niveles de conversación, el que habla en voz baja genera mucho más distorsión que el que habla en voz alta.

A fin de obtener una distorsión de cuantificación aceptable sobre toda la gama dinámica de la señal de conversación, los intervalos de cuantificación deben dimensionarse con respecto a los niveles de conversación bajos, es decir, los intervalos de cuantificación a altos niveles de conversación será mucho menor a la requerida, pero el costo de una gran cantidad de intervalos de cuantificación

Obviamente, el error de cuantificación no será independiente de la amplitud de las muestras sino que estará relacionado con ella de modo que las muestras pequeñas están sometidas a pequeños errores de cuantificación y las muestras grandes están sometidas a grandes errores de cuantificación, a fin de encontrar una solución óptima entre la cantidad de la transmisión y la cantidad de intervalos de cuantificación

Esto puede efectuarse de dos maneras o comprimiendo el rango dinámico de la señal antes de la cuantificación y expandiendo nuevamente en el lado de recepción, o usando intervalos de cuantificación crecientes con la amplitud. Este proceso a menudo se denomina, "**compansión**" (*compresión y expansión*). Los sistemas *PCM* modernos usan el último método de compansión. Con una ley aproximadamente logarítmica que gobierna el aumento en el tamaño de intervalo de cuantificación, es posible obtener una relación aproximadamente constante de señal a distorsión de cuantificación en una amplia gama de volúmenes de conversación, empleando a la vez mucho menos niveles que los que se requerirán con intervalos de cuantificación uniforme. Para *PCM* en la telefonía, el *CCITT* ha recomendado dos leyes, que son conocidas comúnmente como la ley "A" y la ley "μ". La ley "A" se muestra en la figura. 2.7. Estas leyes también se denominan leyes de codificación porque en los casos prácticos el proceso de cuantificación se efectúa en el codificador.

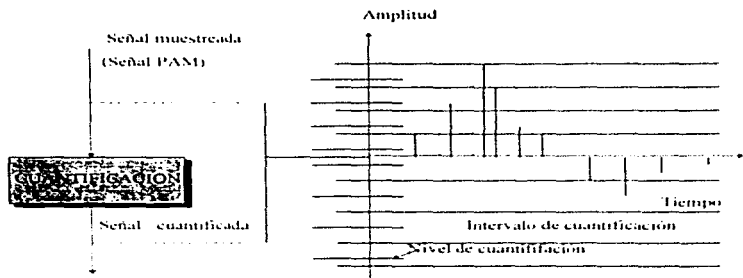


Fig. 2.6. El proceso de cuantificación

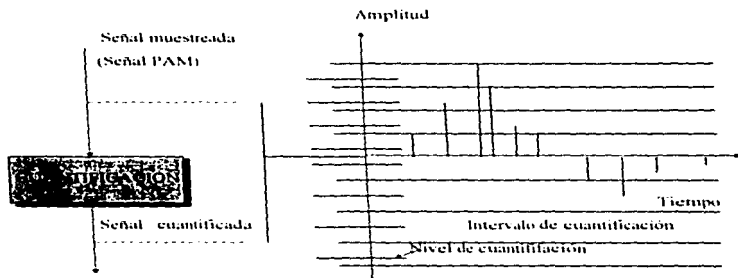


Fig.2.6. El proceso de cuantificación

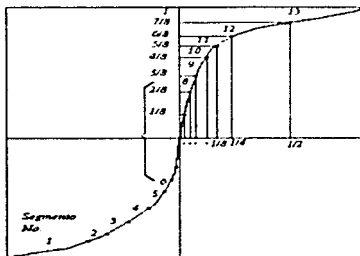


Fig.2.7. Ley A

II.2.3. CODIFICACIÓN

Las muestras cuantificadas aún no son apropiadas para la transmisión, porque sería difícil construir circuitos regeneradores capaces de distinguir entre la cantidad de amplitudes de las muestras, usualmente 256, que necesitamos para las señales de conversación.

Sin embargo, hay gran flexibilidad en la codificación de estas amplitudes de formas eléctricas adecuadas para la transmisión. En general, la muestra cuantificada puede codificarse en dos o más pulsos con menores niveles de amplitud por pulsos, en un grupo de "n" pulsos, cada uno de los "n" niveles de muestras cuantificadas.

Como sabemos los pulsos con dos niveles, es decir, los pulsos binarios, son atractivos para la transmisión porque son fáciles de regenerar en la línea de transmisión. No es difícil construir circuitos regeneradores capaces de determinar si un pulso está presente o no.

Los sistemas prácticos actuales usan la codificación binaria de las muestras de conversación codificadas, véase Tabla 2.1.

Como la telefonía usa 256 niveles de cuantificación, cada muestra se codificará en un grupo de código, o palabra *PCM*, consistente en 8 pulsos binarios (*8 bits*). Tal y como se observa en la figura 2.8.

La velocidad de muestreo utilizada es de 8000 muestras/seg, una señal de conversación modulada por pulsos codificados genera una señal digital de 64 Kbit/s.

256	1	256
256	2	16
256	4	4
256	8	2

Tabla 2.1. Alternativas de codificación para muestras codificadas con 256 niveles

II.2.4. TRANSMISIÓN

Las señales digitales dentro del terminal usualmente se transmiten en la forma de un tren de pulsos unipolares en el modo sin retorno a cero (*non return-to zero, nrz*), esta forma de señal no es apropiada para la transmisión a largas distancias, una forma mejor es la señal bipolar con un retorno a cero (*return-to-zero, rz*). Las ventajas de esta señal son:

- No tiene potencia en las partes inferiores de su espectro es decir, no tiene componente de corriente continua; esto se debe a las polaridades alternadas de los pulsos.
- La interferencia entre símbolos está reducida por la característica de retorno a cero.
- Por supuesto, también esta señal será atenuada y distorsionada durante la transmisión y se le agregará ruido a la misma.
- En algún punto de la línea de transmisión, la señal debe ser restaurada.

Para obtener estas ventajas, se introduce en la línea un dispositivo que primero examina el tren de pulsos distorsionado para ver si el nivel binario posible es "1" o "0" y luego genera y transmite a la línea nuevos pulsos de acuerdo con el resultado del examen. Tal dispositivo se denomina repetidor regenerativo, figura. 2.9. A la vez que se le vuelve a dar forma a los pulsos, se elimina el ruido agregado durante la transmisión, al menos si la amplitud de la señal de ruido no es suficientemente grande como para llevar a la señal de código recibida a la zona incorrecta del nivel de decisión de un generador. Normalmente la señal de código regenerada es idéntica a la señal de código original transmitida. Aún después de una gran cantidad de repetidores regenerativos la señal de código es prácticamente idéntica a la señal original. Esta es la razón de la alta calidad de transmisión que se obtiene con los sistemas de transmisión con **PCM**.

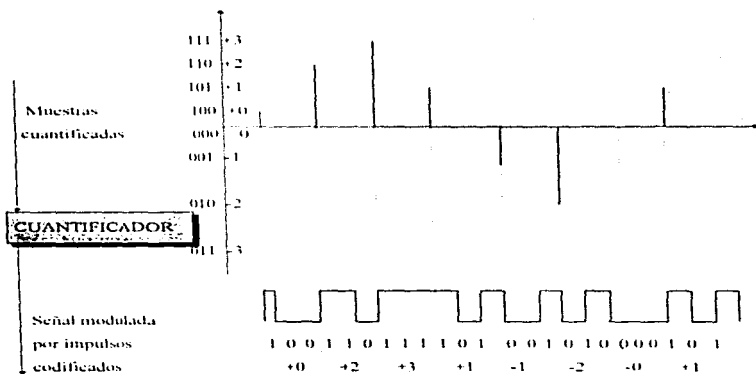


Fig.2.8. Codificación de muestras cuantificadas con 8 niveles de cuantificación (3 dígitos binarios/palabra de código)

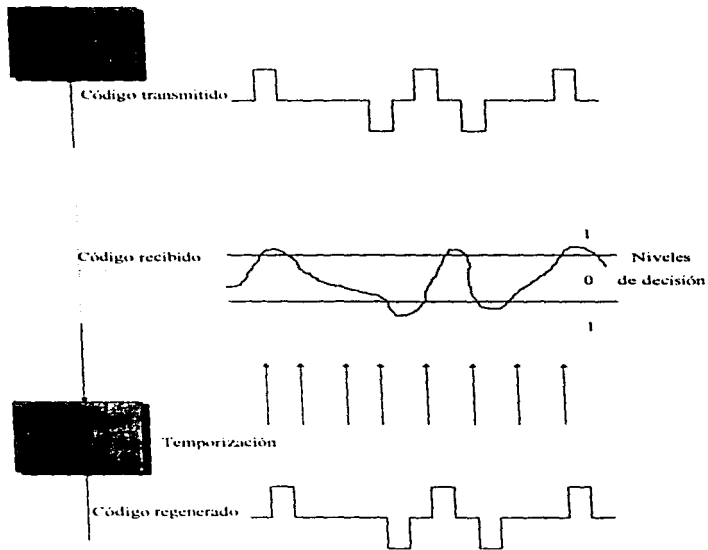


Fig.2.9. Formas de los impulsos en una línea de transmisión

11.3. MODULACIÓN DELTA (DM)

Algunos métodos opcionales para convertir las señales analógicas a un formato digital, se han propuesto para algunas aplicaciones, con la esperanza de reducir el ancho de banda requerido, mejorar la eficiencia y o reducir el costo.

La Modulación Delta (*DM*), es uno de estos métodos y ha sido adoptado para algunas aplicaciones que requieren la transmisión de voz o imágenes. En tales aplicaciones, existe un alto grado de redundancia en la información que se va a transmitir.

La información transmitida con anterioridad, contiene también parte de la información actual, como para poder predecirla aceptablemente bien, de manera que las señales nuevas solo necesitan ser transmitidas si se producen cambios significativos en la información previamente transmitida. Este proceso asume que las formas de onda de las señales de entrada serán bastante uniformes y con una pendiente predecible.

En Modulación Delta el rango de muestreo es muchas veces la razón de "Nyquist" para la señal de entrada, esto se lleva a cabo para reducir el ruido que introduce el sistema y aparece a la salida del receptor. Como resultado del alto rango de muestreo, las muestras adyacentes están altamente correlacionadas.

Este alto grado de correlación implica que seremos capaces de predecir mejor la muestra actual de las muestras pasadas, por tanto, la varianza de error de predicción será más baja que en un sistema *PCM*. De este modo la razón de bit de un sistema *DM* es simplemente igual al rango de muestreo. Donde el cuantizador tiene solamente dos niveles y el tamaño de la etapa esta fija.

Los valores de las muestras $X(n)$, y la diferencia $d(n)$ son pequeñas durante la mayor parte del tiempo, de manera que la predicción es buena, por lo que se necesitarían pocos bits para representar otra "señal diferencia".

El Modulador Delta, utiliza un cuantizador de dos niveles, de manera que sólo un bit se emplea para representar la señal. Los dos niveles del cuantizador son:

- En el receptor, la señal diferencia cuantizada se agrega a la salida del predictor para obtener una estimación discreta $X^*(n)$ de la señal muestreada deseada $X(n)$.
- En la Modulación Delta el predictor empleado es generalmente una suma ponderada de un cierto número de muestras pasadas estimadas.

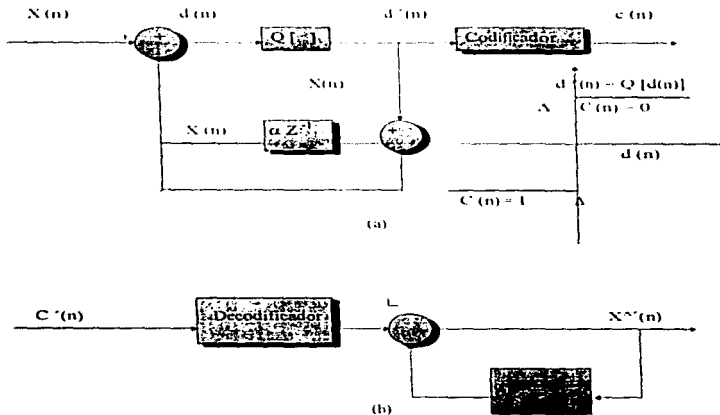


Fig.2.10. Diagrama a bloques de un sistema de modulación delta: a) Codificador, b) Decodificado

$C(n) = 0$ Si el nivel de cuantización es (+)

$C(n) = -1$ Si es negativo, entonces.

$D_d(n) = A$ Si $C(n) = 0$

$D_d(n) = -A$ Si $C(n) = -1$

Específicamente, siendo $X(n-1)$ la muestra previa, $X^*(n-1)$ la estimación de ésta, $X^*(n-2)$ la estimación de dos muestras anteriores, etc., la forma general de un predictor lineal puede escribirse:

$$X^*(n) = \sum_{k=1}^K h_k X(n-k)$$

Nota: Los coeficientes h_k son los factores de ponderación.

El predictor más simple es el que usa la estimación de la muestra previa sólo como una estimación de la muestra actual $X(n)$ para este caso se tiene:

$$X(n) = h_1 X(n-1)$$

Los coeficientes h_k ($k = 1, 2, \dots, K$), son seleccionados para reducir en alguna medida los errores de modo que resulte tan pequeño como sea posible.

Como en el caso de los sistemas *PCM*, el ruido también se introduce cuando se utiliza *DM*. A causa de que la señal diferencia es cuantizada en dos niveles, aparece un ruido granular o de cuantización similar al del *PCM*.

Cuando el rango de muestreo es demasiado bajo o el tamaño de la etapa elegida es también demasiado pequeña para perseguir una señal cambiando rápidamente, ocurre otro tipo de

ruido llamado "ruido de sobrecarga"; este ruido causa un error llamado "error de obediencia". El cual se adiciona al ruido de cuantización

Para apreciar la ocurrencia de éstos dos tipos de ruido, en la figura. 2.11, observamos la operación de un Modulador Delta. Debido a que la cuantización es diferencial se usa la estimación de las muestras previas. En el tiempo (n-1) de la figura. 2.11, el valor predicho $X^*(n-1)$ es más pequeño que la señal $X(n-1)$. Debido a que

$$d(n-1) = X(n-1) - X^*(n-1)$$

es positivo, el tamaño de delta es positiva, esto se adiciona a $X(n-1)$. La señal predicha al tiempo de muestreo (h) es entonces:

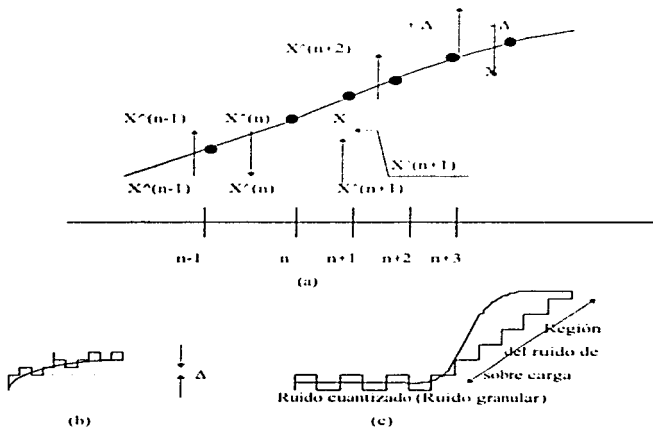
$$X^*(n) = \alpha_1 X^*(n-1)$$

Si sabemos que α_1 es algo menor que uno, se obtiene $X^*(n)$ como se observa en la figura. 2.11. Si hacemos esto para cada punto, encontramos que la versión cuantizada $X^*(n)$ tiende a seguir la curva $X(t)$, algunas veces situada encima y otras por debajo.

El resultado es una señal recibida que persigue la señal original, pero introduce ruido cuantizado. La salida que aparecerá del modulador delta es como en la figura 2.10 (b), en el cual el ruido es proporcional al tamaño de la etapa delta. Si se reduce delta, el ruido también se reduce, pero si es demasiado pequeña, resulta el ruido de sobrecarga, y se debe a la inhabilidad del modulador para perseguir grandes cambios en la señal.

La región de sobrecarga, figura. 2.11(c), ocurre porque el tamaño de la etapa, fija un límite máximo sobre la pendiente de la señal de entrada que el modulador puede seguir. También delta determina el error de pico, cuando la pendiente es muy pequeña. Por tanto, si

incrementamos delta, el ruido de sobrecarga disminuye, pero el ruido cuantizado aumenta, por lo que será deseable una elección óptima de delta



- Δ = Tamaño etapa
 $X(n)$ = Señal muestreada
 $X^*(n)$ = Señal predicha
 $X^{\wedge}(n)$ = Señal cuantizada

Fig.2.11. Funcionamiento de un modulador delta, a) Forma gráfica de la operación del modulador delta, b) Forma de onda reproducida por un DM, c) Ruido de cuantización y ruido de sobrecarga

También da una relación señal a ruido en función del tamaño de la etapa variable normalizada:

$$SNR = \Delta / [\tau_2 (x(n) - x(n-1))^2]^{1/2}$$

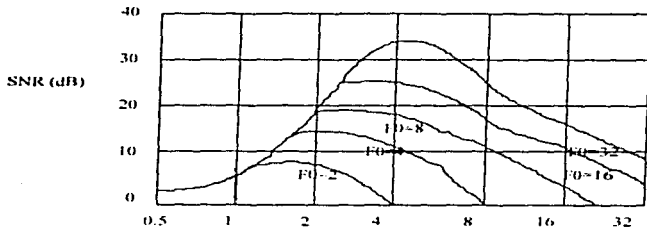


Fig.2.12. Gráfica del SNR para DM en función del tamaño de la etapa variable normalizada

Cómo se observa en la figura. 2.12, hay una localización del pico de la curva SNR para un valor de F_0 . Si F_0 se duplica, el SNR se incrementa a una razón de 9 dB. Al duplicar F_0 duplicaremos la razón de bit debido a que:

$$\text{Razón de Bit} = F_s (1 \text{ bit}) = F_s = 2 \text{ bfo}$$

Comparándolo con la técnica PCM , tenemos que si duplicamos la razón de bit, duplicando el número de bits muestra, realizaremos un incremento de 6 dB por cada bit

También da una relación señal a ruido en función del tamaño de la etapa variable normalizada:

$$SNR = \Delta / \{ r_2 (\lambda(n) - \lambda(n-1))^2 \}^{1/2}$$

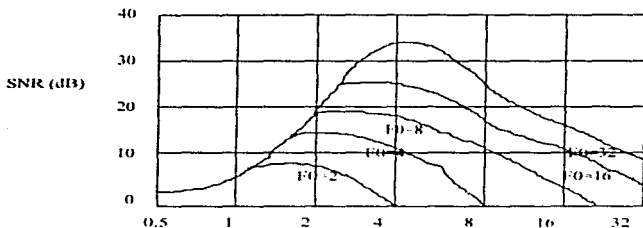


Fig.2.12. Gráfica del SNR para DM en función del tamaño de la etapa variable normalizada

Cómo se observa en la figura. 2.12, hay una localización del pico de la curva SNR para un valor de Fo. Si Fo se duplica, el SNR se incrementa a una razón de 9 dB. Al duplicar Fo duplicaremos la razón de bit debido a que:

$$\text{Razón de Bit} = F_s (1 \text{ bit}) = F_s = 2 \text{ bfo}$$

Comparándolo con la técnica PCM, tenemos que si duplicamos la razón de bit, duplicando el número de bits muestra, realizaremos un incremento de 6 dB por cada bit

adicionado, de esta forma, el *SNR* incrementado con la razón de bit es mucho más dramático para el *PCM* que para el *DM*. Dado que solamente se utiliza un código de un bit en este sistema, se puede implementar con circuitos integrados simples analógicos y digitales, por lo que no requiere de sincronización de patrones de bit entre el transmisor y el receptor, por tanto, la simplicidad de este sistema es su principal ventaja. Las limitaciones sobre el funcionamiento del sistema de Modulación Delta Logarítmico (*LDM*), proviene principalmente de su cuantización de la diferencia de la señal. Por lo que la cuantización adaptiva mejora ampliamente el funcionamiento del Modulador Delta.

11.4. LA RED TELEFÓNICA

En los últimos tiempos la red telefónica se ha desarrollado velozmente, por lo que en la actualidad es posible establecer comunicaciones de forma automática entre abonados separados por miles de kilómetros. Las llamadas a largas distancias pasan por diversas etapas de comunicación a través de varios enlaces de transmisión posibles, antes de alcanzar su destino, y para que estas comunicaciones sean posibles, los diseñadores de sistemas deben integrar diferentes facetas de las telecomunicaciones y deben llegar a compromisos razonables. Normalmente, ya existe algún tipo de red, así como una demanda de más servicios, más líneas, mayor rendimiento, más recursos, una zona más amplia con acceso por marcación directa, etc. Esta demanda debe satisfacerse insertando en el sistema existente nuevos órganos de conmutación y de transmisión, órganos que pueden ser totalmente diferentes tanto en su tipo como en sus principios de funcionamiento. En los últimos años se han visto los desarrollos revolucionarios como son los circuitos integrados, con los que ya se pudo conseguir grandes sistemas digitales que son más baratos, confiables, pequeños de gran potencia, y las fibras ópticas que son mucho mejores en todos los aspectos, a los medios de transmisión convencionales. Estos

desarrollos han supuesto un enfoque nuevo por completo, así como servicios muy sofisticados en los sistemas futuros.

II.4.1. TRANSICIÓN DE LA RED ANALÓGICA A LA RED DIGITAL

El principio por el cual se transmite información en forma digital es conocido desde hace tiempo. Las comunicaciones eléctricas comenzaron ya con la transmisión de las señales telegráficas que desde un principio eran digitales y fueron transmitidas en forma digital mediante el código morse.

Las señales telefónicas son analógicas por naturaleza, de modo que el tráfico telefónico no parte de una representación y transmisión digitales, figura. 2.13 (a) y (b), por lo tanto, las ventajas de una tecnología digital no se entienden por sí mismas. Precisamente con la invención del transistor, se dispuso de un componente apropiado que permitió pensar en la aplicación comercial de una transmisión telefónica digital.

A partir del transistor, surgieron mediante desarrollos lógicos, la microelectrónica y los circuitos integrados digitales que hicieron posible una nueva orientación en el desarrollo de las telecomunicaciones, es decir, el desarrollo de la Red Digital Integrada (IDN), y finalmente el desarrollo de la Red Digital con Integración de Servicios.

En una Red Telefónica Integrada, figura. 2.13 (c), además de la transmisión, también es digital la conmutación de las señales de telecomunicación. Esto conduce a unas ventajas económicas considerables sobre todo desde que se dispone de la tecnología necesaria. La señal telefónica o señal de tona se convierte solamente una vez, de analógica a digital de forma que sea lo más cercana posible al locutor o al abonado que habla. Posteriormente se transmite en forma digital y lo más próxima al abonado que escucha, se reconstruye en forma analógica y finalmente se transforma en las correspondientes ondas sonoras.

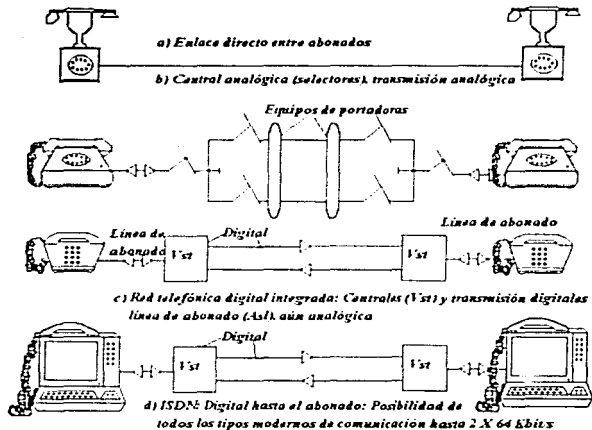
Para establecer una Red Digital Integrada hay que instalar rutas de transmisión digitales y centrales de conmutación digital. Por motivos de rentabilidad, frecuentemente esto sucede solamente con ocasión de una ampliación de la red porque haya aumentado considerablemente el

tráfico o cuando se sustituyen equipos que han quedado anticuados, pues hay que tener en cuenta las grandes dimensiones de la red analógica existente.

De esta forma se llega a la Red Digital de Servicios Integrados (*ISDN, Integrated Services Digital Network*). En esta Red todos los "Servicios", como son la teletoma, la transmisión de

datos y texto, el facsimil, etc., se ofrecen de forma integrada a través de una misma red. Para ello es imprescindible que también el circuito o línea de abonado sea explotada en forma digital, figura 2.13 (d).

Para la transmisión digital de señales telefónicas con un procedimiento de modulación por impulsos codificados (*PCM*), como se explicará posteriormente, se utiliza una velocidad de 64 Kbit/s para cada una de las señales. E incluso para los servicios mencionados anteriormente se utilizan los equipos de transmisión y conmutación de la red telefónica, también se pueden transmitir estos servicios a una velocidad de 64 kbit/s, por lo tanto, con una velocidad de transmisión mucho más elevada que la velocidad que se tiene disponible en la actualidad para las redes de datos usuales. Pero sobre todo se pueden cursar diferentes servicios a través de una y sobre la misma línea o bucle de abonado, es decir, a través de la línea que ya hoy en día existe para nuestro teléfono.



Nota: Vst, central telefónica.

Fig.2.13. Etapas en el desarrollo de la telefonía hasta la ISDN

II.4.2. ESTRUCTURA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED TELEFÓNICA ACTUAL

La tecnología dominante utilizada actualmente se basa en la conmutación de circuitos. Generalmente, la conmutación de circuitos ilustrada en la figura. 2.14, se produce en tres fases descentas en los siguientes apartados.

FASE I. Establecimiento del Circuito

Una vez que hemos marcado un número telefónico, desde el módem o un teléfono, la Red telefónica debe establecer un circuito de estación a estación. Generalmente nuestro teléfono o módem (*Estación A*) está cableado físicamente con nuestra central local de intercambio más próxima al teléfono que estamos llamando, cerrando así el circuito.

El nodo "1" tiene que encontrar el enlace más corto e incluso el mejor hacia el nodo "4". El nodo "1" puede seleccionar el nodo "2" o el nodo "3". Una vez seleccionado el nodo, el nodo "1" ocupa un canal libre usando *MTF (Multiplexación por división de Frecuencias)* o *MDT (Multiplexación por División de tiempo)* con el nodo "2" o "3". Entonces el nodo "1" envía un mensaje por este canal para solicitar la conexión con la estación *B*. En este ejemplo, el nodo "1" utiliza un canal libre con el nodo "3", que recibe el mensaje solicitando comunicación con la estación *B*.

A continuación, el nodo "3" reserva un canal libre con la central local que gestiona a la estación *B*, y reenvía la petición de conexión al nodo "4" (*en este caso*). El nodo "4" determina si la estación *B* está libre u ocupada, y en el primer caso envía al teléfono los pulsos para que suene el teléfono de la estación *B*. Una vez que la estación *B* contesta, se establece la conexión, y se envía un mensaje al nodo "1" indicándole (*en este caso*) que se ha completado la conexión.

Esta es una descripción muy trivial del proceso de llamada. A medida que las señales se transmiten en ambos sentidos, crean sonidos de realimentación en la línea, chasquidos, señales de ocupado, saturación o tonos de llamada.

FASE 2: Transferencia de Señales.

Una vez establecido el circuito, se pueden transferir señales entre ambas estaciones. Estas señales pueden ser voz analógica, voz digitalizada o datos binarios. Normalmente esta conexión es bidireccional, lo que significa que la transferencia de datos puede producirse simultáneamente en ambas direcciones. Para el ejemplo de la figura 2.14, el camino consta de un enlace dedicado de la estación A al nodo "1", un canal conmutado del nodo "1" al nodo "3", un canal conmutado del nodo "3" al nodo "4", y un enlace dedicado del nodo "4" a la estación B.

FASE 3: Desconexión del Circuito.

Una vez que una de las partes finaliza la conexión, se envían señales a lo largo del enlace establecido para liberar los recursos ocupados.

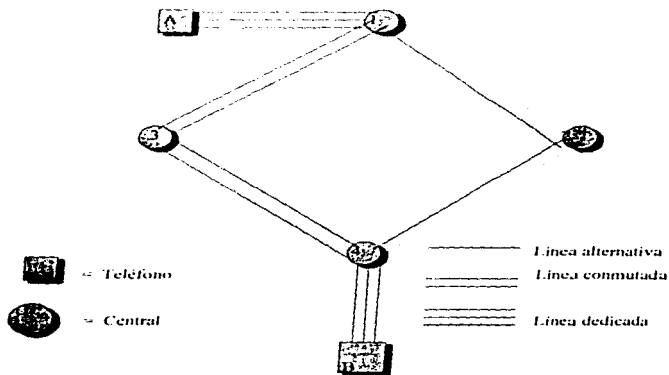


Fig.2.14. Red genérica de conmutación de circuitos

II.4.3. LA CONMUTACIÓN EN LA RED TELEFÓNICA

Una red de telefonía consta de trayectorias que conectan nodos de conmutación de manera que cada teléfono en la red se puede conectar con cualquier otro, al que la red le proporcione servicio. En la actualidad existen millones de teléfonos en el mundo y la mayoría se pueden comunicar con varios más. La conmutación permite que la red se construya económicamente concentrando los recursos de transmisión. Estos recursos constituyen las trayectorias que conectan los nodos de conmutación.

La conmutación establece una trayectoria entre dos terminales específicas, que en telefonía, se conocen como abonados este término implica una red telefónica pública, sin embargo, no hay razón para que este mismo criterio de sistema no se pueda utilizar en redes privadas o semipúblicas. Del mismo modo, no hay razón para que la red no pueda llevar información diferente a la conversación telefónica.

El conmutador establece la trayectoria de comunicación cada vez que se pide y la deshace cuando la trayectoria ya no se necesita, ejecuta operaciones lógicas para establecer la trayectoria y determinar automáticamente el cobro correspondiente por el uso del sistema. En términos generales, un sistema comercial de conmutación satisface los siguientes requisitos del usuario:

1. Cada usuario tiene la necesidad de poder comunicarse con cualquier otro usuario.
2. La velocidad de conexión no es crítica, pero el tiempo de conexión debe ser relativamente corto comparado con el tiempo de conversación.
3. La calidad de servicio o la probabilidad de completar una llamada, tampoco es crítica pero debe ser alta. El porcentaje mínimo aceptable de llamadas logradas durante el **HP** puede bajar hasta un promedio de 95%, sin embargo, la meta general del grado de servicio para el sistema debe ser de 99%.

4. El abonado espera y supone un caracter privado en su conversacion, pero por lo comun no lo pide especificamente no se le puede parantizar, excepto en casos especiales.
5. La principal forma de comunicacion, para la mayoria de los usuarios, sera la voz (*o el canal de voz*).
6. El sistema debe estar disponible para el usuario en cualquier momento que el desee usarlo.

II.4.4. ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA RED TELEFÓNICA

Varios *ETCD*, *ETD*, y *ECD* se conectan entre sí a través de un canal telefónico, por lo que es necesario examinar el sistema. En la figura. 2.15, se ilustra la estructura de la red telefónica según la jerarquía que ocupan las diferentes centrales telefónicas. Los clientes o usuarios, ya sean domésticos u oficinas se conectan al sistema telefónico a través de una central llamada central local o central final. El enlace con esta central se lleva a cabo por medio de un cable de pares (*o de cuadretes*) llamado bucle local de abonado las conexiones entre las distintas centrales locales se realizan a través de un sistema llamado central "Tándem" (*llamada central de conmutación en tándem o centro de tarificación*).

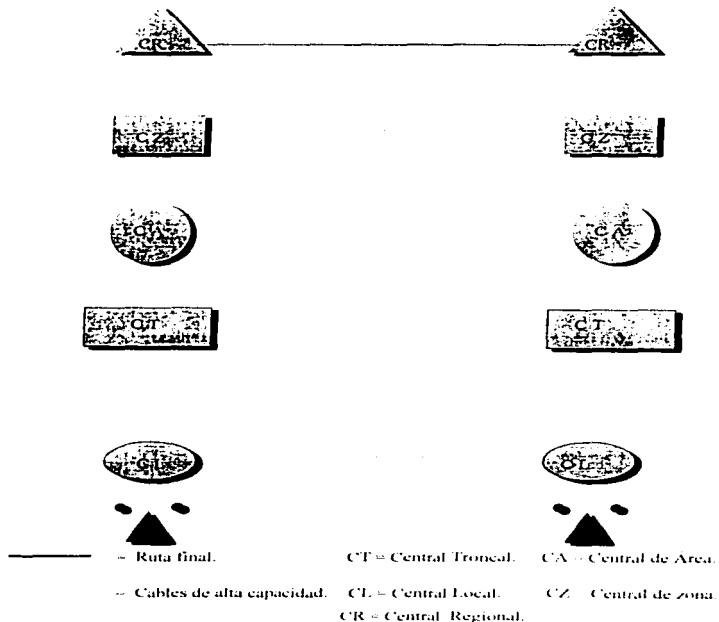


Fig.2.15. Centrales regionales, de zona y de área

II.4.5. MEDIOS DE TRANSMISIÓN DE LA RED

El medio de transmisión es la facilidad física usada para interconectar juntas estaciones del usuario y dispositivos, para crear una red que transporte mensajes entre las mismas. La selección del medio físico a utilizar depende de:

- Tipo de ambiente donde se va instalar
- Tipo de equipo a usar
- Tipo de aplicación y requerimientos.
- Capacidad económica (relación costo / beneficio esperada).
- Oferta.

Dividiremos los medios físicos según sean terrestres o aéreos.

ENLACES FÍSICOS TERRESTRES

- UTP - Sin blindaje
- Cable par trenzado - STP - Con blindaje
- Cable coaxial de banda angosta.
- Cable coaxial de banda ancha.
- Fibras ópticas.

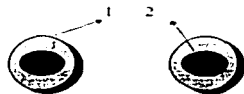
ESPACIO AÉREO

- Microondas.
- Infrarrojo.
- Lazer.
- Radio Frecuencia.

PAR DE CABLES TORCIDOS (UTP):

Es el medio más común; usado también en **PBX (Private Branch Exchange)**, centrales de conmutación de voz digital y datos. La figura. 2.16, nos muestra un corte transversal y la recomendación de instalación.

1. Cubierta de protección (*plástica*)
2. Conductor central (*cobre, aleaciones*)



Ducto de protección del ruido magnético (*en material conductor*)

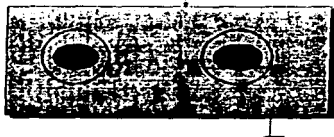


Fig. 2.16. Corte de un par de alambres

A continuación se describen sus principales características:

- ◊ Un par de cables torcidos transporta de 12 a 30 canales de voz.
- ◊ Son válidos en las topologías: anillo, estrella, canal, árbol.
- ◊ Transportan tanto señales digitales como analógicas.
- ◊ Una red típica tiene conectados con éste medio hasta 1000 dispositivos de usuario.
- ◊ Alcanza, hasta 3 Kms. dependiendo del producto y el calibre.
- ◊ Permite trabajar en Half Duplex (*HDX*) o Full Duplex (*FDX*).
- ◊ Su ancho de banda hasta 1 Mbit/s.
- ◊ Bajo costo.
- ◊ Alta tasa de error a grandes velocidades.
- ◊ Baja inmunidad al ruido, interferencia.

CABLE COAXIAL DE BANDA ANGOSTA (BASE BAND):

- ◊ Existen 150 variedades de cables coaxiales.
- ◊ Transmiten una señal digital simple, en Half Duplex.

- ◊ No hay modulación de frecuencia.
- ◊ Diseñados principalmente para comunicaciones de datos. Pero pueden acomodar aplicaciones de voz tal "voice store y forward" y "freeze frame video". Se transmite la voz en forma digital.
- ◊ Uso de enchufes especiales para conexión física.
- ◊ Se conectan al transmisor-receptor: transceptor (transceiver).
- ◊ Se usa una "unidad de interconexión a la red" (*NIU: Network Interface Unit*) independiente o integrada, para conectar la estación del usuario a la red.
- ◊ Con el uso de repetidores, se alargan distancias (Regeneradores de señal).
- ◊ Generalmente usado con topología de canal (bus) lineal, árbol y anillo.
- ◊ Una red típica contiene 200-1000 dispositivos.
- ◊ Alcance de 1 a 10 Kms.
- ◊ Ancho de banda, 10 Mbit/s.
- ◊ Poca inmunidad al ruido.
- ◊ El ancho de banda puede transportarse solamente un 40% de su carga para permanecer estable.

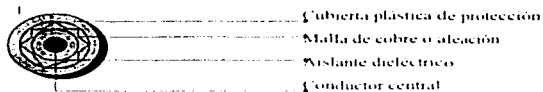


Fig.2.17. Corte de un cable coaxial de banda ancha

CABLE COAXIAL DE BANDA ANCHA:

- ◊ Utilizado en redes de televisión por cable.
- ◊ Se usa Modulación por División de Frecuencia (**FDMA**).
- ◊ Se combina voz, datos y video.
- ◊ Se permite voz y video en tiempo real.
- ◊ La señal en el cable es en modo analógico de radio frecuencia (**RF**) y por lo tanto los datos deben ser modulados antes de la transmisión, usando un módem **RF**.
- ◊ Todas las señales son **Half Duplex**, pero usando dos canales se obtiene **Full Duplex**.
- ◊ El cable coaxial de banda ancha se considera un medio activo ya que la energía se obtiene de los componentes de soporte de la red y no de las estaciones del usuario conectadas.
- ◊ Se usan amplificadores y no repetidores (**regeneradores**).

- Debido a las amplificaciones y al alto número de canales, se pueden conectar hasta 25000 dispositivos con un alcance de 5 Kms.
- Topologías: Canal, Árbol.
- Ancho de banda máximo: 400 Mhz. Puede transportar el 100% de su carga.
- Mejor inmunidad a los ruidos que el banda base "baseband".

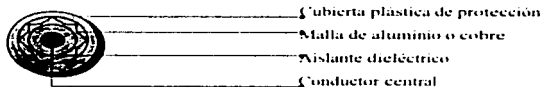


Fig.2.18. Corte de un cable coaxial de banda ancha

FIBRAS ÓPTICAS:

- Consiste en un núcleo central, muy fino, de vidrio o plástico, que tiene un alto índice de refracción.
- Este núcleo es rodeado por otro medio que tiene un índice algo más bajo, que lo aísla del ambiente.
- Cada fibra provee un camino de transmisión único de extremo a extremo, unidireccional.

