



Universidad Nacional Autónoma  
de México

Facultad de Estudios Superiores  
CUAUTITLAN



32

281

**“OPERACION Y MANTENIMIENTO  
PARA EL ICON EN LA RDSI”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A N

ARMANDO MORALES FLORES  
EVARISTO F. ESPINOSA MIRANDA  
PABLO MALDONADO BERNY  
VICTOR NUÑEZ GONZALEZ

Asesor: ING. JOSE LUIS RIVERA LOPEZ

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

1995

**FALLA DE ORIGEN**



## **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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'Ni Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:  
"Operación y mantenimiento para el ICON en la RDSI"

que presenta el pasante: Armando Morales Flores.  
con número de cuenta: 7708264-4 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con:  
Víctor Nuñez González, Evaristo Feliciano Espinosa Miranda y Pablo  
Edmundo Berny.  
Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 10 de Febrero de 199 5

PRESIDENTE	Ing. Antonio Herrera Mejía	<i>[Firma]</i> 10/Febr/95
VOCAL	Ing. José Luis Rivera López	<i>[Firma]</i> 10/Febr/95
SECRETARIO	Ing. J. Ubaldo Ramírez Urizar	<i>[Firma]</i> 10/29/95
PRIMER SUPLENTE	Ing. Jorge Buendía Gómez	<i>[Firma]</i> 13/Febr/95
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Juan González Vega	<i>[Firma]</i> 13/Febr/95



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

" Operación y mantenimiento para el ICON en la RDSI. "

que presenta el pasante: Evaristo Feliciano Espinosa Miranda  
con número de cuenta: 8457003-5 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :  
Armando Morales Flores, Victor Núñez González y Pablo Maldonado Berny.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 10 de Febrero de 199 5

PRESIDENTE	Ing. Antonio Herrera Mejía
VOCAL	Ing. José Luis Rivera López
SECRETARIO	Ing. J. Ubaldo Ramírez Urizar
PRIMER SUPLENTE	Ing. Jorge Buendía Gómez
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Juan González Vega



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Operación y mantenimiento para el ICON en la RDSI".

que presenta el pasante: Pablo Maldonado Berny  
con número de cuentas: 8857675-4 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :

Armando Morales Flores, Evaristo Feliciano Espinosa Miranda, Víctor

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 10 de Febrero de 1995

PRESIDENTE	<u>Ing. Antonio Herrera Mejía</u>	<u>10/Feb/95</u>
VOCAL	<u>Ing. José Luis Rivera López</u>	<u>10/Feb/95</u>
SECRETARIO	<u>Ing. J. Ubaldo Ramírez Urizar</u>	<u>10/02/95</u>
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Jorge Buendía Gómez</u>	<u>13/Feb/95</u>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Juan González Vega</u>	<u>13/02/95</u>



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FEB-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'Nr Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.B. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Operación y mantenimiento para el ICON en la RDSI"

que presenta el pasante: Victor Núñez González  
con número de cuenta: 8560562-0 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :

Armando Morales Flores, Evaristo Feliciano Espinosa Miranda y Pablo Maldonado Berny.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL EBPIRITU"

Cuautilán Ixcalli, Edo. de Méx., a 10 de Febrero de 1995

PRESIDENTE Ing. Antonio Herrera Mejía  
VOCAL Ing. José Luis Rivera Lopez  
SECRETARIO Ing. J. Ubaldo Ramírez Urizar  
PRIMER SUPLENTE Ing. Jorge Buendía Gómez  
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Juan González Vega

<b>INDICE</b>	<b>Página</b>
<b>PROLOGO</b>	i
<b>INTRODUCCION</b>	iii
 <b>CAPITULO I FUNDAMENTOS DE TELEFONIA</b>	
<b>1.1 SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES</b>	<b>1</b>
1.1.1 Señal Analógica	1
1.1.2 Señal Digital	2
<b>1.2 TRANSMISION DIGITAL</b>	<b>3</b>
<b>1.3 MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS (PCM)</b>	<b>7</b>
1.3.1 Muestreo	7
1.3.2 Cuantización	12
1.3.2.1 Cuantización Lineal	13
1.3.2.2 Cuantización no Lineal	15
1.3.3 Codificación	18
<b>1.4 CODIGOS DE TRANSMISION</b>	<b>21</b>
1.4.1 No Retorno a Cero (NRZ)	22
1.4.2 Inversión de Marcas Alternas (AMI)	23
1.4.3 Alta Densidad Bipolar Exceso 3 (HDB3)	24
<b>1.5 MULTIPLEXACION POR DIVISION EN EL TIEMPO (TDM)</b>	<b>26</b>
1.5.1 Estructura de la trama de 32 canales	27
<b>1.6 SINCRONIZACION</b>	<b>30</b>
1.6.1 Bit de sincronización	30
1.6.2 Sincronización de la trama	31
1.6.3 Sincronización de la red	33

## **CAPITULO II ANTECEDENTES DE LA RDSI**

<b>2.1 EVOLUCION DE LAS COMUNICACIONES</b>	<b>36</b>
<b>2.2 USOS DE LAS REDES DE ORDENADORES</b>	<b>38</b>
<b>2.3 APLICACIONES DE LAS REDES</b>	<b>40</b>
<b>2.4 ESTRUCTURA DE LAS REDES</b>	<b>41</b>
<b>2.5 MODELO OSI</b>	<b>46</b>
2.5.1 Jerarquias de protocolos	46
2.5.2 Modelo de referencia OSI	51
2.5.2.1 La capa física (nivel 1)	52
2.5.2.2 La capa de enlace (nivel 2)	52
2.5.2.3 La capa de red (nivel 3)	53
2.5.2.4 La capa de transporte (nivel 4)	53
2.5.2.5 La capa de sesión (nivel 5)	54
2.5.2.6 La capa de presentación (nivel 6)	54
2.5.2.7 La capa de aplicación (nivel 7)	54
<b>2.6 TRANSMISION Y CONMUTACION</b>	<b>55</b>
2.6.1 Multiplexión por división de frecuencia y división en el tiempo	55
2.6.2 Conmutación de circuitos	58
2.6.3 Conmutación de paquetes	60
2.6.4 Tecnologías de conmutación rápida de paquetes	62
<b>2.7 TERMINOS Y DEFINICIONES RDSI</b>	<b>63</b>
2.7.1 Canales RDSI	63
2.7.2 Interfaces de acceso	65
2.7.2.1 Interface de acceso básico	65
2.7.2.2 Interface de acceso primario	65
2.7.2.3 Dispositivos funcionales y puntos de referencia	66
2.7.3 Organizaciones creadoras de los estandares	69
<b>2.8 SERVICIOS DE LA RDSI</b>	<b>70</b>
2.8.1 Requerimientos de servicios	72
2.8.2 Servicios RDSI	74
2.8.3 Servicios del portador y atributos	75
2.8.3.1 Atributos de transferencia de información	76
2.8.3.2 Atributos de acceso	79
2.8.3.3 Atributos generales y servicios suplementarios	82

<b>2.9 PROTOCOLO X.25</b>	87
<b>2.10 PROTOCOLO DE ENLACE EN EL CANAL D (LAPD)</b>	94
2.10.1 Tramas LAPD	95
2.10.2 Tipos de tramas LAPD	97
<b>2.11 PROTOCOLO DE NIVEL 3 EN EL CANAL D</b>	97
2.11.1 Formato del mensaje	98
<b>2.12 LA INTERFACE USUARIO-RED EN LA ERA DE LA RDSI</b>	100

### **CAPITULO III ARQUITECTURA DE LA RDSI**

<b>3.1 ARQUITECTURA BASICA</b>	103
<b>3.2 PUNTOS DE REFERENCIA</b>	107
<b>3.3 TIPOS DE CONEXION</b>	108
3.3.1 Conmutación de Circuitos	108
3.3.2 Conmutación de Paquetes	109
<b>3.4 TERMINALES RDSI</b>	110
<b>3.5 CONEXIONES A LA CENTRAL</b>	113
3.5.1 Acceso Básico	113
3.5.2 Acceso Primario	114
<b>3.6 ESTRUCTURA DE LA RDSI EN UNA CENTRAL</b>	117
3.6.1 Estructura General	117
3.6.2 Principios Generales	119
<b>3.7 SEÑALIZACION Y PROTOCOLOS PARA LA RDSI</b>	122
3.7.1 Protocolo Q.931	122
3.7.2 Protocolo X.25	122
3.7.3 Protocolo interno de paquetes	123
3.7.4 Protocolo X.75	124
3.7.5 Señalización por canal común	125
<b>3.8 RECOMENDACIONES DEL CCITT PARA LA RDSI</b>	126

## **CAPITULO IV EL CONCENTRADOR REMOTO RDSI (ICON)**

<b>4. 1 INTRODUCCION.</b>	<b>128</b>
<b>4.2 TIPOS DE CONEXIONES USADAS EN EL ICON.</b>	<b>130</b>
4.2.1 Acceso básico.	130
4.2.2 Acceso de velocidad primaria.	131
4.2.3 Interfaces	131
4.2.4 Configuración del ICON.	131
4.2.4.1 Diagrama a bloques del ICON.	132
4.2.4.2 Hardware opcional.	132
4.2.5 Diagrama a bloques de alimentación.	133
<b>4.3 CONFIGURACIONES POSIBLES.</b>	<b>134</b>
4.3.1 Cascada.	134
4.3.2 Multiplexor PRA.	136
4.3.3 Conmutación local	138
<b>4.4 APLICACIONES ICON PARA PCM DE 24 CANALES.</b>	<b>139</b>
<b>4.5 ESTRATEGIA EN EL ICON.</b>	<b>140</b>
4.5.1 Estrategia de operación y mantenimiento.	140
4.5.2 Señalización y manejo de llamada.	141
4.5.3 Servicios.	142
4.5.4 Tecnología hardware.	143
4.5.5 Conceptos firmware.	144
<b>4.6 EQUIPAMIENTO.</b>	<b>145</b>
<b>4.7 MODULARIDAD Y DIRECCIONAMIENTO INTERNO.</b>	<b>147</b>
4.7.1 Modularidad.	147
4.7.2 Direccionamiento interno.	148
4.7.3 Numero terminal.	149
<b>4.8 ALOJACION DE FUNCIONES.</b>	<b>150</b>

<b>4.9 DIVISION DE FUNCIONES.</b>	<b>151</b>
4.9.1 Funciones del ICON.	151
4.9.2 Manejo en la central.	152
4.9.3 Manejo en el centro de supervisión.	152
<b>4.10 FUNCIONES POR TARJETA.</b>	<b>153</b>
<b>4.11 ESTRATEGIA FIRMWARE.</b>	<b>155</b>
4.11.1 Firmware en un elemento de interfaz.	157
4.11.1.1 Descripción de módulos.	157
4.11.2 Protocolos	159
4.11.2.1 Capa 1	159
4.11.2.2 Capa 2	160
4.11.2.3 Capa 3	161
<b>4.12 PARTE DE APLICACION DE O&amp;M.</b>	<b>162</b>
<b>4.13 SISTEMA DE RELOJ.</b>	<b>164</b>
4.13.1 Interface " U " del reloj.	165
<b>4.14 SUPERVISION Y REPORTE DE ALARMAS.</b>	<b>166</b>
4.14.1 Terminología en estrategia de alarmas.	166
4.14.2 Indicación de generación de alarmas.	166
4.14.3 Prioridad y chequeo de persistencia.	167

## **CAPITULO V OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA EL ICON**

<b>5 OPERACION Y MANTENIMIENTO.</b>	<b>169</b>
<b>5.1 OPERACION DE LA RED</b>	<b>169</b>
5.1.1 Ingeniería de la red.	170
5.1.2 Evolución de los equipos.	170
5.1.3 Funciones de operación en las centrales.	171
5.1.4 Descripción de la operación del ICON.	173
5.1.4.1 Manejo de la administración de los abonados.	174
5.1.4.2 Manejo de la calidad del servicio.	174
5.1.4.3 Manejo de la operación del concentrador.	176

<b>5.2 MANTENIMIENTO DEL ACCESO DE ABONADO</b>	<b>177</b>
5.2.1 Configuraciones de referencia y definiciones.	179
5.2.2 Configuraciones de referencia para entidades de mantenimiento.	180
5.2.2.1 Centro de mantenimiento de acceso de abonado (SAME).	181
5.2.2.2 Entidad de mantenimiento de la instalación de abonado (SIME).	181
5.2.2.3 Proveedor de servicio de mantenimiento (MSP).	181
5.2.2.4 Mantenimiento de los accesos de abonado.	182
<b>5.3 BUCLES</b>	<b>187</b>
5.3.1 Definición del mecanismo de bucle digital.	187
5.3.2 Utilización de bucles.	194
<b>5.4 ACCIONES DE MANTENIMIENTO EN EL ICON</b>	<b>195</b>
5.4.1 Supervisión de alarmas.	196
5.4.2 Pruebas de línea.	198
5.4.3 Mantenimiento en el ICON.	200
5.4.4 Pruebas de diagnóstico en el ICON.	200

### **AGRADECIMIENTO.**

*Especialmente a ALCATEL-INDETEL por el apoyo recibido para la realización de esta tesis y en especial al Ing. José Luis Rivera López por sus consejos, apoyo y sobre todo por la paciencia que tuvo al ayudarnos en este trabajo.*

## **AGRADECIMIENTOS.**

- *A mi madre como un homenaje póstumo a su memoria (promesa cumplida).*
- *A mi padre por sus consejos y el ejemplo que me brinda para tener siempre un motivo de superación.*
- *A mi esposa quien siempre mantuvo su confianza y apoyo incondicional, gracias a lo cual fue posible la conclusión de este trabajo (Por otorgarme el tesoro de mi vida).*
- *A mis hermanos Sergio, Araceli, José Luis, Marisol, Ana bertha y Juan Manuel por estar siempre en mi vida.*
- *A mis maestros por todo cuanto hicieron por sembrar la semilla de la superación en mi.*
- *A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan (U.N.A.M), Por permitirme ser portador de su insignia.*
- *Al Ing. Rene Saavedra K. Por todo el apoyo que me brindo.*

## **AGRADECIMIENTOS.**

- *A mis padres Camerina y Pablo por su comprensión, amor y por alentarme siempre a seguir adelante.*
- *A mis hermanos Efraín, Minerva y Angela por sus consejos, amor y apoyo.*
- *A mis maestros por compartirme sus conocimientos.*
- *A mis compañeros porque juntos compartimos una etapa de nuestras vidas.*
- *A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan (U.N.A.M), por mi formación profesional.*
- *Al Ing. Daniel Lara M. por su gran apoyo y los consejos que recibí.*

## **AGRADECIMIENTOS.**

- *Al creador, por las bendiciones recibidas y los retos a vencer.*
- *A mis padres, por su empeño y desvelos.*
- *A mis hermanos, por su crítica, apoyo y comprensión.*
- *A mi abuelo, de quien tengo el mejor ejemplo de honradez y trabajo.*
- *A mis maestros, de quienes he recibido todos mis conocimientos.*
- *A todos los amigos que he tenido la suerte de conocer.*

## PROLOGO

La naturaleza de las telecomunicaciones está cambiando posiblemente más rápidamente que cualquier otra infraestructura ó producto. Cuando el cambio es tan rápido, una pregunta surge naturalmente hacia donde se va y como será el futuro. En el mundo de las telecomunicaciones intentar responder a preguntas como estas es una aventura muy arriesgada. Sin embargo, al intentar predecir el futuro, es instructivo revisar de donde han venido las telecomunicaciones, así como algunos de los posibles futuros desarrollos tecnológicos y las fuerzas del cambio, ya que ello dará probablemente el mejor indicativo de cual será el futuro.

Este trabajo pretende proporcionar el criterio para visualizar hasta donde es posible implantar parte de este desarrollo en las telecomunicaciones en nuestro país y así prever que destino pueden tomar las explosivas innovaciones en este vasto campo de las comunicaciones.

Para introducirnos en los conceptos de este trabajo en el capítulo uno, presentamos los aspectos fundamentales de telefonía que tienen su origen en las señales analógicas y su proceso hasta convertirse en señales digitales.

En el segundo capítulo se presentan los antecedentes que dieron origen a la RDSI, así como una descripción de los estándares que rigen para este desarrollo, mencionando los servicios con que cuenta este nuevo desarrollo.

En el tercer capítulo se presenta la arquitectura de la RDSI, como esta organizada, cuales son sus principales componentes, que dispositivos terminales maneja y cual es su funcionalidad, para interconectarse con otras redes ya existentes.

En el cuarto capítulo se proporciona una visión muy particular del gabinete denominado **ICON**, determinando cual es su función dentro de la RDSI, que funciones ofrece, cual es su equipamiento hardware y que ventajas posee en sus diferentes aplicaciones.

Por último en el quinto capítulo después de haber tratado los temas anteriores que permiten tener los conceptos que proporcionan la comprensión del **ICON**, presentamos los principios generales en la operación y mantenimiento del **ICON** en áreas como la red, los abonados, la calidad del servicio y las entidades de mantenimiento para los accesos de abonado.

## INTRODUCCION

Durante más de un siglo el sistema telefónico ha representado la infraestructura fundamental para la comunicación humana. Este sistema, que se diseñó para transmisiones analógicas de voz ha demostrado que es inadecuado para resolver las necesidades de las comunicaciones modernas.

La telefonía ha tenido grandes cambios desde sus orígenes, y los cambios más significativos están dados primordialmente en la digitalización de la red telefónica pública. Esto condujo a la creación de la denominada red digital integrada (RDI), la cual está formada por medios de transmisión y conmutación digitales. Lo cual permite tener una conectividad digital para transportar servicios de voz y datos. Permitiendo substituir a los antiguos equipos analógicos, que estaban limitados para ofrecer una mayor gama de facilidades con una calidad de servicio mucho menor que los actuales sistemas de comunicación digitales.

Actualmente las administraciones telefónicas se enfrentan con una evolución aun más poderosa, la nueva tecnología **RDSI** (Red Digital de Servicios Integrados), que sin duda está revolucionando las comunicaciones.

El concepto de una red digital de servicios integrados (**RDSI**), es una sola red que proporciona facilidades de comunicación universal entre una gran variedad de tipos de usuario y terminales. El principal objetivo de una red digital de servicios integrados es proporcionar un sistema abierto de

interconexión y comunicación, además es la etapa inevitable en la evolución de las redes de telecomunicaciones. De igual forma es un intento de racionalizar las redes actuales, las cuales se han desarrollado y evolucionado en forma independiente una de otra e integrarlas dentro de una red como un rango de servicios que comúnmente se ofrecen individualmente a los diferentes tipos de usuario.

Una eficiente **RDSI** usa un sistema de transmisión común para todos los tipos de equipos terminales a los cuales deben servir. Sin embargo, existen terminales no compatibles las que pueden ser convertidas para soportar estos estándares. Mediante el uso de terminales adaptadoras. Mientras que las terminales **RDSI** se acoplan automáticamente.

Las ventajas de una **RDSI** para la administración y para los usuarios son numerosas. una red digital de servicios integrados es mucho más efectiva que diferentes tipos de redes. Porque utiliza el mismo equipamiento común para los distintos tipos de tráfico. Utiliza los recursos disponibles de la red más eficientemente y además representa una reducción considerable en los costos de mantenimiento. Así mismo, proporciona capacidad de una comunicación universal multimodo y ofrece un incremento significativo en la calidad de transmisión. esto comparado con las redes analógicas de hoy en día.

Mediante una nueva señalización digital de Usuario-Red se realiza la integración de las comunicaciones para proporcionar el envío de voz, datos, texto e imágenes aprovechando la ventaja técnica y económica de disponer de un camino digital entre los usuarios finales, evitando la costosa utilización de

Redes especializadas como teletexto, facsimil y datos. para utilizar un acceso común a dichas Redes.

En los capítulos aquí tratados se generara una explicación mas detallada de los elementos de la RDSI y porque la mayoría de las administraciones telefónicas están interesadas en conocer e implementar este nuevo concepto de Red, el cual ya es una realidad en muchos paises del mundo.

El concepto de concentrador remoto de abonados RDSI, es una opción de ofrecer los servicios de RDSI, en situaciones donde por costo o espacio no es posible colocar una central telefónica que maneje funciones de RDSI. Es por esto que se contempla el tener concentradores remotos ubicados en diferentes sitios, conectados a una central madre, los cuales cubrirán las necesidades que para muchos usuarios ya son imprescindibles de verse favorecidos por el avance de esta tecnología. Considerando que la seguridad que otorga este servicio, será mucho mas eficiente que el actual servicio telefónico limitado en muchos aspectos por sus equipos analógicos.

Esta tesis describe las bases necesarias para considerar aspectos de operación y mantenimiento al que debe sujetarse un gabinete de abonados remoto (ICON) RDSI, para proporcionar un servicio confiable que pueda reducir número de fallas y anomalías, evitando con esto la suspensión del servicio a los usuarios.

## **I.- FUNDAMENTOS DE TELEFONIA**

### **1.1 SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES**

Dentro del campo de las telecomunicaciones y específicamente de la telefonía, existen dos tipos de señales, a saber, señales analógicas y señales digitales.

El ejemplo más claro de una señal analógica es la que produce la voz humana al chocar contra las partículas de carbón activado del micrófono de un aparato telefónico generando de esta manera un pequeño voltaje.

A continuación se describen las características de cada tipo de señal.

#### **1.1.1 SEÑAL ANALÓGICA**

Una señal es llamada analógica si para diferentes intervalos de tiempo se puede tener un número ilimitado de valores en la amplitud.

En la figura 1.1 se muestra una señal senoidal en la cual se puede observar que para diferentes valores de tiempo se tienen diferentes valores de amplitud.

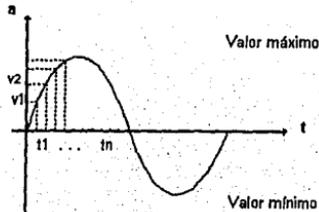


Figura 1.1 Señal analógica.

### 1.1.2 SEÑAL DIGITAL

Una señal es llamada digital si para diferentes intervalos de tiempo, la amplitud puede tener tan solo un número restringido de valores.

En la figura 1.2 se puede observar una onda cuadrada en la cual tan solo se tienen dos valores de amplitud.

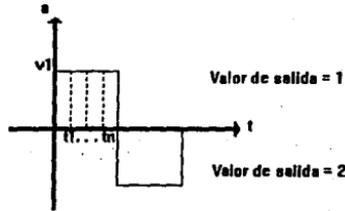


Figura 1.2 Señal digital.

## 1.2 TRANSMISION DIGITAL

Desde los inicios de la telefonía la transmisión analógica ha dominado la industria de las telecomunicaciones. Las señales han sido transmitidas utilizando la variación en función del tiempo de alguna cantidad física (por ejemplo el voltaje).

Con el advenimiento de la electrónica digital y las computadoras, las antiguas redes telefónicas analógicas públicas de los países industrializados han sido sustituidas por redes de transmisión digital (esto es transmisión de cadenas de ceros y unos en lugar de señales continuas).

La transmisión digital supera a la transmisión analógica en muchos aspectos que son relevantes. El primero es que la transmisión digital tiene un rango de error muy bajo. Los circuitos analógicos tienen amplificadores que tratan de compensar la atenuación en la línea, sin embargo éstos nunca logran compensar exactamente la atenuación, especialmente si la atenuación cambia para diferentes frecuencias. Dado que el error es acumulativo, las llamadas de larga distancia que pasan a través de muchos amplificadores sufren una distorsión considerable. En contraste los regeneradores digitales pueden eliminar la distorsión de la señal de entrada y de esta manera obtener exactamente su valor original debido a que los únicos valores posibles son 0 y 1. Los regeneradores digitales no sufren por tanto de error acumulativo.

Una segunda ventaja de la transmisión digital es que voz, datos e inclusive imágenes tales como televisión y facsimile pueden ser multiplexadas para hacer un uso más eficiente del equipamiento.

Otra ventaja es que es posible obtener rangos de transmisión de datos mucho más altos utilizando las líneas existentes.

En la figura 1.3 se pueden observar las ventajas de la transmisión digital con respecto a la transmisión analógica. En esta figura se puede observar que cuando un ruido y una cierta atenuación son añadidos a la señal analógica, es difícil de regenerar la señal original. Esto es diferente para el caso de una señal digital debido a que una señal digital tiene un número limitado de niveles por lo cual se puede regenerar la señal original sin pérdida de información u otros inconvenientes como distorsión, los cuales son típicos de la transmisión analógica.

Los problemas con la transmisión analógica se incrementan con la longitud de la línea en tanto que la calidad de la transmisión digital es casi independiente de la longitud de la línea.

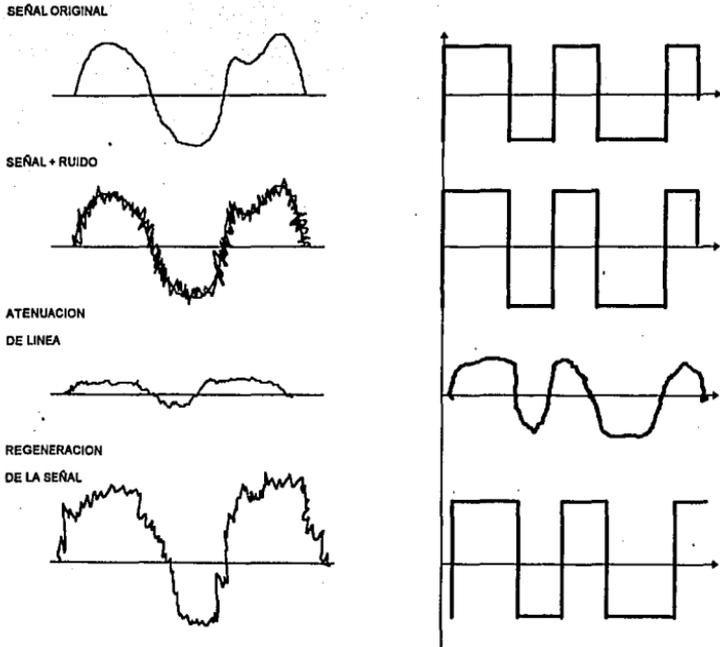


Figura 1.3 Ventajas de la transmisión digital en relación con la transmisión analógica.

### **1.3 MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS (PCM)**

La modulación por codificación de pulsos es la técnica por medio de la cual una señal analógica ordinaria originada por una llamada telefónica es digitalizada (transformada en un flujo de bits). Este proceso se lleva a cabo en tres pasos, los cuales son:

- Muestreo
- Cuantización
- Codificación

#### **1.3.1 MUESTREO**

En los sistemas de transmisión de audio, una frecuencia es transportada a lo largo de una portadora.

Sin embargo, la pregunta fue, si esto es realmente necesario para transmitir una señal completa o si la transmisión del valor de la señal en intervalos regulares podría ser suficiente.

Los científicos Nyquist y Shannon, examinaron el problema y probaron que muestras tomadas en intervalos regulares pueden ser usadas para transmitir una señal de audio.