- Pulsos de luz se introducen en un extremo, usando un laser o *LED*. La reflexion de los pulsos es la forma de transmisión de los datos.
- La transmisión es, generalmente, punto a punto, sin modulación.
- La fibra óptica no es afectada por interferencia eléctrica, ruidos, problemas energéticos, temperatura, radiación o agentes químicos.
- El ancho de banda es mas alto que con cualquier otro medio. Actualmente 50 Mbit/s a 10 Kms. Experimentalmente 1 Gbit/s.
- Se transmiten datos, voz y video.
- Físicamente, la fibra es muy fina, liviana, durable y por tanto instalable en muy poco espacio.
- Es muy costosa.
- Su capacidad multipunto es muy baja.
- Topologías: anillo, estrella.
- Cantidad máxima de nodos por enlace: 2 (experimentalmente 8).
- Alcance: 10 Kms.

Entre sus parámetros característicos de las fibras ópticas tenemos:

- ◊ Atenuación.
- ◊ Ancho de banda.
- ◊ Apertura numérica.
- ◊ Perfil del índice de retracción
- ◊ Dimensiones geométricas.

II.4.6. CABLEADO ESTRUCTURADO

En el clima actual de los negocios, el tener un sistema confiable de cableado para comunicaciones es tan importante como tener un suministro de energía eléctrica en el que se pueda confiar. Diez años atrás, el único cable utilizado en las redes de cableado de edificios, era el cable tipo *POST (Plain Old System Telephone)* o cable regular para teléfono, instalado por la compañía de teléfonos local. El conjunto de cables tradicional era capaz de manejar comunicaciones de voz, pero para poder apoyar las comunicaciones de datos, se tenía que instalar un segundo sistema de cables.

Hasta no hace mucho, los sistemas privados independientes, eran aceptables. Pero, en el mercado actual de información, el poder proveer de comunicaciones de voz y de datos por intermedio de un sistema de cableado estructurado universal es un requisito básico de los negocios. Estos sistemas de cableado estructurado proveen la plataforma o base sobre la que se puede construir una estrategia general de los sistemas de información.

II.4.6.1. DEFINICIÓN

Un sistema de cableado estructurado consiste de una infraestructura flexible de cables que puede aceptar y soportar sistemas de computación y de teléfono múltiples, independientemente de quién fabrice los componentes del mismo. En un sistema de cableado estructurado, cada estación de trabajo se conecta a un punto central utilizando una topología tipo estrella, facilitando la interconexión y la administración del sistema. Esta disposición permite la comunicación con virtualmente cualquier dispositivo, en cualquier lugar y en cualquier momento. Un plan de cableado bien diseñado puede incluir distintas soluciones de cableado independiente, utilizando diferentes tipos de medios, e instalados en cada estación de trabajo para acomodar los requerimientos múltiples de funcionamiento del sistema.

En la última década, la tecnología de las telecomunicaciones ha tenido un amplio desarrollo y se continúa investigando. Actualmente, los sistemas de telecomunicaciones, además de transportar las transmisiones de voz, deben de soportar también aplicaciones de video y computadoras. Asimismo, deben de poseer la capacidad de ajustar la alta velocidad en la transmisión de datos por sistemas de multimedia y dispositivos de imágenes que demandan estos.

Todas estas aplicaciones ya existen, lo que se pretende hoy en día es que los diversos dispositivos y redes se han proliferado, conforme un solo sistema integrado, que a su vez asegure que el sistema instalado funcione con las tecnologías futuras. La solución a estos requerimientos es un sistema de cableado estructurado, el cual se refiere a un diseño de cableado para locales basado en el estándar de cableado de la Electronic Industry Association y la Telecommunication Industry Association (*EIA/TIA*).

En el sistema de cableado estructurado se utiliza una arquitectura de sistemas abiertos que soportan cualquier aplicación de bases estándares. Este diseño proporciona un lugar en común para realizar cambios y adiciones, facilitando de este modo la administración y mantenimiento de los mismos; además, los sistemas de cableado estructurado se pueden diseñar para adaptarse a

nuevas tecnologías con tan solo hacer un cambio de equipo en ambos extremos, del sistema; tanto cables como conexiones permanecen inalteradas.

Debido a que los sistemas de cableado estructurado deben funcionar bajo altas velocidades de transmisión de datos demandada por las nuevas aplicaciones, la prueba de rendimiento constituye un punto de vital importancia. La *EIA/TIA* tienen estándares desarrollados para cable (*EIA/TIA TSB36*) y para hardware (*EIA/TIA TSB40*) que especifican los niveles de diafonía y atenuación permisibles para mantener una transmisión confiable considerando las velocidades en una Red de Área Local. Se han definido 5 categorías para los diferentes requerimientos de velocidad; las categorías 1 y 2 corresponden únicamente a la transmisión de voz y no se encuentran definidas. Las categorías 3, 4 y 5 se pueden catalogar como básico, avanzado e integrado respectivamente (ver fig. 2.19 y 2.20).

Velocidad de transmisión.

Categoría 3	Hasta 10 Mbps
Categoría 4	Hasta 20 Mbps
Categoría 5	Hasta 100 Mbps

Figura.2.19

Funcionalidad del cable.

Cable	Principal	Horizontal	Salidas de información
Básico	2	4	1 por estación de trabajo
Avanzado	3	4 MAS 4	2 por estación de trabajo
Integrado	3 MAS FIBRA	4 MAS 4	2 por estación de trabajo

Figura.2.20

En la figura 2.21 y 2.22 se muestra el beneficio que se obtiene del cableado estructurado, haciendo una comparación con el cableado tradicional.

COSTO EFICAZ

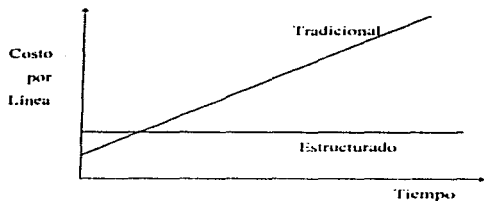


Figura 2.21

Como se puede observar el costo de mantenimiento del cableado estructurado se mantiene constante a través del tiempo; mientras que en el cableado tradicional los costos se incrementan paulatinamente.

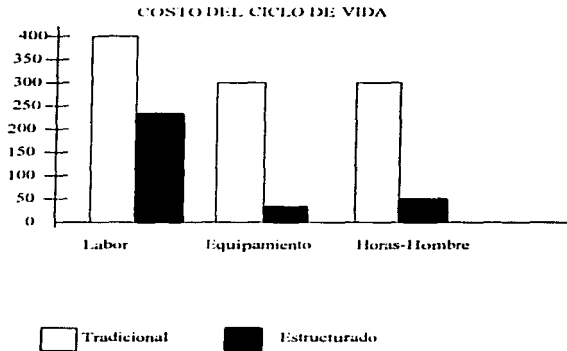


Figura 2.22.

Esta gráfica muestra en términos monetarios el beneficio de optar por el cableado estructurado, haciendo una comparación del costo por cambio en un cable y otro.

11.4.6.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Un sistema de cableado estructurado une datos, voz, imágenes y video resolviendo las necesidades de distribución hasta las estaciones de trabajo. Este sistema ofrece varios ambientes y redes creando sistemas de comunicación consistentes. Un sistema de este tipo está formado por las siguientes partes:

- Ensamblajes para las conexiones provisionales de cables.
- Salidas de información.
- Cable horizontal.
- Productos para la interconexión.
- Cable principal.

11.4.6.2.1 ENSAMBLAJES PARA LAS CONEXIONES PROVISIONALES DE CABLES

Los ensamblajes para las conexiones provisionales son cables con conectores que interconectan los puertos del panel conmutador y/o conectan el equipo de las estaciones de trabajo a las salidas de información. Los ensamblajes para las conexiones provisionales de cables hacen que el tener que mudar, agregar, o cambiar conexiones sea fácil.

11.4.6.2.2 SALIDAS DE INFORMACIÓN

Las salidas de información son los puntos de terminación para los cables que están en o cerca de la estación de trabajo. A los puntos de terminación para cables se les clasifica de acuerdo al lugar físico de instalación (montaje empotrado, montaje sobre la superficie, mueble modular,

piso elevado, o que atraviesa), la cantidad de puertos por salida, y los tipos de conectores requeridos.

II.4.6.2.3 CABLE HORIZONTAL

El cable horizontal es el medio por el que se transmiten los servicios de comunicaciones. El cable horizontal puede ser un cable no blindado con un par torcido (UTP), un cable blindado con un par torcido (STP), y o un cable de fibra óptica. Cada tipo de cable tiene propiedades eléctricas distintas y capacidades de aplicación únicas.

II.4.6.2.4 PRODUCTOS PARA LA INTERCONEXIÓN

Los productos para la interconexión proveen del medio de terminación para el cableado y al mismo tiempo sientan las bases para administrar los traslados, las adiciones y los cambios. Hay dos tipos de equipo para interconectar: los paneles conmutadores, y los bloques de perforaciones.

II.4.6.2.5 CABLE PRINCIPAL

Un sistema de cableado estructurado consiste de cables horizontales de distribución independientes, conectados por intermedio de productos para interconexión al cableado ascendente o cableado principal. El cable ascendente parte del punto principal de distribución y se interconecta con todas las salidas de telecomunicaciones. Los cables principales están hechos típicamente de fibra óptica o de cobre con pares múltiples.

II.4.6.3 APLICACIONES DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

En un sistema de cableado estructurado en edificios se pueden acomodar una amplia variedad de servicios de comunicaciones a un sólo usuario. Estas aplicaciones, de redes, las que pueden variar desde telecomunicaciones básicas hasta sistemas de video sofisticado, juegan un papel importante en la selección del cableado. Las aplicaciones típicas a ser apoyadas incluyen las siguientes:

- Telecomunicaciones. Incluye cualquier servicio que sea transportado por líneas telefónicas tal como comunicación de datos.
- Mainframe/Minicomputadora. Este grupo incluye la conectividad a "mainframe" y a equipo de minicomputadoras. Las aplicaciones populares de este sistema son la **IBM 3270**, sistema **IBM3X**, **AS/400**, **IBM RISC 6000**, **DEC VAX**, **WANG VS/OIS** y otros servicios en serie sincrónicos.
- Red de área local Interconexión entre redes. Al conectarse en red el equipo de computación para maximizar los recursos, pueden requerirse sistemas de cableado específicos. Algunas de las redes dominantes que se encuentran en la actualidad en el mercado son **Ethernet**, **Token Ring** y **FDDI**.

Frecuentemente, una estación de trabajo requerirá una cantidad de servicios de comunicaciones simultáneamente. Puede ser una tarea difícil el determinar cuáles sistemas de cableado están mejor capacitados para lugares de instalación y de aplicación de datos.

II.4.6.4 BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Un sistema de cableado estructurado ofrece una solución capaz de ahorrar dinero, tiempo y esfuerzo. El cableado estructurado permite usar el mismo tipo de cable para todos los servicios de comunicaciones. Cuando un usuario se desplaza, la conexión de efectúa en cuestión de minutos. Con el sistema de cableado tradicional, es muy probable que se tenga que hacer un

tendido nuevo de cable, lo cual puede llevar dias o semanas. Por termino medio, hoy en dia las personas se reubican cada dos años y la tendencia indica que estas mudanzas seran cada vez mas frecuentes. Si se requiere instalar nuevos sistemas o equipos, el cableado estructurado funcionara con estos.

A lo largo de los años, el sistema de cableado tradicional puede convertirse en una solucion mucho mas costosa que la de optar por el cableado estructurado desde un principio. Estos sistemas se basan en la utilizacion de cable par trenzado en la red de distribucion horizontal y cable par trenzado y fibra optica en la red de distribucion vertical o backbone. Los siguientes son beneficios que se obtienen de optar por cableado estructurado.

- Flexibilidad. Capacidad para incorporar nuevos servicios a la red de distribucion ya existente.
- Posibilidad de modificar la distribucion interna, sin perder la eficacia ni el nivel de los servicios disponibles.
- Diseño. Nos permite maximizar la productividad con una inversion minima. Hace que la idea de "*Centros de costo*" se convierta en "*recursos estratégicos*".
- Integracion de servicios. Facilita el intercambio de informacion entre los recursos disponibles: telefonicos, telefás, LANs, sistemas de audio y video, seguridad, etc.

II.4.6.5 INDEPENDENCIA DE APLICACIÓN

-Ethernet, Token Ring, ARCnet, FDDI.

-ISDN -Velocidad Básica y Primaria

-IBM, Wang, DEC, sistemas HP

-Amplio movimiento (*full motion*), video punto a punto

-Servicios telefónicos generales (*teleconferencia*), Meridian 1, otros PBXs (*commutadores digitales*).

-etc.

II.4.6.6. SOPORTE PARA REDES DE DATOS DE ALTA VELOCIDAD

-Token Ring 16 Mbps (*Soportado sobre cable BIX, BDN*).

-TP-DDI 100 Mbps (*Soportado sobre cable BIX, BDN pad*).

-FDDI 100 Mbps (*Soportados sobre fibra multimodo*).

II.4.7. VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL

Entre las ventajas que podemos mencionar de la tecnología digital integrada tenemos lo siguiente

- ◊ Una tecnología normalizada, y además circuitos digitales de Silicio ocupando muy poco espacio para la transmisión y para la conmutación
- ◊ La posibilidad de una transmisión y conmutación de las señales normalizada para todos los tipos de comunicación como telefónica, texto, imágenes y datos

Prescindiendo de estos aspectos referentes a la integración, la transmisión digital tiene ventajas fundamentales si se le compara con la tecnología analógica puesto que una señal digital solamente puede tener valores discretos determinados (*solamente dos*), esta señal digital puede

librarse por medio de amplificadores regeneradores de las interferencias causadas por el ruido o por la diafonia, las cuales normalmente se van sumando a la señal a lo largo de la ruta de transmision. Con una señal analogica esto no seria posible. Esta gran ventaja hace que la tecnologia digital se pueda instalar incluso bajo las circunstancias de transmision mas desfavorables como, por ejemplo, en cables urbanos, los cuales originalmente se habrian definido para la transmision de señales en el margen de las frecuencias telefonicas.

FALTA PAGINA

No.

60

CAPÍTULO III

ELEMENTOS BÁSICOS DE LA TRANSMISIÓN DE DATOS

En toda transmisión de datos intervienen componentes de gran importancia, como lo son estándares y protocolos de comunicación. Los cuales con sus características de funcionamiento hacen posible las comunicaciones. Entre los estándares a mencionar en este capítulo tomaremos en consideración elementos como lo son: "High-Level-Data-Link" (*HDLC*) o bien Control de Enlace de Datos de Alto nivel, que es una norma de *ISO*. Se trata de un protocolo orientado al enlace de datos Dúplex Integral, equivalente al "Synchronous-Data-Link-Control" (*SDLC*) o Control de Enlace de Datos Síncrono de *IBM*, que es un protocolo orientado a bit con formato de trama. Ambos protocolos se caracterizan, por tener un formato de trama similar, precisando un enlace punto a punto Dúplex Integral.

El *HDLC* también es equivalente al "Advanced-Data-Communications-Control Procedures" (*ADCCP*) o Procedimientos de Control Avanzado de Comunicaciones de Datos de la organización *ANSI*. Pero sólo conoceremos el funcionamiento del *HDLC*, por su amplio contenido y aplicación en este trabajo, que será mostrado más adelante.

Otro elemento de gran consideración es la estructura del modelo de referencia *OSI*, creación de la organización *ISO* en conjunto con el *CCITT*, considerado como un medio de simplificación en el intercambio de información. Sin dejar a un lado los demás protocolos como lo son el *X.25*, *X.121*, *Frame Relay*, *SDH* y *ATM*, éste último es uno de los elementos fundamentales en la transmisión de la información, no sólo de datos si no de voz y video.

Por último se conocerán las principales características que envuelven la operación de las redes de datos *LAN* y *WAN*, así como las topologías de conexión más usuales que utilizan.

III.1. APARICIÓN DEL PROTOCOLO HDLC

Durante los últimos años han sido varias las organizaciones que establecen normas de comunicaciones. Uno de los organismos, conocidos es la Organización de Estándares Internacional (*ISO*), que se ha especializado en el establecimiento de normas para los protocolos de red.

- El *Control de Enlace de Datos de Alto Nivel (HDLC)*, es una norma que se publicó por *ISO*, consiguiendo sobresalir en el mundo de las comunicaciones. Este protocolo proporciona una gran variedad de funciones y aplicaciones, involucrando a otros protocolos. Un subconjunto de *HDLC* se utiliza como protocolo de línea y es el conocido *N:25 de CCITT*. Entre las aplicaciones que permite, es la de instalarse de muy diversas maneras, admitiendo transmisiones duplex y semiduplex, configuraciones punto a punto o multipunto, y canales conmutados o no conmutados. Una estación *HDLC* puede funcionar de tres formas distintas como lo son:
 - La estación principal controla el enlace de datos (*canal*), esta estación envía tramas de comando a las estaciones secundarias del canal, de las cuales, a su vez, recibe tramas de respuesta. Si el enlace es multipunto, la estación principal es responsable de mantener una sesión independiente con cada una de las estaciones conectadas al canal.
 - La estación secundaria funciona como esclava de la principal. Envía mensajes de respuesta a los comandos procedentes de la estación controladora. Solo mantiene la sesión en curso con la estación principal, y no interviene en el control del enlace.
 - La estación combinada transmite comandos y respuestas, y también recibe comandos y respuestas de otras estaciones combinadas. Mantiene una sesión con otra estación combinada.

III.1.1. ESTRUCTURA DE LA TRAMA HDLC

La estructura o formato de la trama del protocolo **HDLC** viene especificada en los documentos del estándar británico **5387 (ISO 3309, ECMA 40)** y es el siguiente:

BANDERA	DIRECCION	CONTROL	INFORMACION	FCS	BANDERA
8 BITS	8 BITS	8/16 BITS	N BITS	16 BITS	8 BITS

Este formato de trama es el "largo" pero existe también un formato de trama "corto" idéntico al primero, excepto que no tiene campo de información.

En **HDLC** se usa el término trama para referirse a una entidad independiente de datos que se transmite de una estación a otra. Para ello se conocen tres tipos de tramas que son:

- Las tramas con formato de información, sirven para transmitir datos de usuario entre dos dispositivos. También puede emplearse como aceptación de los datos de una estación transmisora. Así mismo, puede llevar a cabo un limitado número de funciones.
- Las tramas con formato de supervisión, realizan funciones diversas, como aceptar o confirmar tramas, pedir que se transmitan tramas, o solicitar una interrupción temporal de la transmisión de las mismas. El concreto uso de este tipo de tramas depende del modo de funcionamiento del enlace (*respuesta normal, modo equilibrado asíncrono o modo de respuesta asíncrona*).
- Las tramas con formato no numerado también realizan funciones de control, sirven para inicializar un enlace, para desconectarlo, o para otras funciones de control del canal. Incluyen cinco posiciones de bits, que permiten definir hasta 32 comandos y 32 respuestas.

El tipo de comando o respuesta dependerá de la clase de procedimiento **HDL** de que se trate. Una trama consta de cinco o seis campos. Toda trama de **HDL** utiliza dos patrones o campos de señalización o banderas. Los conjuntos de bits son propósitos de control básico de la transmisión. Las estaciones conectadas al enlace deben monitorear en todo momento la secuencia de señalización en curso. Una secuencia de señalización es "0111110", llamado "Flag" (*señal o bandera*) utilizado para indicar el principio y final de cada trama. Entre dos tramas **HDL** pueden transmitirse de forma continua las señalizaciones. Otro patron o campo de bits consiste en enviar un número de siete y quince unos consecutivos e indicar una función de "abort" (*interrupción de trama*), lo utiliza el dispositivo transmisor para abortar una trama que ya habria comenzado a transmitir.

En el momento en que una estación detecta una secuencia que no corresponde a una señalización, sabe que ha encontrado el comienzo de una trama, una condición de error, presencia de un problema o una condición de canal desocupado.

El campo de dirección identifica la estación principal o secundaria que interviene en la transmisión de una trama determinada. Cada estación tiene asociada una dirección específica. Si se emplea el control de polimonia generador de la recomendación V-41 del **CCITT**.

El control de redundancia cíclica consiste en una división que realizan ambos dispositivos extremos, transmisor y receptor. El dividendo de la división es el valor numérico binario de la concatenación de los campos, Dirección, Control e Información (*cuando éste presente*). El divisor es una constante de 16 bits (**CRC-16**) de **CCITT**. Se descarga el cociente y se utiliza el resto de la división como secuencia de comprobación de la trama, **FCS** o **CRC**.

III.1.2. UN FORMATO GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA TRAMA HDLC

En **HDLC**, el indicador de sincronismo de mensaje (*llamado bandera*) se genera mediante un circuito de hardware, y otros circuitos de hardware evitan que se transmita datos con la misma secuencia de bits que la bandera. Así los datos transmitidos se examinan bit a bit para evitar interpretación errónea de la bandera, **HDLC** y otros protocolos similares, como el **SDLC** de **IBM**, se conocen con el nombre de **BOP** (*Bit-Oriented-Protocol, Protocolos Orientados a Bit*).

En **HDLC** toda la información va por tramas que pueden ser de tres tipos:

- ◊ Tramas de información (*Tramas I*)
- ◊ Secuencias de Control de Supervisión (*Tramas S*)
- ◊ Ordenes o respuestas no Numeradas (*Tramas U*)

La figura.3.1, muestra una trama de información en forma de bloque rectangular dividido en seis campos:

- ◊ Un campo de bandera inicial (*FI*).
- ◊ Un campo de dirección (*D*).
- ◊ Un campo de control (*C*).
- ◊ Un campo de información (*I*).
- ◊ Un campo de secuencia de verificación de trama (*SVT*).

- ◊ Un campo de bandera final (*F2*).



F1= Bandera para indicar comienzo de trama (*01111110*).

I= Información

D= Dirección

SVT= Secuencia de verificación de trama.

C= Control.

F2= Señal para indicar fin de trama (*01111110*).

Fig.3.1. Formato HDLC

Para conseguir la transparencia de los datos de los campos de Dirección, Control e Información de una trama *HDLC* se utiliza una técnica llamada "de inserción y borrado de bit cero" (*relleno y vaciado de bit*). La inserción del bit cero la realiza el extremo transmisor mientras que el borrado del bit cero lo hace el extremo receptor. El extremo transmisor inserta un cero extra en la tira de bits que se transmiten en serie cuando detecta el patrón de 6 bits "01111110" ya que los siguientes dos bits pueden ser "10" (*pseudo-flag*) o "11" (*pseudo-abort*). El extremo receptor realiza la operación inversa y borra el cero final de cualquier patrón serie recibido "01111110".

En el extremo transmisor, los patrones "flag" y "aburi" evitan la circuitería de inserción de bit de cero por lo que pueden ser unívocamente identificados en el extremo receptor.

La inserción y borrado del bit cero es una función que realiza una interfaz de hardware de comunicaciones (CHH) sincrónica orientada a bit.

III.2. APARICIÓN DEL MODELO DE REFERENCIA OSI

En 1977 y como consecuencia del creciente interés por el tema de los sistemas distribuidos, se creó un subcomité denominado "Interconexión de Sistemas Abiertos". Los trabajos de dicho subcomité han dado lugar a la elaboración de un modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos que hoy por hoy se constituye como, *OSI (Open-Systems-Interconnection)* o mejor dicho Interconexión de Sistemas Abiertos.

El Modelo de Referencia fue creado para hacer posible la definición de procedimientos estandarizados que permitieran la interconexión y el intercambio de información entre usuarios. En este sentido, se refiere a sistemas que constan de una o más computadoras, software asociado, periféricos, terminales, operadores humanos, procesos físicos, mecanismos de transferencia de información y elementos relacionados. Todos estos elementos juntos pueden realizar procesamiento y transferencia de información. Los estándares desarrollados a partir del modelo *OSI* permiten que distintas redes puedan comunicarse más fácilmente entre sí, como si constituyeran una misma red.

III.2.1. ESTRUCTURA DEL MODELO OSI

El Modelo *OSI* define 7 niveles o capas de control para redes de área local. De ellos, el primer nivel se implementa en el hardware de la tarjeta de red, el segundo y el tercer nivel son

En el extremo transmisor, los patrones "flag" y "abort" evitan la circuitería de inserción de bit de cero por lo que pueden ser unívocamente identificados en el extremo receptor.

La inserción y borrado del bit cero es una función que realiza una interfaz de hardware de comunicaciones (CII) sincrona orientada a bit

III.2. APARICIÓN DEL MODELO DE REFERENCIA OSI

En 1977 y como consecuencia del creciente interés por el tema de los sistemas distribuidos, se creó un subcomité denominado "Interconexión de Sistemas Abiertos". Los trabajos de dicho subcomité han dado lugar a la elaboración de un modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos que hoy por hoy se constituye como: *OSI (Open-Systems-Interconnection)* o mejor dicho Interconexión de Sistemas Abiertos.

El Modelo de Referencia fue creado para hacer posible la definición de procedimientos estandarizados que permitieran la interconexión y el intercambio de información entre usuarios. En este sentido, se refiere a sistemas que constan de una o más computadoras, software asociado, periféricos, terminales, operadores humanos, procesos físicos, mecanismos de transferencia de información y elementos relacionados. Todos estos elementos juntos pueden realizar procesamiento y transferencia de información. Los estándares desarrollados a partir del modelo *OSI* permiten que distintas redes puedan comunicarse más fácilmente entre sí, como si constituyeran una misma red.

III.2.1. ESTRUCTURA DEL MODELO OSI

El Modelo *OSI* define 7 niveles o capas de control para redes de área local. De ellos, el primer nivel se implementa en el hardware de la tarjeta de red, el segundo y el tercer nivel son

desarrollados con software por el fabricante "**los llamados drivers**". Protocolos como Netbios, niveles 6 y 7 se implementan en software y se obtienen normalmente con los programas que acompañan a un sistema operativo de red de área local. Los niveles a los cuales se hace mención son los siguientes:

- o Nivel 7 (De Aplicación)
- o Nivel 6 (De Presentación)
- o Nivel 5 (De Sesión)
- o Nivel 4 (De Transporte)
- o Nivel 3 (De Red)
- o Nivel 2 (De Datos o nivel de Enlace de Datos)
- o Nivel 1 (Físico)

De los cuales el nivel 7 es el más "**Alto**"; el nivel 1 el más "**Bajo**". Los datos pasan de "**Arriba**" a "**Bajo**" sobre estos niveles, sufriendo determinadas transformaciones. El usuario no es consciente normalmente de los cambios.

Por ejemplo si se está sentado frente a un **PC** conectado a una red, y se desea enviar un mensaje a otra estación. Para ello, se accede a un programa de correo electrónico, el cual interroga sobre qué nombre de destinatario se desea mandar la información del mensaje. Se coloca dentro del programa de correo electrónico, tecleándose la información, y en breves segundos el mensaje llega a su destino.

En este breve espacio de tiempo, el mensaje ha "bajado", a traves de los siete niveles de control de la estacion, viajando a traves del cable y "subido" otra vez los siete niveles de control de la estacion remota.

Los protocolos de cada uno de estos niveles de control realizan una serie de funciones. Aunque estas sean diferentes, hay un numero de similitudes en la forma en que los protocolos operan. Cada nivel envia datos solo al nivel superior o inferior a el. Cada uno toma datos de los niveles contiguos, interpreta ciertas porciones de esta informacion como comandos o informacion de control, añade o quita comandos e informacion de control propia y pasa los datos revisados a otro nivel contiguo.

III.2.2. LOS NIVELES DE CONTROL DEL MODELO OSI

La definicion y operacion de cada nivel que constituye el conjunto de la estructura del modelo de referencia *OSI*, se describe a continuacion.

EL NIVEL FISICO

El nivel fisico es el mas bajo de este modelo. Este nivel mantiene, activa y desactiva las conexiones electricas y fisicas en una red. Las caracteristicas de diseno en este nivel tratan con los interfaces mecanicas y electricas al resto de la red. En este nivel los datos binarios (1, 0), son transformados en formas aceptables por el medio de transmision.

En otras palabras este nivel define y materializa las caracteristicas mecanicas, electricas, funcionales y de procedimiento para establecer, mantener y terminar la interconexion fisica entre un Equipo Terminal de Datos (*DTE*) y un Equipo Terminal del Circuito de Datos (*DTCE*) o equipo de comunicacion.

EL NIVEL DE ENLACE DE DATOS

Este nivel es responsable de detectar errores en la transmisión de datos, procesar los bloques de datos tal como son recibidos y enviar señales de recepción correcta de los datos al punto emisor. A su vez se subdivide en dos subniveles

1. Logical-Link-Control (*LLC*). Detección y corrección de errores, control de flujo.
2. Medium-Access-Control (*MAC*). Controla el acceso al medio de transmisión común

A su vez este nivel proporciona los elementos necesarios para establecer, mantener y terminar interconexiones de enlace de datos entre elementos de nivel de red

EL NIVEL DE RED

El nivel de red se encarga de direccionar los datos en la red. También determina la dirección de la parte receptora en la red. Si se utilizan circuitos virtuales, estos mismos se crean en este nivel. Cada circuito virtual es una conexión lógica permanente entre puntos de la red.

Como se observa el objetivo de este nivel es proporcionar los elementos necesarios para intercambiar información entre los dispositivos de nivel transporte a través de una red de transmisión de datos.

La comunicación entre dos dispositivos de nivel red queda regulada mediante un protocolo de red. Para los intercambios de información con las redes públicas de paquetes, el *CCITT* define un protocolo de red dentro de la recomendación X.25, la cual se mostrará más adelante. (*ver el punto 1.3.2*)

EL NIVEL DE TRANSPORTE

El nivel de transporte controla la transmisión de nodo a nodo, el proceso de enviar datos de un punto a otro. Los datos son segmentados en este nivel en paquetes de tamaño manejables.

Es más fácil considerar a este nivel como coordinador del flujo de datos; no envía los datos a través de los circuitos, pero sí inspecciona el proceso, y también coordina la preparación de los

datos para ser enviados a través del circuito. Este nivel es el responsable de ver que todas las partes de un mensaje alcancen su destino y que no sea procesado dos veces.

EL NIVEL DE SESIÓN.

El nivel de sesión es el interfaz de usuario real con la red. El inicia, administra y termina una sesión, regula el diálogo entre las máquinas y determina en cualquier momento que máquina tiene prioridad de transmitir. En este nivel, los usuarios introducen datos y ejecutan tareas de red controladas por las definiciones establecidas en el nivel de aplicación. El nivel de presentación toma la información contenida en este nivel y la transforma en una forma aceptable para el punto remoto de red.

EL NIVEL DE PRESENTACIÓN.

Este nivel es responsable de presentar los datos al sistema receptor en un formato y con una sintaxis que sean aceptables para este sistema. Servicios tales como edición de datos, formateo y visualización son ejecutados en este nivel. La codificación y decodificación de datos son realizados en él. También en él se solucionan las discrepancias entre terminales incompatibles. Incluyendo aspectos tales como longitud de línea y pantalla, técnicas de direccionamiento de cursor, marcar el final de líneas en un fichero, seleccionar el modo de scroll o la selección del modo de página y juego de caracteres.

EL NIVEL DE APLICACIÓN.

El nivel de aplicación se encarga de funciones tales como entradas de trabajos remotos, transferencia de ficheros, y actividades de bases de datos distribuidos. Este nivel manipula el intercambio de información, llevándose a cabo las funciones de comunicación entre los diferentes procesos de aplicación que constituyen el sistema. La comunicación se realiza utilizando protocolos de diálogo apropiados. Cuando programas de usuarios en diferentes máquinas se

comunican, los programas deben incluir una definición de qué mensajes serán permitidos entre ellos y qué respuestas deben darse en contestación a cada uno de los mensajes. Este proceso se lleva a cabo a través del sistema operativo. El nivel de aplicación es responsable de hacer a medida el interfaz de usuario.

De las anteriores definiciones de los niveles, con respecto a sus funciones de cada uno, previstas en dicha arquitectura del modelo de referencia *OSI*. Tenemos a continuación de forma jerarquizada, el conjunto de los siete niveles que muestra la Tabla. 3.1, de acuerdo a su asignación de sus distintas funciones complementarias.

APLICACIÓN	Suministra datos formateados
PRESENTACIÓN	Traduce datos
SESIÓN	Controla el diálogo
TRANSPORTE	Garantiza la calidad del mensaje
RED	Canaliza las transmisiones
ENLACE	Detecta errores
FÍSICO	Conecta el dispositivo a la red

Tabla 3.1. Funciones de los siete niveles del modelo OSI

III.2.3. LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN EL MODELO OSI

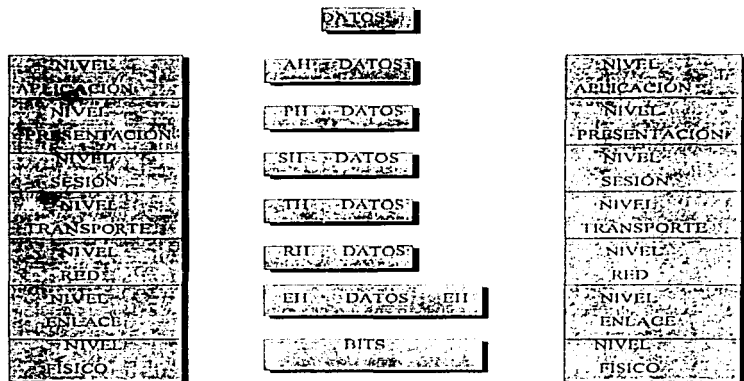
El proceso de envío contiene datos que son transmitidos al proceso de recepción. Este cede los datos al nivel de aplicación, el cual inserta la cabecera de aplicación *AH* (la cual puede ser nula) al frente y pasa el resultado al nivel de presentación.

El nivel de presentación puede transformarlo de varias maneras, y añade una cabecera al frente, dando el resultado al nivel de sesión. El nivel de presentación no discierne de qué parte de los datos dados a él por el nivel de aplicación es *AH*, si realmente lo hay, y cuales son los verdaderos datos del usuario. Este proceso se repite hasta que todos los datos llegan al nivel físico, donde son realmente transmitidos a la máquina receptora.

En esta, las diversas cabeceras son variadas una a una y el mensaje se propaga hacia los niveles de arriba, hasta que finalmente llega al proceso de recepción.

La idea básica del modelo *OSI* es que aun que la verdadera transmisión de datos es vertical, cada nivel es programado como si realmente fuera horizontal, tal y como se muestra en la figura. 3.2.

Cuando el nivel de transporte envía, recibe un mensaje del nivel de sesión, él añade una cabecera de transporte y la envía al nivel de transporte receptor.



DIRECCION DEL PROCESO DE TRANSMISION

Fig. 3.2. Proceso de transmisión de datos del Modelo OSI

III.3. APARICIÓN DEL PROTOCOLO X.25

La aparición del estándar X.25, se debe al organismo *CCITT*, el cual presentó una primera publicación (*El Libro Gris*). Este fue revisado en varias etapas desde 1974, año en el que apareció por primera vez y que después recibió el nombre de "**Libro Rojo**". Este documento ha ido ampliándose con la incorporación de nuevas funciones y servicios, tanto que el estándar X.25 es el interfaz de usuario.

En sus inicios cuando se deseaba transmitir información de una red de computadoras hacia otra red separadas físicamente, ello requería hacer uso de redes públicas de datos. Sin embargo, para que se pueda llevar a cabo una comunicación a través de una red pública es necesario que haya compatibilidad en el protocolo de la interfaz de conexión del equipo de datos y el de la red pública, de otra manera es imposible.

De su forma original la recomendación ha ido sufriendo modificaciones hasta su última versión emitida en 1988 en el "**Libro Azul**". Algunas de las modificaciones se refieren a las facilidades facultativas del usuario, a la numeración secuencial de los paquetes, y a la especificación de los campos de dirección para contemplar la interconexión con *N-ISDN*.

III.3.1. DEFINICIÓN DEL ESTÁNDAR X.25

A fin de estandarizar las redes públicas de datos y facilitar el acceso a redes internacionales, en 1976 El Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (*CCITT*) definió la recomendación X.25 con el Título de "**Interfaz**" entre Equipos Terminales de Datos (*ETD*) y Equipos de Terminación del Circuito de Datos (*ETCD*). Para terminales que trabajan en el modo paquetes y conectados a redes públicas de datos por circuitos especializados.

La Norma X.25 especifica y estandariza la forma en la cual el equipo terminal de datos (*ETD*) del usuario puede comunicarse con el equipo terminal del circuito de datos (*ETCD*), en

una red pública de conmutación de paquetes. Tal y como se observa en la figura. 3.3, mostrándose la ubicación del protocolo en la red

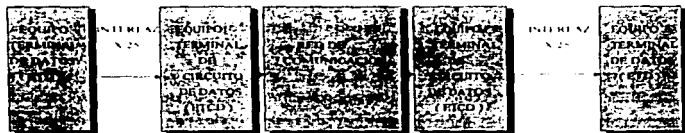


Fig.3.3. Interconexión típica a una red de paquetes

1.3.2. ESTRUCTURA DE LOS NIVELES DEL X.25

La recomendación X.25 está estructurada en tres niveles, conforme al modelo OSI:

- 1.- NIVEL FÍSICO.
- 2.- NIVEL DE ENLACE.
- 3.- NIVEL DE PAQUETE.

NIVEL FÍSICO.

Es el que soporta el medio por el que se realiza la transferencia de los datos. El protocolo de nivel Físico de X.25 es el especificado en la recomendación X.21. Mecánicamente es un conector de 15 contactos, pero se hicieron algunos cambios a fin de hacerlo compatible con el RS-232C (que es el estándar de comunicación más empleado) según se especifica en la

recomendación *X.21 bis*. Su principal característica es que especifica un canal físico síncrono bidireccional punto a punto.

La funcionalidad definida para este nivel se encuentra en las recomendaciones *X.21* y *X.21 bis*; la primera, "Interface entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo terminal del circuito de datos (ETCD) para operación síncrona en redes públicas de datos", fue diseñada para ETDs en un entorno digital; la segunda es una alternativa transitoria (*interina*) para el acceso de los actuales terminales a través de módems, siendo en funcionalidad igual a la recomendación *V.24*.

La interfaz física más famosa es la *RS-232C*, definida por el departamento de agricultura de Estados Unidos en el año 1960. Esta interfaz consta de un conector de 25 patillas, cada una de ellas transporta una señal, como "transmisión de datos, recepción de datos, terminal de datos lista". La versión *CCITT* de esta interfaz se denomina *V.24* y dispone de diversas variantes, según los niveles eléctricos y dependiendo de si la transmisión es simétrica o no. Estas son: *V.28*, *V.10* y *V.11*.