La ventaja de enviar información con pulsos cortos, es que los tiempos entre dos pulsos sucesivos pueden ser usados para enviar información hacia otras señales por el mismo canal de transmisión.

En la figura 1.4 se muestra la señal antes y después de ser muestreada. En el punto a) se muestra la señal analógica que se desea muestrear, en el punto b) se observa la señal de muestreo y en el punto c) se observa la señal analógica ya muestreada.

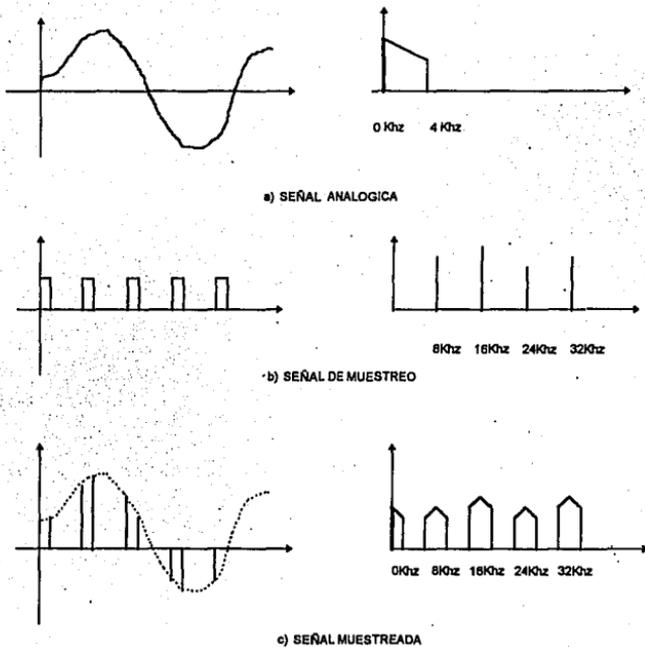


Figura 1.4 Señal Analógica antes y después de ser muestreada

En la figura anterior únicamente se considera una señal de frecuencia. Considerando la banda de frecuencia completa desde 300 hasta 3400 Hz. será posible ver el principal problema de ocurrencia de "aliasing" (traslape) y la solución a este problema.

De los puntos b) y c) de la figura anterior se puede derivar fácilmente el criterio de muestreo de Nyquist, el límite de no traslape para la frecuencia de muestreo  $f_s$  puede ser encontrado de:

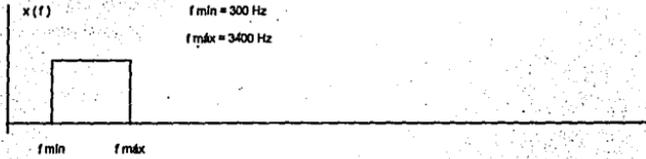
$$f_s - f_{\text{máx}} = f_{\text{máx}} ; f_s = 2 f_{\text{máx}}$$

El teorema de Nyquist por tanto especifica que existe una relación entre la frecuencia de muestreo ( $f_s$ ) y la frecuencia máxima ( $f_{\text{máx}}$ ) ocurriendo en una señal dentro de la banda de voz de la forma:

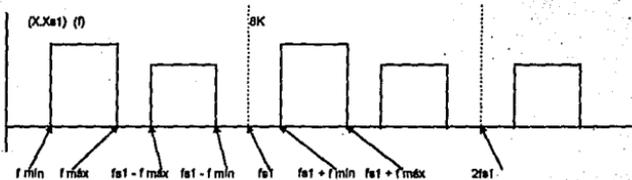
$$f_s \geq 2 * f_{\text{máx}}$$

Por lo tanto, si  $f_s < 2 * f_{\text{máx}}$ , será imposible una buena reconstrucción de la señal.

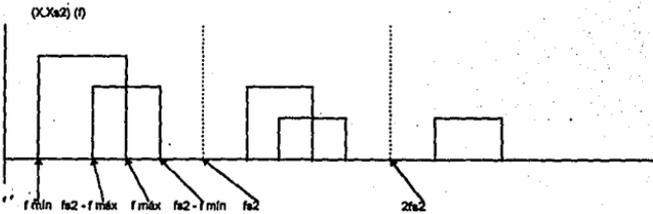
En la figura 1.5 se muestra el efecto de "traslape"(aliasing).



a) SEÑAL ORIGINAL PARA SER MUESTREADA



b) SEÑAL MUESTREADA CON FRECUENCIA  $fs1$ . NO OCURRE EL "TRASLAPE" (ALIASING)



c) SEÑAL MUESTREADA CON FRECUENCIA  $fs2 \ll fs1$ . OCURRENCIA DE "TRASLAPE" (ALIASING)

Figura 1.5 Efecto de traslape (aliasing)

Para obtener un cierto margen de seguridad, la frecuencia de muestreo para aplicaciones telefónicas ha sido estandarizada a  $f_s = 8 \text{ KHz}$ , dando un intervalo de 125 ms entre muestras sucesivas.

Antes de muestrear, se deberá estar seguro de que la señal analógica no tiene componente de frecuencia mayor de 4 KHz. Esto puede ser realizado insertando un filtro antialiasing antes de muestrear.

### 1.3.2 CUANTIZACION

La cuantización es la representación de la amplitud de una muestra por la amplitud del nivel discreto más cercano. Para poder usar la transmisión digital, cada valor de la muestra tendrá que ser representado por un código. Dado que el número de códigos es limitado, los valores de la amplitud serán redondeados al valor más cercano, el cual puede ser representado por un código.

Existen 2 métodos para cuantizar una señal y estos son:

1. Cuantización lineal
2. Cuantización no lineal

### 1.3.2.1 CUANTIZACIÓN LINEAL

En este método, el rango total de valores de voltaje que pueden ser manejados es subdividido en un número de subrangos de voltaje iguales. Cada subrango corresponde a una combinación de código. En ese momento la codificación de cualquier voltaje situado entre los límites más alto y más bajo de un subrango, es codificado con el mismo código.

En el momento de decodificar, un código es representado por un voltaje correspondiente a la mitad del subrango (nivel de cuantización o quantum).

El resultado es que cierta cantidad de ruido es adicionada a la señal original, esto es llamado **ruido de cuantización**.

El ruido de cuantización es la diferencia entre la señal descodificada cuantizada y la señal original.

Este ruido en el caso de cuantización lineal tiene un cierto nivel dependiendo de los subrangos. Como un resultado de esto, se tiene el mismo ruido insertado tanto para valores pequeños como para valores altos de entrada. Esto significa que el ruido insertado por señales de valores pequeños

tendrá relativamente mucho más importancia que el ruido insertado a las señales de valores altos.

En la figura 1.6 se ilustra la cuantización lineal. Se puede observar que el nivel de ruido es el mismo para cualquier valor de entrada y esto origina que para pequeños valores de entrada se tenga un error muy alto debido al alto nivel de ruido.

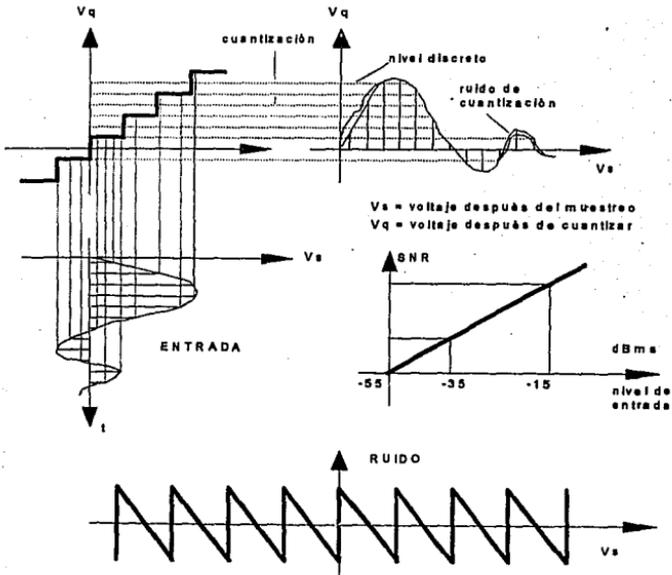


Figura 1.6 Cuantización lineal.

### 1.3.2.2 CUANTIZACION NO LINEAL

Como resultado de la mala cuantización proporcionada por la cuantización lineal (debido a la señal de ruido que esta genera) se ha desarrollado otra clase de cuantización. En esta clase de cuantización, los niveles de cuantización tienen que ser seleccionados de una forma logarítmica, esto implica que el tipo de cuantización sea no lineal.

#### -Curvas prácticas de la cuantización no lineal.-

Las curvas logarítmicas tienen la desventaja de que no pasan a través del origen.

En la figura 1.7 se observa una curva logarítmica.

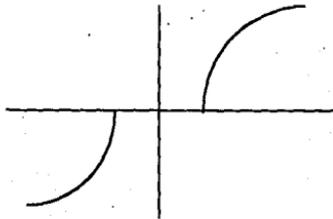


Figura 1.7 Curva logarítmica

Hay 2 leyes para resolver este problema:

1.- Curva de la ley "A".- Estandarizado por CEPT y CCITT, usado en Europa.

La línea tangente de la curva es usada desde el origen hasta los puntos tangentes.

En la figura 1.8 se muestra la curva de la ley A

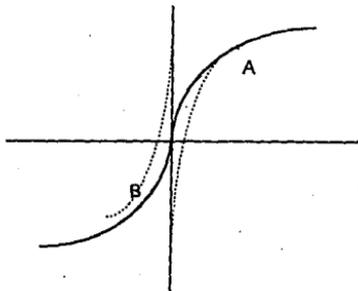


Figura 1.8 Curva de Ley A

2.- Curva de la ley " $\mu$ ".- Estandarizado por el North American Bell y CCITT, una curva a través del origen para cambiarla completamente hacia el origen.

En la figura 1.9 se muestra la curva de la Ley  $\mu$ .

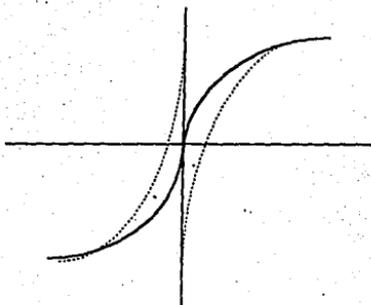


Figura 1.9 Curva de la Ley  $\mu$ .

En la práctica, las curvas están aproximadas por partes lineales.

En la figura 1.10 se ilustra la cuantización no lineal.

### 1.3.3 CODIFICACION

Antes de iniciar la cuantización, la muestra de entrada esta limitada a 256 valores discretos. La mitad de estas son muestras codificadas positivas, la otra mitad son muestras codificadas negativas. Hay 256 niveles, así que son necesarios 8 bits para decodificar todos los niveles.

Los códigos más usados son:

1.- Código natural: En este código el nivel de señal más baja (valor más negativo) corresponderá al código con el peso menor (00000000) y el nivel de señal más alto (valor más positivo) corresponderá al código con el peso más alto (11111111).

2.- Código simétrico: En este código el primer bit es utilizado como "bit de signo", por lo tanto, si el bit de signo es 1, se tiene un valor positivo y si el bit de signo es 0, se tiene un valor negativo. Un cierto valor positivo o negativo resultará en un código de 7 bits y la distinción entre ambas señales es hecha por medio del bit de signo.

Este código es el que normalmente se utiliza en la transmisión.

En el lado receptor, la cadena de bits entrante debe ser transformada en una serie de muestras como una que se tiene después de la cuantización de la señal en el lado transmisor.

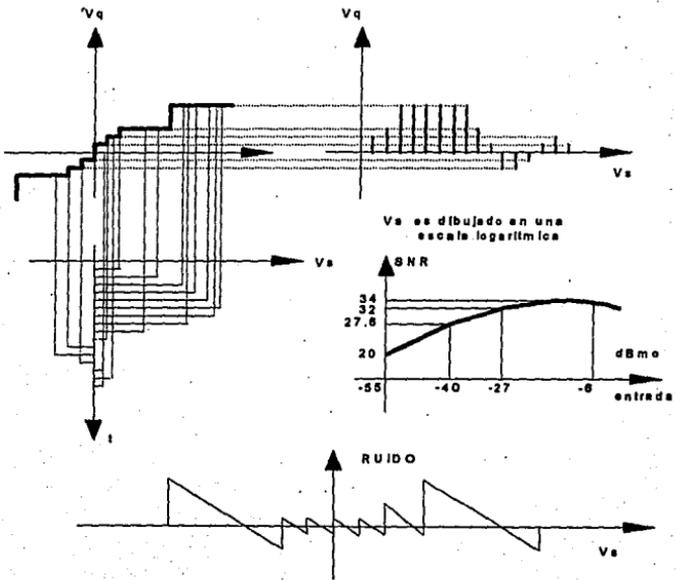


Figura 1.10 Cuantización no lineal.

Se tiene que tomar en cuenta que es usado el código simétrico en el lado transmisor y como consecuencia de esto, cada 8 bits entrantes deben ser divididos en 1 bit de signo y 7 bits de magnitud.

La amplitud de la muestra generada depende de los bits de magnitud en tanto que su signo depende de el bit de signo. Después de la codificación se llega de nuevo a las series originales de la muestras cuantizadas.

Estas series de muestras serán transformadas en una señal analógica por un filtro pasa bajas de máximo 4 KHz, removiendo todas las frecuencias altas originadas por el muestreo y consecuentemente obteniendo una señal de salida debajo de 4 KHz, o la señal original enviada.

En la figura 1.11 se puede observar un bosquejo de la modulación y demodulación de pulsos codificados.

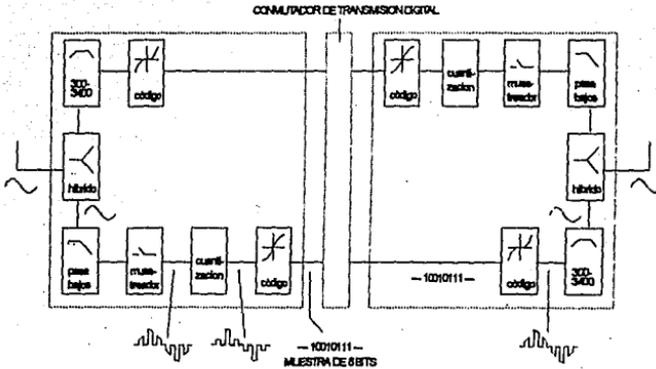


Figura 1.11 Modulación y demodulación de pulsos codificados.

## 1.4 CODIGOS DE TRANSMISION

Para transmitir señales digitales es necesario un código de transmisión.

Un buen código de transmisión debe tener las siguientes características:

- El promedio de componente de CD introducido en la línea debe ser de 0 volts ya que toda componente de CD es ruido. Esto incrementaría la distancia a la

cual se puede transmitir ya que el problema de ruido en la línea de transmisión se presenta únicamente para transmisiones de larga distancia con distancias superiores a 1 Km.

- El bit de reloj debe ser enviado hacia el receptor, usando un reloj distribuido por separado o teniendo transición de frecuencia en la señal.

Los siguientes códigos son los más utilizados:

#### **1.4.1 NO RETORNO A CERO (NRZ)**

En este código de transmisión un "0" puede ser por un voltaje negativo y un "1" por un voltaje positivo.

Sin embargo, las desventajas que presenta son:

- Componentes de CD largas
- El bit de reloj no está presente en la cadena de datos.

Este código es extremadamente simple no requiriendo Hardware adicional. Este normalmente será usado para cortas distancias de transmisión

en un medio ambiente con un sistema de distribución de reloj separado por ejemplo en una CENTRAL.

#### **1.4.2 INVERSION DE MARCAS ALTERNAS (AMI)**

Debido a que el código de No Retorno a Cero (NRZ) no es conveniente para transmitir a largas distancias ( larga componente de CD ), el código AMI ha sido desarrollado para uso en transmisión de largas distancias.

El propósito de este código es de reducir el continuo nivel de CD en la línea a 0 volts.

En este código un "0" será representado por 0 volts y un "1" por un potencial alternado positivo o negativo invirtiendo la dirección de marcas consecutivas, el promedio de componente de CD en la línea cae a 0 volts. Como resultado este código es conveniente para transmisión a largas distancias.

Sin embargo existe aun un problema: Este código no transmite el sistema de reloj. El receptor debe reconocer y seleccionar la razón de reloj de entrada explorando por transiciones en la cadena de bits de entrada. Si se tienen una

serie de bits que son iguales a cero, el receptor no puede reconocer la razón de reloj nunca más, por que se tiene un continuo nivel de CD (0V) en la línea. Para resolver este problema, se ha desarrollado otro código de transmisión llamado Alta Densidad Bipolar Exceso 3 (HDB3).

### 1.4.3 ALTA DENSIDAD BIPOLAR EXCESO 3 ( HDB3).

Este código inserta pulsos de violación cuando más de tres ceros llegan sucesivamente. El lado transmisor inserta los pulsos, los cuales pueden ser detectados por el lado receptor. El lado receptor eliminará estos pulsos de nuevo.

		NUMERO DE PULSOS	
		IMPAR	PAR
ULTIMO PULSO	POSITIVO	--- P	N -- N
	NEGATIVO	--- N	P -- P

Los pulsos de violación son insertados dependiendo del número de pulsos que han pasado, y dependiendo del signo del último pulso (después de la inserción). El número de pulsos pasados puede ser par o impar. El signo del último pulso puede ser positivo o negativo. Los pulsos insertados son:

Cuando el número de pulsos que ha pasado es impar, entonces únicamente el cuarto bit será cambiado hacia un pulso positivo o negativo. Este pulso es en la misma dirección como el anterior pulso. Esto es necesario ya que de otro modo el receptor no puede detectar este pulso como un pulso de violación. Este principio no puede ser usado cuando un número par de pulsos ha pasado, ya que de otra forma, cuando tenemos una serie muy larga de ceros, se insertará siempre pulsos en la misma dirección.

Esto es peligroso, ya que una componente de CD será generada. Por esta razón se insertan dos pulsos de violación. Uno en la primera posición de estos cuatro ceros y el otro en la última posición. Ambas son en la misma dirección, pero opuestas al último pulso. Si ahora se tiene una larga serie de ceros, se tendrán alternativamente 2 pulsos positivos y 2 negativos.

En la figura 1.12 se muestra una comparación de los tres códigos de transmisión.

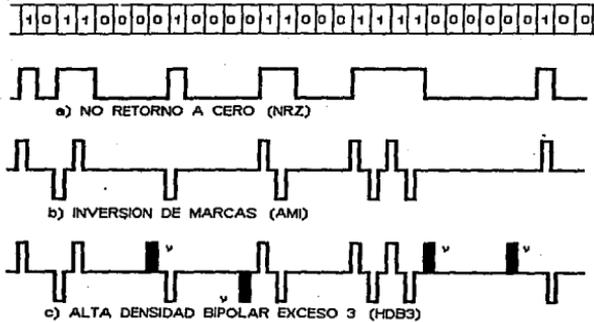


Figura 1.12 Códigos de transmisión.

### 1.5 MULTIPLEXACION POR DIVISION EN EL TIEMPO ( TDM ).

Un sistema TDM, es un sistema de transmisión, en el cual un número de comunicaciones están multiplicadas en una portadora por asignación de cada comunicación de un espacio específico en el tiempo. En el espacio de tiempo asignado, el "valor momentáneo" (fotografía) de la señal es transmitida. Para usar un sistema TDM, cada señal analógica debe estar preparada para convertir la señal continua en muestras, generadas en intervalos regulares.

En el lado receptor de la portadora, la cadena de bits deberá ser multiplexada. Esto será realizado por:

- Análisis del alineamiento: el canal "0" de la cadena de bits conteniendo un bit patrón específico (sincronización del reloj en el lado receptor).
  - Colocando los 8 diferentes bits de las muestras de los canales en registros (buffers) individuales.
  - Convirtiendo los 8 bits de las muestras para originar señales analógicas.
- Un demodulador será utilizado para generar estas señales analógicas.

### 1.5.1 ESTRUCTURA DE LA TRAMA DE 32 CANALES

Usando un sistema TDM, un número de comunicaciones puede ser combinado en una portadora. Cada comunicación es representada en la forma de un código digital. Un sistema TDM de 32 canales ha sido estandarizado y aceptado por CCITT, cada canal tiene 8 bits. Esta estructura es llamada trama (frame) y tiene 256 bits. Una llamada es asignada a un canal en una trama

semejante. Esto significa que se pueden enviar 8 bits en cada trama. Como una señal de abonado es muestreada cada 125 mseg. ( $f_s=8000\text{Hz}$ ), un abonado debe ser capaz de enviar 8 bits cada 125 mseg. y la duración de un canal es de:

$$125 \text{ mseg} / 32 = 3.906 \text{ mseg.}$$

La velocidad de transmisión (bit rate) de la cadena del PCM es de 256 bits, el cual corresponde a 2.048 Mbits/seg.

En la estructura de la trama, los canales se encuentran asignados de la siguiente manera:

- Canal 0: Sincronización de la trama (alineación).
- Canal 16: Señalización.
- Canales 1-15 y 17-31: Voz / Datos.

En la figura 1.13 se muestra la estructura de la trama de 32 canales:

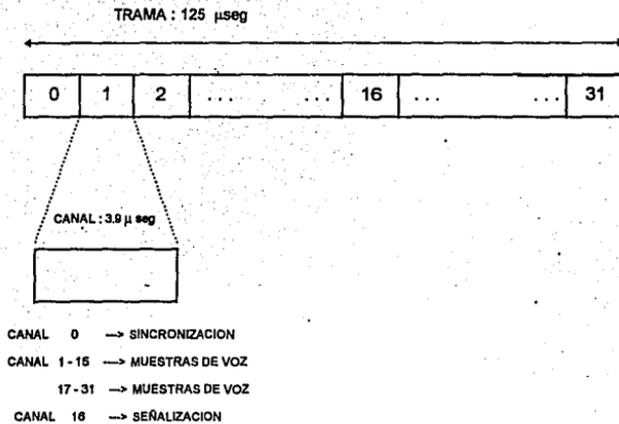


Figura 1.13 Formato PCM de 32 canales.

De un total de 32 canales, únicamente 30 pueden ser usados para señales de voz. Esta es la razón por la que esta estructura es algunas veces llamada estructura de la trama de 30 canales. Cada canal usado para señales de voz contiene 8 bits, de los cuales el primero es usado como bit de signo y los otros siete son bits de magnitud codificados de acuerdo a la ley "A". En cada trama el mismo número de canal será dado al mismo abonado.

## 1.6 SINCRONIZACION

En una línea de transmisión digital, un número muy grande de bits pasa en algún punto, casi 2 Mbts/seg.

Para que el lado receptor sea capaz de interpretar la información se requiere de la sincronización.

### 1.6.1 BIT DE SINCRONIZACION

El primer problema a resolver es el del bit de sincronización. El receptor verá la información de entrada a razón de 2048 Khz. Si los datos son explorados en la transmisión entre dos bits, es muy probable que la información sea errónea. La información debe ser leída a la mitad del bit.

Como resultado, el primer problema será "como encontrar la mitad del bit patrón", en otras palabras: BIT DE SINCRONIZACIÓN.

El bit de sincronización puede ser logrado en dos formas:

- Enviar un bit de reloj a todos los puntos donde el PCM es recibido. Esto requerirá una conexión especial de reloj (distribución de reloj).

- Introducir bastantes transiciones en la información para sincronizar a un nivel de bit.

### 1.6.2 SINCRONIZACION DE LA TRAMA

Una vez que los bits de entrada pueden ser reconocidos, los bits tienen que ser montados en grupos de 8, representando una muestra de voz de una cierta comunicación. Aquí se requiere de una referencia identificándola en cierto punto de la trama: SINCRONIZACIÓN DE LA TRAMA.

Esta sincronización de la trama es obtenida por repetición de un patrón fijo en el canal 0 de cada trama.

Si el receptor no está sincronizado, por ejemplo al tiempo de encendido, este primero tratará de archivar el bit de sincronización mirando la transición en la información de entrada y usando la transición hacia la llave del receptor dentro del correcto patrón de entrada.

Después del bit de sincronización, el receptor iniciará la exploración del patrón fijo, el cual es esperado en el canal 0. Usando los 32 canales de la estructura de la trama, el canal 0 de cada trama es usado para la alineación (sincronización de la trama).

El patrón A0011011 es usado por las tramas pares y el patrón B1CDEFGH es usado para tramas impares.

Para alineación de la trama 8 bits son usados. Estos son 2 de 8 bits del canal 0 de las tramas pares que contiene la alineación principal, y el bit 2 del canal 0 de las tramas impares.

La figura 1.14 muestra la sincronización de la trama.

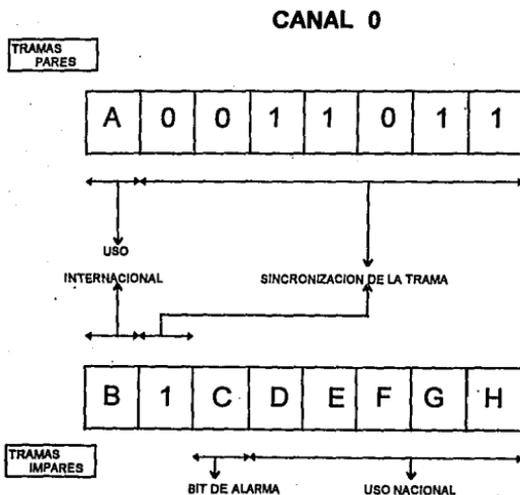


Figura 1.14 Sincronización de la trama.

En cada trama el primer bit del canal 0 es reservado para uso internacional (bit A y B). Estos bits son fijados a 1 cuando no se usan (tanto como no estén especificados).

Los bits D E F G H de cada trama impar, son reservados par uso nacional y no tienen significado en un enlace internacional, en este caso son fijados a 1.

El bit C de cada trama impar es usado como bit de alarma del enlace; este fijado a 1 para informar a la central originante en caso de enlace entre la central originante y la terminante que está fuera de alineación. Como una consecuencia el enlace será tomado fuera de servicio.

### **1.6.3 SINCRONIZACION DE LA RED**

En donde la información de conmutación PCM es declarada que la cadena de bits de entrada debe ser bit síncrono con el reloj central del conmutador, las cadenas de bits de entrada deben ser originadas desde diferentes centrales donde han sido generadas usando el reloj de esas centrales, diferentes casos pueden ser considerados:

a) Red asíncrona

En tal red, los relojes de las centrales son independientes, y la principal razón de bit de la cadena de bits de entrada puede ser más rápida o más lenta que la impuesta por el reloj local de una central. Esto significa que el proceso de adaptación de los bits de entrada en el cronómetro de la información de la central será perdido o repetido de tiempo en tiempo. El más preciso y estable de los relojes, será por la razón de errores más bajo.