La interfaz *RS-232C* o *V.24* tiene grandes limitaciones, tales como:

- Fue diseñada para ser utilizada en sistemas con tecnología que hoy es obsoleta, como la de Teletipos, siendo no apta para integrarse.
- La interfaz está muy limitada en velocidad.
- Utiliza una técnica no simétrica de transmisión que causa un elevado nivel de errores.
- Debido al gran número de señales, una en cada hilo, la interfaz es cara.
- La fiabilidad es muy baja.

Con el fin de eliminar tales inconvenientes, el *CCITT* definió la recomendación *V.21*, que, sin embargo, no ha tenido mucho éxito, ya que la interfaz *RS-232C* está muy extendida. La recomendación *V.21 bis*, que compatibiliza el *V.21* con el *RS-232*, que es la implantación de la interfaz *V.21* con menos problemas de uso que el *RS-232C*.

Entre las generalidades que se pueden encontrar en este nivel son:

- Las características físicas que definen los conectores, contenidas en las recomendaciones *V.24* y *V.35*.
- El "1" se representa por un voltaje menor que (-3,0 voltios) y el "0" por uno superior a (+3,0 voltios). También se definen las velocidades del intercambio de datos, por ejemplo menores a 20 Kbit/s (*V.24*) o superiores a 48 Kbit/s (*V.35*).

NIVEL DE ENLACE:

Asegura el intercambio de información libre de errores entre el *ETD* y el *ETCD*. Caracterizándose por las siguientes funciones:

- Garantiza la sincronización de la trama de bits.
- Detecta y corrige errores, eliminando paquetes repetidos.
- Controla el uso de los diversos enlaces físicos posibles.
- Intercambia señales para fijar las características de la transferencia, establece la conexión, rechaza tramas.

El intercambio de datos se lleva a cabo por medio de los procedimientos *LAP (Link-Access-Procedure)*, con tendencia a no utilizarse, y el *LAP B (Link-Access-Procedure-Balanced)*, subconjuntos "ARM y ABM respectivamente" tomados de la norma empleada con anterioridad definida por ISO y conocida como *HDLC (High-Level-Data-Link-Control)*. Esta última supone que la interfaz del usuario a la red es de alta velocidad y que el control del enlace de datos se realiza de manera síncrona es decir, emplea bits de sincronía, esto es consistente con la elección del protocolo *X.21* para el nivel físico.

El protocolo *LAP B*, es empleado para la configuración de los equipos de manera balanceada y asíncrona, o sea que el *ETD* como el *ETCD* pueden iniciar el enlace en cualquier momento.

Por lo anterior el nivel "2" de X.25 se denomina *LAP B*, modalidad de *HDLC* en modo asíncrono equilibrado. El nivel de enlace tiene por objeto asegurar la transmisión de datos en cada tramo de la comunicación. En el nivel "2" se multiplexan todos los paquetes de nivel "3" que es necesario transmitir.

Entre los protocolos del nivel de enlace se distinguen los que corrigen errores y los que solicitan retransmisión ante un error. En estos últimos están los protocolos tipo *HDLC* ya antes mencionados, y en cuyas tramas existe un campo denominado Código de Redundancia Cíclica (*CRC*) que permite detectar la existencia de errores en la trama. Ante un error, se pide de nuevo la transmisión de la trama.

Para llevar a cabo todas las funciones que realiza el nivel de enlace, se desarrollaron dos tipos de protocolos:

- Orientados a caracteres: son aquellos en que los caracteres de control de la trama se encuentran especificados de acuerdo a un código determinado, por ejemplo el protocolo *BSC (Binary-Synchronous-Communications)* el cual emplea el código *EBCDIC (para 8 bits por carácter)* o el *ASCII (para 7 bits por carácter)*.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- ◊ Orientados a Bits. En los que la trama sigue un formato definido de acuerdo a una convención, y en la que las posiciones de los bits determinan el tipo de trama de que se trate.

Los protocolos orientados a carácter están cayendo en desuso, aunque aún se encuentran extensamente empleados. Por otro lado, los protocolos orientados a bits presentan ventajas sobre los primeros y los están sustituyendo en muchos casos. En particular los protocolos para *X.25* y para *N-ISDN* son orientados a bits.

Algunas ventajas de protocolos orientados a bit sobre los orientados a carácter son:

- ◊ Permiten transmisión unidireccional y bidireccional.
- ◊ Es flexible para considerar nuevas definiciones de campos de control, en cambio, los protocolos orientados a carácter no son fácilmente expandibles.
- ◊ Para un protocolo dado el formato de las tramas es único.

Se han desarrollado varios protocolos orientados a bits, entre los cuales existen pocas diferencias y siguen más o menos el mismo esquema. Ejemplos de éstos son:

ADCCP (Advanced - Data - Communication - Control - Procedure) desarrollado por *ANSI* y empleado en el gobierno de los *EEUU*, el *SDLC (Synchronous-Data-Link-Control)* desarrollado por *IBM*, *HDLC (High-Level-Data-Link-Control)* del que se derivan los protocolos de *X.25* y *LAPD* de *N-ISDN*.

Los canales por los cuales circulan los mensajes, canales lógicos, pueden implantarse sobre:

- ◊ Un sólo circuito físico, en cuyo caso los procedimientos que controlan el intercambio se llaman de Monoenlace o *SLP (Single - Link - Procedure)*.

- Varios circuitos físicos que se utilizan de forma simultánea y son controlados por el procedimiento multienlace o *Multiplex-Procedure*. Este se encarga de la multiplexación del uso de los diversos enlaces físicos, mantiene la secuencia de los mensajes, elimina las duplicaciones.

A continuación se describe la estructura de la trama del nivel "2", de enlace, en conocimiento de algunos detalles de la funcionalidad del nivel.

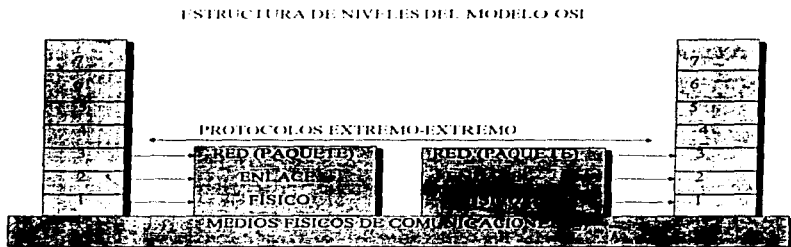


Fig.3.4. El protocolo X.25 se ocupa de los tres primeros niveles del modelo OSI (Físico, Enlace y Red)

- Indicador de Inicio (*Bandera*). Formado de 8 bits (*10000001*), que indica el inicio y fin de una trama, como se había visto anteriormente, y además, tiene como objetivo la sincronización del receptor.

- ◊ Campo de Direcciones. Posee 8 bits y define el sentido de las órdenes y respuestas: *ETCD* a *ETD* o viceversa
- ◊ Campo de Control. También compuesto por 8 bits, que indica el tipo del contenido de la trama:
 - I = Información de Usuarios y Control
 - S = Supervisión
 - U = No numerada
- ◊ Campo de *FSC (Field-Sequence-Check)*. De 16 bits, aplica técnicas de redundancia Cíclica (*CRC*) para eliminar errores
- ◊ Indicador de fin (*Bandera*). Constituido de la misma forma que el Indicador de Inicio.
- ◊ Cabeecera de Paquete y Datos de Usuario. En la Tabla 3.2, se muestran las diversas tramas.

Los aspectos a resaltar, en el nivel de enlace, son:

- ◊ La numeración de las tramas. Efectuada a través de los números de secuencia *N(S)* para que el transmisor indique el número de la próxima trama a enviar, y el *N(R)* que señala, en el receptor, el número de la siguiente trama que se espera recibir. Junto con las variables que poseen las estaciones que se comunican, se controla la secuencia de la transmisión.
- ◊ El tamaño de la ventana (*K*). Define el número de tramas que se pueden estar "pendientes" sin confirmar (*hasta 7 "módulo 8", o hasta 127 "módulo 128"*).

0 El procedimiento Multienlace (*MLP*).

NIVEL DE RED (PAQUETE)

Este nivel se encarga de establecer, mantener y liberar la conexión a la red. Proporciona y maneja las conexiones lógicas en los puntos extremos de una red. Las funciones que se llevan a cabo en la capa de red son de conmutación y enrutamiento de los paquetes dentro de la red, transmisión en secuencia de los paquetes, control de los canales lógicos, control de flujo, y recuperaciones por error.

Las funciones de control de flujo y manejo de errores no son una duplicación redundante de las perspectivas del nivel de enlace, ya que se aplican a unidades de información diferentes (*tramas y paquetes*).

En una comunicación no balanceada, o punto a punto, no, es necesaria esta capa y se puede eliminar sin ningún problema. Sin embargo, en una red de conmutación de paquetes esta capa es imprescindible.

El paquete que se transmite en la capa de red (*cabecera del nivel de paquete más el campo de datos de usuario de los niveles superiores*) se introduce en la trama del nivel de enlace, como se observa en la figura. 3.5. Los procedimientos definidos sólo permiten la inclusión de un solo paquete, formado por un número entero de bytes (*de 8 a 4096 "típicamente 128"*).

TIPO	ORDEN	RESPUESTA
DATOS	I	I
SUPERVISION SREJ	RR	RR
	RNR	RNR
	REJ	REJ
	SREJ	SREJ
NO NUMERADAS SNRM	SARM	
	SABM	
	DISC	
		UA
		DM
		FRM

I = INFORMACION

RR = RECEPTOR PREPARADO

RNR = RECEPTOR NO DESCONECTADO

SREJ = RECHAZO SELECTIVO

SARM = FIJAR MODO NORMAL DE RESPUESTA

SABM = FIJAR MODO DE RESPUESTA ASINCRONO

DISC = ORDEN DE DESCONEXION

UA = RESPUESTA DE ASENTAMIENTO NO NUMERADO

DM = RESPUESTA DE MODO PREPARADO

REJ=RECHAZO

FRMR = RESPUESTA DE RECHAZO DE TRAMA

Tabla. 3.2. Tramas empleadas para órdenes y respuestas en el protocolo X.25

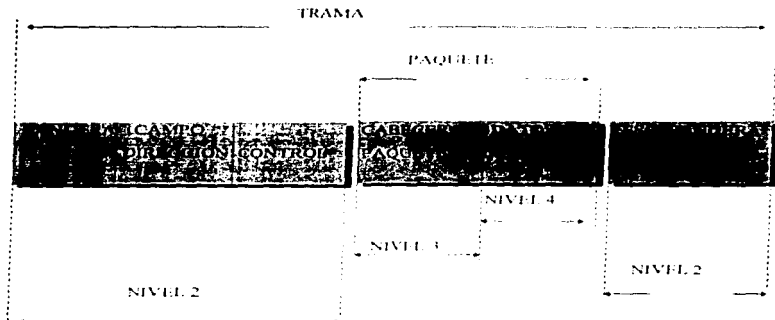


Fig.3.5. Estructura de la trama X.25, mostrando los distintos niveles del modelo OSI a que afectan

Con el fin de establecer las vías de comunicación, la recomendación define 2 tipos de circuitos:

- ◊ Circuitos Virtuales Conmutados (CVC).
- ◊ Circuitos Virtuales Permanentes (CVP).

Los *CFC's* son los caminos establecidos entre dos *ETD's* en forma dinámica y de acuerdo a la situación de la red en el momento de iniciarse la llamada, para cada comunicación se establece un *CFC*.

Los *CTP's* son determinados de manera permanente por la *PTF* cuando el usuario solicita el servicio.

La información se transporta de forma multiplexada, via los Circuitos Virtuales, por los denominados Canales Lógicos, uno por cada *ETD*, que se acumulan en los grupos lógicos.

Los Equipos *ETD* y *ETCD* emplean un conjunto de 4096 canales lógicos. Los números de los canales lógicos se forman con un número de Grupo de Canal Lógico (*GCL*) menor o igual a 15 y un Número de Canal Lógico (*NCL*) menor o igual a 255. La asignación del *GCL* y *NCL* se efectúa en la fase de establecimiento de la comunicación, en el caso de un Circuito Virtual Conmutado o también conocido como, Llamada Virtual (*LV*) y para el caso de (*CTP*) la asignación de los números se realiza por acuerdo con la administración al momento de abonarse al servicio. En ambos casos el número de Canal solo tiene significado local.

Los Canales Lógicos se distribuyen como se muestra en la Tabla 3.3. El Canal "0" es un número más bajo y el Canal 4095 el número más alto. El método de asignación es el siguiente:

- El Canal cero se reserva para funciones de arranque y diagnóstico.
- En el caso de un *ETD* con un solo canal lógico se emplea el canal "1".
- Para evitar colisiones en la asignación del número de canal, el *ETCD* inicia con el número más bajo hacia arriba, por su parte, el *ETD* inicia con el número más alto hacia abajo.

NCL 0		Circuitos Virtuales Comutados
1	Circuitos virtuales Permanentes	
CEB		
CEA	Unidireccionales Entrantes	
CBB		
CBA	Bidireccionales	
CSB		
CSA	Unidireccionales Salientes	
4095		

NCL = Número de Canal Lógico.

CEB = Canal Entrante con el Número Más Bajo.

CEA = Canal Entrante con el Número Más Alto.

CBB = Canal Bidireccional con el Número Más Bajo.

CBA = Canal Bidireccional con el Número Más Alto.

CSB = Canal Saliente con el Número Más Bajo.

CSA = Canal Saliente con el Número Más Alto.

Tabla.3.3. Gama de Canales Lógicos

También el nivel de red posee varios procedimientos para el control de las diferentes etapas de una llamada, tales como:

- ◊ Procedimientos de rearranque.
- ◊ Procedimientos para el servicio de las llamadas virtuales.
- ◊ Procedimientos para el servicio de los *CTP*.
- ◊ Procedimientos para la transferencia de datos.
- ◊ Procedimientos para el control del flujo.
- ◊ Procedimientos de interrupción.

A continuación tenemos la definición de los campos del formato del paquete:

- ◊ Número de grupo de canal lógico. Con 4 bits, da el número de canales utilizado.
- ◊ Identificación general del formato. De 4 bits, define el esquema de numeración de secuencia de paquete utilizado; Módulo 8 o módulo 128.
- ◊ Número de canal lógico. De 8 bits, identifica el canal lógico que transfiere la comunicación.
- ◊ Identificador del tipo de paquete, tiene 8 bits y designa alguno de los posibles tipos de paquete, que si son emitidos por los *ETD* se llaman de peticion y si lo son por el *ETCD*, de indicacion:

- De establecimiento y desconexión de la llamada.
- De datos e interrupción.
- De control de flujo y reiniciación.
- De arranque.
- De diagnóstico.
- De rechazo.
- De registro.
- Longitud de dirección del *ETD* llamado. Tiene 4 bits. En este campo se identifica el número de cifras que posee la dirección del *ETD* llamado.
- Longitud de dirección del *ETD* llamante. Con 4 bits, indica el número de cifras que forman la dirección del *ETD* llamante.
- Dirección del *ETD* llamado. Definido a partir del quinto octeto, cada cifra decimal de la dirección del terminal llamado está codificada en semioctetos.
- Dirección del *ETD* llamante. Codificada a continuación de la última cifra de dirección del *ETD* llamado, indica la dirección del *ETD* llamante en semioctetos.

- ◊ Longitud del campo de facilidades. De 6 bits, es un número binario que indica la cantidad total de octetos que forman el campo de facilidades de usuario.

- ◊ Campo de facilidades de usuario. Está formado por parejas de octetos; el primero indica la facilidad, y el segundo, su parámetro. Se usa solo para las facilidades que requieren indicación explícita. Se incluyen en los paquetes de "petición de llamada" y "llamada entrante".

- ◊ Datos de usuario. De longitud variable, contiene los datos de usuario. Su longitud máxima está determinada por el sistema para todos los canales lógicos por igual.

III.3.3 ESTADOS EN EL INTERFAZ X.25

Cuando no hay ninguna llamada en curso, el interfaz se encuentra en estado "P1". Los estados "P2" y "P3" son estados de espera de establecimiento de la comunicación y por tanto sólo son aplicables a las llamadas virtuales (LV). El interfaz pasa al estado "P2" si el *ETD* inicia la comunicación al estado "P3" en el caso de ser el *ETCD* quien la inicia. Los estados "P6" y "P7" que son de espera de la liberación, si el *ETD* quien inicia una indicación de liberación el interfaz pasa al estado "P6", si es el *ETCD* quien da una indicación de liberación entonces el interfaz pasa al estado "P7". Se informa al extremo lejano de la liberación con la causa "error de procedimiento en el extremo lejano". La siguiente Tabla 3.4, nos indica la descripción de cada estado.

ESTADO	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO
P1	Preparado
P2	EI D en espera
P3	EI CD en espera
P4	Transferencia de datos
P5	Colisión de datos
P6	Peticion de liberacion por EI
P7	Indicacion de liberacion por EI CD
d1	Control de flujo preparado
d2	Peticion de reinicio por EI D
d3	Indicacion de reinicio por EI CD
r1	Capa de paquetes preparada
r2	Peticion de rearmar por EI
r3	Indicacion de rearmar por EI CD

Tabla.3.4. Los diferentes estados del interfaz X.25

III.3.4 CARACTERÍSTICAS Y FACILIDADES DEL X.25

Hablar de las características que tiene el protocolo X.25 es de consideración importante, para la aparición de los nuevos protocolos. A continuación tenemos las más relevantes características que posee el protocolo:

- El protocolo X.25 solo se emplea entre el equipo terminal de datos y la red, no es un protocolo que los nodos de la red intercambien datos

- ◊ En el nivel "3" del X.25, el usuario tiene acceso a los servicios de la red.
- ◊ El protocolo X.25 permite multiplexar de 1 a 4095 canales en un solo interfaz físico.
- ◊ La recomendación X.25 especifica las interfaces síncronas entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación de circuito de datos (ETCD) para terminales que operan en el modo paquete en redes de datos públicas (PDNs).

Las facilidades que ofrece X.25 hacen que el usuario aumente su capacidad y flexibilidad en la explotación de la red de datos. En general, se clasifican en 4 tipos:

- ◊ Las que definen la recomendación X.2 del CCITT
- ◊ Las que especifican el CCITT para los ETDs
- ◊ Las que ofrecen la red pública de datos origen
- ◊ Las ofrecidas por la red pública de datos destino

Las facilidades que definen la recomendación X.2 del CCITT son consideradas, algunas como opcionales y otras como esenciales. Otra característica de estas es que algunas se asignan o negocian para cada llamada que se establece, y otras son definidas al momento de la contratación del servicio. Se solicitan y caracterizan por medio del campo de "Facilidades de Usuario", contenido en el paquete X.25.

Las facilidades descritas en la recomendación X.2 son:

1. Facilidades para restricción de llamadas.

2. Facilidades relacionadas con la facturación.
3. Facilidades de calidad del servicio.
4. Facilidades para la seguridad y el control del flujo.
5. Facilidades de administración en el destino.
6. Facilidades para señalización extremo-a-extremo.

III.3.5. MANEJO DE LA RECOMENDACIÓN X.121

En una red de transmisión de datos X.25, antes de la fase de transferencia de información, es necesario identificar al destinatario. También, por cuestiones de control de servicio y gestión de red, se requiere identificar al terminal origen. Esto es, disponer de las direcciones físicas de los interlocutores partícipes, para que la red sepa determinar los trayectos que deberá establecer entre tales direcciones.

Para evitar la entrega equivocada de mensajes, cobros erróneos, etc., la dirección de cada terminal debe ser única dentro de la red. Los gestores de la misma tienen que definir, desde el inicio de su operación, tanto la estructura como las condiciones y cualquier característica del conjunto de direcciones a usar para identificar unívocamente a cada terminal. A ese conjunto de reglas se le denomina "Plan de Numeración", y su principal objetivo es garantizar que cada terminal conectado a la red posea un identificador único (*no repetido*).

Entre otras funciones que distinguen a todo plan de numeración se encuentran las siguientes:

- ◊ Servir de forma eficiente para el enrutamiento de mensajes y la tarificación de la comunicación.

- ◊ Implantarse fácilmente con la tecnología del hardware y software existente en la red.
- ◊ Independencia de la tecnología de la red.
- ◊ Ser flexible para permitir crecimientos al número de terminales de la red.
- ◊ Su uso fácil por parte de los usuarios.
- ◊ Ser compatible con planes existentes en la red o con los de otras, con las que funcionará.
- ◊ Ser válido durante varios años (*5 por ejemplo*).
- ◊ Atender recomendaciones internacionales.

En nuestro caso, la recomendación internacional que tiene que respetar el plan de numeración para redes de datos X.25, es la emitida por el CCITT, o conocida como "Plan de Numeración Internacional" para redes de datos públicas o recomendación X.121. El CCITT define un conjunto de reglas para estructurar la dirección de una interfaz ETCD/ETD particular, en una red pública de datos por conmutación de paquetes de cualquier país.

Uno de sus objetivos es permitir el interfuncionamiento mundial entre redes públicas de datos; en teoría queda a criterio propio para los planes de numeración a utilizar en redes privadas de datos. Sin embargo, se interfuncionan con las redes públicas que deben de enmarcar sus planes dentro del protocolo X.121.

Este plan está basado en la capacidad que tiene el protocolo X.25 en el campo de direcciones de su paquete de establecimiento de llamada (*Call Request*), de 15 dígitos. Su estructura se muestra a continuación:

P + CIRD + NTN

A todo el conjunto de los 15 dígitos se le denomina "**Número de Datos Internacional (IDN)**", que es el utilizado por un *ETD* de una red pública de un país para conectarse con otro, en un país diferente.

El *IDN* está formado por los siguientes grupos de dígitos:

- **P** - Prefijo Internacional. Distingue, en cada país, el formato del número internacional del nacional.
- **CIRD** - Código de Identificación de la Red de Datos. Compuesto por 4 cifras:
IPD - Indicativo de Datos para el País. Formado por 3, identifica al país;
DR - Dígito de Red. Identifica a una red pública de datos en un país.
- **NTN** - Número de terminal de Red. Identifica el *ETD* de una determinada red de datos, formada por un máximo de 10 dígitos. El *NTN*, es administrado por cada país.

La asignación del *IPD* está administrada por el propio *CCITT*, en el anexo *D* a la recomendación *X.121* se proporcionan los identificadores para varios países.

En base a este acuerdo, un país sólo puede tener un máximo de 10 redes de datos por *IPD*; sin embargo, si existieran más en el país, el *CCITT* podrá asignar más de un *IPD* al mismo.

III.4. EL SURGIMIENTO DE LAS REDES LAN Y WAN

El desarrollo de las Redes de Área Local (*LAN*) a mediados de la década de los 80s ayudó a cambiar la forma de pensar sobre las computadoras, la comunicación entre ellas evolucionó a forma de compartir la información almacenada.

La necesidad de compartir la información era necesario, y por ello se llevo a la tarea de crear las Redes *LAN*. Que serian conectadas a varias estaciones de trabajo, como una primera fase de un entorno distribuido de redes y operaciones de computacion de mayor magnitud.

Al comienzo de la decada de los años 80s era imposible distinguir las llamadas redes "Locales" y las denominadas redes "Globales" (*LAN* y *WAN*) respectivamente. En varias redes locales todos los nodos son microcomputadoras, aunque la existencia de un gran número de ellas ha sido el factor importante para crear y desarrollar las redes *LAN*.

Cada vez con mayor frecuencia minicomputadoras y mainframes o macrocomputadoras son parte integral de las redes de area local. El desarrollo mas penetrante e importante de las redes en la decada de los 80s fue el reconocimiento que los dispositivos controlados por computadora, son ahora los periféricos de la red. Y la red, no es un periférico de una computadora. El procesamiento de la informacion requiere redes de transmision que ofrezcan servicios superiores a los que caracterizan a las transmisiones de voz y datos tradicionales.

Las redes de area local se distinguen de las redes globales, en el numero de nodos centrales (*computadoras*) los cuales controlan la operacion de la red. Las redes globales tienen por lo general cuando menos uno o mas nodos centrales. El nodo central es una minicomputadora de tiempo compartido y es frecuentemente una mainframe o macrocomputadora. En una Red *WAN*, las microcomputadoras se utilizan como terminales inteligentes.

Las Redes *WAN* siguen y seguirán existiendo en el futuro, también conforme se rediseñan más ampliamente, a menudo ya no toman en cuenta a máquinas específicas sino que se fabrican en torno a aspectos de conectividad globales.

Por otro lado las Redes *LAN*, fueron creadas con la idea de la conectividad. Estas redes sirven a usuarios locales, se pueden interconectar o bien pueden ser nodos de una Red *WAN*. A su vez pueden tener radios de extensión variables, pudiendo ser de algunos cientos de metros hasta cerca de 50 Kilómetros. Mientras que las redes globales (*WAN*) se pueden extender por todo el mundo, en caso necesario.

Sin embargo, las Redes *LAN* y *WAN* no satisfacen del todo las necesidades de conexión. Necesitandose una Red de mayor velocidad que se extienda más allá del área cubierta por una Red *LAN*, pero que no esté limitada a los métodos ordinarios de conexión en redes *WAN*. Por

ello hace su aparicion una red de tamaño intermedio con beneficios adicionales a los que ofrecen las redes LAN y WAN. Teniendo un alcance de diametro de no más de 50 Kilómetros. Este tipo de red es conocida como MAN (*Metropolitan-Area-Network*), siendo adoptados sus estandares por el comite 802.6 del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Pero en nuestro caso, esta red no es punto a tratar y por ello solo la mencionamos para tener conocimiento de su existencia.

III.4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES LAN Y WAN

Las Redes LAN (*Network-Area-Local*) se instalan a distancias cortas aproximadamente menores de 25 Km, trabajando a un rango de velocidad de transmision de datos (*1 a 20 Mbit/s*). La velocidad se maneja en toda la red y por cada estacion de trabajo, generandose la intercomunicación de todos los nodos.

Referente a las Redes WAN (*Network-Area-Wide*) tradicionales se tiene conocimiento de su extension de trabajo a distancias amplias e ilimitadas, transmitiendo a una velocidad de datos comprendida entre (*10 Kbit/s-1.5 Mbit/s*). Son consideradas por su eficiente transmision de voz, datos y video local, tipicamente utilizan velocidades bajas.

El mas importante desarrollo de las Redes WANs esta contenido en la implantacion de la Network-Digital-Services-Integrated (ISDN), que proporciona servicios de conmutacion de circuitos y paquetes a velocidades no de 1.544 Mbit/s (*2.048 Mbit/s en Europa*). Tipicamente las Redes WANs utilizan velocidades de transmision inferiores (*generalmente proporcionan conexiones al usuario entre 10 y 100 Mbit/s*) o servicios de mayor rapidez, tal como T1, que opera a 1.544 Mbit/s.

Actualmente las Redes WANs, tienen un nuevo concepto en lo que respecta la capacidad de transmision de datos, contenida entre un rango de 50 Mbit/s a mayor de 1 Gbit/s. Con una longitud ilimitada de alcance en la transmision.

III.4.2. APLICACIÓN DE REDES LAN

Las aplicaciones implican tipos fundamentales de entrada/salida y transferencia de información, tal y como se explica a continuación:

- ◊ **Precesamiento de Imágenes.** La entrada en forma discretizada del resultado electrónico de documentos, el archivo de documentos en imágenes en una base de datos y el procesamiento de estos documentos con intervención del hombre, a través de pantallas de alta resolución, y la distribución a través de la red, de emisiones intensificadas en imágenes.
- ◊ **Distribución de Documentos.** La transferencia de un gran volumen de facsimiles o imágenes discretizadas entre centros de distribución de documentos y la subsiguiente distribución, parcialmente electrónica y parcialmente manual, desde estos centros de distribución a sus receptores. Un subgrupo de esta clase de aplicación es el correo electrónico, que trata de usar técnicas similares a los sistemas de correo actuales.
- ◊ **La oficina Automatizada.** La captación electrónica de golpes a teclas de máquinas de escribir electrónicas u otros medios de entrada y el uso de comunicaciones procesamiento de datos para apoyar las funciones de registro, archivos, recuperación, copia y distribución del complejo de la oficina: muchas de estas funciones han sido ubicadas en dispositivos especiales disponibles en este momento.
- ◊ **Información Doméstica.** La fusión de pequeños procesadores, máquina de escribir y televisores permiten a las personas acceder a servicios antes no disponibles en el hogar. Los datos disponibles son tanto personales como comerciales. Los datos personales consisten en hechos entrados por el usuario y almacenados localmente, tales como

recibos, datos sobre impuestos, información financiera y proyectos personales. La información corriente está caracterizada por servicios como pedidos por catálogo, estudios de mercadeo en masa y educación interactiva.

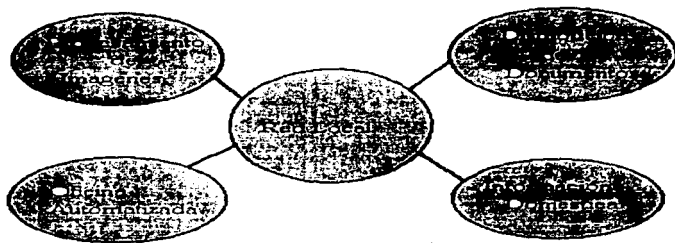


Fig.3.6. Combinación de funciones en redes LAN

III.4.3. TIPOS DE REDES LAN

Básicamente, existen tres tipos de soluciones en redes locales:

- ◊ Redes de Propiedad de un Proveedor. Son aquellas desarrolladas por un proveedor de equipos de computación, para soportar la distribución geográfica u organizacional de sus *DTEs*. Surgen como complemento del concepto de descentralización administrativa del procesamiento de datos.
- ◊ Redes Estándares. En estos casos, la red no es diseñada para interconectar los equipos existentes sino que son estos los que se diseñan conforme a los estándares especificados por el productor de la red.
- ◊ Redes de Aplicación Universal. Esta clase de redes son un compromiso entre las dos primeras. Tratan de proveer un medio (*lógico y físico*) de comunicación entre componentes de distintos proveedores (*este es su aspecto "estándar"*). Pero a diferencia de la segunda clase, el uso de estas redes no implica el pago de una licencia a su inventor. Este construye interconexiones para una gran diversidad de equipos, para que el usuario tenga la posibilidad de integrarse a la red. Estas piezas de interconexión suelen ser programables para adaptarse a situaciones diversas, realizando las conversiones de códigos y protocolos.

III.4.4. TOPOLOGÍAS DE REDES LAN

El concepto de red de área local se basa en la interconexión de ordenadores, a los cuales se les denomina nodos. El establecimiento de conexiones entre ellos constituyen los parámetros

que definen la topología de una red. Cualquiera que sea esta topología debe encargarse de realizar tanto las funciones de conmutación como de transmisión.

La interconexión de los distintos elementos proporciona una visión de su comportamiento, a esta configuración geométrica se le denomina topología de red. La topología es un nombre geométrico que define un modelo de interconexión utilizado entre varios nodos de una red. Los nodos que se representan en cualquier topología constituyen terminales de comunicaciones (*estaciones de usuario o servidores de recursos*), como elementos de unión de los distintos ramales en que se divide la red.

Las topologías de red más comunes son:

- ° Topología en Estrella.
- ° Topología en Anillo.
- ° Topología en bus.

TOPOLOGÍA EN ESTRELLA

La topología en estrella es una de las estructuras más utilizadas en los sistemas de comunicaciones de datos. Una de sus principales razones por la cual se sigue usando actualmente es por sus precedentes históricos.

La red en estrella fue utilizada en los años 60s y principios de los 70s por su fácil control; el software es de un simple manejo de tráfico.

La topología en estrella se describe mejor como un conjunto de ordenadores conectados a través de un controlador/concentrador activo. Todos los mensajes son enviados al centro de conmutación, del controlador, para su reenvío a otros nodos. El uso de este controlador central para llevar a cabo todas las transferencias de información simplifica la estructura de los nodos, pero a expensas de crear una estación de transferencia más compleja. El uso de un controlador

central proporciona medios para conectar las máquinas existentes en una red sin grandes cambios en su estructura.

El controlador central, o *HUB*, es un elemento limitado en el crecimiento de una red en estrella. Solo puede soportar un número máximo de conexiones. Para un crecimiento en esta clase de red, el *HUB* debe conectarse a otro controlador, o *HUB*, para que puedan añadirse nuevos nodos a la estructura.

El controlador central ejerce todas las tareas de control y posee todos los recursos comunes de la red. Por lo tanto, está sujeto a problemas de fallos.

Para reducir su influencia, puede optarse por localizar el control en algún o algunos nodos de la red. Mas allá de la fiabilidad, el *HUB* central representa el punto por el cual todas las comunicaciones deben pasar.

Si el *HUB* no es de la suficiente potencia, causa retrasos en la fila de peticiones que debe atender, y a su vez, puede llevar a la red a un paro virtual, con filas cargadas al máximo y el flujo de datos intentando ser tan rápido como sea posible. El problema surge cuando la información proviene de otros u otros nodos. Esta topología presenta una gran flexibilidad para aumentar o disminuir el número de nodos, debido a que estas modificaciones no representan ninguna alteración de su estructura y están localizadas en el nodo central.

El controlador *HUB* es un dispositivo altamente complejo desde el punto de vista del Hardware. Así mismo, debido a su complejidad, aporta un punto central de fallo. El trabajar alrededor del problema central, requiere incrementar los costos del Hardware, con soluciones de *HUB* paralelos.

El fallo en un nodo de la red no repercute en el comportamiento global de la red, y solo afecta el tráfico relacionado con el nodo. Cuando afecta al *HUB* central, el resultado es catastrófico, afectando a todas las estaciones. De ahí la importancia de incrementar la fiabilidad del nodo central con una multiplicidad de *HUBs*. La figura. 3.7, esquematiza la topología anterior.

TOPOLOGÍA EN ANILLO

La filosofía básica de la red en anillo es tener un número de elementos de proceso o nodos interconectados en una estructura de anillo. Los nodos de la red están conectados formando un anillo de forma que cada estación tiene conexión con otras dos en sus extremos.

El flujo de datos en una red es típicamente en una dirección, aunque existen anillos que manejan flujos de información bidireccionales. Los mensajes viajan por el anillo de nodo a nodo, en una única dirección, de un nodo fuente a un nodo destino. No obstante, toda la información pasa por todos los módulos de comunicación de las estaciones. Las topologías en anillos proporcionan un entorno en el cual varios mensajes pueden circular simultáneamente dentro de la red.

Para enviar un mensaje de un nodo a otro en el anillo, el nodo que envía, pone el mensaje en el medio de comunicación. El mensaje viaja alrededor del anillo hasta que alcanza el nodo de destino o es devuelto al remitente que lo envió. Cada nodo tiene que reconocer los mensajes dirigidos a él, y actuar como retransmisor de los mismos, que pasando a través de él se dirigen a otras estaciones.

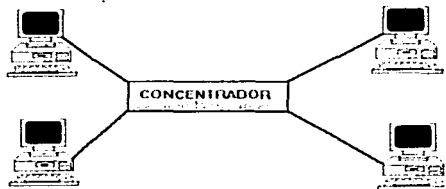


Fig.3.7. Topología en Estrella

La configuración en anillo es muy atractiva para su uso en redes de área local por una variedad de razones:

- Los problemas de encaminamiento (*control de ruta*) se convierten en algo del pasado. Todos los mensajes siguen el mismo camino.
- Esta topología permite incrementar o disminuir el número de estaciones sin gran dificultad.

- La velocidad de la red es buena ya que no hay contienda por el medio físico. Solo se está limitando por el más lento de los ordenadores, el expedidor, receptor o la velocidad de la conexión.
- El control es bastante simple, requiriendo poca implementación de Hardware o Software

Una estructura en anillo en su más pura configuración, es altamente susceptible al fallo de un nodo. Un fallo en cualquier parte del anillo de comunicación deja bloqueada a la red en su totalidad. En el caso de una configuración en estrella solo queda fuera de servicio la estación afectada. Si el fallo se produce en una de las estaciones del anillo, la repercusión en el resto de la red será diferente dependiendo de si se avería o no el módulo de retransmisión. En el caso de que la estación quede fuera de servicio, pero el módulo de retransmisión siga operando con normalidad, la avería solo afectará a la estación en uso. Pero si lo que falla es el módulo de comunicaciones, el anillo quedaría cortado y la red bloqueada.

Para evitar estos problemas, IBM sacó al mercado su red en anillo "TOKEN RING". El uso de concentradores en la configuración de la red, permite una alta fiabilidad. El concentrador *MAU (Unidad de Acceso Múltiple)* es un dispositivo al que se conectan las estaciones de la red. El anillo lógico discurre por dentro del concentrador, y cuando un nodo deja de funcionar, se corta circuito la entrada hacia la estación en el propio concentrador, restableciéndose el anillo. La figura. 3.8, muestra la topología en anillo.

TOPOLOGÍA EN BUS.

La arquitectura de bus se compone de un número de nodos y sus correspondientes interfaces conectadas a lo largo de un único canal o segmento. El Bus, como era el caso con el anillo visto anteriormente, prescinde de la necesidad de tener un encaminamiento (*control de ruta*) del nodo central de las primeras redes.

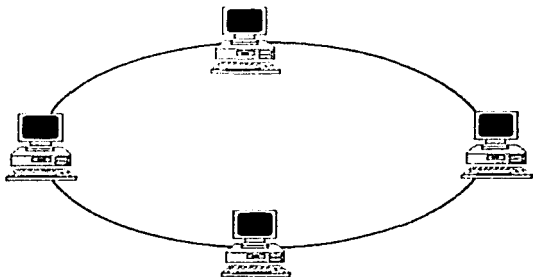


Fig.3.8. Topología en Anillo

El Bus es muy conveniente para las redes debido a su bajo costo, pero está limitado en cuanto a la distancia. La topología de Bus utiliza cable coaxial de bajo costo y una gran variedad de controladores y conectores proporcionando una interesante colección de variaciones dentro de la red a los usuarios.

El control de flujo de tráfico entre los nodos es relativamente simple, ya que el Bus permite a todas las estaciones recibir las transmisiones. En las redes con estructura en Bus, a diferencia de las de anillo, cada nodo no actúa como repetidor de los mensajes, sino que

simplemente reconoce su propia dirección para captar aquellos mensajes que viajan por el bus, y van dirigidos a él. Cuando una estación deposita un mensaje en la red, esta información es difundida a través del bus y todas las estaciones están conectadas para recibirla. Debido al hecho de compartir el medio físico, antes de transmitir un mensaje cada nodo debe averiguar si el bus está disponible para él.

La principal desventaja en una topología en bus radica en el hecho de que normalmente sólo un canal de comunicaciones existe, para dar servicio a todos los dispositivos de la red. Consecuentemente, en el caso de fallo del canal de comunicaciones, se paraliza toda la red.

Otro problema de esta topología es la dificultad de aislar los fallos de un dispositivo particular conectado al bus. La ausencia de dispositivos de concentración, como los "Hubs" vistos anteriormente en la topología en estrella, hace que el problema sea de difícil solución.