Las redes usan relojes más precisos y estables, los cuales son llamados plesiocronos (cerca de la sincronía).

b) Red asíncrona maestro - esclavo

En una red síncrona maestro - esclavo, un reloj es maestro y el otro reloj sincroniza su frecuencia usando el reloj generado desde la central maestra. En tal red la principal razón de bit es el mismo, sin embargo, la cadena de bits de entrada puede ser diferente debido al retraso de la transmisión. En el proceso de la adaptación de los bits de la fase del reloj local ninguna adaptación es corrupta.

c) Red síncrona mutua

Aquí ningún reloj es maestro. Todos los relojes están sincronizados al principal valor de toda la razón de bits de entrada. En esta forma la red adopta una uniforme razón de bit. La mayoría de las centrales trabajan este sistema.

## II.- ANTECEDENTES DE LA RDSI

### 2.1 EVOLUCION DE LAS COMUNICACIONES

Durante el presente siglo, la evolución de la cantidad y forma en que se recolecta la información, ha crecido y variado enormemente, la transferencia de información se realiza a través de las redes telefónicas, la radio, la televisión, los ordenadores, y en forma muy importante vía los satélites de comunicaciones.

En los últimos años de este siglo, la necesidad de comunicar información desde un lugar hacia otro, es cada vez más necesaria, un claro ejemplo de esto sería el siguiente: Un banco con sucursales en todo el mundo desea tener la posibilidad de conocer datos de un lugar muy distante en el menor tiempo posible, y confiar en que tales datos sean fieles y actuales.

Durante los primeros años de su existencia, los sistemas de ordenadores estuvieron muy centralizados. El concepto de "centro de cálculo" como un cuarto con un ordenador grande, al cual sus usuarios traían su trabajo para el procesamiento, ha llegado a ser obsoleto. Este modelo tiene al menos dos aspectos deficientes: el primero, el concepto de un solo ordenador grande haciendo todo el trabajo y, segundo, la idea de que los usuarios traigan su

trabajo al ordenador en lugar de llevar el ordenador a donde se encuentran los usuarios.

El modelo de tener un solo ordenador para satisfacer todas las necesidades de cálculo de una organización se está reemplazando con rapidez por otro que considera un número grande de ordenadores separados, pero interconectados, que efectúan el mismo trabajo. Estos sistemas se conocen como redes de ordenadores. La RDSI tiene su antecesor las mencionadas redes de ordenadores.

Se considera como una red, a la colección *interconectada* de ordenadores *autónomos*. La conexión puede hacerse a través de un hilo de cobre, mediante el uso de láser, microondas y satélites de comunicaciones. Se excluye a los sistemas en donde existe una clara relación maestro/esclavo.

La diferencia entre una red de ordenadores y un sistema distribuido, estriba en que en un sistema distribuido la existencia de múltiples ordenadores *autónomos* es transparente al usuario (es decir no le es visible). El puede teclear un comando para correr un programa, y observar que corre. El hecho de seleccionar el mejor procesador y poner los resultados en el lugar apropiado, depende del sistema operativo.

En otras palabras, el usuario de un sistema distribuido no tiene conocimiento de que hay múltiples procesadores, más bien se ve al sistema como un monoprocesador virtual. La asignación de los trabajos al procesador y archivos a discos, el movimiento de archivos entre donde se almacenan y donde son necesarios, y todas las demás funciones del sistema, deben ser automáticas.

Con una red, el usuario debe *explícitamente* entrar en una máquina, *explícitamente* enviar trabajos remotos, *explícitamente* mover archivos y, por lo general, gestionar de manera personal toda la administración de la red. Con un sistema distribuido, nada se tiene que hacer de forma explícita, todo lo hace el sistema de manera automática sin que el usuario tenga conocimiento de ello.

## **2.2 USOS DE LAS REDES DE ORDENADORES**

Cuando una empresa tiene un gran número de ordenadores distribuidos en diferentes sucursales, en cierto momento deseará conocer un dato de alguna sucursal en particular, y para ello tendrá que llamar por teléfono o enviar a alguien por dicha información.

Para evitar los costos tanto monetarios, como en tiempo, sería posible que por medio de una inversión considerable, instalase una red para comunicar a todos y cada uno de los ordenadores que se deseara.

Con esto, será posible que la carga de trabajo se pueda repartir entre todos los procesadores, y además habrá la capacidad de disponer de cualquier recurso sin importar el lugar donde se encuentre este, ya que al poder acceder desde cualquier punto de la red, la información no tiene que ser replicada en cada lugar donde pudiese ser necesaria.

Otro objetivo importante, es la alta fiabilidad de los sistemas informáticos, ya que cuando un procesador centralizado deja de funcionar, todo el servicio se suspende, mientras que con un sistema distribuido, en caso de falla, solo la parte concerniente al ordenador con problemas será inaccesible, pero todo el resto de la red podrá seguir funcionando, aunque el rendimiento global disminuya.

Un argumento más es el relativo al menor costo/beneficio de los ordenadores personales, ya que no son tan caros como uno grande, y además puede evitarse un gran desembolso cuando sea necesario cambiar el equipo por uno más nuevo.

En el caso de una red con varios ordenadores localizados en el mismo edificio, se le denomina LAN (red de área extendida), a la que también se conoce como red de gran alcance.

Un aspecto muy positivo de las redes, es la capacidad para aumentar el rendimiento del sistema en forma gradual a medida que crece la carga, simplemente añadiendo más procesadores. Con máquinas más grandes, cuando el sistema se satura, deberá reemplazarse con uno más grande, operación que por lo normal genera un gran gasto y una baja muy sensible en el servicio prestado a los usuarios.

### **2.3 APLICACIONES DE LAS REDES**

El uso de redes tiene su aplicación en:

a) Acceso a programas remotos. En ocasiones será necesario realizar evaluaciones técnicas por medio de un programa complejo, el cual debido a la actualidad, uso poco frecuente, o costo de mantenimiento, sea preferible acceder vía la red solo cuando lo necesite.

b) Acceso a bases de datos remotos. En un futuro, la reservación de boletos de avión, de autobús, el pago de servicios, la compra de artículos, etc,

podrá ser realizada desde cualquier lugar, ya sea en casa o en la oficina, o aún fuera del país donde se requerirá tal bien o servicio.

Una razón importante del porqué no se utiliza el sistema telefónico actual, es lo económico con respecto a este, que es establecer una comunicación entre procesadores remotos, y además la necesidad de enviar grandes cantidades de información en muy poco tiempo.

c) Comunicaciones entre personas. Para envío de correo vía la red de ordenadores, en lugar de hacerlo por medio de la letra impresa, o poder no solo conversar con otra persona, sino también poder verla, y además la posibilidad de recibir vía una red, los programas de TV que normalmente se reciben vía cable especial, o vía ondas electromagnéticas.

De hecho existe una carrera entre el desarrollo del transporte y el de la comunicación, el futuro ganador, sea cual fuere hará al otro innecesario. El uso de las redes de ordenadores como un sistema de comunicación sofisticado puede reducir la cantidad de viajes realizados, ahorrando de esta manera tiempo y energía.

## **2.4 ESTRUCTURA DE LAS REDES**

La descripción de las redes se dará en base a la terminología siguiente:

Llamaremos hostales a las máquinas destinadas a correr programas de usuario (aplicaciones). Los hostales están conectados mediante una subred. El trabajo de la subred consiste en enviar mensajes entre hostales, de la misma manera como el sistema telefónico envía palabras entre la persona que habla y la que escucha.

Una subred en la mayoría de las veces, consiste de dos componentes diferentes: las líneas de transmisión y los elementos de conmutación. Las líneas de transmisión (conocidas como troncales) se encargan de mover los bits entre las máquinas.

Los elementos de conmutación (DCE) son ordenadores especializados que se utilizan para conectar dos o más líneas de transmisión. Cuando los datos llegan por una línea de entrada, el elemento de conmutación deberá seleccionar una línea de salida para reexpedirlos.

En términos generales, puede decirse que hay dos tipos de subred de conmutación:

Canales punto a punto.

Canales de difusión.

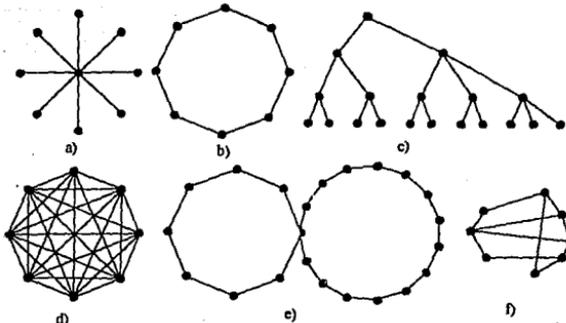


Fig. 2-1 Tipos de topologías de redes punto a punto a) Estrella. b) Anillo. c) Árbol. d) Completa. e) Intersección de anillos. f) Irregular.

En el primero de ellos, la red contiene varios cables o líneas telefónicas alquiladas, conectando cada una de ellas un par de DCE. Si dos DCE desean comunicarse y no comparten un cable común, deberán hacerlo indirectamente a través de otros DCE. Cuando un mensaje (que en contexto de subred normalmente se denomina paquete) se envía de un DCE a otro a través de uno o más DCE intermediarios. Se almacenará ahí y no continuará su camino hasta que la línea de salida necesaria para re-expedirlo esté libre. La subred que utiliza este principio se denomina subred punto a punto, de almacenamiento y reenvío o de conmutación de paquetes. Casi todas las redes de área extendida tienen subredes del tipo de almacenamiento y reenvío.

Un aspecto DCE importante de diseño, cuando se utiliza una subred punto a punto, consiste en considerar cómo deberá ser la topología de interconexión de los DCE. En la figura 2-1 se muestran varios tipos de topologías posibles. Las redes locales que se diseñaron como tales, tienen por lo general una topología simétrica. A diferencia de éstas, las redes de área extendida tienen típicamente topologías irregulares.

La difusión se emplea como un segundo tipo de arquitectura de comunicación y la utilizan la mayoría de las redes de área local y un número reducido de redes de área extendida. En una red de área local, el DCE se reduce a un solo chip, el cual se incluye en el interior del hostal, de tal manera que siempre habrá un hostal por cada DCE, mientras que en una red de área extendida podrá tener varios hostales por DCE.

Los sistemas de difusión tienen un solo canal de comunicación que, a su vez, es compartido por todas las máquinas que constituyen la red. Los paquetes que en una máquina cualquiera envía, son recibidos por todas las demás. El campo de dirección, localizado en el interior de un paquete, especifica a quien va dirigido. En el momento en que se recibe un paquete, se verifica el campo de dirección y, si el paquete está destinado a otra máquina, este simplemente se ignora.

Por lo normal, los sistemas de difusión también admiten la posibilidad de dirigir un paquete a *todos* los destinos mediante el uso de un código especial, incluido en el campo de la dirección.

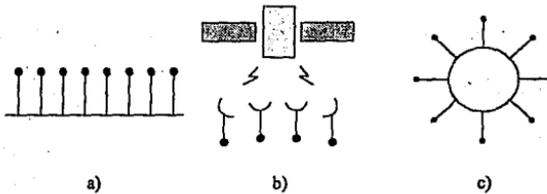


Fig. 2-2 Comunicación de difusión. a) Bus. b) Satélite. c) Anillo.

En la figura 2-2 se muestran algunas posibilidades de subredes de difusión. En cualquier instante una máquina, en un bus, tiene la función de maestra y está capacitada para transmitir. El resto de las máquinas no pueden enviar. Se necesita un mecanismo de arbitraje para resolver los conflictos en el momento en que dos o más máquinas quieren transmitir a la vez. Este mecanismo de arbitraje puede estar centralizado o distribuido.

Una segunda posibilidad es la representada por la inclusión de un satélite o sistema de radio difusión terrestre. Cada DCE tiene una antena a través de la cual puede enviar o recibir. Todos los DCE pueden oír la salida desde el

satélite, y de la misma forma, en algunos casos, también pueden oír las transmisiones que hacen otros DCE *hacia* el satélite.

Un tercer sistema de difusión es el anillo, en donde cada bit se propaga solo, sin esperar el resto del paquete al cual pertenece. Cada uno de los bits, típicamente circunnavega el anillo completo en el tiempo que se tarda en transmitir algunos bits; por lo general, antes de que el paquete completo se haya transmitido. Al igual que en los otros sistemas de difusión, se necesita una regla para arbitrar los accesos simultáneos al anillo.

Las subredes de difusión pueden además dividirse en estáticas y dinámicas, dependiendo de cómo se haya asignado el canal. Una asignación estática típica sería dividir el tiempo en intervalos discretos y permitir así que cada máquina difunda su mensaje sólo cuando le llegue su intervalo correspondiente. Las asignaciones estáticas desperdiciarán la capacidad del canal cuando una de las máquinas no tiene nada que decir durante el tiempo que tiene asignado, así algunos sistemas asignan el canal en forma dinámica (es decir, bajo demanda).

## **2.5 MODELO OSI**

### **2.5.1 JERARQUIAS DE PROTOCOLOS**

La mayoría de las redes se organizan en una serie de capas o niveles, cuyo número de capas, nombre, contenido y función de cada una varían de una red a otra. El propósito de cada capa es ofrecer ciertos servicios a las capas superiores, liberándolas del conocimiento detallado sobre cómo se realizan dichos servicios.

La capa  $n$  en una máquina conversa con la capa  $n$  de otra máquina. Las reglas y convenciones utilizadas en esta conversación se conocen conjuntamente como protocolo de la capa  $n$ , como se ilustra en la figura 2-3, para el caso del modelo OSI.