El fallo en una estación aislada sólo repercutirá en los mensajes a ella vinculados, siendo su efecto nulo en el resto de la red. Una ruptura en el bus, en cambio deja la red dividida en dos segmentos inutilizables totalmente, según como este concebido el control. El hecho de que exista un bus común al que acceden todas las estaciones le proporcionan parte de las ventajas antes referidas, pero obliga a que el control de acceso a la red sea más delicado que en el caso de las topologías en estrella o anillo.

Las redes con topología en bus son sencillas de instalar y se adaptan con facilidad a las características del terreno local. Presentan una gran flexibilidad en lo que respecta a aumentar o reducir el número de estaciones de la red. Ello unido a su buena fiabilidad, hace que esta topología sea elegida por los numerosos fabricantes. La figura. 3.9, nos muestra la topología en bus, que utilizan varias redes de datos.

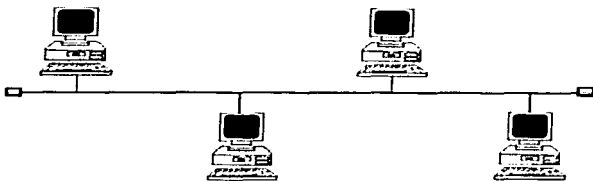


Fig.3.9. Topología en Bus

III.5. EL PROTOCOLO FRAME RELAY

El Frame Relay (*Commutación de Tramas*), es un protocolo que sobresale por su tecnología, considerado el remplazo de la norma X.25 (*Commutación de Paquetes*). Por su alta ejecución de enrutamiento de tramas de variable longitud en redes *WANs*, bajo la capa "2" del modelo *OSI*.

La recomendación I.122 del *CCITT* es una adaptación de la interfaz *N-ISDN* para este propósito (*I.122, 88*) (*ANSI, 88*). Esto es semejante para X.25, primero de todo un estándar de interfaz de Usuario-Red para una Red *WAN*. No necesariamente determina los protocolos utilizados en la Red *WAN*. Los estados de la recomendación I.122 están encaminados a los servicios de datos mayor de los 2.048 Mbit/s.

III.5.1. APARICIÓN DEL FRAME RELAY A PARTIR DEL X.25

Cómo toda norma que hace su aparición, tenemos a "Frame Relay" que no es la excepción. Puesto que de acuerdo a los requerimientos que exige el usuario, a un servicio de comunicación que demanda cada vez más eficiencia. Hace que continuamente surjan nuevas innovaciones, por ejemplo Frame Relay es producto de mejora del protocolo X.25.

En una red corporativa X.25, que maneja distinto tipo de tráfico, se requieren grandes niveles de saturación de los enlaces troncales para satisfacer la demanda de transferencia de ficheros, y bajo retardo entre nodos en el caso de tráfico interactivo. Mientras que lo primero se consigue con paquetes de gran longitud, lo segundo necesita de paquetes cortos, en la mayoría de las redes se eligen paquetes de 128 bytes.

Cuando no se pueden satisfacer las demandas de este tipo, aparece *Frame Relay* que viene a solucionar en gran parte las limitaciones del X.25. La aparición y utilización del protocolo *Frame Relay*, es evidente, puesto que este contiene más paquetes cortos que pueden seguir saturando el canal al requerir menos proceso de los mismos por llevar una cabecera mucho

menor. Por ello resulta más adecuada en el caso de utilizar canales *E1/T1 (1,544 y 2,048 Mb/s)* respectivamente, y los cuales analizaremos en el próximo capítulo, estando previsto que soporte los *E3/T3* en un futuro próximo. Presenta, sin embargo, el inconveniente de carecer de un control efectivo de la congestión, lo que en caso de una situación de tráfico muy intenso puede dar lugar a la pérdida de paquetes, siendo necesaria en ese caso su retransmisión.

Si el tráfico interactivo es muy intenso, con una alta densidad de paquetes de pequeña longitud, se aprecian las ventajas de *Frame Relay* frente a *X.25*; la simplicidad del protocolo proporciona la capacidad de soportar más circuitos virtuales en el mismo nodo, a pesar de ser su límite teórico inferior (*1024 frente a 4096*).

III.5.2. FORMATO DE LA TRAMA FRAME RELAY

El Formato de trama de la interfaz Usuario - Red del protocolo *Frame Relay (L122)* es mostrado en la figura. 3.10. Un propuesto campo de dirección de 2 bytes también se ilustra en la figura 3.11. Incluyendo las siguientes claves:

- El Identificador de Conexión de Enlace de Datos (*Data-Link-Connection-Identifier (DLCI)*), de 10 bits, identifica la conexión bidireccional *Frame Relay* en la interfaz entre el equipo del usuario y la red. El *DLCI* solamente tiene significado local.
- La Legibilidad Descartada de Bit (*DE*), eso fija a "1" indica una solicitud que muestra una trama ser descartada en preferencia a otras tramas en una congestión, cuando las tramas tienen que ser descartadas a cierta operación segura de la red.

- La Notificación de Congestión Explícita de Atrás de bit (*Backward-explicit-Congestion-Notification Bit (BECN)*) se fija por una congestión de red a notificar al usuario esa congestión de evitación de procedimientos siendo marcado en donde se aplica por el tráfico en la dirección contraria de la trama transmitida.
- La Notificación de Congestión Explícita de Adelante (*FECN*) se fija por una congestión de red a notificar al usuario esa congestión de evitación de procedimientos donde es inicialmente aplicado por el tráfico en la dirección de la trama transmitida.

La Trama mostrada en la figura 3.10, consiste de una bandera (*flag*) de inicio seguida por un campo de dirección de 2 bytes, un campo de datos de usuario, una secuencia de verificación de trama, y una bandera final. Esto es mostrado en la capa *MAC*. En este nivel, se tienen controles punto a punto, tal como el Control de Enlace Lógico (*LLC*), son incluidos dentro del campo de datos de usuario.

Excepto para el campo de dirección de 2 bytes, los formatos de trama *Frame Relay* son completamente definidos en el Procedimiento de Acceso de Enlace *D* (*canal D*) o (*LAP-D*). El Formato *Frame Relay* y el protocolo son un subconjunto de *LAP-D*, contenidos en Q.921, especificados en Q.922. En *Frame Relay*, cada valor *DLCI* define un canal lógico dentro del canal físico especificado. Cada canal lógico tiene sus propios elementos de procedimientos *DLC* en la capa *LLC*, y propiamente fijo de protocolos en capa 3 y superiores.

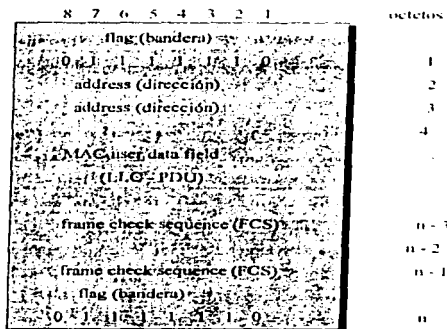


Fig.3.10. Formato de trama Frame Relay



- BECN – Bit de Notificación de la Congestión Explícita de Atrás.
C/R – Bit de Indicación de Comando Respuesta.
DE – Bit de Legibilidad Descartada.
DLCI – Identificador de Conexión de Enlace de Datos.
AE – Bits de Dirección Extendida.
FECN – Bit de Notificación de la Congestión Explícita de Adelanto.

Fig.3.11. Formato del campo de dirección Nivel de Enlace Frame Relay

Especiales valores de *DLCI* (tal como todos ceros) son utilizados para indicar que el campo de información tiene control de la misma.

La red asocia ambos *DLCI*s (en la comunicación de los puntos finales) con un circuito virtual. Frame Relay se considera ser un nivel de *MAC*, por un servicio orientado a conexión en base al establecimiento del circuito virtual y los valores *DLCI*.

Las normas I-441, Q-921, y también Q-922, empleadas para el usuario en la capa *MFC* de *DLC*, tienen las siguientes semejanzas:

- Trama delimitada y trama alineada
- Trama transparente
- Trama multiplexada y demultiplexada utilizando el campo de dirección *DLCI*.
- Asegurando la trama como un número integral de octetos y no siendo demasiado largo ni corto.
- Detección de errores de transmisión.

La señalización de *Frame Relay* en un principio de sus instalaciones, utilizaba un simple circuito virtual permanente (*PVC*). Mientras que por fuera la señalización se lleva a cabo por un circuito virtual conmutado (*SVC*). Sin embargo, por las constantes necesidades del usuario de *SVCs*, *Frame Relay* se basa en la señalización *X-NSD* de la norma Q-931. Con algunos elementos de información adicional añadidos por *Frame Relay*, incluyendo parámetros por tamaño de trama, retardo de tránsito, ancho de banda, y el identificador de conexión de enlace de datos (*DLCI*). Las tramas son retransmitidas a capa "2" o capa "1", mejor que en capa "3".

III.5.3. FRAME RELAY COMPLEMENTO DE VANGUARDIA DEL X.25

Veamos a continuación las razones por las cuales la tecnología *Frame Relay*, es un complemento del protocolo *X.25*. La ventaja de la conmutación de paquetes sobre la de circuitos, es primordialmente la flexibilidad para asignar el ancho de banda más rápidamente. Además

presentando el beneficio de la detección y corrección de errores, que la hace apropiada para ser utilizada sobre circuitos de baja calidad "Líneas telefónicas analógicas". Ganando aceptación como un estándar internacional para la interconexión de terminales y ordenadores con diferentes protocolos.

Las aplicaciones que sobre las redes corporativas se soportan actualmente, como la transferencia de ficheros entre redes LANs y la incorporación de estaciones de trabajo para CAD/CAM, demandan una gran capacidad de transferencia de información, precisando de retardos mínimos. Con lo cual, estos dos requerimientos son la principal desventaja de las redes X.25, pero en contra parte son el beneficio principal que aporta *Frame Relay*. En X.25, además tenemos que el tiempo de establecimiento de la llamada "circuitos virtuales", sobre todo si es un tráfico interactivo y a ráfagas, puede ser mayor que el propio empleado para la transmisión de la información.

Frame Relay comparado con X.25, es un protocolo de conmutación de paquetes mucho más eficiente, ya que elimina la protección frente a errores (*confía ésta a los propios extremo necesitando para ello de terminales inteligentes*), lo que disminuye el "overhead" redundando en una mayor velocidad de proceso. *Frame Relay* maneja los niveles "1" y "2" del modelo OSI, mientras que X.25 llega hasta el nivel "3".

Frame Relay se considera como la conmutación de paquetes de muy "alta velocidad", en la figura. 3.12, se muestra como se concentra dentro del concepto "Fast Packet" siendo la solución de la interconexión de redes de área local. Combinando los beneficios de la conmutación de circuitos y de paquetes, al sustituir las redes "Backbone" basadas en X.25, convirtiéndose en el complemento de migración de una tecnología a otra.

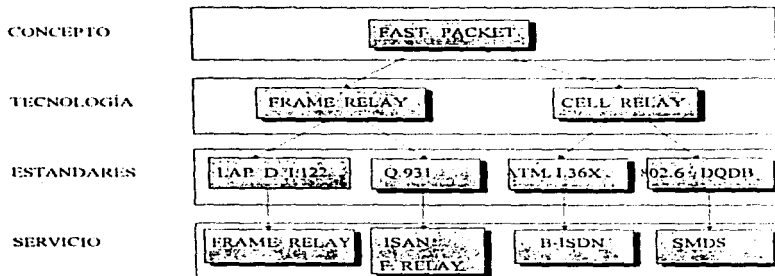


Fig.3.12. Frame Relay en conjunto con Cell Relay, comparten el concepto de Fast Packet Switching (Commutación rápida de paquetes)

III.5.4. APLICACIONES DEL FRAME RELAY

Dado que *Frame Relay* es la versión simplificada de X.25, resulta sumamente sencillo para los fabricantes de conmutadores de paquetes al incorporarla sobre los nodos existentes. Ya que sólo se necesita modificar el software y añadir los interfaces de alta velocidad (2,048 Mbit/s).

Por lo tanto, *Frame Relay* es la tecnología adecuada para la constitución de la red "Backbone" que permite un alto caudal de tráfico (*Throughput*) a velocidades mayores "sobre líneas digitales de alta calidad" y en la cual es soportada la propia red X.25.

La mayoría de las redes públicas actuales se basan en el protocolo de enlace X.25, pero éste está siendo desplazado por otros más rápidos, tal como lo es "Frame Relay". Tomando entre sus ventajas el trabajar por encima de los 34 Mbit/s, la razón de utilizarlo a 2,048 Mbit/s o incluso a menor velocidad, por ser precursor de la tecnología de conmutación *ATM* (*Asynchronous Transfer Mode*), que se constituye como el estándar de las redes de servicios integrados de banda ancha (*B-ISDN*), concentrado en el grupo de *Cell relay*. La tecnología *ATM*, será punto a tratar en los siguientes capítulos.

Con lo anterior es importante considerar que a velocidades de 34 Mbit/s y 45 Mbit/s (*E3* y *T3*) se transporta simultáneamente voz y datos, también el uso de multiplexores inteligentes que gestionen el ancho de banda pueden proporcionar el mismo "Throughput" siendo mucho más flexible por que puede manejar voz, datos y video.

Como conclusión se puede decir que las mejoras introducidas en los nodos X.25 los hacen capaces de competir eficazmente con *Frame Relay* a velocidades inferiores de 64 Kbit/s e incluso hasta los 256 Kbit/s, aumentando el caudal de tráfico y reduciendo los retardos de tránsito entre nodos, al mismo tiempo que el empleo de circuitos virtuales permanentes (*CVP*) elimina los tiempos de establecimiento de las llamadas. Por encima de estas velocidades necesarias para la interconexión de redes LANs y de "Hosts", las redes "Frame Relay" realizan la función de "Bridge" mucho más eficaz que las X.25, y es aquí donde encuentran su principal campo de aplicación, en competencia directa con los multiplexores y "Hubs" inteligentes.

Los aspectos clave de un servicio *Frame Relay* son:

- Los datos son transferidos por encima del mínimo de 2 Mbit/s, frecuentemente en *T1* (1.544 Mbit/s y superiores).
- Protocolo transparente en capas superiores.
- Multiplexaje de canales sobre un enlace de acceso específico.
- Relevante sobre protocolos de capas superiores para recobro de error y control de flujo.

En conclusión *Frame Relay* es una interfaz de datos que se asocia con redes de paquetes rápidos de 1.544 Mbit/s. Operando con una trama de longitud variable, siendo compatible con redes LANs y WANs. En donde la recomendación del CCITT E.122, utiliza un procedimiento de acceso de enlace basado en la recomendación E.441, Q.921 / Q.922 de *ISDN*.

III.6. LA TECNOLOGÍA DEL PROTOCOLO SDH

Los años 80s se caracterizaron por una evolución en la digitalización de los sistemas de comunicación. La década de los 90s se caracteriza por la transición de los sistemas digitales de *PCM*, hacia los sistemas sincrónicos *SDH*.

Con usuarios que día a día se ven sedientos de capacidades de transmisión, cada vez mayores y flexibles según sus requerimientos. Las capacidades de los sistemas *PDH* (JERARQUÍA DIGITAL *RONOUS DE*), han llegado a sus límites para dar paso a los conceptos modernos de los sistemas de transmisión que consideran ya no solo la capacidad de

demanda sino también la flexibilidad y seguridad. Tanto esde el punto de vista del usuario como del administrador de la red, apareciendo en escena los sistemas síncronos *SDH*.

III.6.1. MANEJO DEL ESTÁNDAR SDH

La utilización del protocolo *SDH*, es observado en la capa física de todas aquellas redes que hacen uso de celdas, en la conformación de sus tramas de transmisión. Siendo transportadas con ayuda de equipos que manejan o que trabajan con sistemas inteligentes como la Red Óptica Síncrona (*SONET*), que maneja la misma estructura de la Jerarquía Digital Síncrona (*SDH*).

El sistema *SDH*, es un protocolo innovador, que maneja procedimientos de tramado y transmisión de la información. Esta información es encapsulada en tramas que trabajan a velocidades que se encuentran dentro de la jerarquía que ofrece el sistema. La jerarquía de la cual hablamos, se analizará con más detalle en el último capítulo.

III.7. APARICIÓN DEL PROTOCOLO ATM

La aparición del estándar *ATM*, es debido en principio a las constantes demandas en la mejora de la transmisión de datos y de toda información que se maneje. Este protocolo se origina en base a la perfección de los anteriores estándares *X.25* y *Frame Relay*. Al hacer uso de pequeños paquetes preestablecidos llamados "celdas", los cuales son encargados de transportar la información a través de los sistemas de red.

La tecnología *ATM*, como se menciona en puntos anteriores es el estándar de las redes de servicios integrados de banda ancha. Al manejar el modelo de protocolo por capas, integra varios servicios a la red, mejorando el proceso de transmisión. Este proceso se lleva a cabo con uso de sistemas de conmutación de paquetes más eficientes.

III.7.1. DEFINICIÓN DEL ESTANDAR ATM

ATM es similar a *Frame Relay*, en su forma de transmitir información a través de paquetes de alta velocidad del concepto "Fast Packet" de la figura 3.12, al igual que X.25 por medio de la interfaz Usuario - Red.

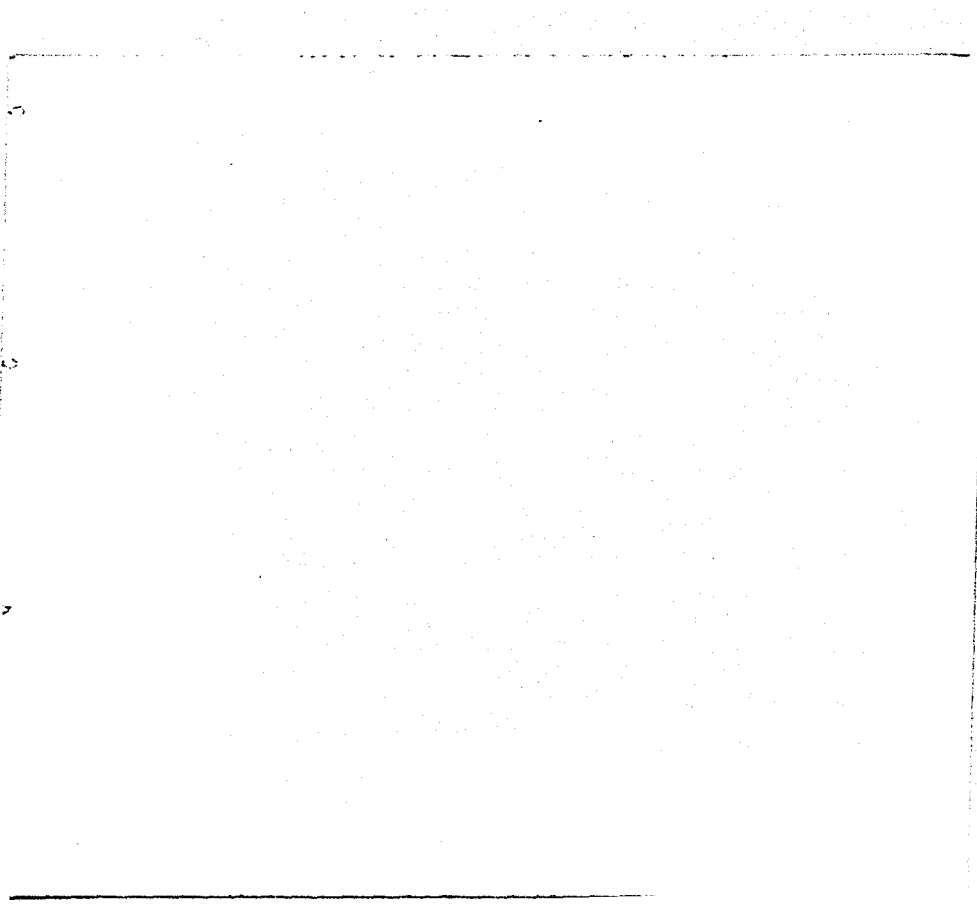
Una diferencia que existe entre *ATM* y *X.25* es que *X.25* incluye señales de control en el mismo canal como son la transferencia de datos, mientras que *ATM* hace uso de "SS#7" (*Sistema de Señalización Número Siete*). Otra diferencia es que *X.25* puede variar la longitud del campo de información, mientras que *ATM* no lo hace por utilizar celdas de tamaño fijo.

III.7.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE ATM

Hablar de las principales características que distinguen a la tecnología *ATM*, es tratar más a detalle de la misma. Por ello a continuación las enlistamos más en general:

- Su formato de trama se basa en paquetes de longitud fija llamados "celdas". Retransmitidas en capa "1" (*Capa Física*) de manera similar a un multiplexor.
- Hace posible que la información manejada sea aceptada en banda angosta como en banda ancha, transportada en ráfagas o flujos continuos.
- Todo el ancho de banda es ocupado para todo tipo de servicio en base al tiempo.
- La información es transferida via canales virtuales, fijos en celdas rotuladas, que son directamente multiplexadas en el ducto de transporte (*Medio Físico*).
- No requiere de tramado.

- Aplicable como modo de transporte de información en *B-ISDN*, utilizado como modo orientado de paquetes. En base al multiplexaje por división de tiempo asincrónico.
- Es un transporte común para redes *LAN* y *WAN*.
- Soporta servicios de Multimedia, *LAN*, *WAN*, voz, video y datos.
- Proporciona velocidades de transmisión flexibles desde 51 Mbit/s a 1.2 Gbit/s.



CAPITULO IV

LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANGOSTA (N-ISDN)

En la actualidad la *N-ISDN* esta trabajando en las telecomunicaciones de todo el mundo, brindando servicios de gran modernidad pero especialmente sobresale por su capacidad de integración de los mismos, así como su transmisión de información a gran escala.

Como todos sabemos que desde el año de 1973 la *N-ISDN* se fue perfeccionando, lográndose establecer su capacidad de alcance en el año de 1980 y 6 años mas tarde se define formalmente la red, por el grupo mundial de estándares de comunicaciones llamado; Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (*CCITT*). Desde entonces se ha llevado su utilización, por los usuarios que la requieren de acuerdo a sus necesidades. La aceptación de la red ha sido satisfactoria, tanto, que sus seguidores demandan mayor número de servicios para integrarse a ella.

IV.1. DEFINICIÓN DE LA N-ISDN

El término *N-ISDN*, evolucionó a partir de la *Red Digital Integrada (IDN)* telefónica, permitiendo así conexiones digitales extremo a extremo, capaces de transmitir simultáneamente voz, datos, video y gráficos. Los equipos de la red *N-ISDN* se instalan sobre las redes telefónicas, las cuales están conformadas por los sistemas de telefonía analógicos, completándose la reinstalación con los estándares e interfaces de la red. Como todos sabemos la red telefónica

que existía no era muy rápida debido a su construcción de circuitos analógicos en la comunicación de voz y teniendo dificultad en las comunicaciones de mayor velocidad, al utilizar circuitos digitales.

La *N-ISDN* está centrada en tres aspectos fundamentales:

1. Normalización de los servicios que ofrece a los abonados, compatibilizándolos mundialmente.
2. Normalización de los interfaces entre el usuario y la red lográndose el desarrollo de los terminales y equipos por los fabricantes independientes.
3. Normalización de las posibilidades de la red, favoreciendo las comunicaciones entre usuarios y entre redes.

IV.1.1. SERVICIOS QUE OFRECE LA RED

La red *N-ISDN* admite todos aquellos servicios con velocidades no superiores a los 2 048 Mbit/s, integrando voz, datos, texto y video de baja velocidad por la misma línea hasta ocho terminales y varios números de abonados, así como también identifica al abonado que realiza la llamada.

La red ofrece la capacidad de conectar en ella servicios de computadora, teléfono, fax, video a otro equipo que se encuentre en algún lugar del mundo. La *N-ISDN* también ofrece servicios de carácter público al usuario, implicando una adaptación de todas aquellas redes ya existentes en una sola red, esta interconexión logra por ejemplo, que a cada usuario se le asigne un número telefónico de por vida sin importar el lugar en donde se encuentre, el número viaja con uno mismo. La *N-ISDN*, es la primera etapa de lo que podemos conocer como red universal, permitiendo soportar todo tipo de servicios, tal y como se muestra en la figura 4.1.

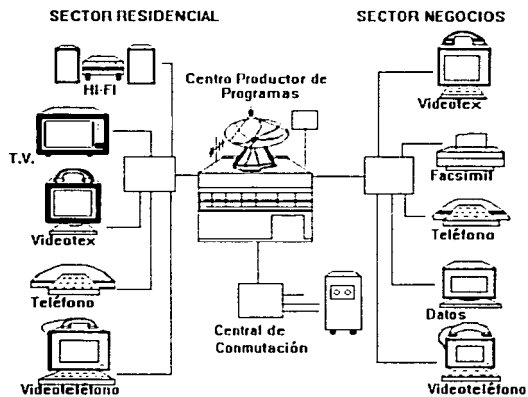


Fig. 4.1. Red Digital de Servicios Integrados (N-ISDN)

IV.1.2. DEFINICIÓN DE LOS SERVICIOS

El Comité Consultivo Internacional de Teletoma y Telegrafía (*CCITT*), define los servicios de la *N-ISDN* de la siguiente forma:

1. Servicios de transporte (*Telecomunicaciones a bajo nivel*).
2. Teleservicios (*Funciones superiores del modelo OSI*).
3. Servicios suplementarios (*Servicios auxiliares*).

De los anteriores servicios el *CCITT* define 12 servicios distintos para la red, de los cuales cinco son de transporte que ofrecen las compañías telefónicas individuales, y que se usan para definir las prestaciones de la transferencia de datos a 64 Kbit/s. Los siguientes tres servicios se orientan a paquetes (*Circuitos permanentes de llamada virtual, comunicaciones sin necesidad de conexión sobre un canal D y señales a los usuarios*). Los cuatro restantes servicios son para teleservicios, que incluyen las siguientes prestaciones:

TELETEXTO: Este servicio está diseñado para la transferencia de documentos electrónicos entre equipos de oficina o sea computadoras.

FACSIMIL: El estándar utilizado es el del grupo IV, para una transmisión más rápida de imágenes y texto. El grupo IV es el estándar en blanco y negro que permite transferencias de datos a 64 Kbit/s, y resoluciones superiores a los 200 X 400 con técnicas de compresión como las utilizadas en los estándares actuales del grupo III.

VIDEOTEXTO: La transmisión del video texto en *N-ISDN*, permite desarrollar utilidades de información interactivas orientadas a gráficas más rápidas y prácticas.

TELEX: Con el telex se establecen comunicaciones sin modem, haciendo uso de una placa de interfaz de red, siendo una velocidad de transmisión tres veces más rápida que con cualquier modem, y mejorando la recepción sin errores.

MANIPULACIÓN DE MENSAJES: La *N-ISDN* y *CCITT*, establecieron estándares para sistemas de correo electrónico. Las necesidades de los usuarios se clasifican en dos grupos:

1. Sistemas individuales
2. Redes de correo electrónico

CORREO ELECTRÓNICO EN SISTEMAS INDIVIDUALES: Es el tipo más simple y más común de correo electrónico, que permite intercambiar mensajes de correo a los usuarios de un sistema compartido. El sistema de correo electrónico está al alcance del usuario que se conecta a la *N-ISDN*.

CORREO ELECTRÓNICO EN RED: Los sistemas individuales de correo electrónico solo pueden soportar intercambio de mensajes entre usuarios del sistema local. Para la comunicación en correo electrónico en red, se necesitan transferencias de correo en red y lógica de transferencia de correo, estando contemplados estos estándares en los protocolos X.400 de la *CCITT*. Los estándares X.400 regulan todos los elementos implicados en la transferencia de un mensaje desde su origen.

IV.1.3. COMO FUNCIONA LA N-ISDN

El funcionamiento de la *N-ISDN* comienza desde el momento en que se escuchan los tonos de marcación y después la llamada. La llamada se lleva a cabo por la línea digital que

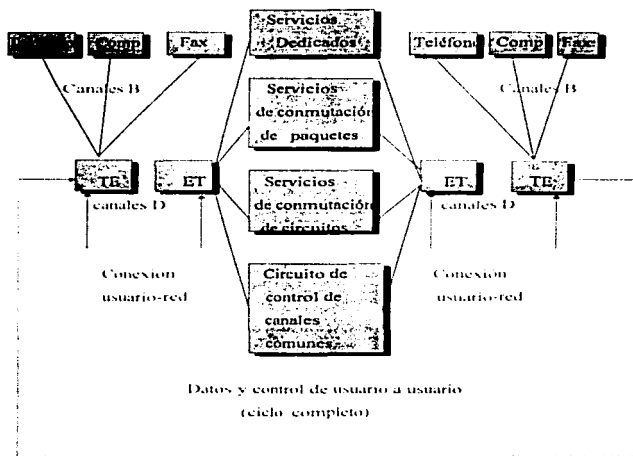
transporta la voz, con el mismo método que se usa para almacenar sonidos en un "compact disk" (forma digitalizada).

La transmisión de la voz es más clara, por ejemplo, la diferencia que existe entre un disco de vinilo y un disco laser. Como la información circula digitalizada, no se necesita de un modem sino del dispositivo interfaz de red. La figura 4.2, muestra como se encamina una llamada normal en la *N-ISDN*.

El proceso de como funciona la red ante una llamada de usuario, se inicia cuando este levanta el teléfono y el protocolo *N-ISDN* verifica el canal "D" para asegurarse de que está activo antes de generar el tono de marcar. Entonces el abonado marca el número deseado, y el teléfono acumula los dígitos pulsados antes de enviar un mensaje de *SETUP* (preparar) por el canal "D" a la centralita local. Este mensaje activa dos procesos.

En primer lugar, la centralita local envía un mensaje a través de la red *N-ISDN* que produce como resultado una ruta y la reserva de los recursos necesarios para gestionar la llamada. En segundo lugar, la central local envía un mensaje *CALL PROC* usando el canal "D" al teléfono que efectúa la llamada. Esto indica que el procedimiento de preparación de la llamada está en curso.

Cuando el mensaje enviado por la central local llega a la central remota, se genera un mensaje *SETUP* que es enviado a la estación destinataria. Si el teléfono puede aceptar una llamada, devuelve un mensaje de *ALERT* (aviso) por la red, comenzando a sonar el timbre del teléfono llamado. Cuando el usuario llamado levanta el teléfono, se envía un mensaje *CONN* (conexión) al teléfono que ha originado la llamada usando el canal "D". En este momento, el canal "B" está disponible para enlazar la conversación telefónica.



TE: Equipo terminal
ET: Equipo de intercambio

Fig.4.2. Circuito del abonado en N-ISDN

IV.1.4. PLAN DE NUMERACIÓN Y DIRECCIONAMIENTO EN N-ISDN

El sistema de numeración en *N-ISDN*, es el mismo que se utiliza en las redes telefónicas y definido en la recomendación E.163 consistiendo el plan de numeración (*E.163*) de 12 dígitos, asignando 1 o 3 dígitos para el código del país y 11 dígitos para un número específico nacional.

Las recomendaciones E.330 a la E.333 del *CCITT* describen con detalle el plan de numeración utilizado en *N-ISDN* así como la forma de utilizarlo. Este plan también es conocido como E.164, el cual contiene un máximo de 18 dígitos decimales para un Número de Datos Internacional, incluyendo tres dígitos para Código de País, un Código de Destino Nacional y un Número de Usuario.

En cuanto a la forma de acceder un usuario de *N-ISDN*, dependiendo de casos diferentes en que implique adaptaciones a sistemas diferentes, un número de *N-ISDN* como se mencionó consta de:

- Un número de *N-ISDN* internacional.
- Un número de *N-ISDN* nacional.
- Un número de usuario *N-ISDN*.

En donde el número de usuario *N-ISDN* consta de lo siguiente:

- Número *N-ISDN*.
- Información adicional relacionada con la dirección.

El número de *N-ISDN* contiene una sub-dirección que consta de 20 octetos, esto es 40 dígitos tal y como se observa en la figura. 4.3.

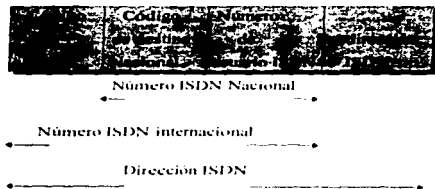
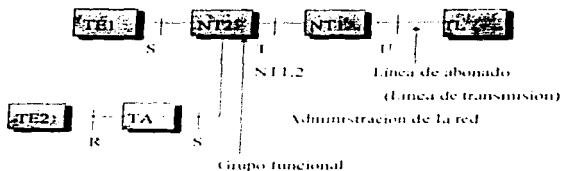


Fig.4.3. Plan de numeración en ISDN

IV.2. ESTRUCTURA BÁSICA DE LA N-ISDN

La estructura básica de la red está constituida por dos términos: los grupos funcionales y los puntos de referencia, interactuando en la definición de la interfaz de usuario. La interfaz de usuario es aquella que se encuentra entre el usuario final y la red *N-ISDN*. En la figura 4.4, podemos observar la estructura de la red, conformada por los grupos funcionales y los puntos de referencia.



- TE1, 2 = Equipo terminal
- NT1, 2 = Terminación de red
- TL = Terminación de línea
- TA = Adaptador de terminal
- R, S, T, U, = Puntos de referencia

Fig.4.4. Grupos funcionales y puntos de referencia

IV.2.1. LOS GRUPOS FUNCIONALES

Los grupos funcionales son un conjunto de funciones necesarias para el interfaz de acceso del usuario a la red, cada una de estas funciones se encuentra incluida en un grupo funcional. Un grupo funcional es un equipo que contiene elementos físicos (*dispositivos*) y lógicos (*programas*), los cuales actúan de acuerdo a su función de enlace. Los diferentes grupos funcionales definidos para la *N-ISDN*, son los siguientes:

TE1 = Equipo terminal tipo 1.

Equipo terminal de usuario que representa directamente las características de la interfaz usuario-red, propias de la N-ISDN, (interfaz "S").

TE2 = Equipo terminal tipo 2.

Equipo terminal tipo *NO ISDN*, de usuario que presenta otro tipo de interfaz diferente del "S". Se engloba dentro de este a todo terminal que no ha sido diseñado para la N-ISDN, y que requiere de un adaptador de terminal (AT) para su funcionamiento (por ejemplo, un teléfono analógico o una terminal con interfaz RS-232).

TA = Adaptador de terminal.

Permite la conexión de terminales *NO-ISDN* (TE2), al interfaz de acceso normalizado para esta red. Es en realidad un convertidor de protocolo que transforma los interfaces (RS-232C, V.24, X.21) existentes en un interfaz N-ISDN estándar.

NT = Equipo de terminación de red.

Equipo de terminación de red que incluye funciones de los niveles "1" y superiores, tales como tratamiento de los protocolos de los niveles "2" y "3", conmutación, concentración, mantenimiento, y terminación de la interfaz física.

NT1 = Terminación de red tipo 1.

Físicamente ubicado en el domicilio del abonado, agrupa funciones del nivel "1", terminación de línea, extracción de la temporización, facilita la transmisión por la línea (interfaz "U").

NT2 = Terminación de red tipo 2.

Incluye básicamente las funciones de los niveles "2" y "3", funciones de conmutación local, concentración, multiplexaje, puede actuar como PBX, y de control de la instalación del usuario (interfaz "T").

TI. = Terminación de línea

Físicamente ubicado en la central, realiza funciones de nivel "1", precedente de la instalación del usuario a la central de conmutación. Realiza las funciones de transmisión, alimentación, mantenimiento, desactivación y supervisión.

IV.2.2. PUNTOS DE REFERENCIA

Los puntos de referencia son los que dividen a las agrupaciones funcionales. Por lo general, estos puntos se definen en el acceso del usuario a la *N-ISDN*, los cuales físicamente son interfaces entre dos dispositivos funcionales. Estos puntos se definen de la siguiente forma:

Punto "R" - Representa los interfaces físicos para terminales convencionales que obedecen a recomendaciones del *CCITT* o de la *IEA* (por ejemplo, *V.24*, *X.21*, y *RS-232C*), que se conectan a la red mediante adaptadores (*TA*).

Punto "S" - Interfaz normalizado por la norma E-412 de la *N-ISDN*, de conexión física de terminales. Es universal o sea que se puede aplicar a una infinidad de servicios.

Punto "T" - Define la separación entre el equipo de transmisión de la línea digital y las instalaciones propias del usuario.

Punto "U" - Se localiza en la propia línea de transmisión digital, entre el usuario y la central local del abonado.

Punto "V" - Separación entre las funciones de transmisión y de conmutación, en la central local del abonado.

IV.2.3. PUNTOS DE ACCESO A LA N-ISDN

La *N-ISDN*, tiene también puntos de acceso, los cuales son identificados en conjunto con los puntos de referencia, "R", "S", "T", "U", y también se localizan en los grupos funcionales (TE1), (TE2).

La figura 4.5, nos muestra cómo se lleva a cabo el acceso a la red. Los puntos de acceso se definen de la siguiente forma:

Punto "1" = Es el punto de acceso a los servicios portadores básicos (*Únicamente en transmisión*).

Punto "2" = Es el punto de acceso a los servicios portadores suplementarios (*incorporado en la conexión a los niveles 1-3 del modo de referencia OSI*).

Punto "3" = Es el punto de acceso de los teleservicios con la interfaz *N-ISDN*.

Punto "4" = Es el punto de acceso que soporta la existencia de la interfaz de los estándares de las series (X y Y), o bien de la *RS-232C*.

Punto "5" = Es el punto de acceso para diferentes teleservicios, a través de un adaptador de terminal (T) que define interfaces convencionales.

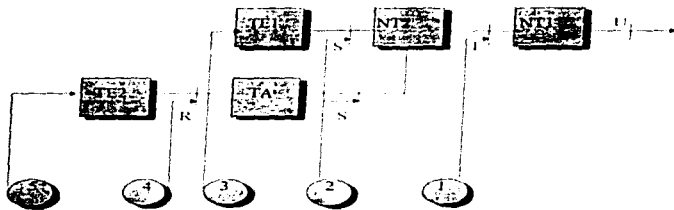


Fig.4.5. Puntos de acceso a la red

IV.2.4. NIVELES DE LA N-ISDN.

La *N-ISDN* hace uso de los siete niveles del modelo de referencia *OSI (Rec.X,200)* de interconexión de sistemas abiertos, al atender al usuario. Para lo cual, la red se divide en dos tipos de servicio; servicios portadores, que manejan los tres primeros niveles inferiores del estándar *OSI*. Y los teleservicios que manejan las últimas cuatro capas del modelo *OSI*. Estos servicios son también conocidos como funciones del nivel bajo y nivel alto, siendo estos visualizados en la figura 4.6. Las centrales de la *N-ISDN*, conectan circuitos de abonado a la red, en donde la conexión del usuario con la red se denomina "código de abonado". Las centrales llevan a cabo la conmutación de circuitos, conmutación de paquetes y servicios dedicados utilizando las capas inferiores (1-3) del *OSI*. La figura 4.2, nos muestra el encaminamiento de una llamada normal en la *N-ISDN*.

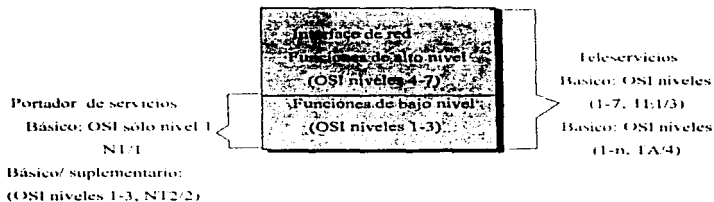


Fig.4.6. Funciones de alto y bajo nivel del modelo de referencia OSI

IV.3. CANALES Y ESTRUCTURAS DE INTERFACES DE LA N-ISDN

La *N-ISDN* cuenta con canales y estructuras de interfaces de acceso de la red al usuario. Los canales que utiliza la red para el transporte de la información de usuario o de señalización son: "B", "D", "H". También es importante señalar que los tipos de canales que utiliza la red, son para configurar las estructuras de las interfaces de velocidad (*Básica y Primaria*).

La interfaz de velocidad básica tiene una capacidad de transporte de información de 144 Kbit/s, mientras que la interfaz de velocidad primaria alcanza una capacidad de 1536 Kbit/s (*para manejo en Estados Unidos, Japón y Canadá*), y para el resto del mundo se utilizan 1920 Kbit/s.

Las capacidades de transporte de información descritas, son los caudales de una velocidad de contenido de información disponibles, para que el usuario envíe. En el momento del envío, se hace esta diferencia en la intertaz a través de la velocidad de transmisión de la línea física. Por ejemplo, para los sistemas *TI* que operan a una velocidad de transmisión de la línea de 1544 Kbit/s, la capacidad de transporte de información es de 1536 Kbit/s (*con 24 canales de 64 Kbit/s cada uno*), y los restantes 8 Kbit/s nos da la sincronización, detección de errores alarma y supervisión, sumando finalmente 1544 Kbit/s.

IV.3.1. TIPOS DE CANALES

Los siguientes canales son definidos para la *N-ISDN*, de acuerdo a la recomendación I.412:

CANAL B:

Es el canal básico del usuario, este canal transporta información de voz y datos a velocidades de 64 Kbit/s. Los datos son para utilidades de paquetes a la misma velocidad de 64 Kbit/s. Los canales "B" se utilizan para las aplicaciones de servicios telefónicos digitales, comunicaciones de fax, redes LAN y servicios de alarma.

CANAL D:

Este canal tiene dos funciones elementales. La primera función es la de transportar información de control y señalización o también puede llevar datos de usuario. La segunda función transporta datos en modo paquete, por la conmutación de los mismos o bien telemetría a baja velocidad.

CANAL H:

Este canal es empleado para trabajar a velocidades superiores, aplicado en fax, video, datos de alta velocidad, alta calidad de audio y multiplexaje de informacion para datos de baja velocidad. Los canales "H" no son conmutados.

Los canales anteriores se estructuran de la siguiente forma de acuerdo a su capacidad:

B = Con una capacidad de 64 Kbit/s, para transportar informacion.

D = Con una capacidad de 16 Kbit/s (*acceso básico*) o 64 Kbit/s (*acceso primario*), para señalizacion y control.

H = Con capacidades de 384 Kbit/s, 1536 Kbit/s o 1920 Kbit/s, las cuales están conformadas en los siguientes canales "B".

H0 = Con capacidades de 384 Kbit/s (*6 canales B*), para uso en sonido de alta calidad.

H11 = Con capacidad de 1536 Kbit/s (*24 canales B*), para video.

H12 = Con capacidad de 1920 Kbit/s (*30 canales B*), para video.

La Tabla 4.1, nos presenta los servicios soportados, por los canales "B" y "D".

Canal B (64 Kbit/s)	Canal D (64 Kbit/s)
Voz digitalizada: Modulación por Código de pulsos velocidad de bit baja <i>(32 Kbit/s)</i>	Señalización: Básica realizada
Datos a velocidad alta: Commutación de paquetes Commutación de circuitos	Datos a velocidad baja: Video texto Teletexto Terminal
Otros: Facsimile Video de repaso lento	Telemetría: Servicios de emergencia Dirección de energía

Tabla 4.1. Funciones de los canales B y D.

Los usos expuestos por los anteriores canales incluyen el manejo de bits a gran velocidad asignados para canales de comunicación *(como son corrientemente disponibles y también canales conmutados para teleseñal de alta velocidad)*. Las distintas interfaces y el rango propuesto de velocidades de bits alternativo se muestra en la figura 4.7.

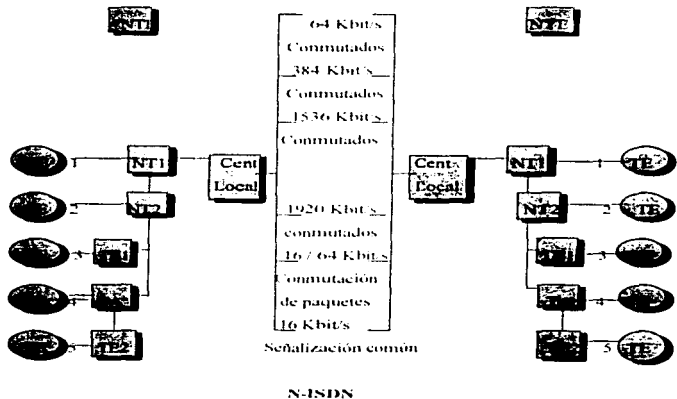


Fig.4.7. Resumen de interfaces Red-usuario

IV.3.2. ESTRUCTURA DE LAS INTERFACES DE ACCESO A N-ISDN

Existen dos tipos de interfaces; a velocidad básica y velocidad primaria, estas dos interfaces se conforman en base a la combinación de los canales "B" y "D". El acceso a la red *N-ISDN* se debe por la estructura que forman las dos interfaces siguientes:

1. INTERFAZ A VELOCIDAD BÁSICA (BRD)

La estructura de esta interfaz está compuesta por dos canales "B" (*dos circuitos de 64 Kbit/s*), y un canal "D" (*un circuito de 16 Kbit/s*). Esta estructura exige la presencia de dos canales "B" y un canal "D" en la interfaz del usuario con la red. La combinación de ambos canales conforman la estructura (*2B+D*), que al sustituir valores obtenemos una capacidad de transmisión de información de 144 Kbit/s. Dependiendo del tipo de administración que se tenga hacia su capacidad, se puede tener una estructura de (*B+D*, ó *D*), pero siempre conserva la velocidad de transmisión de 192 Kbit/s en la interfaz S-T. La estructura (*BRD*), cubre las necesidades de un usuario doméstico al conectar un teléfono y un terminal de video-texto. La figura 4.8, nos presenta este tipo de interfaz.

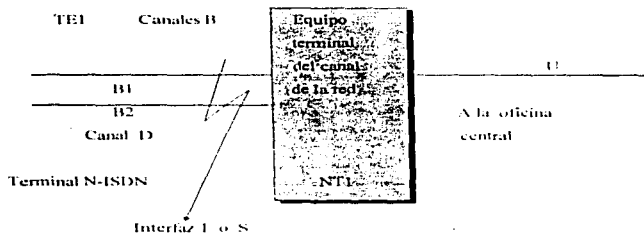
2. INTERFAZ A VELOCIDAD PRIMARIA (PRD)

Esta estructura o interfaz se aplica a las dos velocidades de 1.544 Mbit/s y 2.048 Mbit/s, para sistemas que manejan la norma americana (*TI*) y la norma europea (*EI*) respectivamente.

A continuación, son descritas las estructuras para ambas velocidades:

- A) Para la norma americana (*TI*), a velocidad de 1.544 Mbit/s, la estructura de esta interfaz se conforma de 23 canales "B" (*23 circuitos de 64 Kbit/s*) y un canal "D" (*un circuito de 64 Kbit/s*), dando como resultado la estructura (*23B+D*)

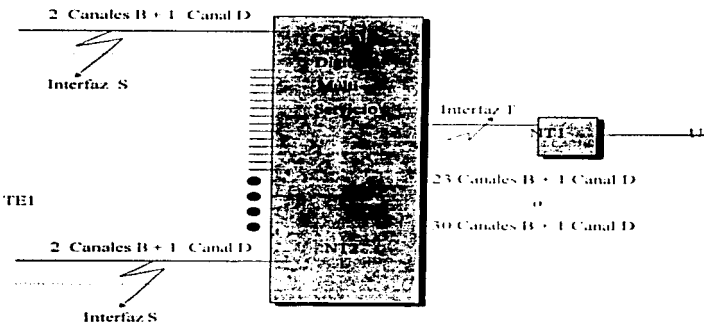
B) En la norma europea (E1), a velocidad de 2 048 Mbit/s, la estructura se compone de 30 canales "B" (30 canales o circuitos de 64 Kbit/s) y un canal "D" (un circuito de 64 Kbit/s), obteniéndose así la estructura (30B+D). La figura 4.9, representa la estructura de la interfaz, para cada sistema.



Velocidad de transmisión : 144 Kbit/s

Fig.4.8. Interfaz a velocidad básica

TE1



Sistema (T1)

1.544 Mbit/s

23B + D

24B

B = 64 Kbit/s

D = 64 Kbit/s

4 hilos

Sistema (E1)

2.048 Mbit/s

30B + D

31B

B = 64 Kbit/s

D = 64 Kbit/s

4 hilos

NOTA: Ambos sistemas comparten el canal D con otros servicios

Fig. 4.9. Interfaz a velocidad primaria

Cabe mencionar que las interfaces de acceso primario, presentan varias estructuras en base a los canales "H", en donde este tipo de canales conforman un soporte de envío de información de acuerdo a su formato. La Tabla 4.2, presenta los tipos de formatos correspondientes a los sistemas Americano (TI) y Europeo (EI).

Sistema (TI) de 1.544 Mbit/s	Sistema (EI) de 2.048 Mbit/s
23 H + D	30 H + D
24 H	31 H
4 H0	8 H0 + D
3 H0 + D	11 H2 + D
11 H1	

Tabla 4.2. Tipos de formatos para los sistemas (TI) y (EI)

Como podemos ver, existen estructuras de acceso primario mixtas. En la Tabla 4.2, se observa la combinación de canales H0 y canales D, pero las hay con canales B, por ejemplo tenemos: 3H0 + 5B + D y 3H0 + 6B. Las combinaciones anteriores, deben de estar dentro del límite de la capacidad de la interfaz física, de acuerdo a las velocidades que manejan los sistemas Americano (TI) y Europeo (EI).

En base al tipo de acceso que se tenga, hay que distinguir la capacidad de transporte de información (Caudal) y la velocidad de transmisión de la línea física en la interfaz S/T.

A continuación la Tabla 4.3, muestra ambas diferencias, para cada tipo de acceso.

Tipo de acceso	Capacidad de Transporte de Información	Velocidad de Transmisión
Acceso básico	144 kbit/s	192 Kbit/s
Acceso primario	(11) 1536 Kbit/s (11) 1920 Kbit/s	1544 Kbit/s 2048 Kbit/s

Tabla 4.3. Capacidades de transporte de información y velocidades de transmisión

IV.3.3. OPERACIÓN DE LA INTERFAZ DE ACCESO BÁSICO (S₀)

A continuación la figura 4.10, muestra una conexión de *NT* y *TE* a través de la interfaz estándar *S₀* de acceso básico.

Las funciones realizadas en la interfaz *S₀* son las siguientes:

canal B: Canal estándar con 64 Kbit/s de capacidad.

canal D (D16): Canal de señalización con 16 Kbit/s de capacidad, utilizando el protocolo *LAP-D*.

Sincronización de bit: La Sincronización de bit es necesaria para el reconocimiento correcto de la información. Los pulsos de sincronización son extraídos utilizando los pulsos codificados y es igual a la capacidad de transmisión de bits del canal.

Sincronización de palabra: Esta sincronización para los canales "B" tiene una frecuencia de 8 KHz y está basada en el muestreo de los canales de acuerdo con la recomendación G 711 del **CCITT**. El orden de dichas palabras está definido por la estructura de la trama.

Sincronización de trama: Los canales son transmitidos, utilizando un procedimiento de multiplexeo en el tiempo, esto es, las muestras para cada canal tienen un orden al ser transmitidas. Existen marcas fijas en cada trama o grupo de información a transmitir. El receptor busca estas marcas en la corriente de bits (*después de haber hecho la sincronización de bits*) y dado que el orden de como son enviados los elementos de información es conocido por el receptor. La sincronización de trama se logra identificando una violación del código **AMI** que se representa por una sucesión de los bits de la misma polaridad.

La figura 4.11, esquematiza las anteriores funciones mencionadas, junto con las funciones de canal de **ECO**, alimentación remota, activación y desactivación.

Como ya se hizo mención anteriormente de la capacidad efectiva de transmisión de la interfaz básica, la cual es de 144 Kbits. Pero además de los 144 Kbits, están los bits de reconocimiento de trama, los bits para control de acceso, así como los bits de equilibrio de **DC**. Todos estos bits adicionales se toman en cuenta y cada uno de ellos hacen garantizar una capacidad como múltiplo completo de un canal "B". Llenando como resultado una capacidad total de transmisión de 192 Kbits.

La trama de información entre **NT** y **TE** consta de 48 bits y se transmite en 250 microsegundos. La información más relevante son los bits que marcan el inicio de una trama, los bits "**B1**" y "**B2**", los bits "**D**" que forman los dos canales "B" y canal "D". Para analizar la trama en forma más detallada se puede realizar la consulta de la recomendación I.430 del **CCITT**. Este tipo de trama de la interfaz de acceso básico (**S0**), se visualiza en la figura 4.12.

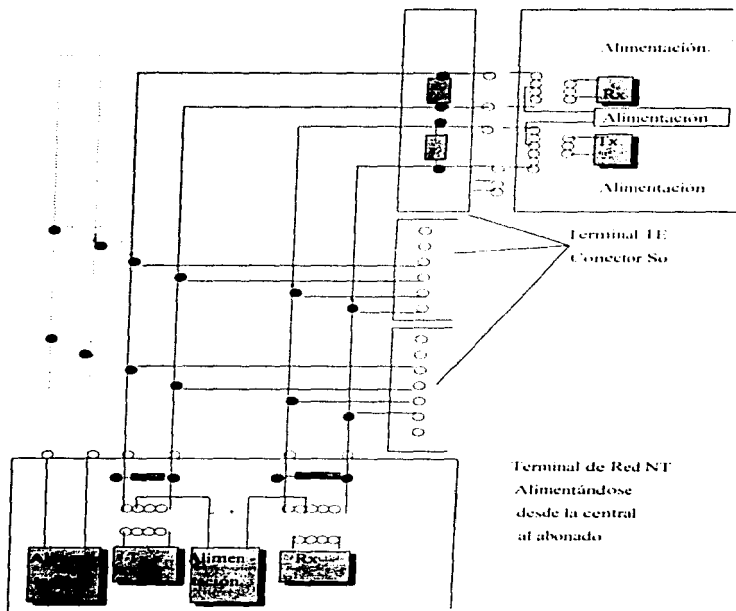


Fig.4.10. La interfaz So

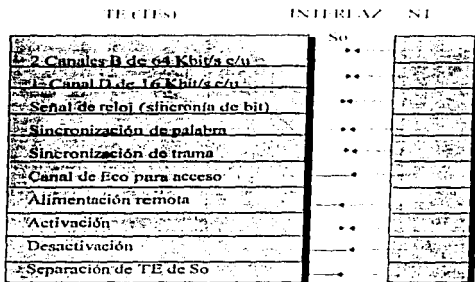
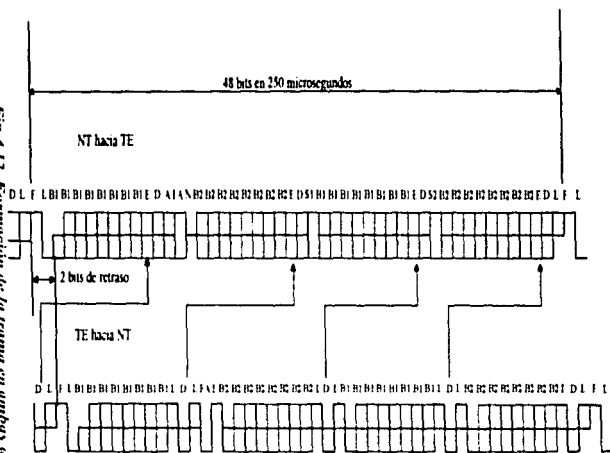


Fig.4.11. Funciones de la interfaz So

Fig. 4.12. Formación de la trama en ambas direcciones de la interfaz. No



- A = bit de activación
- B1 = bit para el canal B1
- B2 = bit para el canal B2
- D = bit del canal D
- E = eco del canal D
- F = bit de reconocimiento de trama
- FA = bit complementario para la trama = "0"
- L = bit de paridad
- N = bit de reconocimiento de aplicación
- Sv = bits libres = "0"

NOTA: Después de cada bit "L" la trama está libre de DC (Corriente Directa) gracias al bit de paridad

IV.3.4. PROCESOS DEL COMPORTAMIENTO DE LA INTERFAZ DE ACCESO BÁSICO (So)

Los procesos que realiza en la interfaz (*So*) se describen a continuación.

Control de acceso al canal D: este procedimiento se realiza de tres maneras:

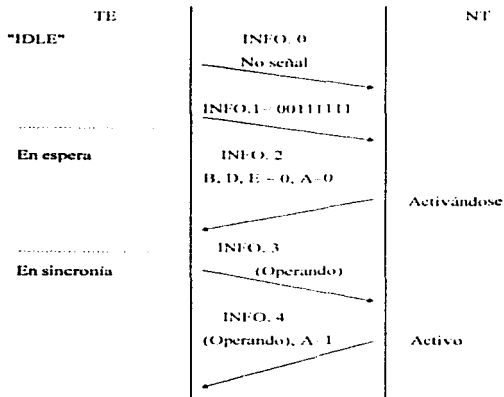
1. Polling cíclico.
2. Control central con consulta y permision.
3. Control descentralizado con reconocimiento de colisiones.

En la interfaz *So* se utiliza una variante de la tercer opción. Cada *TE* envía una señal a la *NT* y la *NT* le responde utilizando el canal de *Eco E*. En estado inactivo (*Idle state*), el canal *D* está siempre ocupado con "unos" lógicos, esto es, en el bit de canal *D* no hay diferencia de potencial. Para el control de acceso al canal *D* con prioridad, la *TE* de baja prioridad espera diez "unos" en el canal *E* y para mayor prioridad 8. La figura 4.13, nos muestra el proceso de inicialización del acceso básico. A su vez la figura 4.14, esquematiza la operación del canal *D*.

Alimentación remota: Cuando la *TE* no tiene alimentación propia, esta la recibe a través del circuito fantasma de alimentación de la *NT*. La *NT* tiene dos formas de proporcionar la alimentación:

1. Modo normal: La *So* recibe 4W que alcanza para 4 *TEs*.
2. Modo de emergencia: La *NT* proporciona 250 mW que es suficiente para alimentar una *TE*.

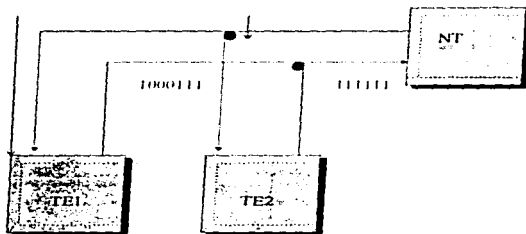
77: Para la inicialización de este proceso se tienen estados que son entendidos por ambas partes. El procedimiento de Info *St* a Info *Sr* se representan en la figura 4-15; ambas partes se encuentran en estado desactivado (*tambien transmiten Info Sr, nivel 0 de señal*). Info *St* es una señal continua de un pulso positivo seguido por uno negativo y seis periodos de bits con un pulso. El lado opuesto reconoce Info *St* y después de sincronizarse responde con un Info *S2* con todos los bits en 0 incluyendo 1. La respuesta Info *St* es equivalente con los bits de los canales "H" y "L" transparentes. La Info *Sr* pone el bit A 1 y transmite el canal *Kco* conteniendo una copia de lo recibido en el canal "H".



NOTA: Se inicia la activación cuando A=1, (ver figura 4.12).

Fig.4.13. Inicialización del acceso básico

Eco del canal -D de NT 100111



TE1 = 11010011111101111111

TE2 = 11111111111111111111

ECO = 11010011111101111111

Fig.4.14. Operación del canal D

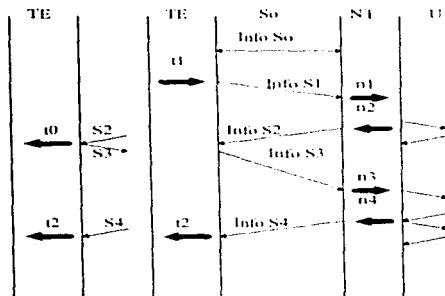


Fig.4.15. Procedimiento de activación

Desactivación de la interfaz So: La desactivación sólo puede ser originada por la *NT*. Esto es, la *TE* estará activa todo el tiempo mientras reciba señal de la *NT*. La figura 4.16, muestra el procedimiento de desactivación de una *TE*. La *NT*, transmite una señal *Info So* y a esto la *TE* responde igualmente con una señal *So* para dar por terminada la comunicación.

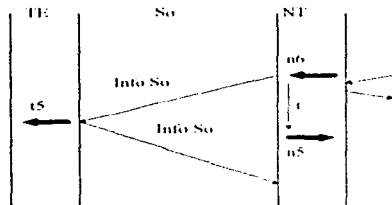


Fig.4.16. Procedimiento de desactivación

IV.3.5. EL MULTIPLEXEO DE LA INTERFAZ DE ACCESO BÁSICO

El multiplexeo es el proceso de intercalación de información en un orden que puede ser predeterminado o no. Pero en el caso del multiplexeo de la interfaz de acceso básico este orden está predeterminado por las especificaciones de la trama correspondiente. La multiplexación para los canales de usuario "U" y el canal auxiliar de señalización "D" están descritos en la estructura de trama especificada para los puntos de referencia "S" y "T", como se muestra en la recomendación E.430 del CCITT. Una variante del multiplexeo de los canales en la interfaz de acceso básico es el proceso llamado multiplexeo estadístico.

Los multiplexores estadísticos utilizados en *N-ISDN* realizan la recolección de 12 señales de acceso básico y los integran en una salida de 2.048 Mbit/s, este proceso se puede hacer por bit o por palabra. La velocidad de salida del multiplexor es la suma de las muestras más los bits necesarios para la sincronización. Tal y como se observa en la figura 4.17.

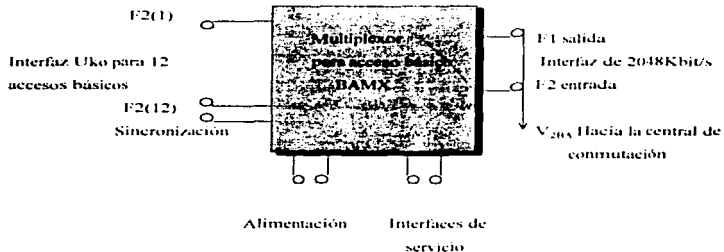


Figura 4.17. Interfaz del multiplexor de acceso básico

IV.3.6. LOS PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN EN N-ISDN

Entre los logros más grandes, además de la comunicación completamente digital de usuario a usuario, es la capacidad de transmisión de información de control, esto es de señalización en forma similar a la transmisión de datos. Entendiéndose como señalización al intercambio de información de control entre el equipo terminal del usuario y las centrales de *N-ISDN*, así como entre las centrales mismas.

La señalización en *N-ISDN* se clasifica en dos formas:

- Señalización de conexión de abonado (*LAP-D*), protocolo del canal "D".
- Señalización entre centrales de conmutación (*Sistema de señalización CCITT No.7, o por canal común con la parte de aplicación del usuario*).

Ambas formas de señalización tienen diferentes tareas:

- Se ocupa del intercambio de información entre el equipo terminal del usuario y la red.
- Se encarga de la comunicación de control entre las centrales de conmutación de la red.

Es por ello que para la señalización se tenga asignado el canal "D", el cual como se sabe tiene una capacidad de transporte de 16 o 64 Kbit/s. La figura 4.18, muestra la configuración de referencia para la señalización en la conexión de abonado.

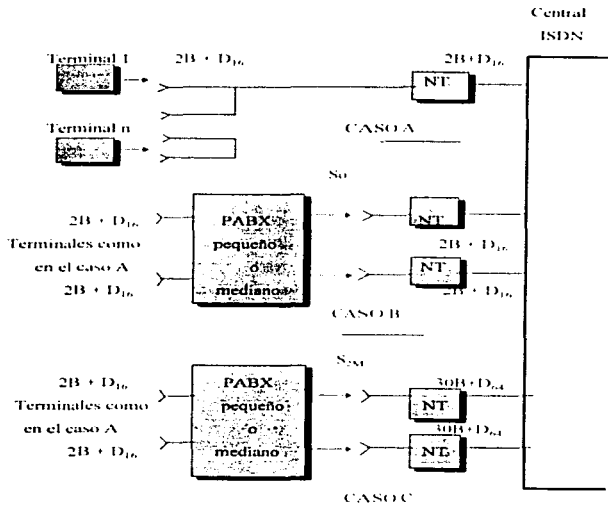


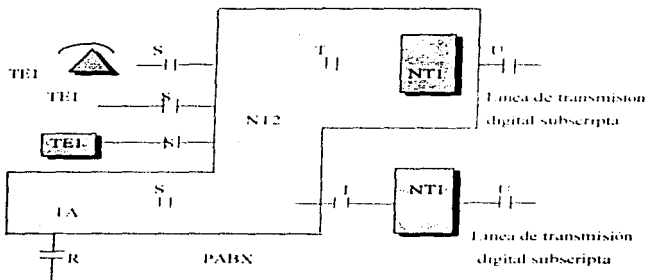
Fig.4.18. Configuración de referencia

IV.4. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL HARDWARE EN LA RELACIÓN DE GRUPOS FUNCIONALES Y PUNTOS DE REFERENCIA EN N-ISDN

Los *NT1*, *NT2*, *TE1*, *TE2* y *TA* describen grupos de funciones de equipo no real. De donde la pieza de equipo más implementada de todos, es la que se conforma en un grupo o grupos funcionales, o bien una porción de ellos. Los siguientes ejemplos ilustran este punto:

Una *PABX* implementa funciones de un *NT1*, por el portador terminal *TI* entre sistemas de transmisión digital y la oficina central de redes públicas locales. La *PABX* también implementa funciones de *NT2*, proporcionando sobre premisas de conmutación para el usuario integrado a la red. Tal como una *N-ISDN PABX* usa interfaces estandarizadas en el punto de referencia "S", para conectar a los aparatos del usuario, tales como son los teléfonos digitales. Una *N-ISDN PABX* puede ir más allá, e implementar las funciones del *TA* en orden para instalar a los *TE2s*, siendo estos los aparatos del usuario que se encuentran fuera del alcance de la interfaz estándar de la red, equivalentes a los teléfonos analógicos. Como se observa en la figura 4.19.

Otro ejemplo es el uso de una red *LAN* para conectar a un usuario de terminal de datos a una *PABX*. Suponiendo que la *LAN* soporta una interfaz estándar *N-ISDN*. Una terminal de datos se conecta con una interfaz a la red *LAN*, y esta interfaz se observa como el punto de referencia "S". La red *LAN* se conecta a la *PABX* usando una interfaz de bus interna especial. En este caso, la *LAN* y la *PABX* juntos implementan las funciones de *NT2*; la interfaz entre la *LAN* y la *PABX* es interna para el grupo funcional *NT2* y no necesita ser estándar como se muestra en la figura 4.20.



DTE X.25
(TE2)

Fig.4.19. Ejemplo de una N-ISDN PABX y ésta relación para el estándar de los grupos funcionales y los puntos de referencia

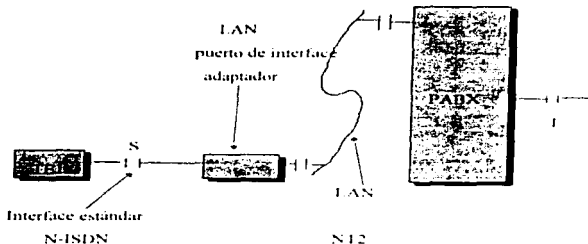


Fig.4.20. Ejemplo de una LAN plus PABX, usada para implementar el grupo funcional NT2

En algunas configuraciones, la asignación de equipo para los grupos funcionales, y las interfaces reales para los puntos de referencia, dependen del punto de vista adoptado. Por ejemplo, una corporación multinacional privada *N-ISDN* describe el mismo camino que para una *N-ISDN* pública que puede describirse con *NT1*, *NT2*, etc.; a los sitios de la corporación interna de usuarios y con una organización interna de red de conmutación, transmisión, y facilidades de control. La misma asamblea internacional de equipo, visualiza desde la perspectiva de una red pública, que se interpreta como implementación de funciones *NT2*, como se muestra en la figura 4.21.

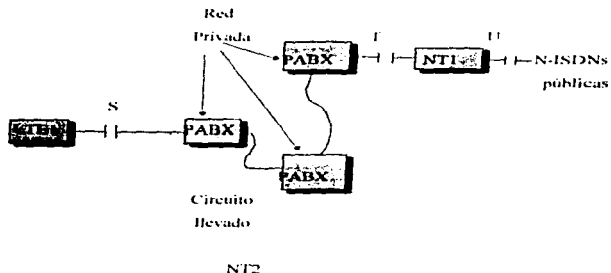


Fig.4.21. Red privada como una NT2

Las funciones de *NT2* y *T4* son opcionales. En una configuración simple el usuario no tiene alguna premisa sobre las funciones de estas implementaciones de equipo. Un teléfono digital puede ser conectado directamente a un *NT1* por fuera e implementar las funciones de un *NT2*; como se observa en la figura 4.22. En este caso, ambos puntos de referencia "S" y "T" se refieren a la interfase entre el teléfono digital y la *NT1*, observado en la figura 4.23.



Fig. 4.22. El no uso de NT2 en premisas de cliente

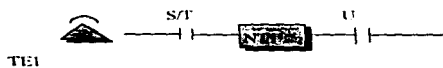


Fig.4.23. Ambos puntos de referencia "S" y "T" representados por una interface simple

IV.5. CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN DE SERVICIOS EN LA N-ISDN

La capacidad que presenta la *N-ISDN* para integrar los servicios de voz, datos y video, es hasta cierto punto favorable, ya que día a día se requiere mas capacidad. La red hace posible la integracion de los anteriores servicios, en base a la capacidad que ofrecen las interfaces y dispositivos de red, para la transmision de informacion. Tambien hay que considerar la velocidad con que pueden transmitir las interfaces, que conjuntan a los equipos y dispositivos. La figura 4-24, nos muestra el modelo de referencia *N-ISDN* de la *CCITT*, en donde la central local de la red publica esta conectada a nuestros equipos terminales (telefonos, computadoras, fax, teletexto, video-texto, etc.). La conexion es mediante un interfaz "U" que funciona a la velocidad de interfaz basica (*BR1*) o primaria (*PR1*), dependiendo de la capacidad que se demande en la velocidad de transmision, esta interfaz se conecta a su vez al dispositivo terminador de la red (*NT1*) llamado tambien *MUX*. Este terminador de red (*NT1*), se encuentra conectado al interfaz "S" o "T", dependiendo del tipo de entorno al que se encuentre instalado ya sea comercial (*negocio*) o bien domestico. El uso del interfaz "T", es cuando se encuentra instalado el terminador de la red (*NT2*) conocido como una centralita telefonica privada (*PBX*). Los servicios de la *PBX* son requeridos cuando se tiene un entorno comercial, ya que las redes de las empresas tienen un gran numero de terminales, y por tanto se tienen varias interfaces "S", esta interfaz soporta hasta ocho terminales que se encuentren accediendo al (*BR1*). Al instalar un dispositivo *PBX*, se cuenta con la inteligencia necesaria para distinguir los distintos interfaces "S".

Cabe hacer mención de los dispositivos del equipo terminador de la red (*TE1*) y (*TE2*). El dispositivo (*TE1*) es un terminal (*telefono, computadora, fax, video, etc.*) preparado para soportar la conexion *N-ISDN*. Mientras que (*TE2*) es un dispositivo terminal que utiliza un conector (*RS-232C*) estandar que no soporta la conexion directa de la *N-ISDN*, a este terminal se le llama (*NO N-ISDN*). Para conectar este tipo de terminales, se requiere de un adaptador de terminal (*TA*) conectado por medio de un interfaz "R".

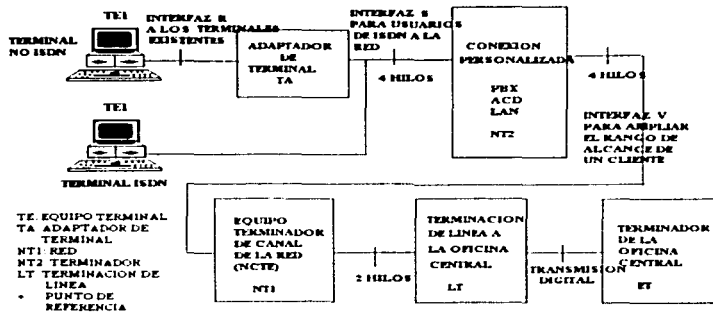


Fig. 4.24. Modelo de Referencia ISDN de la CCITT.

IV.5.1. INTEGRACIÓN DE VOZ

La capacidad de integración de voz a la *N-ISDN*, facilita el manejo de la información de voz, al transportarla por una línea digital. La digitalización de la señal de voz fue importante para su fácil integración a la red. Como todos sabemos las centrales telefónicas privadas (*PBX*) digitales son partícipes de esta integración, por su capacidad de modulación y multiplexaje. Los *PBX* se encargan en su interior de medir las muestras de señal de voz y las codifican digitalmente, al tomarse 8000 muestras por segundo que se transforman en palabras de 8 bits. Las señales de voz se modulan por pulsos codificados (*PCM*), produciendo un tren de pulsos o bits de 64 Kbit/s, este proceso recupera la señal de voz con gran calidad. Una central privada emplea un bus de datos de alta velocidad para transmitir la corriente *PCM*, y a su vez es la encargada de vigilar o monitorear el funcionamiento de este. También hace uso de buces de multiplexaje por división de tiempo (*TDM*), que multiplexan los mensajes para enviarlos por un solo camino, a cada conversación multiplexada se le asigna una partición de tiempo (*time-slots*).

Por lo que se dijo en lo anterior, los *PBX* en una *N-ISDN* son los terminales de red que accesan por medio de una interfaz de velocidad básica (*BRD*), a los equipos terminales de voz. Estos terminales se integran a la red por medio de un canal "B", utilizando para su transmisión velocidades de 8, 16, 32 y 64 Kbit/s, empleando la conmutación de circuitos. Cabe mencionar que antes de implementar la integración de los servicios en la red, el manejo de las señales de voz ya se realizaba con la técnica de *PCM*.

IV.5.2. CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS Y PAQUETES

La conmutación fue en su momento uno de los primeros conceptos que se necesitó desarrollar, en la interconexión de usuarios. Actualmente la conmutación digital es la base de la conmutación de circuitos y paquetes, también conocida como división temporal al dividirse en

diferentes intervalos para cada uno de los canales a conmutar, ya sea de manera síncrona o asíncrona. La figura 4.25, nos da una visión gráfica de ambas conmutaciones.

La conmutación de circuitos está identificada por la división espacial y temporal, en una señal de voz conmutada. Tradicionalmente, en una comunicación telefónica entre dos interlocutores, el canal asignado y su ancho de banda se mantienen durante toda la conversación, a pesar de que la señal vocal tiene periodos de silencio que pueden ser aprovechables para transmitir o conmutar otra información. Este comportamiento es evidente en las técnicas de división temporal síncrona y división espacial, reservándose un intervalo fijo o canal físico respectivamente. Como ya observamos una de las aplicaciones de la conmutación de circuitos es en la transmisión de voz.

Con respecto a la conmutación de paquetes, podemos decir que esta técnica perfecciona lo que realizaba la conmutación de circuitos, aprovechando eficazmente los medios de conmutación y transmisión. Cuando la información que se transmite no tiene un flujo constante de aparición y que es variable en el tiempo en modo ráfaga, es necesario hacer uso de esta técnica, mediante la recomendación X.25 del CCITT, la cual es conocida con el nombre de conmutación asíncrona. Lo que hace esta técnica es dividir el mensaje en varios mensajes más pequeños, el nombre de esta unidad más pequeña es, "paquete". Los paquetes se envían por separado a través de la red, y cuando llegan todos ellos a su destino se vuelven a ensamblar para formar el mensaje original. Como estos paquetes se conmutan a través de la red, la técnica se conoce como "conmutación de paquetes".

Además los paquetes se intercalan en los enlaces de la red, reduciéndose de esta forma las demoras en las transmisiones de información.

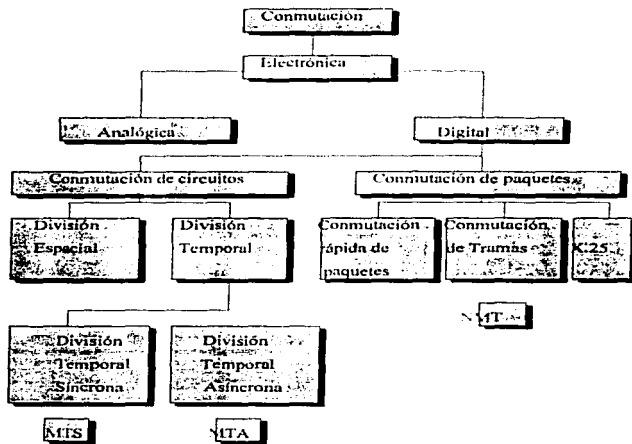


Fig.4.25. Generalidades de la conmutación electrónica

IV.5.3. INTEGRACIÓN DE DATOS

La capacidad que ofrece la *N-ISDN* para integrar equipos de datos, es ampliamente considerada en un enlace de usuario a usuario. Este tipo de terminal de usuario se encuentra soportada por una interfaz "S", que accede al interfaz de velocidad básica (*BRD*) la velocidad de transmisión de 144 kbit/s, de donde el usuario requiere un rango de velocidad para transmitir de 4.8 a 64 Kbit/s. El usuario transmite y se integra a través de un canal "B", el cual está dedicado para el transporte de flujos de información de usuario, pero también el canal "D" es utilizado por la red en el transporte de datos. Entre las facilidades que ofrece la *N-ISDN* con respecto a la integración de datos, es que dispone de la capacidad de conmutación de paquetes en la intercomunicación de terminales de datos.