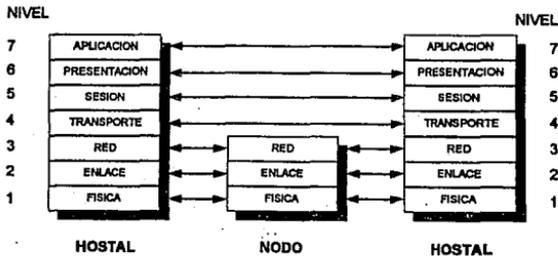


Fig 2-3 Modelo de referencia OSI.

En realidad no existe una transferencia directa de datos desde la capa  $n$  de una máquina a la capa  $n$  de la otra; sino más bien, cada capa pasa la

información de datos y control a la capa inmediatamente inferior, y así sucesivamente hasta que se alcanza la capa localizada en la parte más baja de la estructura. Debajo de la capa 1 está el medio físico, a través del cual se realiza la comunicación virtual, en tanto que las líneas sólidas indican la trayectoria de la comunicación física

Entre cada par de capas adyacentes hay una interface, la cual define los servicios y operaciones primitivas que la capa inferior ofrece a la superior

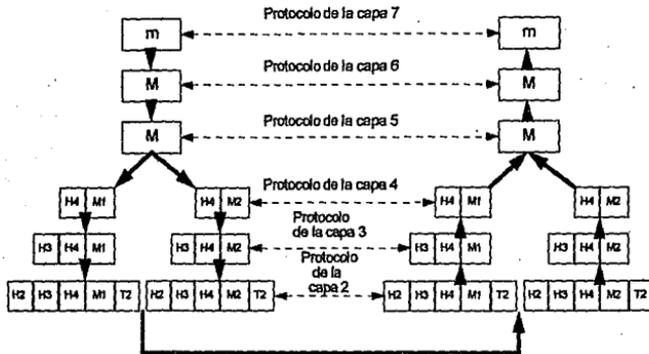


Fig. 2-4 Ejemplo del flujo de información que soporta la comunicación virtual en la capa 7.

Al conjunto de capas y protocolos se le denomina arquitectura de red.

La comunicación multicapa puede explicarse mediante el siguiente ejemplo:

De acuerdo con la fig 2-4. Un proceso que se está ejecutando en la capa 7 produce un mensaje  $m$ , el cual pasa de la capa 7 a la capa 6 de acuerdo con la definición de la interface de la capa 6/7. La capa 6, en este ejemplo, transforma de cierta manera el mensaje (por ejemplo, mediante una compresión de texto), y lo pasa como el nuevo mensaje  $M$  a la capa 5, a través de la interface 5/6. En este ejemplo, la capa 5 no modifica el mensaje, sino únicamente regula la dirección de flujo (es decir, evita que algún mensaje de entrada sea considerado por la capa 6, mientras ésta se encuentra ocupada enviando una serie de mensajes de salida a la capa 5).

En muchas redes no existe ningún límite en el tamaño de los mensajes que son aceptados por la capa 4, sino más bien está impuesto por la capa 3. Por consiguiente la capa 4 deberá dividir el mensaje de entrada en unidades más pequeñas y colocar una cabecera en cada una de ellas. Esta cabecera incluye información de control como números de secuencia, mediante los cuales se logra que la capa 4, en la máquina destinataria, pueda reconstruir el mensaje mediante la colocación correcta de las unidades, si es que las otras capas no mantienen la secuencia. También, en muchas capas, las cabeceras contienen campos relacionados con el tamaño, tiempo y otros tipos de control.

La capa 3 se encarga de decidir cuál de las líneas de salida va a utilizarse, le coloca sus cabeceras apropiadas y pasa los datos a la capa 2. En esta capa 2, no sólo se añade una cabecera a cada una de las unidades, sino también una etiqueta al final y le entrega la unidad resultante a la capa 1 para su transmisión física. En la máquina receptora, el mensaje se mueve de capa en capa hacia la parte superior, y las cabeceras se van retirando a medida que asciende. Ninguna de las cabeceras correspondientes a las capas inferiores a la  $n$  pasan a ésta.

## 2.5.2 MODELO DE REFERENCIA OSI

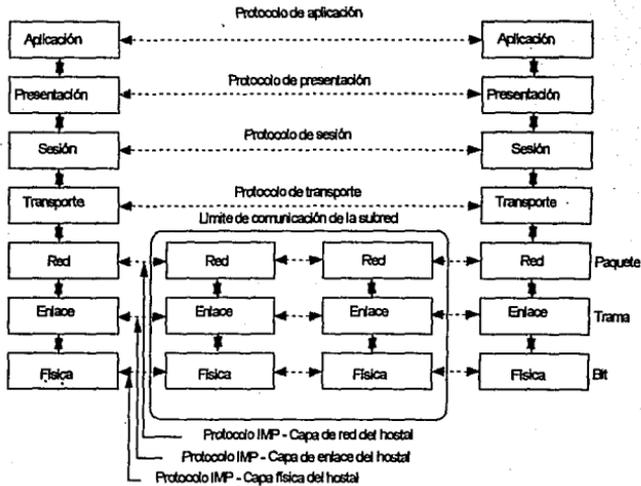


Fig 2-5 Arquitectura de red. Modelo OSI.

La importancia de la figura 2-4 radica en el entendimiento de la relación entre la comunicación virtual y la real, y la diferencia entre protocolos e interfaces. Desde el punto de vista conceptual, los procesos pares de la capa 4, por ejemplo, conciben su comunicación como si fuera "horizontal", utilizando el protocolo de la capa 4. Cada uno pareciera utilizar procedimientos llamados *EnviarAlOtroLado* y *ObtenerDelOtroLado*, aun cuando éstos realmente se

comuniquen con las capas inferiores, a través de la interface  $\frac{3}{4}$ , y no con el otro lado.

En la figura 2-5 se muestra un modelo, basado en una propuesta desarrollada por la Organización Internacional de Normas (ISO), como un primer paso hacia la normalización internacional de varios protocolos. A este modelo se le conoce como Modelo de Referencia OSI (interconexión de sistemas abiertos), porque precisamente se refiere a la conexión de sistemas heterogéneos es decir, a sistemas dispuestos a establecer comunicación con otros distintos.

### **2.5.2.1 LA CAPA FISICA (nivel 1)**

Especifica las características tanto eléctricas como mecánicas del protocolo usado para transferir bits entre dos dispositivos de la red adyacentes. Un ejemplo de dichos protocolos es RS-232-C, V.24, V.28, y V.35.

### **2.5.2.2 LA CAPA DE ENLACE (nivel 2)**

Especifica el protocolo para comunicación libre de errores entre dos dispositivos adyacentes a través del enlace físico. Algunos ejemplos para esta capa son: el HDLC (High-Level Data Link Control) de la ISO, el LAPB (Link

Access Procedures Balanced), LAPD (Link Access Procedures on the D-channel), y LAPP (Link Access Procedures to frame Mode Bearer Services) de la CCITT.

### **2.5.2.3 LA CAPA DE RED (nivel 3)**

Especifica el protocolo para funciones tales como enrutamiento, control de congestión, tarificación, establecimiento y terminación de llamadas y comunicaciones usuario-red. Un ejemplo de estos protocolos es el usado por los procedimientos de control de llamada para la ISDN (Q.931).

Los tres niveles inferiores del modelo OSI siempre se encuentran "encadenados", y abarcan los procedimientos para la comunicación *host-nodo* y *nodo-nodo*. Los usuarios finales (host), así como los dispositivos de conmutación (nodos), deben tener implementados estos tres niveles de protocolo a lo largo de la ruta entre los host.

### **2.5.2.4 LA CAPA DE TRANSPORTE (nivel 4)**

Especifica los protocolos y clases de servicio para la comunicación sin errores a través de la subred. Un servicio es el de dividir un paquete grande en algunos más pequeños, y enviarlos a través de la subred al mismo tiempo.

#### **2.5.2.5 LA CAPA DE SESION (nivel 5)**

Especifica la comunicación proceso-proceso, la recuperación de información en caso de errores, y la sincronización entre procesos.

#### **2.5.2.6 LA CAPA DE PRESENTACION (nivel 6)**

Es un conjunto de servicios inespecíficos para el usuario, como lo son: Revisión de sintaxis, semántica, criptografía y compresión de texto.

#### **2.5.2.7 LA CAPA DE APLICACION (nivel 7)**

Especifica la interface de usuario hacia la red, y un conjunto de aplicaciones específicas del usuario, como son:

- Correo electrónico.
- Servicios de directorio
- Protocolos de terminales virtuales.
- Servicios de transferencia de archivos.
- Mantenimiento de red.

Los cuatro niveles superiores son llamados niveles *end-to-end* cuando se implementan en Hosts solamente. La información *end-to-end* es transparente para los protocolos de niveles inferiores.

## **2.6 TRANSMISION Y CONMUTACION**

### **2.6.1 MULTIPLEXION POR DIVISION DE FRECUENCIA Y DIVISION EN EL TIEMPO**

Básicamente existen dos tipos de multiplexión: FDM (multiplexión por división de frecuencia) y TDM (multiplexión por división de tiempo). En la MDF, el espectro de frecuencia se divide entre los canales lógicos, donde cada uno de los usuarios posee una banda de frecuencia en exclusiva. Por otra parte en

la TDM, los usuarios toman su turno (uno tras otro en círculo), durante el cual, cada uno, obtiene todo el ancho de banda por un corto tiempo.

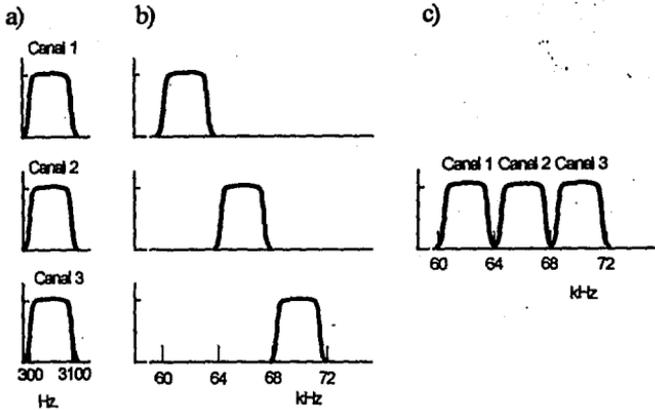


Fig 2-6 Multiplexión por división de frecuencia. a) Anchos de banda originales. b) Los anchos de banda elevados en frecuencia. c) El canal multiplexado.

Un ejemplo para ilustrar la FDM es la radiodifusión en AM. En la figura 2-6 se muestra cómo tres canales de calidad telefónica (con ancho de banda 300 - 3100 hz.) se multiplexan mediante MDF. Para evitar traslapos, se asignan 4000 Hz a cada canal, con objeto de mantener una buena separación entre ellos. Primero, se eleva la frecuencia de los canales de voz, en diferente grado

para cada uno de ellos, de tal forma que ahora, se pueden combinar, dado que ningún par de canales ocupan la misma parte del espectro.

El tráfico de ordenador a ordenador tiene algunas propiedades que son muy diferentes de aquéllas que se tienen cuando se establece una comunicación telefónica entre individuos. Cuando la gente está hablando, no es muy común que haya una discontinuidad en la transmisión. Cuando hay comunicación entre ordenadores interactivos, estas discontinuidades son lo más común. Podrá ser necesario enviar un paquete de datos rápidamente, y después quedan en silencio durante un tiempo. En resumen, el tráfico establecido entre seres humanos necesita del uso continuo de un canal, con un ancho de banda pequeño, en tanto que la mayor parte del tráfico entre ordenadores necesitará del uso intermitente de un canal con un ancho de banda muy grande.

El sistema telefónico que existe en la actualidad se diseñó para entablar comunicación entre seres humanos y no entre ordenadores; emplea la TDM la cual resulta inapropiada para la transferencia de datos. Se necesita un tipo de conmutación totalmente diferente. A continuación se discutirán dos técnicas de conmutación: La conmutación de circuitos y la conmutación de paquetes.

## 2.6.2 CONMUTACION DE CIRCUITOS

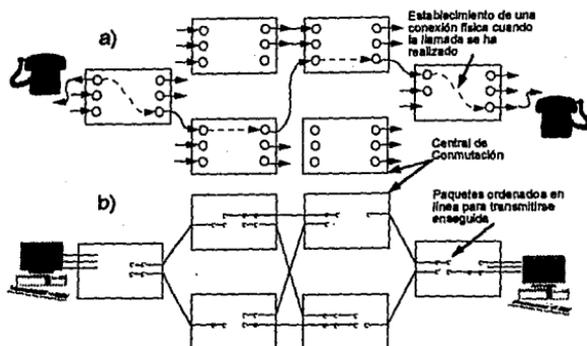


Fig 2-7 a) Conmutación de Circuitos b) Conmutación de Paquetes

Cuando un abonado hace una llamada telefónica, el equipo de conmutación, dentro del sistema telefónico, busca una trayectoria "física" que lo conduzca a través de todo el camino desde su teléfono hasta el teléfono receptor. A esta técnica se la llama conmutación de circuitos y se muestra en el diagrama de la figura 2-7a.

Una desventaja importante de la conmutación de circuitos es la necesidad de establecer una ruta de extremo a extremo *antes* de que cualquier dato pueda ser enviado. El tiempo transcurrido entre el momento en que se termina de marcar un número y el momento en que se inicia el sonido del timbre

del abonado llamado, puede ser fácilmente de 10 segundos, y más en el caso de llamadas de larga distancia o internacionales. Durante este intervalo de tiempo, el sistema telefónico se encuentra en la etapa de búsqueda de una trayectoria, como se muestra en la figura 2-8a. Nótese que, antes de que la transmisión de datos pueda comenzar, la señal de solicitud de llamada deberá propagarse hasta su destino y ser reconocida como tal. Para muchas aplicaciones de ordenadores (por ejemplo, verificación de tarjetas de crédito desde el punto de venta), es indeseable tener tiempos de establecimiento de conexión muy largos.