IV.5.4. INTEGRACIÓN DE DATOS X.25

La *N-ISDN* no ofrece un soporte de capacidad de integración directa con terminales de datos *X.25*, porque estos equipos trabajan con una técnica de conmutación de paquetes muy lenta. Y por ello los equipos que trabajan con la norma *X.25*, tienen limitantes para su integración directa, al utilizar interfaces estándares *RS-232C*. Para lo cual al integrarse los terminales de datos *X.25* a la red *N-ISDN*, es necesario utilizar adaptadores terminales (*AD*) que funcionan como interfaces de soporte a la red.

IV.5.5. INTEGRACIÓN DE DATOS LAN Y WAN

La capacidad de la *N-ISDN* de integración de datos a nivel de redes, está por debajo de la que estas requieren, claramente se puede ver más que nada en su capacidad de transmisión de

datos, las redes de área local (*LAN*) y área extendida (*WAN*) son muy rápidas. Las redes *LAN* no se pueden integrar a la *N-ISDN*, por contar con una velocidad de operación de 1 a 20 Mbit/s, siendo mucho mayor que la que pueden soportar los canales "B" y "D" en una estructura de interfaz (*BRD*) o (*PRD*). Y por otro lado pasa lo mismo con las redes *WAN*, las cuales operan a velocidades de 100 Kbit/s a 1.5 Mbit/s. Siendo estas tradicionales. Actualmente se tienen redes *WAN* que trabajan a velocidades de transmisión de datos mayores, dentro del rango de 50 Mbit/s a más de 1 Gbit/s.

IV.5.6. INTEGRACIÓN DE VÍDEO

La capacidad de integración de video con que dispone la red *N-ISDN* es limitada, si consideramos que para llevar a cabo un servicio de imagen por una red privada, se debe considerar la capacidad que esta ofrece. La capacidad de transmisión de video en la red esta comprendida entre 56 Kbit/s a 64 Kbit/s, haciendo uso de los canales "B" a una velocidad de 64 Kbit/s. La transmisión de este servicio es asignado por una conmutación de circuito, facilidad que ofrece la *N-ISDN* al transmitir imagen en cortes lentos. El servicio soportado es el de video-texto, de imagen congelada o sea sin movimiento de las imágenes observadas en el extremo receptor.

IV.6. LIMITACIONES DE LA N-ISDN

Como se pudo observar la red *N-ISDN* esta diseñada para soportar la integración de servicios que están comprendidos dentro del rango que manejan los canales "B" y "D". Estos dos canales componen la estructura de interfaz (*BRD*) y (*PRD*), que utiliza la red para transmitir la información que integra de punto a punto. Ambas estructuras se utilizan de manera conmutada,

limitando la integración de servicios a los canales. Y por ello se deben explotar los canales no conmutados, los cuales manejan altas velocidades.

IV.6.1. TRANSMISIÓN DE DATOS A ALTA VELOCIDAD

La red *N-ISDN* se ve limitada al querer transmitir datos a mayor velocidad, porque la capacidad de transporte no rebasa más de los 64 Kbit/s, utilizados en los canales "B" y "D". Un ejemplo claro de esta limitación se observa, al no tener la suficiente capacidad de integrar redes de tipo LAN y WAN.

IV.6.2. TRANSMISIÓN DE VÍDEO DE ALTA RESOLUCIÓN (HDTV)

Para lograr que la red *N-ISDN* pueda transmitir video de alta resolución, es importante el uso de los canales no conmutados, "H0, H11 y H12". Puesto que la red hace uso de los canales conmutados que no logran satisfacer las altas velocidades de transmisión de imagen, dejándonos como resultado una pobre recepción de la misma. Las velocidades requeridas, para el mejoramiento de la transmisión y recepción de la imagen de alta resolución, se encuentran entre los rangos de 30 a 100 Mbit/s, y solo se logran con canales no conmutados. Esto hace evidente la necesidad de utilizar anchos de banda mayores y flexibles en la red, lo cual se logra con la aparición del concepto de celda (ATM), ya mencionadas anteriormente en el punto "6.3" del capítulo III. El concepto de celdas (ATM) es parte importante de nuestro siguiente capítulo, en donde se detallará con respecto a su función.

CAPITULO V

LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANCHA (B-ISDN)

Al hablar sobre este tema de la **B-ISDN**, tenemos que considerar a la **N-ISDN** como base previa de la integración de los servicios. En donde la **N-ISDN** conformaba una estructura base con el uso y manejo de canales "B" de 64 Kbit/s, y 16 ó 64 Kbit/s para canales "D". Sin embargo, la **B-ISDN** ofrece mayores aplicaciones a iguales o mayores velocidades de bit. Lo cual se obtiene, por la gran capacidad que posee en su ancho de banda al dar la facilidad de integrar servicios de mayor aplicación. Por ejemplo podemos mencionar la transmisión de televisión de alta definición, la cual requiere de un mínimo de 135 Mbit/s.

Por el lado comercial o de negocios tenemos la interconexión de redes **LANS** de alta velocidad, usándose para el diseño asistido por computadora. Mientras que el facsímil realiza un envío de páginas en cuatro segundos comparado con los treinta segundos que tarda la red **N-ISDN** en enviar las páginas, existiendo una gran diferencia en el envío de información. Con todo ello se ha considerado un avance en la tecnología y manejo de los servicios que brinda la **B-ISDN**, al manejar el medio físico como el camino más disponible a mayores velocidades.

V.1. DEFINICIÓN DE LA B-ISDN

La red **B-ISDN**, es la tecnología que se esperaba después de la red **N-ISDN** por su gran capacidad de integración de servicios, con independencia de su ancho de banda, al ser exigida mayor disponibilidad de conexiones a la red. La demanda de comunicaciones de datos de alta

velocidad y la integración de servicios de distribución de televisión, son una consecuencia del surgimiento de la red *B-ISDN*.

La *B-ISDN* podemos definirla como una red absolutamente nueva, lo que le confiere un carácter revolucionario respecto a los sistemas de comunicación actuales. El *CCITT* define a la *B-ISDN* como un servicio de canales de transmisión, capaces de soportar tasas de velocidad de bit mayores que la tasa primaria de 2.048 Mbit/s.

V.1.1. SERVICIOS QUE PROPORCIONA LA B-ISDN

Los servicios que aporta la red *B-ISDN* además de los de banda estrecha, son:

- Vídeo-telefonía de calidad.
- Distribución de televisión normal y de alta definición.
- Acceso a videotecas.
- Distribución de sonido de alta fidelidad.
- Acceso a audiotecas.
- Transmisión de datos de alta velocidad (*comunicación entre redes de área local, transferencia de ficheros y aplicaciones CAD/CAM*).
- Facsímil de alta resolución y en color.
- Vídeo-texto multimedia.

- Mensajería de video.

La B-ISDN especialmente soporta los servicios de video, lo cual incluye el soporte para procesamiento de imágenes, video y estaciones de alta capacidad como redes LAN. La figura 5.1. nos estructura los servicios proporcionados por B-ISDN.

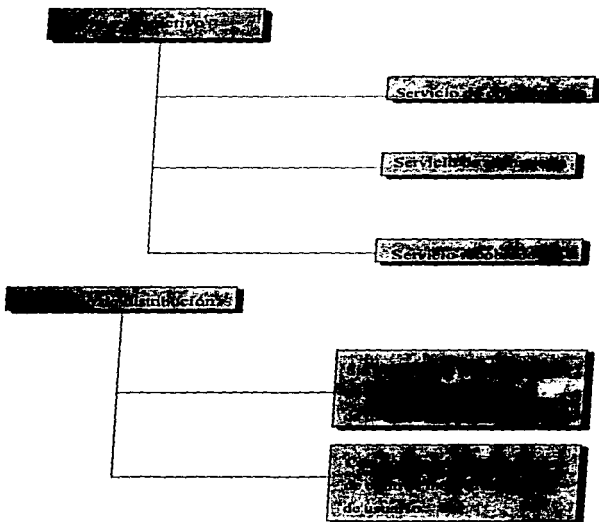


Fig.5.1. Servicios proporcionados por B-ISDN

V.1.2. REQUERIMIENTOS DE LOS SERVICIOS EN BANDA ANCHA

La demanda de redes de mayor ancho de banda, es un requerimiento constante dentro de las comunicaciones y por ello los servicios se integran a la red **B-ISDN** en base a sus características:

Los servicios telefónicos utilizan sistemas orientados a conexiones que transfieren un caudal de datos con una tasa de bits constante en un bajo ancho de banda (**64 Kbits**) con un retraso controlado y una variación del retardo.

Las redes de datos de computadoras varían en características, algunas están orientadas a conexiones y otras son sin conexiones. El ancho de banda requerido varía ampliamente. Típicamente los servicios de datos son mucho más tolerantes a variaciones de retardo que cualquier otro sistema de comunicaciones, pero son más insensibles al retraso.

La televisión por cable no es orientada a conexiones y es muy insensible al retraso, sin embargo, requiere baja variación de retardo y un ancho de banda alto, a una tasa constante. La video-conferencia es una transmisión orientada a conexiones que requieren un alto ancho de banda al igual que la televisión pero, debido a que es interactiva, es también sensible al retraso. Dado los requerimientos menos rigurosos de calidad, comúnmente se emplean caudales de video comprimido, lo que hace que la video-conferencia sea en algunos casos una aplicación con una tasa de bits variable, de forma similar que los datos de una computadora en sus requerimientos sobre la red.

El ancho de banda es el requerimiento más importante para cada uno de los servicios que está integrado a la red **B-ISDN**. Los servicios soportados por la red requieren de un ancho de banda de acuerdo a sus necesidades que presentan para transmitir información. En la Tabla 5.1, se presentan los requerimientos de velocidad de transmisión necesaria para diferentes tipos de servicios, así como el factor de ráfaga, es decir, la relación entre el flujo de información transmitido y la secuencia temporal en la que se realiza esta transmisión.

Análisis Comparativo entre la Operación de B-ISDN y N-ISDN
 Capítulo V. La Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (B-ISDN)

Comunicación	Velocidad Kbit/s		Duración de Llamada		Factor de Ráfaga	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Diálogo						
Telefonia	64	64	100		0.1	1.0
Video-telefonia	64	$70 \cdot 10^3$	100		0.5	1.0
Teletexto	10^3	10	1	10	0.01	0.1
Teletexto		10		100		1
Fax (Grupo 4)		64		100		1
Video-vigilancia	10	$30 \cdot 10^3$	10^3	10^4	0.1	1
Video-conferencia	10^3	$70 \cdot 10^3$	10^3	10^4	0.5	1
Extracción						
Video-texto	1	64	100	10^3	0.1	
Video-texto banda ancha	10	$70 \cdot 10^3$	100	10^3	0.1	1
Mensajería						
Correo de voz	16	64	10	100	0.3	0.5
Correo de imagen	10^3	$70 \cdot 10^3$	10		0.1	0.5
Correo electrónico		10		$100 \cdot 10^3$		0.5
Distribución						
Sonido (H-F)		768	10^3	10^4		1
TV	$10 \cdot 10^3$	$70 \cdot 10^3$	10^3	10^4		1
HDTV	$140 \cdot 10^3$	$86.5 \cdot 10^3$	10^3	10^4		1

Tabla 5.1. Características de tráfico de los servicios de banda ancha

De los anteriores requerimientos, el *CCITT* define cinco niveles de calidad de video-imagen, para los servicios de televisión:

- A - *HDTV* Alta definición de *TV* de 92 a 200 Mbit/s.
- B - Componente digital de señal codificada de 30 a 145 Mbit/s.
- C - Codificación digital *NISC*, *PAL*, *SECAM* por distribución.
- D - Resolución especial reducida y movimiento delineado.
- E - Resolución espacial altamente reducida y movimiento delineado.

V.2. ESTRUCTURA DE LA B-ISDN

La estructura de la red *B-ISDN* es básicamente igual a la de *N-ISDN*, a diferencia de que los grupos funcionales y los puntos de referencia están subtitulados con la letra "B" como se muestra en la figura 5.2, para indicar su uso en banda ancha.

La terminación de red de banda ancha (*B-NIT*), sistema de transmisiones utilizado para proporcionar acceso al primer nodo de conmutación y soporte de la interfaz, al igual que la otra terminación de red de banda ancha (*B-NIT2*) que puede ser utilizada directamente, sino se encuentra presente la primera. La *B-NIT* también proporciona mantenimiento en porciones por el uso del operador de la red pública. El más complejo *B-NIT2* contiene elementos de conmutación local para clientes con premisas de la red.

La interfaz en el punto de referencia " T_H " es considerada como la interfaz reguladora en Europa y proporciona una interfaz para un cliente con premisas de red de banda ancha (la función *B-NIT2*) siendo la que proporciona acceso a las terminales de banda ancha via la interfaz en " S_H ". La relación de las interfaces de estos dos puntos de referencia es una de las emisiones clave, incluyendo si las interfaces son punto a punto o punto a multipunto si la función *B-NIT2* no está presente, las terminales son conectadas directamente a la función *B-NIT*. Esto se presenta en el caso de que el usuario es de tipo doméstico, o sea que el usuario sea en pequeño con necesidad de un solo terminal de banda ancha. Para cierta terminal portátil, las interfaces en los puntos de referencia " T_H " y " S_H " son compatibles.

V.3. ESTRUCTURA DE LOS CANALES (H) EN BANDA ANCHA

Los canales "H" son utilizados para transportar diferente información de usuario, manejando velocidades de datos por arriba de los ya conocidos 64 Kbit/s y superando los 100 Mbit/s. Teniendo como ejemplos las siguientes aplicaciones:

- Video digital de alta resolución (*HDTV*).
- Audio de alta calidad.

- Distribución de televisión.
- Teleconferencia.
- Vigilancia.
- Transferencia de archivos de alta velocidad.
- Gráficos de alta resolución.
- Facsímil rápido.

V.3.1. LOS CANALES H

Se tienen definidos cuatro tipos de canales (*H*), con velocidades de datos sucesivamente altas, como se definen a continuación:

Canal H0:

El canal *H0* opera a una velocidad de datos sincrona "Full Duplex" de seis veces la velocidad de un canal-*B*, o bien a 384 Kbit/s, que es un submúltiplo de las velocidades de 1.544 Mbit/s y 2.048 Mbit/s que son estructuras multiplexadas del *CCITT*. Estos dos sistemas son por consiguiente a velocidad compatible con el nivel *H0*. Desde entonces la velocidad de datos es igual a los requerimientos del estándar de radio difusión de calidad digital de audio programas.

Canal H1:

El canal *H1* se tiene dividido en dos versiones *H11* y *H12* que corresponde a los dos primeros niveles de jerarquías multiplexadas digitales del *CCITT*. *H11* opera a 24 espacios de velocidad de un canal-*B* para sumar un total de 1536 Kbit/s, y para *H12* le corresponden 30

canales **H** con una velocidad de 1920 Kbit/s. Estos canales son principalmente seleccionados para llevar señales comprimidas de video-conferencia con reducidos espacios de resolución, movimiento y la misma alta velocidad digital en señales de facsimil. Otra importante aplicación envuelve la provisión de capacidad de transmisión para redes privadas.

Canal H2:

El canal **H2** similarmente al **H1** tiene dos versiones **H21** y **H22** definidas con velocidades de datos de 32.768 Mbit/s y 44.160 Mbit/s respectivamente. Estos son primeramente seleccionados para satisfacer los requerimientos de repaso rápido en fuentes de compresión de video.

Canal H4:

Finalmente tenemos en particular el canal cuatro con una velocidad de datos de 135 Mbit/s es corrientemente bajo consideraciones. De este canal la mayor aplicación es el transporte del estándar **PCM**, señales de televisión a color, varias formas de realce de video y compresión de señales de televisión de alta definición (**HDTV**). En una menor implementación la velocidad de **H4** se fija a 135.168 Mbit/s, que es soportada por el nivel cuatro de la jerarquía **PCM**.

Las estructuras que conforman la capacidad de velocidad de datos de los canales "H", se enlistan en la Tabla 5.2.

Velocidad de Datos (Kbit/s)	Múltiplo de la Velocidad del Canal H ₂ (64 Kbit/s)	Múltiplo de la Velocidad del Canal H ₀ (20 Kbit/s)
64	1	3
128	2	6
192	3	9
32768	512	1638
44160	690	2205
135168	2112	6756

Tabla 5.2. Velocidades de datos de los canales "H"

Como podemos recordar, los canales "H0" y "H1" se establecieron para funcionar en ISDN de banda ancha, pero no se utilizaron por el hecho de ser canales no conmutables, Ahora estos canales en conjunto son los canales "H2" y "H4" que conforman la estructura de velocidad de datos para todas sus aplicaciones anteriormente ya explicadas.

muestran en la Tabla 5.3).

equivalente de 8004 canales. El 11.1% para una velocidad de 510.090 Mbit/s. Las combinaciones se 129.024 Mbit/s. La segunda estructura opera a cuatro veces la primera velocidad, combinando el primera estructura combina el equivalente de 2010 canales. El 11.1% para una velocidad total de

Para datos, tenemos dos estructuras espectrales de canal sincrónico bien identificadas. La tienen ya propuestas.

de canal designadas por la transmisión de señales de televisión de alta definición digital que se velocidad equidistante tal como un conjunto de códigos de pulso diferencial adaptable. Las estructuras canalizar estas digitalizadas en una población de código de pulso binario en forma de reducción de ancho amplitud son elegidos por grado. Las velocidades de datos de las señales de televisión

Las velocidades de bit y las combinaciones de canal por la estructura de canal de banda de banda por una estructura técnica de multiplexado.

correspondiente a los arreglos de multiplexado primario. El M dentro de estructuras de velocidad *Intimite 1* conocido como *ANSI ET SONET* es una combinación de estructuras de canal

el ET del Comité del Instituto de Estándares Nacionales Americano (*Institute National Standards* así llamada Red (Técnica Sincronizada (*Synchronous Optical Network*)) o bien "SONET" definida por

lleva a cabo bajo varias consideraciones; las cuales se basan en gran parte de los formatos de la estructura de canal en banda ancha funciona en el ambiente de *ASON*. Este funcionamiento se

acceso en banda ancha, se tiene comprendido que este tipo de estructuras de canal, como lo es la de De acuerdo a las especificaciones de las estructuras de canal sincrónico para la interfaz de

"D", y "H".

anteriores estructuras son conformadas por las combinaciones de los canales componentes "H", angosta, comprendido este grupo se encuentra la estructura de canal de banda ancha. Las

conocidas estructuras de canal a velocidad básica y primaria que se manejan en *ASON* de banda ofrece la estructura de canal sincrónico. La estructura de canal sincrónico está conformada por las

La estructura del canal en banda ancha es la tercera estructura de un conjunto de tres que

1.3.2. LA ESTRUCTURA DEL CANAL EN BANDA ANCHA

Otras combinaciones de canales se tienen consideradas. Varias de estas combinaciones se muestran en la Tabla 5.3. La primera de ellas contiene un canal *H4* combinado con cuatro canales *H12* y una estructura de canal a velocidad básica. El canal *H4*, como ya se definió tiene la capacidad para llevar señales de televisión de calidad altamente comprimidas *HDTV*, videotexto con movimiento de imagen, y muy alta resolución de imágenes y documentos. Los cuatro canales *H12* proporcionan la capacidad para comunicar el facsímil de color de alta resolución y permite la rápida transferencia de datos. La restante capacidad de canal de B-ISDN se utiliza en varios caminos soportados por la transmisión de voz, audio programas, o bien para información a velocidad de datos baja.

Para la transmisión de señales de televisión múltiple, los cuatro canales *H4* se combinan con cualquiera de las dos estructuras de canal a velocidad básica o primaria. Donde cada canal *H4* puede llevar una sola señal de televisión estándar. Alternativamente la combinación de dos canales *H4* proporciona la capacidad para la moderadamente comprimida *HDTV* o los cuatro canales *H4* se pueden usar por una sola señal de *HDTV* incompresada.

Para las aplicaciones de video-conferencia que no requieren de las altas velocidades de bit de televisión, que son soportadas por un canal *H21*. Tenemos varias opciones para combinar tres canales *H21* con las estructuras de canal a velocidad básica o primaria y un número de canales *H12* que también se tienen identificadas.

Este tipo de estructuras de canal de banda ancha síncrono, son utilizadas cuando los flujos de información son constantes.

2016B
8064B
$114+4H12+2B+D(16)$
$4H4+16H12+30B+D(64)$
$4H4+2B+D(16 \text{ ó } 64)$
$3H21+nH12+mB+D(16 \text{ ó } 64)$

Tabla 5.3. Estructuras de canal de banda ancha sincrónico

1.3.3. ESTRUCTURAS DE CANAL ASÍNCRONO

Para las aplicaciones en que los flujos de información no son constantes, se diseñó la estructura de canal sobre el concepto del canal componente virtual. Por definición, la capacidad de un canal componente virtual es derivada de la estructura de canal en competencia con la capacidad demandada de otros canales componentes virtuales. Esto varía con el tiempo acordado con las fluctuaciones del flujo de información llevado por ellos.

Tenemos dos grandes razones para este método. Primero el canal componente virtual proporciona una velocidad igualada a los requerimientos de la aplicación, tanto que se fija como en el caso de un canal componente sincrónico, un flujo de información llevado por el canal componente virtual que consume solo la fracción de la capacidad total de la estructura de canal requerida por él.

En particular, el canal componente virtual no tiene ninguna capacidad que consume durante los periodos desocupados. Segundo, una estructura de canal basada en la estadística del multiplexaje por división de tiempo de canales componentes virtuales. Ofrece una flexibilidad para soportar un ancho y dinámicamente variado espectro de aplicaciones, con diferentes velocidades de datos y usando modelos de una manera eficiente.

El diseño de los canales componentes virtuales y las estructuras de canal asincrónico se basa en el concepto de una transferencia de celdas, que proporciona una elemental unidad de capacidad. Una celda es una trama de información conteniendo un fijo e integral número de octetos de información.

Una estructura de canal se creó para transmitir una continua secuencia de celdas sincrónicamente a través de la Interfaz Usuario a Red (*U/N*) a una constante velocidad. Las celdas se empaquetan dentro de largas tramas o también se transmiten individualmente por fuera de la referencia para cierta estructura. En cualquiera de estos dos casos, el uso de las celdas en una secuencia sobre una periódica o irregular base de acuerdo con las necesidades de un flujo de información constituye un canal componente virtual. La figura 5.3, muestra un ejemplo.

En particular la transferencia de una celda generalmente se asocia con alguno de los canales componentes virtuales, el cual en su interior contiene un encabezado que identifica el canal componente virtual. De este modo, sólo una porción de su capacidad es disponible para llevar los flujos de información. La velocidad de datos de un canal componente virtual y el tiempo entre celdas sucesivas ocupado por un canal componente virtual depende del modelo utilizado en las celdas, su tamaño, el número de octetos del sobre-encabezado, y la velocidad en que las celdas se transmiten.

La capacidad total de la estructura de canal es lo suficiente para por lo menos acomodar la aplicación con la alta velocidad de datos que es soportada por la Interfaz Usuario a Red (*U/N*). Para el acceso de banda ancha, donde las aplicaciones de vídeo requieren velocidades de datos mayores a los 100 Mbit/s, se tienen consideradas dos estructuras de canal. La primera opera a una velocidad de transmisión de 150.336 Mbit/s y la segunda a cuatro veces la primera velocidad, o bien a 601.344 Mbit/s.

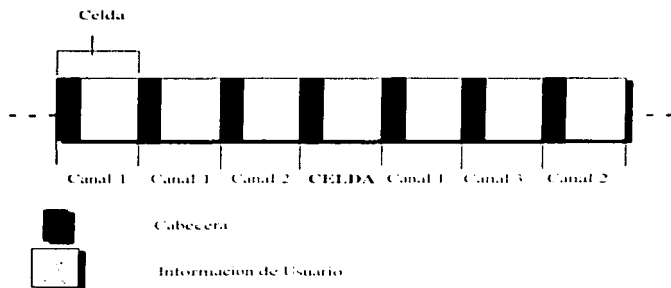


Fig.5.3. Estructura de canal asíncrono

V.3.4. INTERFACES A ALTA VELOCIDAD

Las interfaces a alta velocidad manejan el medio de transmisión más óptimo, como en su caso lo es la fibra óptica que virtualmente nos ofrece un sin fin ancho de banda y el uso de la misma en redes locales es muy amplio. También la demanda del cableado estructurado se debe a que supera los problemas de tipo económico y técnico del usuario, brindando los mejores servicios. Este tipo de medio físico es al más reciente en su utilización, ya que puede manejar un ancho de banda de acuerdo a la estructura que presenta el enlace de la red. Por otro lado *ATM*, puede manejarse en su transmisión por par torcido (*UTP*).

Como ya se ha mencionado las capacidades de velocidad de los canales conforman la estructura de canal, para las interfaces de usuario, operando a la velocidad que suma la estructura.

Por ejemplo, la *ISDN* de banda angosta, describe un número mínimo de dos interfaces que se tienen bien identificadas, la que trabaja a velocidad básica y la de velocidad primaria.

Continuando ahora con las interfaces que trabajan a mayor velocidad, tenemos las dos siguientes interfaces que ofrece la *ISDN* de banda ancha, la primera interfaz saliente de 155.52 Mbit/s y la segunda interfaz entrante de 622.08 Mbit/s. Tal y como se puede observar en la figura 5-4, donde a través de estas interfaces se accede a todos los servicios mostrados sin excepción. Un factor importante de estas interfaces, es el multiplexaje de muchos canales con amplios rangos de velocidades, con lo cual una cantidad de equipo terminal es conectado a ellas en base a las necesidades del usuario. Con la interfaz de 155.52 Mbit/s, se ajustan todos los servicios que se encuentran en este rango a tal grado que abarca la televisión de alta definición. Para la interfaz de 622.08 Mbit/s, se ajustan varios canales de televisión estándar y de alta definición (*HDTV*), simultáneamente con servicios de baja velocidad.

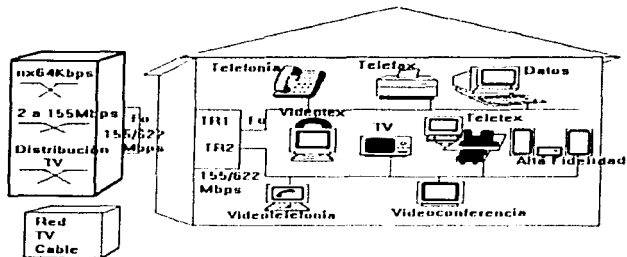


Fig.5.4. Estructura de transmisión de B-ISDN

En la figura 5.5, se indican las tecnologías necesarias para la *ISDN* de banda ancha y las interfaces que delimitan los accesos

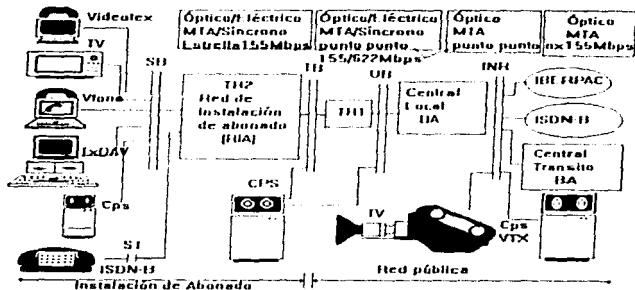


Fig. 5.5. Arquitectura e interfaces de la B-ISDN

V.4. MODELO DE REFERENCIA DEL PROTOCOLO B-ISDN

En resumen el CCITT, nos presenta la arquitectura de 7 subcapas ya desarrolladas, abarcando las capas inferiores del uno al tres del modelo OSI, como se muestra en la figura 5.6. Pero lo más importante está en las capas de la red y del modelo mostrado en la figura 5.7, se desarrolla en función de una capa ATM y una capa de adaptación ATM, encontrándose arriba de la capa física pero por debajo de las capas dos y tres (capas superiores) del modelo OSI.

Por separado tenemos los planos de usuario, control y dirección, se tiene también identificado para reflejar posibles procedimientos en estos planos (descrito en la recomendación I.321 del CCITT). Los rangos principales de estas capas son mostradas en la figura 5.7.

<i>Plano de Control</i>		<i>Plano de usuario</i>
SL3	Subcapa 3	Subcapa 3
SL2	Subcapa 2	Subcapa 2
ADP	Subcapa de adaptación	Subcapa de adaptación
ATM	Subcapa ATM	
SYN	Canal Síncrono / Subcapa de celdas sincronizadas	
PFR	Subcapa de trama física periódica	
PHY	Subcapa dependiente del medio físico	

Fig. 5.6. Arquitectura genérica de capas

Las capas superiores de cada servicio o aplicación en el plano de usuario tienen diferentes especificaciones, permitiendo nuevos servicios y aplicaciones a ser definidas en las mismas capas siendo soportadas por el común portador de servicio *ATM*. Las capas superiores del plano de control están inicialmente sobre la base de los mensajes de señalización de *ISDN* de banda angosta y de los protocolos de la recomendación 1.4501 (*Q.930/1*) del *CCITT*, de este modo es diferente a los del plano de usuario.

SMB/CLNAP es un servicio de datos de área amplia ofrecido por las compañías regionales de teléfonos en los *EE.UU.* y por las *PTT* en Europa. Es un servicio de datos sin conexiones destinado principalmente para interconexiones *LAN*.

El "cell relay" (*relevo de celdas*) es un servicio que ofrece a los usuarios "ductos de bits" basados en celdas.

- La transmisión de video usada para video-conferencias y transmisiones de televisión.
- Los servicios de señalización permiten al usuario instalar y desconectar sus conexiones dinámicamente, para los otros servicios.
- La señalización es un servicio que la red ofrece a sus usuarios.
- La Interfaz Provisional de Manejo Local (*ILMI*) es un servicio que permite el manejo de la red.

V.4.2. CAPA DE ADAPTACIÓN ATM

Esta capa como su nombre lo indica, adapta las capas superiores soportando un rango de servicio en la capa *ATM*. Estos servicios tienen diferente característica y son trasladados por diferentes caminos que son asignados por las capas superiores, cada uno de los servicios requiere diferente capa de adaptación *ATM (AAL)* para ser transportados de manera óptima. De esta forma contamos con cuatro clases de servicio definidos en base a la relación de fuente y destino, si es que existe una velocidad constante o variable y si ésta es una conexión orientada o señal orientada

V.4.3. CAPA ATM

La capa *ATM* consiste de un caudal de celdas, cada celda esta compuesta por una carga útil de 48 bytes (*campo de información*) y 5 bytes de encabezado. En donde solo le importa la información contenida en el encabezado, con excepción de las celdas *OAM* que se utilizan para transferir información administrativa. Las rutas y el multiplexaje de este caudal de celdas son controladas por el encabezado de 5 bytes de cada celda. La carga útil de 48 bytes contiene información de las capas superiores del modelo de referencia del protocolo *B-ISDN*.

Una de las funciones importantes de la capa *ATM* es llevar a cabo el multiplexaje de caudales de celdas, provenientes de distintas fuentes emisoras de información (*voz, datos y video*). En la figura 5.9, se muestra el proceso de multiplexaje de celdas.

Cuando la capacidad asignada para el llenado de celdas no se completa, se utilizan celdas ociosas. Por otro lado el trabajo de la estructura de conmutación del *ATM*, es examinar las etiquetas de encabezado de todas las celdas en el caudal y establecer su ruta siguiendo la trayectoria que ya ha sido preestablecida.

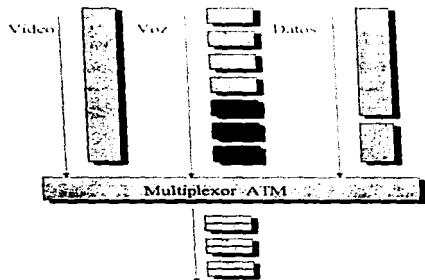


Fig.5.9. Multiplexaje de voz, video y datos en ATM

V.4.4. CAPA FÍSICA

La capa física es el sistema de transmisión punto a punto utilizado para establecer el enlace entre los multiplexores, ruteadores (*Routers*) y centrales. Estos varían en inteligencia desde enlaces seriales muy simples como el V.35 a complicados sistemas inteligentes como el *SONET/SDH*.

El trabajo de la capa física es transportar los bits que construyen las celdas. Su función asociada es codificar y decodificar los bits en un sistema eléctrico óptico.

En la capa física se tienen dos interfaces, que con anterioridad se mencionaron y las cuales trabajan a las siguientes velocidades:

1. A 155.52 Mbit/s de la Jerarquía Digital Síncrona (*SDH*) en el nivel 1 (*STM-1*).
2. A 622.08 Mbit/s en el nivel 4 (*4xSTM-1*).

Estas interfaces a altas velocidades de transmisión de celdas, son parte fundamental del Modo de Transmisión Asíncrono (*ATM*). Como la capa física es nuestro sistema de transmisión, en ella se observa la estructura de tramado de las dos interfaces conformadas por la estructura basada en celdas y en *SDH*.

- ***Interface Basada en (SDH) a 155.52 Mbit/s.***

La estructura de la trama de transmisión está dada por la recomendación G.709 del *CCITT*, tal y como se muestra en la figura 5.10. Esta trama es una estructura de bytes que consiste de 9 filas y 270 columnas, con una trama de frecuencia de repetición de 8 KHz ($9 \times 270 \text{ bytes} \times 8 \text{ KHz} = 155.52 \text{ Mbit/s}$). Las primeras 9 columnas comprenden la sección de encabezado (*SOH*) ó bien Información de Transporte y el indicador AU-4. Otra columna de 9 bytes está dedicada a la ruta de encabezado (*POH*) o también conocida Información Adicional.

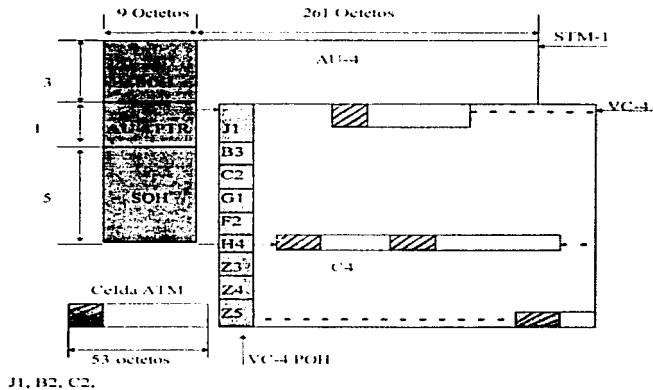


Fig.5.10. Estructura de trama de la interfaz basada en SDH a la velocidad de 155.52 Mbit/s

Algunas de las siglas de la figura 5.10, tienen el siguiente significado:

ATM = Modo de transferencia Asíncrono.

AU = Unidad administrativa.

C = Contenedor.

POH = Ruta del Encabezado, o bien Información Adicional.

PTF = Primero.

SOH = Sección de Encabezado.

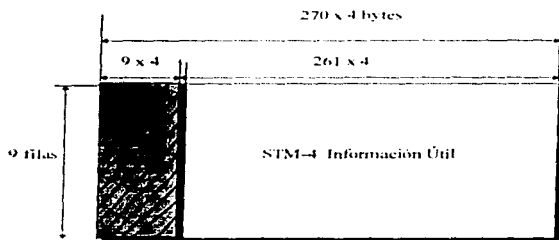
STM-1 = Módulo de Transporte Síncrono 1.

VC-4 = Contenedor Virtual 4.

J1, B3, C2, G1, F2, H4, Z3, Z4 y Z5 = Información Adicional (**POH**).

- **Interface Basada en (SDH) a 622.08 Mb/s.**

La estructura de la trama de transmisión de la interface esta dada por la recomendación G.708 del **CCITT**, mostrada en la figura 5.11.



SOH- Sección de encabezado

STM-4 - Módulo de Transporte Síncrono 4

Fig.5.11. Estructura de trama STM-4

V.5. MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO (ATM)

Como lo mencionamos con anterioridad, en la capa *ATM* es donde se observa la aplicación y funcionamiento del modo de transferencia asíncrono. La conmutación y el multiplexaje de las celdas, se realiza en la capa *ATM*.

Anteriormente observamos que las redes digitales *N-ISDN* estaban conformadas en la estructura de canales de 64 Kbit/s, con su respectiva jerarquía de velocidades. En donde todos los grupos de canales en un dado nivel de jerarquía digital eran del mismo tamaño. A este modo de

transferencia utilizado por las redes digitales de servicios integrados de banda angosta, se le llama, Modo de Transferencia Síncrono (*STM*). Pero la actual red digital de servicios integrados de banda ancha se desenvuelve en un dinámico intercambio de servicios, actuando a una gran variedad de velocidades de canal fijo. Nuestro anterior sistema de red digital basado en el modo de transferencia síncrono, no podía transmitir la información de los servicios eficientemente, ya que los canales utilizados no estaban dimensionados para acomodar las velocidades de transferencia. Es por esta razón que *B-ISDN*, hace uso del Modo de Transferencia Asíncrono (*ATM*), el cual nos da mayor flexibilidad para transportar una gran variedad de servicios.

1.5.1. CONMUTACIÓN RÁPIDA DE PAQUETES

El Protocolo *ATM*, es una modalidad de conmutación rápida de paquetes. Se trata de un modo de transferencia orientado a paquetes utilizando técnicas de multiplexaje por división en el tiempo, consistiendo en empacar el flujo de información que se va a transmitir, organizándola en bloques de longitud fija (*celdas iguales y cortas*). El flujo de celdas se transfiere en forma continua, sin interrupciones, con una variedad fija. La demanda del ancho de banda es según el servicio. En ausencia de "tráfico" se transfieren celdas no asignadas (*Unassigned Cells*), en presencia de tráfico se reemplazan celdas no asignadas por celdas asignadas. Dentro de un flujo de celdas pueden viajar celdas pertenecientes a diferentes servicios, cada uno con un ancho de banda requerido. Si dos o más servicios quieren transferir celdas al mismo tiempo, tienen que "competir" para reemplazar las celdas no asignadas con su tráfico. Algunas tienen que esperar en fila para entrar al flujo, de aquí el término asíncrono. Esto se realiza con tecnología de multiplexaje estadístico, como se ilustra en la figura 5.12.

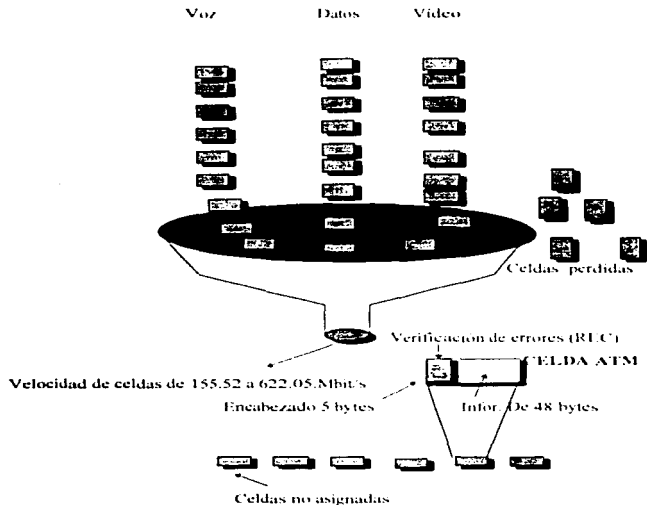


Fig.5.12. Multiplexación estadística de celdas ATM

En la figura 5-12, se observa el principio básico de la conmutación *ATM*. El establecimiento de la conexión se realiza preparando una serie de enlaces lógicos conocidos en *ATM* como canales virtuales, entre la fuente y el destino; las conexiones se concretan mediante el Identificador de Canal Virtual (*VC*) y el Identificador de Trayectoria Virtual (*VP*). En cada nodo, hay una tabla de traducción que permite transformar el número del *VC*, en un determinado enlace de salida por cada celda; la información necesaria para la tabla se introduce al establecer la llamada.

Enseguida tenemos los siguientes subvicios, canal virtual y trayectoria virtual.

- Un canal virtual (*VC*) está constituido por celdas que pertenecen a un servicio en particular. Este canal es activado por usuarios finales a través de la red y una tasa variable de celdas de tamaño preestablecido en full-duplex, es intercambiada sobre la conexión. Estos canales, son utilizados para el intercambio del control de señalización usuario-red y red-red (*señalamiento y control de red*).
- Una Trayectoria Virtual (*VP*) es un paquete de canales virtuales que tienen los mismos puntos finales. Esto significa que todas las celdas y canales virtuales son conmutados juntos. La trayectoria virtual es una dirección y se identifica mediante un número.

Como podemos observar, varios *VC* se pueden agrupar en un trayecto virtual *VP*, y se pueden transportar varios *VP* en el mismo enlace físico. La figura 5-13, nos lo muestra de manera elocuente. Por ejemplo los *VP* pueden conjuntar a todos los *VC*s de un mismo usuario. Con estos dos niveles de la jerarquía de nuestras etiquetas, se duplica la funcionalidad disponible en los conmutadores e interconexiones digitales actuales. También se utiliza para manejar el ancho de banda y la calidad del servicio mediante la integración de circuitos.

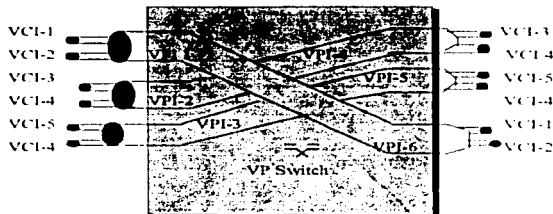


Fig.5.13. Canales y trayectorias virtuales

V.5.2. LA CELDA COMO FACTOR IMPORTANTE EN ATM

Actualmente el manejo de celdas *ATM*, ha tenido una aceptación muy importante en los sistemas de comunicaciones. Como todos sabemos los sistemas digitales anteriores trabajaban con caudales de bits, unos y ceros. Pero ahora nuestros actuales sistemas digitales de comunicaciones están basados en celdas *ATM*, los cuales trabajan con paquetes de un tamaño fijo y reducido (*53 bytes*). Y con ello se aumentó la unidad fundamental con la que nos comunicamos, logrando mayores incrementos en el desempeño de los conmutadores, terminales y dispositivos de comunicación. La celda nos deja segmentar el tráfico de información en unidades de tamaño fijo, multiplexando la información de diferentes servicios.

Las celdas nos ofrecen un poderoso mecanismo para suministrar diferentes características de servicio sobre una infraestructura común de comunicaciones, tal como se observa en la figura 5.14.

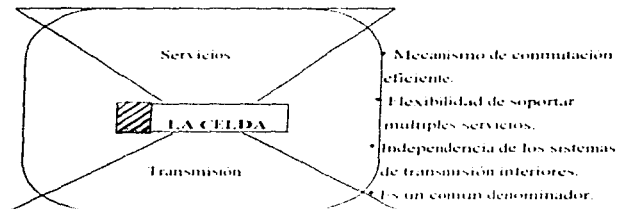


Fig. 5.14. La celda ATM

Las celdas también nos permiten ofrecer un ancho de banda mayor, debido a su control y conmutación en los actuales sistemas digitales de comunicación. Teniendo en comparación con las demás tecnologías orientadas en canales de bits, una mayor eficiencia. Cada celda contiene información de direccionamiento y control, de manera que se colocan las funciones de conmutación sobre un hardware eficiente.

V.5.3. FORMATO DE LAS CELDAS ATM

Una celda consta de un campo de información de usuario y una cabecera, como lo muestra la figura 5.15. Esta consiste de un encabezado de 5 bytes y su campo de información para datos de usuario de 48 bytes, conformando un total de 53 bytes de longitud fija. El papel principal de la

cabecera es identificar las celdas que pertenecen al mismo canal virtual en el multiplexaje por división temporal.

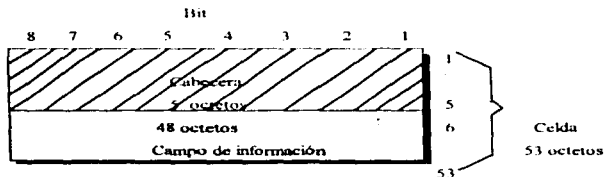


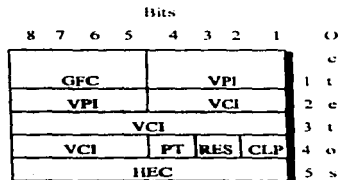
Fig. 5.15. Estructura de la celda ATM

El encabezado consiste de bits que proveen dos principales funciones de enrutamiento, que a continuación se enuncian:

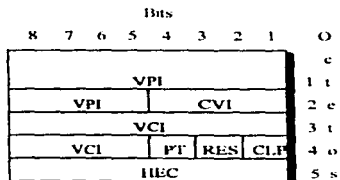
- Identificador de Ruta Virtual (*VPI*). Un trayecto es el equivalente de una ruta, en un circuito bajo ambiente permanentemente conectado a dos puntos juntos. En un medio *ATM* el trayecto no tiene una capacidad fija. La etiqueta "virtual" indica que celdas son ruteadas de nodo a nodo sobre la base del *VPI*, la ruta se establece en el inicio de cada llamada en base a los mensajes de señalización.
- Identificador de Canal Virtual o Llamada Virtual (*VCI*). Estas llamadas se establecen como se requieren en el trayecto virtual indicado por el *VPI*. La estructura del encabezado en la Interfaz

c) de Usuario a Red (UNI) y la Interfaz Nodal de la Red (NNI) se muestra en la figura 5.16. Las cuales contienen los siguientes sub-campos:

- Flujo Genérico del Campo de Control (GFC) (4 bits).
- Campo Enrutado (VPI, VCI); 24 bits están disponibles, 8 bits y 16 bits respectivamente.
- Tipo de Pago de Carga (PT) de campo (2 bits).
- Campo Reservado (RES) (1 bit).
- Prioridad Pérdida de Celda (CLP) indicada si la celda es una baja prioridad y puede por lo tanto ser descartada durante las condiciones de sobrecarga. (1 bit).
- Control de Error del Encabezado (HEC) en el campo (8 bits).



(a) Estructura del Encabezado en UNI



(b) Estructura del Encabezado en NNI

Fig.5.16. Estructura del Encabezado de la Celda ATM

El campo de información se transporta de manera transparente por toda la red, en base a la *capa ATM*. Y el tamaño del mismo se conserva para todas las conexiones en todos los puntos de referencia en donde la técnica *ATM* se aplica.

V.6. APLICACIONES DE ATM Y B-ISDN

La difusión de estas tecnologías varía de una región geográfica a otra, y de organización a organización. La tecnología de celdas se utiliza en las redes de área local (*LANs*), para la interconexión entre computadoras de un cuarto a otro o bien entre redes locales. También se observan en áreas metropolitanas, constituyendo redes de área metropolitana (*MANs*), o se aplican globalmente en redes de área extensa (*WANs*). Para todos estos enlaces las compañías de computación utilizan fibra óptica para conectar estaciones de trabajo de alta velocidad.

Las compañías de redes metropolitanas han desarrollado rápidamente tecnologías como los servicios conmutados de datos de Multi-Megabit (*SMDS*) que también emplean la tecnología, de transmisión basada en celdas. Es importante mencionar que las compañías de redes *LAN* han mejorado todos sus sistemas de comunicación al contemplar esta tecnología, obteniendo un medio de enlace de gran velocidad entre estaciones de trabajo.

La mutua combinación que existe entre *ATM* y *B-ISDN* es importante al disminuir las adaptaciones entre un ambiente y otro, de todas las redes *LAN*, *MAN* y *WAN*.

V.6.1. CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN DE SERVICIOS EN B-ISDN Y ATM

Dentro de la capacidad de integración de servicios que nos brinda la red *B-ISDN* en conjunto con *ATM*, sobresale la integración de redes de datos a alta velocidad y de vídeo de alta resolución (*HDTV*). Marcando así estos dos servicios, la gran diferencia que existe entre las redes

digitales de servicios integrados de banda ancha y banda angosta. Esta última se encuentra muy limitada ante este tipo de servicios que necesitan mayor ancho de banda en sus transmisiones.

V.6.2. SERVICIOS IMPLEMENTADOS EN B-ISDN

Entre los servicios implementados por *B-ISDN*, tenemos los siguientes.

- **Servicio "Cell Relay"**: Transporte de celdas entre equipos para redes locales *ATM* privadas.
- **Servicio "Frame Relay"**: Transporte rápido de datos en paquetes basados en tramas, para redes privadas y públicas.
- **CLNAP/SMD5/CBDS**: Redes de transporte de datos públicas sin conexiones y basadas en celdas.
- **Video**: Transmisión de diferentes tipos de servicio para video.
- **PDH**: Emulación de facilidades de transmisión existentes en plataformas *ATM*.
- **Señalización**: La señalización permite a los usuarios reconfigurar rápidamente la red, según sus requerimientos.
- **Administración**: Se ofrece en conjunto con otros servicios. Las nuevas redes ofrecen bases de datos de información de administración, accesibles por el usuario para que éste pueda preguntar, supervisar el estado y configuración de la red.

De los anteriores servicios el "Cell Relay" es el primero y más fácil servicio de transporte, sobre la nueva generación de los equipos basados en *ATM*. Estos son utilizados en la interconexión de redes locales *ATM* privadas. Pero el primer servicio en enlazar hacia las redes de celdas es el "Frame Relay".

Por otro lado, los servicios más recientes como los protocolos de acceso a redes sin conexiones (*CLNAP*), servicios de datos conmutados de multi-megabits (*SMDS*) y los servicios de datos sin conexiones de banda ancha (*CBDS*), ofrecen servicio públicos de datos basados en celdas. Estas tres tecnologías son virtualmente idénticas, todas ellas ofrecen un servicio de transporte tipo *LAN* sin conexiones para *PDU*s de datos de longitud variable.

Los servicios de video tienen muchas formas, y son utilizados en diferentes capas de adaptación dependiendo del servicio. Teniendo tres amplias categorías como:

1. Envío de radiotransmisiones de video-imagen convencionales de televisión y películas.
2. Video-Conferencia y Televisión Interactiva.
3. Multimedia; aplicaciones por computadora como el "Video-Mail" (*correo de video*).

La señalización *B-ISDN* propuesta actualmente utiliza el protocolo Q.931, el cual es un derivado de los conceptos de señalización de la red *N-ISDN* Q.931 y Q.933. Otro tema importante de consideración es la administración, que es el modo de configurar las rutas de la red.

V.7. LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA (SDH)

La Jerarquía Digital Síncrona es un nuevo estándar de multiplexaje, adoptado por muchas redes, principalmente por las redes *ISDN* de banda ancha. La cual permite el manejo de amplios

rangos de velocidad de transmisión, siendo estos requeridos en los servicios que necesitan un eficiente multiplexaje en un mismo portador común.

El *SDH*, está desarrollado bajo las mismas características del estándar de la Interfaz Óptica Americano, o mejor conocido como; "*SONET*" (*Synchronous Optical Network*), Red Óptica Síncrona, la cual se diseñó para que conviviera con los sistemas *PDH* (*Plesiochronous Digital Hierarchy*), Jerarquía Digital Plesiócrona. Este estándar es conocido por el CCITT como un estándar de transmisión mundial, y el cual es detallado en las recomendaciones G.707, G.708 y G.709.

Como se observó en la capa física, el *SONET/SDH* es un sistema inteligente de transmisión que opera en base a un rango de velocidades. De las cuales hace uso de dos velocidades de interfaz importantes, que por su combinación en el traslado de celdas *ATM* son conocidas e identificadas en capa física. Por lo anterior el *SONET/SDH* es una categoría de capa física, que a diferencia de *PDH* que es otro tipo de capa física, tiene en la actualidad mayor aplicación. Ambas capas físicas se detallan en los siguientes puntos.

V.7.1. JERARQUÍA DIGITAL PLESIÓCRONA (PDH)

La Jerarquía Digital Plesiócrona (*PDH*) es el sistema de transmisión existente, utilizado a través del mundo para la comunicación de voz. Este tipo de sistema multiplexa canales dentro de estructuras que trabajan a altas velocidades, realizando el multiplexaje etapa por etapa, cada etapa utiliza sus propios métodos de multiplexación y tramado. La figura 5.18, muestra un ejemplo de las etapas de multiplexación requeridas en Europa y Norte América. Es importante hacer mención que dependiendo de la región geográfica en que se maneje el estándar *PDH* se utilizan distintos rangos de velocidad, que son ofrecidos por éste mismo. La Tabla 5-4, enlista los rangos de velocidad ofrecidos por *PDH*.

En México se tiene el mayor porcentaje de instalaciones de telecomunicaciones referidas a las normas europeas, que ha definido el *CCITT* para los sistemas *PCM*.

Esta Jerarquía Plesiócrona consiste más que nada en la multiplexación de 30 canales de usuario en un tren de 2048 Kbit/s utilizando un sistema conocido como multiplexor de primer orden. Cuando se tiene la necesidad de mayores capacidades de 30 canales, cuatro señales de 2048 Kbit/s puede ser integrada en una señal de 8448 Kbit/s; a estos sistemas se les conoce como multiplexores de segundo orden y así sucesivamente en forma similar se realiza la multiplexación para capacidades mayores

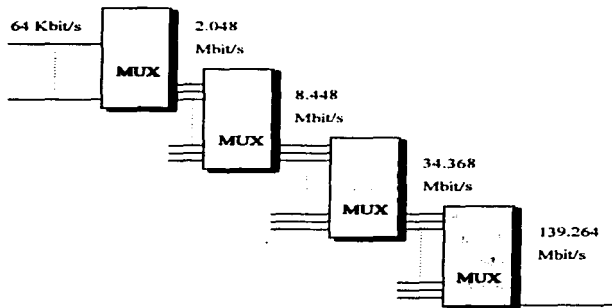


Fig.5.18. Estructura del multiplexaje PDH en Norte América y Europa

EUROPA	NORTE AMÉRICA	JAPÓN
		400 Mbit/s
E4-139 Mbit/s	274 Mbit/s	100 Mbit/s
E3-34 Mbit/s	DS3-45 Mbit/s	32 Mbit/s
E2- 8 Mbit/s	DS2-6.3Mbit/s	6.3 Mbit/s
E1 -2 Mbit/s	DS1-1.5Mbit/s	1.5 Mbit/s

Tabla 5.4. Jerarquía Digital Plexicrona

V.7.2. OPERACIÓN DEL (SDH)

Como se había descrito anteriormente, el *SDH* es un método de transmisión diseñado para los enlaces de fibra óptica. Convirtiéndose en un sistema novedoso con procedimientos de tramado y transmisión más inteligentes ante los sistemas *PDH*. Proporcionando un método de multiplexaje de canales en base a las interfaces de alta velocidad de 155.52 Mbit/s y 622.08 Mbit/s. Las cuales corresponden al listado de rango de velocidades presentadas por el *SONET/SDH*, de la Tabla 5.5. Estas dos interfaces han sido seleccionadas para la transmisión de celdas, en *ISDN* de banda ancha.

Debiéndose principalmente a que ambas interfaces tienen la capacidad de soportar los servicios que demandan los usuarios, por ejemplo, la demanda de señales de televisión de alta definición. Es importante mencionar, que el estándar *SONET* tiene una velocidad de transmisión adicional más baja, a diferencia de las que presentan el estándar *SDH*.

STS-1		51,840 Mbit/s
STS-3	S1M-1	155,520 Mbit/s
STS-9	S1M-3	466,560 Mbit/s
STS-12	S1M-4	622,080 Mbit/s
STS-18	S1M-6	933,120 Mbit/s
STS-24	S1M-8	1,244,160 Mbit/s
STS-48	S1M-16	2,488,370 Mbit/s

Tabla 5.5. Jerarquía Digital Síncrona

El *SDH* nos ofrece las siguientes ventajas:

- Es un estándar para multiplexaje e interconexión de redes.
- Acceso directo a los canales de baja velocidad externos para demultiplexar la señal completa.
- Evolución simplificada a altas velocidades.
- Comprensiva provisión para la administración de la red.
- Interconexión de redes independientes externas, introduciendo tramas imprudentes.
- La habilidad para llevar nuevos canales de banda ancha, tal y como ellos se presentan, así como el transporte de servicios basados en *ATM*.

En el estándar *SMB*, la transmisión de la red es segregada dentro de repenetradores y multiplexores en forma de funciones que son requeridas para transportar información entre los puntos externos de la red. El repenetrador y las funciones de multiplexación son utilizadas por la sección de capas del protocolo y las funciones punto a punto se manejan en la capa de red. La capa de red transporta la información en estructuras llamadas conexiones virtuales. Las conexiones virtuales están compuestas por dos elementos que son:

1. El Contenedor Virtual (CV), toma los datos para ser transportados.

2. La Ruta de Encabezado (PWH), que proporciona mantenimiento en los canales y control de información que es asociada con la ruta a través de la red.

Existen varios contenedores virtuales ya definidos, donde cada uno transporta los distintos tipos de canales en base a la capacidad de soporte que tiene fundada en la red. La Tabla 5.6, nos muestra los distintos contenedores virtuales que están disponibles.

La información dentro de un contenedor virtual es normalmente transportada de manera transparente por el estándar *SMB*. Sin embargo, el *CTE-V* puede también soportar canales que son sincronizados por la corriente de datos *SMB*. Estos los dan los multiplexores *SMB* en un acceso directo para los canales individuales de *CB-Kbit*s dentro del *CTE-V*.

La estructura de la rama *SMB* se conforma tal y como se observa en la figura 5.11.

Empaqueando la información útil en los contenedores, dotándose de información adicional (*Path Overhead*) que se entrelaza ocreto a ocreto integradamente en el *STV-L* con la ayuda de la técnica de punto de datos. Los contenedores son capacidades definidas de transmisión sincronizadas por la red y proyectados de tal forma que se transmita cualquier señal determinada por la jerarquía de multiplexado. A cada contenedor se le asigna individualmente un *Path Overhead (POH)*, es decir se le dota con información adicional, convirtiéndose en el denominado Contenedor Virtual. Este Contenedor Virtual (CV) no tiene ninguna posición de fase fija en relación con el Contenedor o la Rama inmediata superior pudiendo desplazarse dentro de ellos.

Precisamente un puntero (*Puntero de datos*), que está fijado en fase al Contenedor del nivel más elevado, contiene la posición de comienzo del VC' en la trama de Transmisión. El acceso a la información útil es facilitado por la evaluación de la dirección del puntero. Sin este procedimiento del puntero tendrían que sincronizarse la trama y la información útil mediante memorias tampones (*buffer*) temporizadoras.

Por ejemplo, si realizamos un enlace de transmisión "E1", a través de Capa Física *STM-1 de SDH* perteneciente a *ATM*. Primeramente *ATM* conjunta la información en las ya conocidas Celdas de 53 octetos, y la cual se va depositando en la estructura de Trama *STM-1* a la velocidad de 2.048 Mbit/s multiplexándose tal y como se explicó anteriormente. Este tipo de enlace sí cumple con la ocupación del ancho de banda en la estructura de trama, al igual que "E3" (34.368 Mbit/s) ambos hacen uso de un ancho de banda de acuerdo a los requerimientos de los servicios de transmisión que solicita el usuario. Pero el enlace "E2" (8.448 Mbit/s) no cubre la misma exigencia que piden los contenedores, quienes empaquetan en la estructura de trama la información útil a transmitir, dejando una gran cantidad de ancho de banda sin utilizar.

Contenedor Virtual	Capacidad del contenedor	Servicios Soportados
VC-11	1.7 Mbit/s	1.544 Mbit/s Velocidades de Canales Norte Americanos
VC-12	2.3 Mbit/s	2.048 Mbit/s Velocidades de Canales Europeos
V-2	6.8 Mbit/s	6.312 Mbit/s Canales (raramente utilizados) También VC-2s son concatenados juntos para transportar servicios a mayor velocidad
VC-3	50 Mbit/s	34.368 Mbit/s x 44.736 Mbit/s Velocidad de Canales
VC-4	150 Mbit/s	139.264 Mbit/s Velocidad de Canales y otros Servicios de Mayor velocidad

Tabla 5.6. Tamaño de los Contenedores virtuales

V.7.3. ESTRUCTURA DE LA TRAMA SDH

Las estructuras de las tramas *SDH*, para las senales generadas y transportadas en las interfaces fisicas de *ATM* son adquiridas de la jerarquia de velocidades que se encuentran listadas en la Tabla 5.5. Como ya se habia hecho mencion, la senal *SDH* es construida de tramas *STM-1* (*Synchronous Transport Modulo Level 1*). Y la cual proporciona la interfaz de velocidad de bit de 155.520 Mbit/s, que es la unidad basica de patida para constituir las interfaces de alta velocidad. Para conformar una interfaz de mayor velocidad se tienen *N-STM-1* tramas que son intervalos de byte en una senal *STM-N*. Donde el valor de *N*, puede ser por ejemplo de 1, 4 y 16 que son valores estandarizados por el *CCITT*, dando origen a las interfaces de 155.520 Mbit/s, 622.08 Mbit/s y 2.488.32 Gbit/s respectivamente.

La trama *STM-1* consiste de 2430 bytes y los cuales son transmitidos cada 125 μ segp. a su vez es representada por la estructura rectangular mostrada en la figura 5.11. En donde se conforma de 9 filas por 270 columnas de bytes. Como se habia hecho mencion, las 9 columnas se utilizan por la seccion de funciones del encabezado, encontrandose las facilidades de tramado, deteccion de error y direccion en los canales de comunicacion.

Para la interfaz fisica (*SDH SONET* o *STM-1 STS-3*) de 155.52 Mbit/s, el canal utilizado está dividido en porciones de carga util y encabezado. La carga util es de aproximadamente 150 Mbit/s, disponibles para ser transferidos en celdas *ATM*. Por su parte el encabezado utiliza el resto de los bits para llevar informacion de administracion y demas protocolos, los cuales ayudan a la red a desviar la ruta para evitar los lugares donde hayan fallas, haciendolas mas tolerantes a las mismas.

V.7.4. EL ESTÁNDAR SDH Y SU RELACIÓN CON ATM

Para solucionar el problema de la perdida de informacion que presentaban los servicios en el multiplexaje de la misma, y la deficiente transmision a mayores rangos de velocidad de los sistemas utilizados. Se involucraron los estandares *SDH* y *ATM* logrando mejorar la transmision

en la actual red *ISDN* de banda ancha. El Modo de Transferencia Asíncrono como sabemos multiplexa y conmuta las celdas de información que demandan las necesidades del usuario ocupante de la red. Las celdas son transportadas a velocidades de transmisión constituidas por las estructuras de trama *SDH*, y las celdas se ajustan a un formato configurado e igual a las necesidades del mismo usuario. Aquí cabe mencionar que las celdas *ATM* se van integrando a una trama *SDH/SONET*, hasta conformar la estructura de transmisión por tramas a intervalos regulares (*Síncrona*) requerida.

La relación que existe entre ambos métodos se observa en la capa física del modelo de referencia (*B-ISDN*). Para nuestro caso *SDH/SONET*, es la capa física que contiene las interfaces de velocidad más importantes para la transmisión de la red *ISDN* de banda ancha.

V.8. SINTESIS COMPARATIVA ENTRE N-ISDN Y B-ISDN

A diferencia de la *N-ISDN*, la banda ancha será implantada sobre una infraestructura de transmisión de fibra óptica, y hará uso de técnicas de conmutación (*ATM*) de paquetes (*CELDAS*). Ya que la flexibilidad que esta ofrece será indispensable para manipular el amplio rango de usos y demandas que una red de banda ancha tendría para sus capas.

En suma, para soportar los nuevos servicios, la *B-ISDN* provee la capacidad de integración de la red a 56 o 64 Kbit/s, los paquetes de red del X.25, y el ancho del espectro que provee la red y que opera de 64 Kbit/s a 45 Mbit/s.

La figura 5.19, nos muestra el alcance de la red B-ISDN, los servicios que puede proporcionar y su tendencia hacia nuevas áreas para aplicaciones futuras

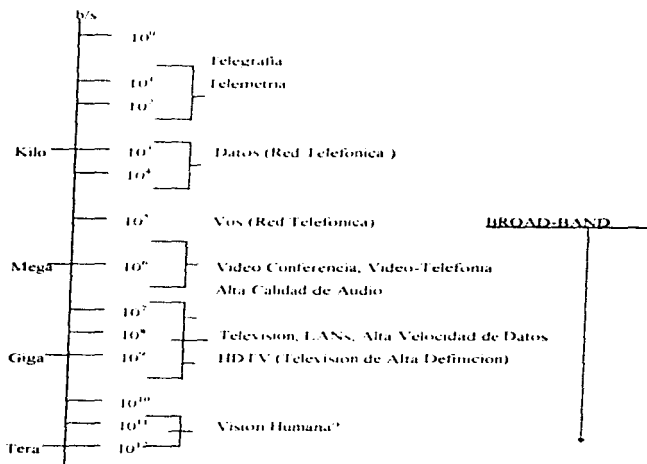


Fig.5.19. Servicios de Banda Ancha, su dirección hacia nuevas áreas de aplicación

PARAMETROS	PARES ENRIZADOS	COAXIAL	CABLE OPTICO	COAXIAL BANDA ANCHA	FIBRA OPTICA
Ancho de banda	3 Mhz	50 Mhz	440 Mhz	>> 2 Ghz	
Distancia	Baja (sin modem)	1.5 Km	>> 10 Km	>> 100 Km	
Versatilidad	Alta	Alta	Medio	Medio	
Facilidad de Instalacion	Medio	Alta	Alta	Medio	
Expansión de la red	Difícil	Muy difícil	Fácil	Fácil	
Inmunidad al ruido	Medio	Medio	Alta	Muy alta	
Costos (sin instalación)	Bajo	Medio	Medio *	Muy alto	
Transparencia	Si	No	Si (con subcanales dedicados)	Si (en fibras dedicadas)	
Seguridad de Datos	Baja	Moderada (Sujeta a conocer el esquema codificador)	Muy alta (Sujeta a conocer canal y esquema codificador)	Muy Alta	
Fiabilidad de la Red	Baja	Alta	Baja (solo afecta al canal)	Alta	
Mantenimiento	Difícil	Muy difícil	Fácil	Muy difícil	
Numero de Canales	Uno	Uno mayor	Cientos	Uno muy grande	
Numero de Dispositivos	Limitado al Tamaño del Cable	Limitado al ancho de banda del cable	Sin Limite	Sin Limite	
Velocidades de Dispositivos	96 Kbit/s - 64 Kbit/s	50 Mbit/s	10 Mbit/s por Canal	200 Mbit/s	
Añadido de Dispositivos	Fácil	Muy Fácil	Fácil	Difícil (he)	
Operación	Semi o Duplex Total	Semiduplex	Duplex Total	Semiduplex (he)	

Tabla. 5.7. Comparación Entre Redes Digitales Por su Medio De Transmisión

PARAMETROS	N-ISDN	B-ISDN
Modo de transporte	Modo de Transmisión Sincrono (STM)	Modo de Transmisión Asincrono (ATM) Del lado usuario y Sincrono (STM) Del lado transmisión
Estructura de Trama	Time Slots (paquetes)	Celdas
Velocidad de Datos	64 Kbit/s	>64 Kbit/s
Estructura de la Interfaz	$jxH4 + kxH2 + lxH1 + mxH0 + nxB + D$ Donde Los canales de N-ISDN son D, B, H0, H1(H11 y H12)	Los nuevos canales de B-ISDN son H2 (H21 y H22) H4
Interfaz	INTERFAZ DE VELOCIDAD BÁSICA (BR1): Tiene una capacidad de transporte de información de 144 Kbit/s, que incluyen 2 canales B de 64 Kbit/s y 1 canal D de 16 Kbit/s, formando una estructura (2B+D) INTERFAZ DE VELOCIDAD PRIMARIA (PRI): Se aplica a dos velocidades A) Sistema T1 de 1.544 Mbit/s. El cual forma una estructura de (23B+D), que incluyen 23 canales B de 64 Kbit/s y 1 canal D de 64 Kbit/s B) Sistema E1 de 2.048 Mbit/s. El cual forma una estructura de (30B+D), que incluyen 30 canales B de 64 Kbit/s y 1 canal D de 64 Kbit/s	BASADAS EN ATM 1ra. Interfaz: Saliente de 155.52 Mbit/s Interfaz basada en (SDH) 2da. Interfaz: Entrante de 622.08 Mbit/s en el nivel 4
Tipos de Canales	Canal B: Transporta información de voz y datos a 64 Kbit/s. Es utilizado para aplicaciones de servicios telefónicos digitales, comunicaciones de fax, redes LAN y servicios de alarma Canal D Tiene dos funciones:	Maneja velocidades de datos mayores a 64Kbit/s y superando los 100 Mbit/s Canal H0: Opera a una velocidad de datos sincrona "Full Duplex" de seis veces la velocidad de un canal B (384 Kbit/s)

	<p>Ira Funcion Transporta informacion de control y señalizaci3n y puede llevar datos de usuario</p> <p>2da Funcion Transporta datos en modo paquete Telemetra a baja velocidad</p> <p>La capacidad de los canales D es</p> <p>Para Acceso Basico es de 16Kbit/s</p> <p>Para Acceso Primario es de 64Kbit/s</p> <p>Canal H: Utilizado para altas velocidades de transmision de datos, con aplicacion en Fax, Video alta calidad de audio y multiplexaje de informacion para datos de baja velocidad. La capacidad de los canales H es</p> <p>H0: Con capacidad de 384 Kbit/s (6 canales B), con aplicacion en sonido de alta calidad</p> <p>H11: Con capacidad de 1536 Kbit/s (24 canales B), con aplicacion en video</p> <p>H12: Con capacidad de 1920 Kbit/s (30 canales B), con aplicacion en video</p>	<p>Canal H1 El cual incluye los canales H11 y H12:</p> <p>H1 Opera a 24 espacios de velocidad de un canal B (1536 Kbit/s)</p> <p>H12 Le corresponden 30 canales B (1920 Kbit/s). Llevan seales comprimidas de video conferencia y alta velocidad digital en seales Facsimil</p> <p>Canal H2 El cual incluye los canales H21 y H22:</p> <p>H21 Con velocidad de 32 768 Mbit/s</p> <p>H22 Con velocidad de 44 160 Mbit/s</p> <p>Satisfacen repaso rapido en fuentes de compresion de video</p> <p>Canal H4 Con velocidad de 135 168 Mbit/s</p> <p>Na aplicacion es el transporte del estandar PCM</p> <p>Seales de TV a color</p> <p>Compresion de seales de HDIV</p>
<p>Servicio que integra:</p>	<p>Comunicacion completamente digital de usuario a usuario</p> <p>Capacidad de transmision de informacion de control</p> <p>Capacidad de integracion de servicios de voz, datos y video</p> <p>Capacidad de conmutacion de paquetes</p> <p>El correo electronico y el teletexto requieren solo 10 Kbit/s, por lo que quedan incluidos en este sistema</p>	<p>La HDIV requiere un minimo de 135 Mbit/s, requiriendo un rango adecuado de velocidad de 140 a 565 Mbit/s</p> <p>Interconexion de LAN's de alta velocidad</p> <p>Video telefonia de calidad</p> <p>TV normal y HDIV</p> <p>Acceso a videotecas</p> <p>Sonido de alta fidelidad</p> <p>Acceso a audiotecas</p> <p>Transmision de Datos a alta velocidad</p> <p>Transferencia de ficheros y aplicaciones (CAD/CAM)</p> <p>Facsimil de alta resoluci3n y en color</p> <p>Video texto multimedia</p> <p>Mantenencia de video</p>

Medio de Transmisión	Par trenzado, Coaxial, F O	F O
Velocidad de Transmisión	144 Kbit/s 1,544 Mbit/s 2 048 Mbit/s	155 520 Mbit/s 622 08 Mbit/s
Limitantes	<p>Para transmitir video de alta resolución, es importante el uso de los canales no conmutados (H0, H11, H12), requiriendo velocidades de transmisión de 30-100 Mbit/s</p> <p>Las redes LAN se pueden integrar a la N-ISDN con una velocidad de T1 o E1, pero esta viene siendo una velocidad lenta para nuestras necesidades</p> <p>Las redes WAN operan a velocidades de 100 Kbit/s a 1.5 Mbit/s siendo mucho mayor que la que puede soportar los canales B y D</p> <p>La capacidad de integración de video es limitada, el servicio soportado es de video-texto de imagen congelada</p> <p>La integración de servicios esta comprendida dentro del rango que manejan los canales B y D</p>	<p>En cuanto a velocidad de transmisión de datos, prácticamente todos los servicios quedan cubiertos, y las limitantes quedan englobadas hacia la adquisición en cuanto a costos pueda arrojar la infraestructura que soporte la banda ancha</p>

Tabla 5.8. Síntesis Comparativa entre N-ISDN y B-ISDN

En las tablas anteriores se muestra el análisis de comparación. Primeramente tomamos en cuenta el medio de transmisión utilizado en las redes digitales y posteriormente se realiza la comparación entre el sistema de banda angosta y el de banda ancha.

V.9. COSTOS Y BENEFICIOS

Para la instalación de algún tipo de sistema que contemple la integración de los servicios de voz, datos y video, se tiene en cuenta el costo de los mismos a cambio de los beneficios a obtener en su puesta en marcha.

Como ya se mencionaba anteriormente la instalación y operación de redes de telefonía, datos y video por separado, genera grandes costos en contra parte de lo que se puede obtener de beneficio. Es por ello que los avances tecnológicos han sido aprovechados, principalmente en la reducción de gastos, optimizando a lo máximo los sistemas de comunicaciones que hacen posible la actual integración de servicios.

La actualización de sistemas de comunicaciones como por ejemplo la telefonía, ocasiona que las empresas desembolsen para llevar a cabo las nuevas adaptaciones de sus equipos analógicos o digitales.

El costo que presenta una integración de servicios se va reduciendo conforme evolucionan las nuevas tecnologías digitales. Entre las cuales se encuentra la del Modo de Transferencia Asíncrona, tecnología que nos brinda el mayor acceso de servicios a través de sus sistemas de conmutación y multiplexación.

El anterior sistema hace posible que uno como usuario busque reducir los costos de la rentabilidad por un canal de transmisión, por ejemplo la *ISDN (Red Digital Integrada)* asigna un costo de renta por canal de \$5000 mensuales con una capacidad de 64 Kbit/s. Realizando un presupuesto en un acceso primario de la *ISDN* de Banda Angosta, tenemos para $T1 (23B + D)$ que suma 24 canales de 64 Kbit/s multiplicados por \$5 0000 mensual obtenemos la cantidad de

N\$ 120,000, y al año son N\$ 1440,000. La figura 5.20 esquematiza la forma en que el usuario renta canales individuales para comunicarse de un punto a otro, en este caso, hace uso de enlaces T1.

El costo de rentabilidad se ve reducido si el usuario de los canales de transmisión en renta decide realizar un solo gasto, comprando un conmutador *ATM*. Los Conmutadores *ATM*, tienen un precio aproximado de N\$ 3000,000 dependiendo de la capacidad. La figura 5.21, nos muestra la optimización que se obtiene utilizando un conmutador *ATM*, en donde un usuario tiene acceso a otro punto mediante vías individuales. El uso de vías individuales para enlazar a otro punto receptor genera mayores costos en la transmisión.

Los conmutadores a parte de beneficiar al usuario en la reducción de costos, también lo beneficia al optimizar las vías de transmisión o sea al reducir el número de enlaces con otras fuentes de comunicación.

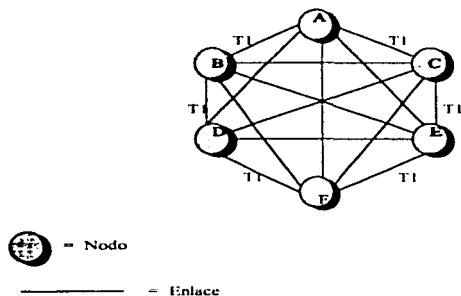


Fig. 5.20. La comunicación de un punto a otro, mediante enlaces de canales individuales

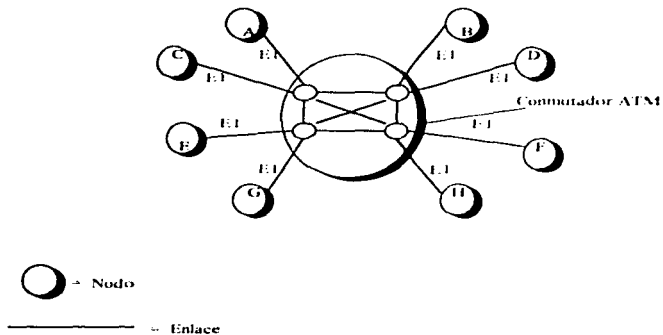


Fig.5.21. Optimización mediante un conmutador ATM

CONCLUSIONES

La operacion de cada una de las Redes de Servicios Integrados, vistas anteriormente, es importante para saber de la capacidad de integracion de servicios que tienen. La Red Digital de Servicios Integrados de Banda Angosta, nos ofrece una cierta integracion de servicios que no superan los 2 048 Mbits de capacidad de transmision. Por otro lado la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha, nos proporciona un maximo de 622 08 Mbits de capacidad de transmision. Con lo cual la hace mas idonea para integrar servicios de mayor capacidad, teniendo como ejemplo la integracion de los servicios de Television de Alta Definicion (*HDTV*).