Una vez que se ha completado el establecimiento de la trayectoria, el único retardo en la transmisión de los datos es el tiempo de propagación de la señal electromagnética. Otra característica de dicha trayectoria es que no hay peligro de congestión ya que, una vez que se establece la llamada, nunca se tendrán señales de tono ocupado, aunque podría aparecer alguna antes de que se llegue a completar la conexión, debido a la falta de conmutación interna o saturación de troncales.

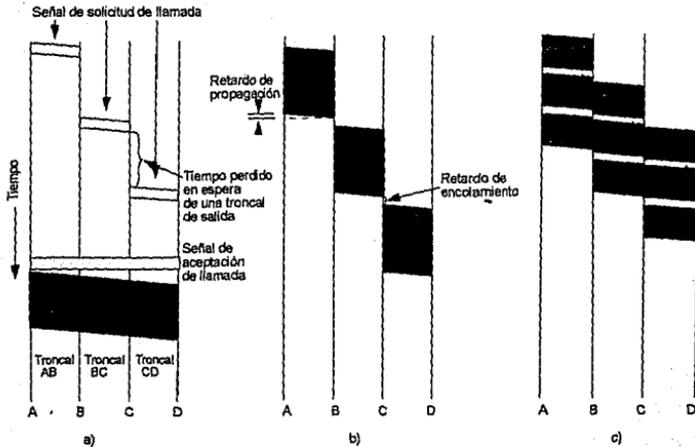


Fig 2-8 Temporización de eventos en a) conmutación de circuitos, b) conmutación de mensajes, c) conmutación de paquetes.

### 2.6.3 CONMUTACION DE PAQUETES

En la figura 2-8b se muestra una estrategia alternativa de conmutación, la conmutación de mensajes. Cuando se utiliza esta forma de conmutación, no hay un establecimiento previo de la ruta entre el que envía y el que recibe. En su lugar, cuando el que envía tiene listo un bloque de datos, éste se almacena en la primera central telefónica, para expedirse después dándose sólo un salto a la vez. Cada bloque se recibe íntegramente, se revisa en busca de errores, y se

retransmite posteriormente. A las redes que utilizan esta técnica se les llama redes de almacenamiento y reenvío.

Otra posibilidad para realizar la conmutación, es la conmutación de paquetes. Con la conmutación de mensajes, este puede tener un tamaño ilimitado del bloque, lo que significa que los puntos de almacenamiento y reenvío deben tener discos para almacenar temporalmente bloques grandes. Esto también significa que un solo bloque puede retener un punto de almacenamiento y reenvío durante varios minutos, inutilizando la conmutación de mensajes para el tráfico interactivo. A diferencia de esto, las redes de conmutación de paquetes fijan un límite máximo para el tamaño del bloque, permitiendo que los paquetes sean almacenados en la memoria principal del punto de reenvío en lugar de hacerlo en disco. Teniendo la seguridad de que ningún usuario puede monopolizar una línea de transmisión por más de unas cuantas décimas de milisegundos, las redes de conmutación de paquetes son muy apropiadas para el manejo de tráfico interactivo. Otra de las ventajas de la conmutación de paquetes sobre la conmutación de mensajes se muestra en la figura 2-8b y c: el primer paquete de un mensaje multipaquete puede reexpedirse antes de que el segundo haya llegado por completo, reduciendo el retardo y mejorando el rendimiento. Por estas razones las redes de ordenadores son, por lo general, conmutadas por paquete y, ocasionalmente, conmutadas por circuito, pero nunca conmutadas por mensaje.

## 2.6.4 TECNOLOGIAS DE CONMUTACION RAPIDA DE PAQUETES

Los conceptos posteriores a la conmutación de paquetes, han producido nuevos modos de conmutación de paquetes, llamados *conmutación rápida de paquetes*.

La conmutación rápida típicamente se divide en *frame relay* y *cell relay*. Ambas se caracterizan por una alta velocidad, dependencia hasta los usuarios finales para al menos algunas detecciones y correcciones de errores, y requerimientos para operar sobre un red digital con una razón de error muy baja.

*Frame relay* es conceptualmente similar a la conmutación de paquetes. Las tramas pueden variar de tamaño, mucho más que en una red de conmutación de paquetes normal. Los hostales de una red *frame relay* debe además establecer una prioridad de *conexión virtual* para intercambiar tramas.

*Cell relay*, a diferencia de la conmutación de paquetes, utiliza una unidad con tamaño fijo, llamado *cell*. El uso de una tamaño fijo para las celdas, permite muchas optimizaciones en los conmutadores de la red, incluyendo la posibilidad de conmutar muchas celdas en paralelo.

## **2.7 TERMINOS Y DEFINICIONES RDSI**

La RDSI puede proporcionar muchos servicios a sus abonados. Los estándares RDSI definen la interface entre la red y el usuario, la cual consiste de protocolos y mensajes para la solicitud de servicios.

### **2.7.1 CANALES RDSI**

Un canal es un conducto unidireccional, a través del cual fluye la información. En un sistema TDM generalmente se refiere a una ranura de tiempo para la transmisión de información.

Entre una central telefónica y el usuario normalmente existen dos hilos, a través de los cuales se envía la corriente de llamada, y se efectúa la transferencia de información. En la RDSI, este loop únicamente transporta información digital, la cual esta definida por canales lógicos para señalización y datos del usuario, estos coexisten usando TDM. Para mayor referencia vea la tabla 2-1.

*Canal D.* Transporta las señales entre el usuario y la red; también puede transportar paquetes de datos de usuario; opera a 16 o 64 kbps, dependiendo de la interface de acceso del usuario (BA o PRA).

*Canal B.* Transporta información para servicios del usuario, incluyendo voz, audio, video, y datos digitales; opera a 64 kbps. Sobre este canal se efectúan las conexiones de modo-paquete para el protocolo X.25 o *frame relay*.

*Canal H.* Tiene la misma función que los canales B pero opera a razones superiores al nivel 0.

**Tabla 2-1** Tipos de canales RDSI.

Canal	Proposito	Capacidad
B	Portador de servicios	64 kbps
D	Señalización y datos modo-paquete	16 kbps (BA) 64 kbps (PRA)
H0	Seis canales B	384 kbps
H1	Todos los canales H0	
	H10 (23B)	1.472 Mbps
	H11 (24B)	1.536 Mbps
	H12 (30B)	1.920 Mbps
B-ISDN	STM-1/OC-3	155.52 Mbps
	STM-4/OC-12 (propuesto)	622.08 Mbps

## 2.7.2 INTERFACES DE ACCESO

Una *interface de acceso* es la conexión física entre el usuario y la red para poder acceder y obtener servicios. Una de ellas es el acceso básico, y el otro el acceso primario.

### 2.7.2.1 INTERFACE DE ACCESO BASICO

El BA comprende de dos canales B y uno D, y se designa:  $2B + D$ , con los canales B operando a 64 kbps y el canal D a 16 kbps lo que en suma permite la transferencia de 192 kbps a través de un par de hilos (los que normalmente existen entre una central telefónica y un usuario residencial).

### 2.7.2.2 INTERFACE DE ACCESO PRIMARIO

El PRA tiene varias configuraciones posibles: Para E.U. y Japón, se designa  $23B + D$ , en ocasiones el canal D se puede usar para transferir información (como si fuera otro canal B). Esta configuración es designada 24B.

Para el resto del mundo se utiliza la configuración 30B + D. Sistema 12 opera con esta configuración, por lo que en adelante, se considerará este caso en especial.

**Tabla 2-2 Estructuras de interface RDSI.**

Interface	Estructura	Razón total de bits	Razón de datos de usuario
BA	2B + D <sub>16</sub>	192 kbps	144 kbps
PRA	23B + D <sub>64</sub>	1.544 Mbps	1.536 Mbps
	30B + D <sub>64</sub>	2.048 Mbps	1.984Mbps

### 2.7.2.3 DISPOSITIVOS FUNCIONALES Y PUNTOS DE REFERENCIA

En la central RDSI (LE) se encuentran implementados los protocolos RDSI. La LE estará encargada del mantenimiento, operación de la interface física, *timing* y de proveer los servicios requeridos por el usuario.

Algunos fabricantes de centrales RDSI, dividen las funciones de la LE en dos subgrupos, llamados terminación local (LT) y terminación de la central (ET).

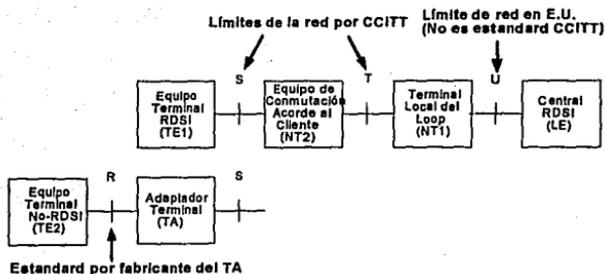


Fig. 2-9 Dispositivos funcionales y puntos de referencia.

La terminación de red tipo 1 (NT1) representa la terminación de la conexión física entre la LE y el cliente. Las responsabilidades del NT1 incluyen monitoreo del desempeño de la línea, *timing*, conversión de los protocolos de señalización física, transferencia de potencia, y multiplexación de los canales B y D.

La terminación de red tipo 2 (NT2) es aquél equipo que provee en el lugar donde se encuentra el cliente, conmutación, multiplexación y concentración. Estos incluyen a los PBX, a las LAN, ordenadores, controladores de terminales, y algún otro dispositivo para transferencia de voz o datos. Los NT2 pueden no existir en algunos ambientes RDSI, como en accesos básicos (residencial), o servicio CENTREX RDSI.

El equipo terminal (TE) se refiere a los dispositivos finales del usuario, como un teléfono analógico o digital, o una terminal de datos X.25, una WorkStation RDSI. El equipo terminal 1 (TE1), son aquellos que manejan protocolos y servicios RDSI, como los son un teléfono digital o una Work Station. El equipo terminal 2 (TE2), son los dispositivos no compatibles con RDSI, como lo son los teléfonos de la red actual.

Un adaptador terminal (TA) permite a los dispositivos no RDSI (TE2), comunicarse con la red. Estos TA tienen una gran importancia actualmente en el mercado de la RDSI, ya que gracias a ellos una gran cantidad de dispositivos se pueden comunicar con la RDSI, al proporcionar la conversión de protocolos necesaria.

Se debe hacer notar que en ocasiones, un dispositivo puede llegar a realizar las funciones de dos o más dispositivos mencionados, un caso puede ser el de los PBX, los cuales efectúan la función de un NT1 y un NT2. a esta combinación se le llama NT12.

En la figura 2-9 se pueden observar los puntos de referencia de la RDSI, comúnmente llamados R, S, T, U.

El punto R debido a que se encuentra ubicado entre abonados no RDSI, y un TA, no se encuentra normalizado, ya que puede tratarse de un modem, una computadora, un teléfono analógico, etc. Algunas opciones de comunicación entre estas terminales pueden ser EIA-232-E, V.35 y otros más.

El punto de referencia S puede encontrarse entre un TE1 (o TA) y un equipo terminal de red (NT2 o NT1). En la ausencia del NT2, la interface usuario-red se denomina punto de referencia S/T.

Un aspecto muy controversial de la RDSI, es la definición de los estándares de transmisión a través del loop local entre el NT1 y la LE, llamado el punto de referencia U. La CCITT considera al NT1 como parte de la administración de la red (LE). Esto hace que el loop local sea parte de la red. De hecho la CCITT no hace referencia al punto de referencia U.

Para canales B-ISDN los puntos de referencia se denominan con una "B" precedente como sería B-TE1, B-TE2, etc.

### **2.7.3 ORGANIZACIONES CREADORAS DE LOS ESTANDARES**

La organización con mayor responsabilidad para la producción de estándares RDSI internacionales es el Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT).

El CCITT produce estándares para describir los accesos a las redes de telecomunicación públicas; esto no incluye a las redes privadas, como lo son las LAN. Esta es la razón por la que el CCITT no define el punto de referencia U.

Otra organización es la ANSI (American National Standards Institute), cuya área de aplicación es los E.U. La ANSI por si misma no crea estándares, pero establece las relaciones con las organizaciones encargadas de ello.

Otras organizaciones que son más específicas en sus desarrollos son: Bellcore y ETSI (Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeas), la International Organization for Standardization (ISO), y otras más.

## **2.8 SERVICIOS DE LA RDSI**

La evolución de la red telefónica en los últimos cien años, ha sido determinada por la necesidad de proveer servicios de voz.

Los ordenadores, en los últimos 20 años han evolucionado enormemente, a tal grado que la red actual no es lo suficientemente eficaz como para lograr un uso óptimo de las capacidades de los ordenadores.

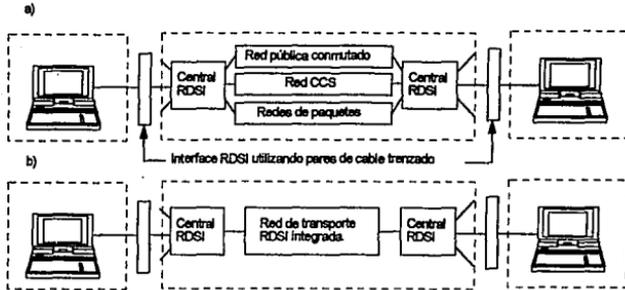


Fig 2-10 a) Etapa inicial en la evolución de la RDSI. b) Etapa posterior.