Entre lo importante antes mencionado, tenemos la operacion y estructura de la interfaz de Acceso Basico (*S₀*) que opera en aquellos equipos terminales (*TE*) con capacidades de integracion que no superan los 192 Kbit/s. Esta interfaz tiene un lugar predominante, entre los Equipos Terminales (*ET*) y los Terminales de Red (*NT*), siendo la ruta fisica para integrarse a la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Angosta (*N-ISDN*).

Para la operacion de la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (*B-ISDN*), se requiere del manejo del Estandar de Modo de Transferencia Asincrono (*ATM*). Al estandar *ATM* se le acredita el poder trabajar con un mayor ancho de banda, al manejar o empaquetar la informacion en celdas de un mismo tamaño. Estas celdas se manipulan de acuerdo a los servicios que se manejan, puesto que tienen la capacidad de concentrar informacion. La informacion se almacena en 48 Bytes de 53 que contiene cada celda, mientras que los otros 5 Bytes se utilizan para el encabezado (*Control de enrutamiento de la informacion*) de cada celda. De esta manera se trabaja con la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha, haciendo uso de la tecnologia *ATM*.

Desde luego hay que considerar el desarrollo tecnologico en materia de "medios de transmision" (Cables 10 baseT por ejemplo ó el HDSL). Adicionalmente se debe considerar el desarrollo de las Redes LAN y su tendencia de interconexion a distancias grandes.

Debe tambien tenerse en cuenta que aún los costos son elevados pero tienden a abatirse. Sin embargo B-ISDN esta llegando primeramente a las industrias grandes, por ejemplo Bancos, Gobierno y Casas de Bolsa, aun en Mexico.

La comparacion hecha en las tablas S.7 y S.8 nos dan la pauta para tener una mejor vision al realizar una cotizacion en base al costo que tendria la rentabilidad de toda una implantacion de cada una de estas redes digitales. Pero en nuestro caso no nos corresponde este tipo de analisis.

No obstante es de gran importancia contar con herramientas de consulta como la presente, que permitan acercarse a esta tecnologia sin perder de vista que B-ISDN esta aun en desarrollo y tal como citan algunos autores aparentemente sencilla pero en el fondo tiene gran complejidad, dada su capacidad de integracion, por lo que al final del presente trabajo se incluye la bibliografia necesaria para profundizar en el tema.

Es importante considerar que el trabajo presentado nos proporciona ciertas ventajas que a continuacion se mencionan:

- Nos ofrece una amplia gama de conceptos.
- Reune informacion, que no tan facilmente se encuentra conjunta.
- Aporta conocimientos basicos, de la operabilidad de una Red Digital de Servicios Integrados.
- Contiene esquemas que facilitan la interpretacion del tema.
- Facilita a todo aquel estudioso de la materia, a realizar su propio analisis.
- Es un documento muy practico que puede servir de consulta.

APÉNDICE

APÉNDICE

NORMAS (RECOMENDACIONES Y ESTÁNDARES)

Este apéndice presenta las recomendaciones y estándares más usuales dentro de las telecomunicaciones y las redes de computadoras. Tiene como finalidad orientar y fijar algunas perspectivas que intervienen en el intercambio de información de un punto a otro, en una red de computadoras.

RECOMENDACIONES DE LA SERIE V, DEL LIBRO AZUL DEL CCIT

Serie	Resolución
V.1	Correspondencia entre los símbolos de la numeración binaria y los estados significativos de un código bivalente.
V.2	Niveles de potencia para la transmisión de datos por circuitos telefónicos.
V.4	Estructura general de las señales de código del Alfabeto Internacional No. 5 para la transmisión de datos orientada a caracteres por la red telefónica pública.
V.5	Normalización de las velocidades binarias para transmisiones síncronas de datos por la red telefónica general con conmutación.

- V.6 Normalización de las velocidades binarias para transmisiones sincronas de datos por circuitos arrendados de tipo telefónico.
- V.7 Definiciones de términos relativos a la comunicación de datos por la red telefónica.
Interfaces y módems para la banda de frecuencias vocales
- V.10 Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétrico de doble corriente para uso general con equipo de circuitos integrados en la transmisión de datos.
- V.11 Características eléctricas de los circuitos de enlace simétrico en doble corriente para uso general con equipo de circuitos integrados en la transmisión de datos.
- V.13 Control de portadora simulado
- V.14 Transmisión de caracteres aritméticos por canales portadores sincrónicos
- V.15 Utilización del acoplamiento acústico para la transmisión de datos
- V.16 Módems para la transmisión de datos mediante analógicos
- V.19 Módems para la transmisión de datos en modo paralelo utilizando las frecuencias de señalización de los aparatos telefónicos
- V.20 Módems para la transmisión de datos en modo paralelo de uso universal en la red telefónica general con conmutación
- V.21 Módem duplex a 300 bps normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.
- V.22 Módem duplex a 1200 bps normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación y en circuitos arrendados de tipo telefónico punto a punto a dos hilos.
- V.23 Módem a 600-1200 baudios normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.
- V.24 Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación del circuito de datos (ETCD).
- V.25 Equipo de respuesta automática y o equipo de llamada automática paralelo en la red telefónica general con conmutación, con procedimientos para la neutralización de los dispositivos de control de eco en las comunicaciones establecidas tanto manual como automáticamente

- V.25_{bis}** Equipo de llamada y/o respuesta automáticas en la red telefónica general con conmutación utilizando los circuitos de enlace de la serie 100.
- V.26** Módem a 2400/1200 bps normalizado para uso en circuitos arrendados de tipo telefónico a cuatro hilos.
- V.26_{bis}** Módem a 2400/1200 bps normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.
- V.26_{ter}** Módem dúplex a 2400 bps que utiliza la técnica de compensación de eco normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación y en circuitos arrendados de equipo telefónico punto a punto a dos hilos.
- V.27** Módem a 4800 bps normalizado con ecualizador automático para uso en circuitos arrendados de tipo telefónico.
- V.27_{bis}** Módem a 4800/2400 bps normalizado con ecualizador automático para uso en circuitos arrendados de tipo telefónico.
- V.27_{ter}** Módem a 4800/2400 bps normalizado para uso en la red telefónica general con conmutación.
- V.28** Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétricos para transmisión por doble corriente.
- V.29** Módem a 9600 bps normalizado para uso en circuitos arrendados de tipo telefónico punto a punto a cuatro hilos.
- V.31** Características eléctricas de los circuitos de enlace para transmisión por corriente simple controlada por cierre de contactos.
- V.31_{bis}** Características eléctricas de los circuitos de enlace para transmisión por corriente simple utilizando optoacopladores.
- V.32** Familia de módems dúplex a dos hilos que funcionan a velocidades binarias de hasta 9600 bps, para uso en la red telefónica general con conmutación y en circuitos arrendados de tipo telefónico.

Apéndice

- V.33** Modem a 14 400 bps normalizado para uso en circuitos arrendados de tipo telefónico punto a punto a cuatro hilos.

Módem de banda ancha

- V.35** Transmisión de datos a 48 Kbps por medio de circuitos en grupo primario de 60 a 108 KHz.
- V.36** Módems para transmisión sincrónica de datos utilizando circuitos en la banda del grupo primario de 60 a 108 KHz.
- V.37** Módems para la transmisión sincrónica de datos a una velocidad binaria superior a 72 Kbps, utilizando circuitos en la banda de grupo primario de 60 a 108 KHz.

Protección contra errores

- V.40** Indicación de errores en caso de utilizarse equipo electromecánico.
- V.41** Sistemas de protección contra errores independientes del código empleado.
- V.42** Procedimientos de corrección de errores para los ETCO que utilizan la conversión de modo asincrónico a modo sincrónico.

Calidad de transmisión y mantenimiento

- V.50** Normas límite de calidad de transmisión en la transmisión de datos.
- V.51** Organismo del mantenimiento de los circuitos internacionales de tipo telefónico utilizados para la transmisión de datos.
- V.52** Características de los aparatos utilizados para medir la distorsión y la tasa de errores en transmisión de datos.
- V.53** Características límite para el mantenimiento de circuitos de tipo telefónico utilizados para la transmisión de datos.
- V.54** Dispositivos de prueba en bucle para módems.
- V.55** Especificación de un aparato de medida para la evaluación del ruido impulsivo en los circuitos de tipo telefónico.
- V.56** Pruebas comparativas de módems para uso en circuitos de tipo telefónico.

- V.57 Aparato completo de pruebas para la transmisión de datos a velocidades binarias elevadas.
- Interfuncionamiento con otras redes*
- V.100 Interconexión entre redes públicas de datos (PDN) y la red telefónica pública con conmutación (RTPC).
- V.110 Soporte proporcionado por una red digital de servicios integrados (ISDN) a equipos terminales de datos con interfaces del tipo serie V.
- V.120 Soporte proporcionado por una red digital de servicios integrados a equipos terminales de datos con interfaces del tipo serie V con multiplexación estadística.
- V.230 Interfaz general de comunicación de datos - especificación de la capa 1.

RECOMENDACIONES DE LA SERIE X

- | Serie | Resolución |
|-------|--|
| X.1 | Clases de servicio internacional de usuario en redes públicas de datos y en redes digitales de servicios integrados (ISDN). |
| X.2 | Servicios de transmisión de datos y facilidades facultativas de usuarios internacionales en redes públicas de datos y en la ISDN. |
| X.3 | Facilidad de empaquetado/dempaquetado de datos (EDD) en una red pública de datos. |
| X.4 | Estructura general de las señales de código del Alfabeto Internacional No.5 para transmisiones de datos basados en caracteres por redes públicas de datos. |
| X.10 | Categorías de acceso para el equipo terminal de datos (ETD) a los servicios públicos de transmisión de datos. |

Interfases

- X.20 Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminacion del circuito de datos (ETCD) para servicios de transmision aritmetica en las redes publicas de datos.
- X.20_{bis} Utilizacion en las redes publicas de datos de equipos terminales de datos disenados para su conexion con modems duplex asincronos de la serie V.
- X.21 Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminacion del circuito de datos para funcionamiento sincrono en redes publicas de datos.
- X.21_{bis} Utilizacion en las redes publicas de datos de equipos terminales de datos disenados para la conexion con modems sincronos de la serie V.
- X.22 Interfaz multiples ETD/ETCD que funcionan a 4800 Kbps con multiplexacion de un cierto numero de canales de usuario conforme a la recomendacion X.21.
- X.24 Lista de definiciones de circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminacion del circuito de datos en redes publicas de datos.
- X.25 Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminacion del circuito de datos para equipos terminales que funcionan en el modo paquete y conectados a redes publicas de datos por circuitos especializados.
- X.26 Caracteristicas electricas de los circuitos de enlace asimetricos de doble corriente para uso general con equipo de circuitos integrados en la comunicacion de datos.
- X.27 Caracteristicas electricas de los circuitos de enlace simetricos de doble corriente para uso general con equipo de circuitos integrados en la comunicacion de datos.
- X.28 Interfaz ETD/ETCD para los equipos terminales de datos aritmeticos con acceso a la facilidad de empaquetado/desempaquetado de datos en una red publica de datos situada en el mismo pais.
- X.29 Procedimientos para el intercambio de informacion de control y datos de usuario entre una facilidad de empaquetado/desempaquetado de datos (EDD) y un ETD de paquetes u otro EDD.
- X.30 Soporte de equipo terminales de datos basados en las recomendaciones X.21, X.21_{bis} y X.20_{bis} por una red digital de servicios integrados.

- X.31 Soporte de equipos terminales en modo paquete por una red digital de servicios integrados.
- X.31 Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación de circuito de datos para terminales que funcionan en el modo paquete y acceden a una red pública de datos con conmutación de paquetes a través de una red telefónica pública con conmutación de una red digital de servicios integrados o de una red pública de datos con conmutación de circuitos.
- X.75 Interconexión entre redes públicas de datos operando bajo X.25 (gateway) o compuertas de pasaje.

ESTÁNDARES DE RED IEEE

El Instituto de Ingenieros Electricos Electronicos (IEEE) ha establecido seis subcomités con el fin de desarrollar estándares para redes de area local. Todos estos grupos reciben la denominación colectiva de Comités de Normalización de redes locales IEEE 802.

Las condiciones más importantes que cubre esta norma son:

Tamaño de la red, velocidades de transmisión, funciones de transmisión de datos, dispositivos conectados a la red, servicios que ofrece la red, ampliación de la red, capacidad de reparto de recursos y la fiabilidad de la red.

Por comité:

- | Serie | Resolución |
|-------|---|
| 802.1 | Gestión y niveles superiores (HLL). Su tarea consiste en realizar gestiones entre los temas comunes de los demás comités. |
| 802.2 | Control lógico del enlace (LLC). Elabora los estándares necesarios para que se establezca la comunicación entre dos dispositivos. |
| 802.3 | CSMA/CD. Tiene la finalidad de desarrollar en bus que utiliza la técnica de acceso a la red por contienda CSMA/CD. |
| 802.4 | Token Bus (Paso de testigo en bus). Este comité tiene la asignación de definir una red lógica en anillo, de forma que se pueda usar el protocolo token bus. |

Apéndice

- 802.5 Token Ring (Paso de testigo en anillo). Este comité 802.5 ha definido una red Token Ring que usa una topología en estrella para acceder secuencialmente a las estaciones. Este comité ha desarrollado versiones de banda base y de banda ancha en colaboración con IBM.
- 802.6 Redes metropolitanas (MAN).

GLOSARIO

A

ACCESO MÚLTIPLE: Técnica que permite que cierto número de terminales compartan la capacidad de transmisión de un enlace en una forma predeterminada o conforme a la demanda del tráfico

Es la posibilidad proporcionada a varias estaciones terrenas de transmitir simultáneamente sus portadoras respectivas al mismo transponder del satélite

ANSI (American National Standards Institute): Instituto Nacional Americano de Estandarización. Organismo no gubernamental que agrupa 300 comités de estandarización y que se encarga de emitir recomendaciones y normas para los sistemas de telecomunicaciones e informática en los EE UU

ARQUITECTURA DE RED: Se refiere a el conjunto de capas y protocolos que conforman a una red

ATENUACIÓN: Disminución de la amplitud de la señal, pérdida o reducción de amplitud de una señal al pasar a través de un circuito, debida a resistencias, fugas, etcétera. Puede definirse en términos de su efecto sobre su voltaje, intensidad o potencia. Se expresa usualmente en decibelios por unidad de longitud

B

BALANCEO DE CARGA: El balanceo de carga incrementa la utilización de segmentos de red, aumentando el ancho de banda efectivo de la red

ANCHO DE BANDA: La diferencia entre las frecuencias más alta y más baja en una banda, como por ejemplo el ancho de banda de 3000 ciclos en una línea de grado de voz (300-3,300 ciclos)

Es el rango de frecuencias que un canal de comunicacion es capaz de conducir sin una atenuacion excesiva, manteniendo un rango continuo de frecuencias sobre el cual la ganancia no difiera de su valor maximo mas que en una cantidad especifica

BCC (Bloque de verificación de suma): Es un caracter de ocho bits transmitido al final de un mensaje. Esta formado por la suma de paridad horizontal, de cada hilera de bits en el mensaje.

BELL OPERATING COMPANY (BOC): Compania Operadora Bell. Uno de 22 subsidios de AT&T antes del surgimiento de AT&T, edificando, operando y manteniendo para redes locales. Proveyendo dia a dia mas servicios para los usuarios. Despues del surgimiento de BOC retuvo su identidad en varias regiones, actualmente BOC es responsable para servicio local, asi como para acceso local y transporte.

BIT DE CONTROL: Bit asociado a un caracter o bloque, con el objeto de verificar la ausencia de errores en ese caracter o bloque.

BIT DE INFORMACIÓN: Son los bits producidos por la fuente de datos que no son empleados para proteccion contra errores.

BROADBAND ISDN (B-ISDN): Una segunda generacion de ISDN. Es la clave caracteristica de la banda ancha, la cual provee transmision de canales capaces de soportar velocidades mucho mas grandes que la velocidad primaria de ISDN.

C

CANAL: Un camino o medio para transmitir senales electromagneticas. Es sinónimo de línea y eslabon (o enlace). Se encargan de transportar las senales que van desde el transmisor hacia el receptor, dichos medios pueden ser aire, un par de hilos o par trenzado, cable coaxial, fibra optica, enlaces de sistemas de radio, etc.

CANAL DEDICADO: A diferencia de un canal comun, que puede ser utilizado por cualquier usuario del servicio telefonico, un canal dedicado esta asignado a un usuario o a un servicio en especial en forma permanente. La via de enlace puede ser fisica (alambriada), por microondas o a traves de satelite.

CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía): Organismo resultante de la reunion del Comité Consultivo Internacional Telefonico y del Comité Consultivo Internacional Telegrafico. Grupo de las Naciones Unidas, especializado en normalizar y recomendar funciones.

en el ámbito de las telecomunicaciones internacionales, representando alfabetos, gráficos, información de control y otros intercambios fundamentales entre países

CDMA (code division multiple access): Acceso múltiple por diferenciación de código

Es el método por el cual se pueden introducir o enviar señales de diferente información en un mismo periodo normado por valores binarios. Las señales se combinan a través de las técnicas de multiplexaje por división en tiempo y multiplexaje por división en frecuencias, por medio de una compleja elaboración de los datos multiplexados mediante su codificación, a fin de lograr una concentración de datos aun mayor, así como la detección o corrección de errores de tal manera que es posible recuperarlas (demultiplexarlas), mediante las correspondientes operaciones de decodificación

CELL RELAY: El mecanismo de conmutación de paquetes, usado por los paquetes de tamaños fijo llamados celdas (*cells*). ATM está basada sobre la tecnología *cell relay*

CHEQUEO DE REDUNDANCIA CÍCLICA (CRC): Es un código de detección de errores, en el cual el código es el residuo resultado de la división de bits para ser chequeados por un predeterminado número binario

CIRCUITO VIRTUAL (Canal Lógico): Es aquel en el cual el usuario percibe la existencia de un circuito físico dedicado exclusivamente al ordenador que él maneja, cuando en realidad ese circuito físico "dedicado" lo comparten muchos usuarios. Mediante diversas técnicas de multiplexado estadístico, se entrelazan paquetes de distintos usuarios dentro de un mismo canal

CONCENTRADOR: Es el equipo diseñado para mejorar la eficiencia de la transmisión de datos o voz al permitir que las terminales o líneas compitan y compartan los canales de transmisión

CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS: La conexión eléctrica directa y temporal de dos o más canales, entre dos o más puntos, con la finalidad de proveer al usuario del uso exclusivo de un canal abierto, con el cual hace intercambio de información. También se le conoce como conmutación de líneas

CONMUTACIÓN DE PAQUETES: Técnica de enrutamiento de información desarrollada específicamente para las redes de transmisión de datos y en la cual los mensajes se dividen en unidades pequeñas llamadas paquetes, los cuales son manejados individualmente por las redes de transmisión

CONTENCIÓN (contention): Una condición dada cuando dos o más estaciones de datos intentan transmitir al mismo tiempo alguna señal por un mismo canal compartido o cuando dos estaciones de datos intentan transmitir al mismo tiempo en un canal bidireccional, alternativamente. En este caso, se utiliza un programa de control de comunicaciones que es operado por el equipo intermedio entre el CPU y las terminales en la conexión multipunto. El equipo puede ser un controlador de comunicaciones, que supervisará la competencia por un espacio de tiempo en la CPU o la competencia por el medio de comunicación que hay entre la CPU y las terminales.

CSMA (carrier sense multiple access): Es un método utilizado en las redes de transmisión de datos que consiste en comenzar a emitir tras detectar un periodo más o menos largo de inactividad en el medio de transmisión.

CSMA/CA (carrier sense multiple access with collision avoidance): Es un protocolo de acceso múltiple por detección de portadora que evita las colisiones en el medio de transmisión. Este protocolo ofrece prioridad a cada una de las estaciones de la red, de tal forma que la primera en acceder a la línea sea la estación que tenga la prioridad más alta.

CSMA/CD (carrier sense multiple access - collision detection): Acceso múltiple del sentido de transporte / detección de colisiones. Es una técnica de acceso a la red que permite el envío y recepción de información cuando el medio se encuentra libre de colisiones. Cuando dos o más nodos transmiten simultáneamente ocurren colisiones y entonces el proceso se repite hasta que la transmisión tiene éxito.

D

dB (decibelios): Unidad logarítmica empleada para expresar la razón o el valor relativo de dos magnitudes de igual naturaleza: dos potencias, dos tensiones, dos corrientes, dos intensidades.

DIÁFONÍA: Efecto de un acoplamiento perjudicial entre dos circuitos o canales, consistente en que las señales causadas en uno son perceptibles en el otro; el acoplamiento puede ser inductivo, capacitivo o conductivo.

E

EQUIPO TERMINAL DE CIRCUITO DE DATOS (DTCE): En una estación de datos, el equipo que provee la señal de conversión y codificación entre el Equipo Terminal de Datos (DTE) y la línea. El DTCE podría ser un equipo separado o una parte integral del DTE o de un equipo intermedio tal como un modo de conmutación. El DTCE podría ejecutar otras funciones que son normalmente ejecutadas en el terminador de red o de línea.

EQUIPO TERMINAL DE DATOS (DTE): Equipo que consiste de dispositivos digitales finales que convierten la información de usuario dentro de las señales de datos para transmisión o transporte de la señal de datos recibidos dentro de la información de usuario

F

FACSIMIL. Sistema de transmisión de imágenes. En el transmisor, la imagen es registrada, en la estación receptora, la imagen es reconstruida y duplicada sobre alguna forma de papel

FDDI (Fiber Distributed Data Interface): Es una red de comunicaciones que ofrece una interconexión entre computadoras y equipos periféricos utilizando fibras ópticas como medio de transmisión y opera a una velocidad de 100 Mbps

FRAME RELAY: Mecanismo de conmutación de paquetes usado por las tramas, de la trama en modo portador de servicios

FULL-DUPLEX(FDX): Modalidad de transmisión simultánea en dos sentidos. Usando cuatro alambres. También se dice de un circuito de cuatro entes

G

GATEWAY (Compuerta de acceso): Este dispositivo es una extensión del concepto de emulación. Su función principal es lograr la comunicación de una LAN a otro ambiente de trabajo (sistemas mayores), host o mainframe, a través de una sola línea de enlace

H

HALF-DUPLEX(HDX): Circuito diseñado para la transmisión en sentidos alternados sobre un medio. Compuesto por dos alambres. También se dice de un circuito de dos alambres

HDLC (High Level Data Link Control): Control de enlace de datos de alto nivel. Es un procedimiento de control de línea orientado al bit para transmisiones sincrónicas, especificado por la Organización Internacional de Estandarización (ISO). HDLC define ciertos campos de control que deben ser agregados a ambos extremos de un paquete de datos, resultando en un mensaje de transmisión llamado "frame".

HEADER (encabezado): Sistema de información y control definido tales que preceden a los usuarios de datos

HOST: En general se refiere a un computador "mainframe" que hace las veces de nodo central para el intercambio de mensajes en un sistema de correo electrónico

HUB (Concentrador): Es un equipo de tipo modular en donde se encuentran y se accesan a los diferentes medios de comunicacion incluidos en la red. dicho equipo hace la interconexion y la distribucion de toda la informacion establecida sobre los medios que enlazan a los diferentes nodos de una LAN, dichos medios de comunicacion pueden ser par trenzado (STP) y (UTP), cable coaxial y fibra optica, ademas puede contener las tarjetas de recepcion y transmision de un receptor.

Centrales utilizadas para la transmision y recepcion de voz y datos, integrado por un computador tipo PBX enlazado a un banco de canales y posteriormente por medio de un multiplexor.

En un sistema VSAT es aquella estacion maestra a traves de la cual fluyen todas las comunicaciones entre microterminales.

I

INTERFAZ DE CONEXION: Concepto que especifica la interconexion entre dos equipos conectados a funciones distintas. Esta especificacion se refiere al tipo, numero y papel de los circuitos de interconexion, asi como al tipo y forma de las senales intercambiadas por esos circuitos.

INTEROPERABILIDAD: La habilidad de equipos de computo de diferentes marcas y caracteristicas para comunicarse en una red integrada. Esta comunicacion incluye correo electronico, transferencia de archivos y acceso remoto.

I.

LAP (Link Access Procedure): Procedimiento de acceso al enlace. Es uno de los primeros subconjuntos de HDLC (que aparecieron). Esta basado en el comando SARM (activacion del modo de respuesta asimetrica) de HDLC, y funciona sobre configuraciones no equilibradas. La activacion de un enlace con LAP es un tanto incomoda, ya que obliga a ambas estaciones a enviar un SARM y un UA (Unbalanced normal response mode, modo de respuesta asimetrica no equilibrado) antes de establecerlo, lo que sucede en el LAPB (link access procedure, balanced, procedimiento equilibrado de acceso al enlace), bastante utilizado.

LAPB (Link Access Procedure, Balanced): Procedimiento equilibrado de acceso al enlace. Es utilizado en bastantes redes informaticas de todo el mundo, tanto publicas como privadas. Es un subconjunto del repertorio de comandos y respuestas HDLC. Este sistema se emplea en uno de los protocolos para redes de paquetes mas aceptados, el X.25. LAPB esta clasificado como

subconjunto BA-2,8 del HDLC. Ello significa que, además de emplear el modo asincrónico equilibrado, maneja también las extensiones funcionales 2 y 8. La posición 2 permite el rechazo simultáneo de tramas en transmisiones bidireccionales. La opción 8 no permite transmitir información dentro de tramas de respuesta, lo cual, por otro lado, no supone ningún problema, ya que en modo asincrónico equilibrado la información puede transferirse dentro de tramas de comandos, y además, como las dos estaciones físicas son estaciones principales, ambas pueden transmitir comandos.

LAPD (Link Access Procedure, D Channel): Procedimiento de acceso al enlace, canal D.

Es otro subconjunto de la estructura HDLC, aunque algunas de sus extensiones van más allá del ámbito HDLC. Está pensado para servir de control de enlace en la nascente red digital de servicios integrados (ISDN).

LAPX (Link Access Procedure, D channel Extensive): LAPD extendido.

Es otro subconjunto de HDLC, utilizado en los sistemas basados en terminales, y en el nuevo estándar de Teletex. En realidad es una versión semiduplex de HDLC.

LLC (Logical Link Control): Control lógico del enlace. Es un estándar desarrollado por el comité de normalización IEEE 802 para redes de área local (LAN). Esta norma permite conectar una red local con otra de área extensa. LLC emplea un subconjunto del HDLC, y está clasificado como BA-2,4. Usa el modo asincrónico equilibrado y las extensiones funcionales número 2 y 4. LLC está diseñado para intercalarse entre el nivel de red local y el nivel de red extensa. La unidad de acceso al medio (MAU) contiene los protocolos de la red local, y LLC proporciona la interfaz con niveles superiores.

LOCAL LOOP (Círculo de lazo local): Una ruta de transmisión, generalmente par trenzado, entre el usuario individual y el centro de conmutación más cercano de una red pública de telecomunicaciones. También referido a un circuito de usuario.

M

MAC (Medium Access Control): Control de acceso a la red.

MAU: Es un concentrador de cableado al cual son conectados todos los nodos de la red. Por lo general cada MAU ofrece de 6 a 8 puertos, y pueden ser conectados varios MAUs en cascada para aumentar el número de nodos de la red. Internamente el MAU contiene un conjunto de relés

con funciones *bypass* (Dejar pasar o cerrar el circuito) de tal forma que si el nodo conectado esta funcionando, el MAU detecta una señal y abre su circuito e integra a ese nodo al anillo, pero si el nodo es apagado o tiene problemas con su linea de comunicacion, el rele se cierra y el nodo es removido del anillo.

MODEM: Contraccion de las palabras "Modulador-Desmodulador". Un modem es un dispositivo para realizar la transformacion necesaria de senales entre dispositivos terminales y lineas de comunicacion. Por lo general se utilizan en pares, uno en cada extremo de la linea de comunicaciones.

MODULACIÓN: La alteracion en algunas características de una señal portadora imprimiendole una señal de informacion.

MODULACIÓN POR IMPULSOS EN CODIGO (PCM): Una forma de modulacion en que se muestra a la señal moduladora y la muestra se cuantiza y se codifica de manera que cada elemento de informacion consiste en distintos tipos o numeros de impulsos y espacios.

MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONA (ATM): Es una forma de transmision de paquetes usando un paquete de tamaño fijo llamado "cello". ATM es la interfaz de transferencia de datos para ISDN de banda ancha. A diferencia de X.25, ATM no provee un control de error ni mecanismos de control de flujo.

P

PROTOCOLO: Conjunto de reglas para gobernar las comunicaciones entre dos entidades.

PUPINIZACIÓN: Metodo para permitir las comunicaciones telefonicas a grandes distancias con conductores delgados, consistente en intercalar de trecho en trecho, a lo largo de la linea, bobinas de autoinducción.

PUNTE (bridge): Es la conexión que se realiza entre una red local y otra, para este efecto puede utilizarse un servidor o una estacion de trabajo que actue como puente entre ambas.

R

RED: Un sistema que consiste de varios puntos terminales que pueden accederse entre si por medio de una serie de lineas de comunicaciones y disposiciones de conmutacion.

RED DE ÁREA LOCAL (LAN): Es un conjunto de computadoras integradas o interconectadas a través de un medio de comunicacion dentro de un area geografica limitada (en el orden de 1-10

Km. aproximadamente): El area geografica restringida puede ser una habitacion, edificio, conjunto de edificios (*campus*), area metropolitana, etc

RUTER (Ruteador): Este equipo o dispositivo es utilizado para interconectar una red LAN con otras redes, mediante la identificacion de una direccion especifica, una ruta mas corta o bien la que este disponible. Enlaza diferentes redes dentro del nivel 3 del modelo OSI

S

SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY = Jerarquia Digital Sincrona (SDH): Es una Jerarquia de alta velocidad sincrona por Multiplexaje en Division de Tiempo definida por la CCITT para la especificacion de una estructura de trama y protocolos de transmision

SYNCHRONOUS OPTICAL NETWORK = Red Óptica Sincrona (SONET): Es una especificacion de ANSI que es compatible con la especificacion SDH. SONET cubre una mayor velocidad de datos respecto a SDH

SISTEMA DE CABLEADO: Esta constituido por un conjunto de diferentes tipos de cables (*par trenzado, UTP y STP, cable coaxial y cable de fibra óptica*). Normalmente el sistema de cableado se considera como la columna vertebral de una red, pues realiza la interconexion fisica de todos los elementos que la constituyen. Para cada tipo de red existente en el mercado se debe elegir un tipo adecuado de sistema de cableado para un optimo funcionamiento, considerando distancias y velocidades alcanzadas por cada tipo de cable

SISTEMA DISTRIBUIDO Y DECENTRALIZADO: Es aquel donde diferentes usuarios pueden realizar distintas tareas o diferentes trabajos en puntos dispersos interconectados. Pudiendo tambien tener independencia en la ejecucion de diversas aplicaciones

SISTEMA MULTIUSUARIO: Es aquel donde se integran diferentes terminales a una maquina central (*main frame*), normalmente el proceso sera centralizado, es decir, diferentes usuarios realizando un solo trabajo en diferentes partes o tareas

T

TARJETA DE INTERFAZ: Es aquella que realiza la funcion de empaquetamiento de la informacion para transmitirla hacia un punto o nodo dentro de la red. Una tarjeta de interfaz deberá ser capaz de manejar algunos de los ambientes o esquemas de red existentes (*Token Ring, Ethernet o Arcnet*).

TELEMATICS (TELEMAT): Servicio de transferencia de información orientado a usuario, incluyendo Teletex, Videotex y Facsimil.

TELESERVICE (TELESERVICIO): Un tipo de servicio de telecomunicaciones tal que provee la capacidad completa, incluyendo funciones de equipo terminal, para comunicaciones entre usuarios de acuerdo a los protocolos establecidos por las administraciones.

TELETEXT (TELETX): Un servicio de comunicaciones de texto que provee la preparación de mensajes y facilidades de transmisión.

TELETXT: Un camino de información para servicio recuperable. Un número fijo de páginas de información que son repetitivamente radiadas sobre una porción insólita de un canal de **13** de banda ancha. Un decodificador en la televisión establecido es usado para seleccionar y desplegar páginas.

TRAMA: Conjunto cíclico de intervalos de tiempo consecutivos en el cual se puede identificar la posición relativa de cada uno de ellos.

TRONCAL: Un canal de comunicaciones entre dispositivos de conmutación u oficinas centrales.

V

VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN: La velocidad de transmisión que puede conseguirse en un medio de comunicación viene determinada por su ancho de banda (W) y limitada por la relación señal/ruido (S/N), de acuerdo con la ley de Shannon:

$$C = W \log_2 (1 + S/N) \text{ bit seg.}$$

VIDEOTEX: Dos caminos de información recuperable para servicio accesible a terminales y televisión establecidos y equipos con un decodificador especial. Páginas de información en una fuente central que son recuperados interactivamente sobre un conmutador telefónico de conexión en línea.

VOZ, grado de (serie 2000/3000): Es el término que se aplica a los canales adecuados para la transmisión de voz y datos digitales o analógicos o facsimil, por lo general dentro de una variación de frecuencias entre 300 y 3000 Hz.

X

X.25 : Estandar de comunicaciones con verificación de errores. Es un protocolo que permite la transferencia de voz y datos en forma de paquetes para una ISDN. Define la interfaz entre una computadora o terminal y una red pública de datos que trabaje en modo de paquetes. Comprende tres niveles del modelo OSI: físico, enlace y red o paquetes.

BIBLIOGRAFÍA

1. "Telefonía Moderna", M. Hard (Algonquin College), Prentice Hall.
2. "Sistemas de Comunicaciones", José Manuel Huidobro, Paraninfo.
3. "Redes de Computadoras, Aspectos Técnicos y Operacionales", Daniel A. Menasec y Daniel Schwabe, Paraninfo.
4. "Redes de Area Local", Stan Schaf, Anaya.
5. "Local and Metropolitan Area Networks", William Stallng, Macmillan, 1993.
6. "Fundamentos de Arquitectura de Ordenadores y Comunicaciones de Datos", Informática Profesional y Universitaria, Neil Willis, Anaya, 1990.
7. "Procesos Pácticos en Comunicaciones, Módems, Redes Locales y protocolos", F. Jennings, Edusa.
8. "Redes de Area Local", Thomas W. Madran, Grupo Noriega Editores.
9. "Guía Práctica de Comunicaciones y Redes Locales", Antonio Cebrián Ruiz y Eduardo Barruz Fael, G. Gilh, Colección Informática de Gestión.
10. "The System Programing Series Communications for Cooperating Systems OSI, SNA, and TCP/IP", R.J. Cypser, Addison-Wesley.
11. "LAN/WAN Techniques Optimization", Harvell Van Norman, Artech House.
12. "Comunicaciones (Interfaees, Módems, Protocolos, Redes y Normas)", José M. Huidobro, Paraninfo.
13. "Telemática (Técnicas Informáticas de Transmisión de Datos Proceso, Redes de Ordenadores)", Pujolle, Paraninfo.
14. "Telecomunicación Básica", Longley, Paraninfo.
15. "Módems (Todo sobre Telecomunicaciones)", M. Gonzalez de la Garza, Paraninfo.

16. "Data Communications, Computer Networks and Open Systems", Fred Halsall, Addison-wesley, 1992.
17. "Data Communications and Distributed Networks", Ulyess D. Black, Prentice-Hall, 1987
18. "Data Communications, Networks, and Systems", Thomas C. Barte, Howard W. Saws and Co, 1985
19. "Redes de Comunicaciones", J.M.Hudobro, Paramito, 1991
20. "Telecommunication protocolo and design", John D. Spragins, Joseph E. Hammond, Krzysztof Pamlikowski, Addison wesley
21. "Advances in ISDN and Broadband ISDN", William Stallings, IEEE Computer Society Press, 1993.
22. "Telecommunication Transmission Handbook", Roger E. Freeman, Wiley-Interscience, 1991
23. "Integrated Broadband Networks: An Introduction To ATM Based Networks", Ramer Handel and Montred N. Huber, Addison Wesley (Siemens, Munich), 1993
24. "Telecomunicaciones para PC", John C. Dyvorak and Nick Anns, Mc-Graw-Hill
25. "Data Communications, Computer Networks and OSI", Fred Halsall, Addison Wesley, 26.1989.
27. "Redes de computadoras, Protocolos, Normas e Interfaces", Ulyess Black, Macrobot.
28. "Redes Digitales de Servicios Integrados", Carlos E. Hirsch Gamievich, Cinyestav-IPN, 1989.
29. "Integrated Services Digital Networks Architectures, Protocolo Standards", Hermann J. Hergert, Addison Wesley, 1991
30. "Protocolos for Data Communications over the Telephone Network", Ulyess Black, Mc-Graw-Hill
31. "Guide to Integrating Digital Services", Robert L. Dayton, Mc-Graw-Hill.
32. "Data Communications A. Beginners Guide to Concepts and Technology", Scott A. Helfmers, Prentice-Hall, 1989.
33. "Red Digital de Servicios Integrados", Teledata Technology, 1995

-
34. "ISDN Explained Worldwide Network and Applications Technology", John M. Griffiths, John-Wiley-Esons.
 35. "Introducción a Broadband ISDN y ATM", Dragoa Ruiu, División de Telecomunicaciones IACOM (Hewlett-Packard Co.), 1995.
 36. "Las Telecomunicaciones Mañana Redes, Sistemas y Tecnologías", Informe de Telefonía Investigación y Desarrollo, Julio Linares, 1991.
 37. "ISDN and Broadband ISDN", Williams Stallings, Mac-Millan, Publishing Company, 1992.
 38. "Teleinformática Introducción Panorámica y Perspectivas", Carlos Galán Pasenal y Félix Cordero Molano, Paramito.
 39. "The Systems Programming Series Communications for Cooperating Systems, OSI, SNA, and TCP/IP", R.J. Cypser, Addison-Wesley.
 40. "Fiber Network Service Survivability", Tsong-Ho Wu, Artech House, 1992.
 41. "Sistemas de Comunicaciones por Fibras Ópticas", Hildeberto Jardón Aguilar, Roberto Linares y Miranda, Alfaomega, 1995.