Debido a que los ordenadores han requerido una capacidad de transferencia mayor, se han creado algunas redes digitales especiales. La RDSI tiene como propósito el unir a todos los tipos de redes existentes en una sola, de modo tal que con un solo equipo estándar, pueda tener todos los servicios que en la actualidad debe contratar con diferentes prestadores del servicio de comunicación, y con ello ahorrar tanto en equipo, como en rentas por servicio. (Fig. 2-10).

### 2.8.1 REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS

Una red RDSI debe tener la capacidad de manejar los diferentes servicios que se esperan de ella, y que no existen en la actualidad.

- Manejo de voz, audio, fax, video comprimido, y video en movimiento.
- Transporte eficiente de tráfico continuo y discontinuo.
- Alojación del ancho de banda de acuerdo con las necesidades
- Un rápido Establecimiento y terminación de llamadas.
- Manejo de un amplio rango de velocidades de transmisión y tiempos de retención de llamada.
- Garantía de una tasa de error baja, un bajo retraso en el envío de mensajes, y tasas de pérdida de mensajes bajas también.
- Proveer varios niveles de seguridad en la comunicación.

Las tablas 2-2 y 2-3 muestran los servicios requeridos para residencias y empresas.

Tabla 2-2 Requerimientos de servicio residencial.

Servicio	Ancho de banda requerido	Tipo de canal RDSI			Tipo de conmutación		
		B	H	D	Commutación de circuitos	Commutación de paquetes	Canal conmutado
Teléfono	8,16, 32, 64 kbps	■			■		
Sistemas de alarmas	10-100 bps		■				■
Servicios de medición	0.1-1 kbps		■				■
Manejo de energía	0.1-1 kbps		■				■
Servicios de Información Interactivos	4.8-64 kbps	■	■				■
Correo electrónico	4.8-64 kbps	■	■				■
Red de video (TV)	96 Mbps		■				■
Video conmutado	96 Mbps		■				■
Video interactivo	96 Mbps		■	■			■

Tabla 2-3 Requerimientos de servicio empresarial.

Servicio	Ancho de banda requerido	Tipo de canal RDSI			Tipo de conmutación		
		B	H	D	Commutación de circuitos	Commutación de paquetes	Canal conmutado
Teléfono	8,16, 32, 64 kbps	■			■		
Comunicaciones de datos interactivos	64 kbps 4.8-64 kbps	■	■				■
Correo electrónico	4.8-64 kbps	■	■				■
Grandes transferencias de datos	4.8-64 kbps	■			■		
Fax/Gráficos			■		■		
TV muestreada	56-64 kbps		■		■		
Videoconferencia	1.544 Mbps		■				■

## 2.8.2 SERVICIOS RDSI

Cuando un usuario desea obtener un servicio en particular, el mensaje de petición sobre el canal D, contiene un conjunto de parámetros que identifican el servicio deseado.

Los servicios de la RDSI se catalogan basándose en su ambiente y el origen del servicio (Tabla 2-3). Los *servicios del portador* son aquellos que permiten al usuario enviar información desde un dispositivo en la red hacia otro. Ellos permiten la transferencia de información e involucran solo a las funciones de bajo nivel. (niveles 1 - 3 del OSI).

El uso de protocolos de alto nivel entre dos DTE, es transparente a la RDSI, y de hecho la RDSI no hace ningún esfuerzo para asegurar la compatibilidad entre niveles más altos.

Los *teleservicios*, son un servicio de valor agregado por la red,. Los teleservicios pueden proveer comunicación *end-to-end* y se caracterizan por sus atributos de bajo y alto nivel. Ejemplos de *teleservicios* son el fax, teletexto, videotexto, y sistemas de manejo de mensajes.



Fig. 2-11 Ubicación de los atributos

Finalmente existen los *servicios en modo de paquete*, en los que se basa la transferencia de grandes cantidades de datos.

### 2.8.3 SERVICIOS DEL PORTADOR Y ATRIBUTOS

Los servicios del portador soportados por la RDSI se encuentran descritos en la recomendación del CCITT I.210 y en las series I.230. Estos servicios se definen en términos de *atributos de acceso*, *atributos de transferencia de información* y *atributos generales*. Los atributos de acceso son aquellas características que describen como un usuario accesa las funciones o facilidades de la red. Los atributos de transferencia de información son aquellas características asociadas con la transferencia de información a través de la red.

Los atributos generales describen otras características del servicio, como servicios suplementarios, parámetros de la calidad de voz, etc.

Las tablas 2-4 a 2-6 muestran los distintos atributos definidos por la CCITT.

### **2.8.3.1 ATRIBUTOS DE TRANSFERENCIA DE INFORMACION**

La tabla 2-4 muestra los siete atributos para la transferencia de información.

Los servicios del portador se pueden ofrecer en alguna de las dos formas de los *modos de transferencia de información*, llamados *modo de circuito* y *modo de paquete*. El *modo de trama* es similar al de paquete; varía solo en algunos protocolos.

Los términos dentro de la tabla se explican a continuación: Las *velocidades de transferencia* que se muestran son las equivalentes a los canales B, H0, H11 y H12 respectivamente.

La *capacidad de transferencia de información*, se refiere a la característica de la información a ser transferida, ya que pudiese ser necesario que la información no contenga un gran número de ceros, ya que dificulta la sincronización entre los puntos de envío y recepción.

Atributos de transferencia de información	Posibles valores de atributos							
1. Modo de transferencia de información	Circuito						Paquete	Trama
2. Velocidad de transmisión	Velocidad (kbps)						(PEP)	
	64	2 x 64	384	1536	1920	Otros valores (PEP)		
3. Capacidad de transferencia de información	Info. Digital sin restricción	Voz	Audio 3.1kHz	Audio 7kHz	Audio 15 kHz	Video	Otros valores (PEP)	
4. Estructura	Integrado a 8KHz		Integración unidad de datos de servicio		No estructurado		ITDM	DRR
5. Establecimiento de la comunicación	Demanda		Reservado			Permanente		
6. Simetría	Unidireccional		Bidireccional asimétrico			Bidireccional simétrico		
7. Configuración de la comunicación	Punto-a-punto		Múltipunto			Difusión (PEP)		

PEP: Para Estudio Posterior.  
 DRR: Diferencia] de Retazo Restringida.  
 ITDM: Integración en TDM.

Tabla 2.4 Atributos de transferencia de información.

La voz tiene la facilidad de ser codificada de modo distinto al audio, es por ello que se hace la distinción, ya que el servicio requerido puede variar de calidad en el origen y el destino.

La *estructura* especifica la unidad de transmisión. La *integridad de las unidades de datos* implica la forma en que los datos serán recibidos en el receptor. La forma más común en el modo de paquete es sin afectación.

La *integración a 8 kHz* es la que transmite a través de un enlace con canales de 125 micro segundos (de voz).

La *integración en secuencia TDM* la información es enviada hacia el destino casi en el mismo orden en que el origen la envía.

El *diferencial de retazo restringido* se usa normalmente en la integración a 8 kHz, y especifica que la información deberá transmitirse hacia el receptor, en un tiempo menor a 50 ms desde que el emisor la envía.

La referencia a *no estructurado* se refiere a que no se necesita una estructura definida para algún servicio.

El atributo *establecimiento de la comunicación* se refiere a cuando se debe otorgar el servicio solicitado. *Demanda* hace referencia a que cuando se hace una petición, el servicio se debe otorgar de manera inmediata; este atributo por lo general esta dado como demanda.

*Reservado* significa que el servicio puede programarse para cierto momento, como lo sería para el servicio de conferencias. *Permanente* se da cuando la línea de transmisión trabaja como una línea alquilada.

El atributo de la *simetría* hace referencia a si el flujo de información es en uno o dos caminos, y si la velocidad de ambas es la misma o no. *Unidireccional* se da en el caso de la difusión de TV y radio. *Bidireccional simétrica* es cuando

hay transferencia en ambos sentidos, y con la misma velocidad. *Bidireccional asimétrica* es cuando uno de los sentidos puede estar trabajando a una velocidad mayor a la del otro equipo terminal.

El atributo de *configuración de comunicación* determina la forma en que se encuentran conectados. El *punto-a-punto* se da entre dos equipos terminales. El *multipunto* se da desde un usuario origen hacia varios destinos. La opción de *difusión* que consiste en emitir información hacia un grupo de usuarios desde un solo emisor está bajo estudio.

### 2.8.3.2 ATRIBUTOS DE ACCESO

Los atributos de acceso mostrados en la tabla 2-5, describen las características de la conexión entre un usuario y la red. Estos atributos proveen la información acerca del tipo de canal y protocolos que el usuario empleará para acceder el servicio de la red deseado. Los atributos de acceso no describen como la red deberá cargar la información del usuario o como la comunicación *end-to-end* deberá ser establecida.

El atributo *canal de acceso y velocidad* son las características que debe otorgar la red al usuario, cuando este le solicite cierta velocidad (canales B, H0, H10, H12) a través del canal D.

Tabla 2-5 Atributos de acceso.

Atributos de acceso	Valores posibles de los atributos								
	D (16k bps)	D (64 kbps)	B	H0	H11	H12	Otros (PEP)		
8. Canal de acceso y velocidad									
9.1 Protocolo de acceso de señalización. Nivel 1	I.430/ I.431	I.461	I.462	I.463	V.120 (I.465)	Otros (PEP)			
9.2 Protocolo de acceso de señalización. Nivel 2	I.440/ I.441	I.462	X.25 (LAPB)	Q.922 (LAPF)	Otros (PEP)				
9.3 Protocolo de acceso de señalización. Nivel 3	I.450/ I.451	I.461	I.462	X.25 (PLP)	I.463	Q.933	Otros (PEP)		
9.4 Protocolo de acceso de información. Nivel 1	I.430/ I.431	I.460	I.461	I.462	I.463	I.465 (V.120)	G.711	G.722	Otros (PEP)
9.5 Protocolo de acceso de información. Nivel 2	HDLC LAPB	I.440/ I.441	X.25	I.462	Q.922 (LAPF)	Otros (PEP)			
9.6 Protocolo de acceso de información. Nivel 3	T.70-3	X.25	I.462	Otros (PEP)					

Los *protocolos de acceso de señalización* se refieren a los que se utilizarán para la señalización usuario-red, mientras que los *protocolos de acceso de información* son empleados para el intercambio de información entre usuarios.

Los protocolos para los niveles del 1 al 3, pueden ser muchos, como se muestra a continuación:

En el nivel físico, las recomendaciones I.430 e I.431 describen los formatos de tramas, señalización y características eléctricas del BA o del PRA.

Las recomendaciones I.460, I.461, I.462, I.463 y V.120 (I.465) especifican la adaptación de velocidades (solo para velocidades diferentes a las de la RDSI) y los algoritmos de multiplexación para el canal B.

La recomendación G.711 describe el PCM, y la codificación de voz (ley  $\mu$  y ley A).

La recomendación G.721 describe una adaptación de la compresión de información de voz, al convertir una muestra de 8 bits en una de solo 4. La recomendación G.722 describe un algoritmo similar pero para transporte de audio a 7 kHz.

El LAPD se encuentra en el nivel 2, se utiliza en el canal D, aunque puede llegar a ser usado en el B también. El LAPD se describe por medio de la recomendación CCITT Q.920 (I.440) y Q.921 (I.441).

Las recomendaciones de la CCITT Q.930 (I.450) y Q.931 (I.451) definen el nivel 3 del modelo OSI. El protocolo Q.931 se verá posteriormente.

La recomendación Q.922 describe los procedimientos de enlace para el modo de trama y conmutación de trama. El Q.933 describe los mensajes de señalización para establecer servicios del modo de trama.

La recomendación CCITT T.70 especifica un conjunto de protocolos para el soporte de teletexto y fax.

Una aclaración pertinente es la de que el hecho de que un usuario origen tenga un atributo de acceso, no será necesario que el receptor tenga los mismos atributos que el primero.

### 2.8.3.3 ATRIBUTOS GENERALES Y SERVICIOS SUPLEMENTARIOS

Tabla 2-6 Atributos generales

Atributos generales	Valores posibles de los atributos			
10. Servicios suplementarios	Identificación de número interés comunitario	Ofrecimiento de llamada Tarificación	Completación de llamada Transferencia de información adicional	Multiparty
11. Calidad del servicio	En estudio			
12. Posibilidades de interacción				
13. Operacional y comercial				

Los atributos generales (Tabla 2-6), son usados para especificar características adicionales de un servicio portador individual, como son

servicios suplementarios, calidad del servicio, y algún otro aspecto comercial u operacional.

Los servicios suplementarios permiten a la red proveer al usuario un control más flexible y dinámico de como usar la red, más allá del mero transporte de bits. Existen siete categorías de servicios suplementarios, que se encuentran descritas en la recomendación CCITT I.250. La descripción exacta de cada categoría se encuentra en las recomendaciones I.251 a la I.257 respectivamente.

*Identificación del abonado.* Estos servicios incluyen:

*Direct Dialing In (DDI).* Permite a un usuario llamar a otro en un PBX RDSI compatible o red privada sin la intervención de la operadora.

*Multiple Subscriber Number (MSN).* Permite alojar varios números RDSI a una sola interface RDSI.

*Calling Line Identification Presentation (CLIP).* Envía el número del abonado llamante hacia el abonado llamado.

*Calling line identification restriction (CLIR).* Permite al abonado llamante omitir el envío del número de abonado propio hacia el abonado llamado.

*Connected Line Identification Presentation (COLP).* Provee al abonado llamante el número del abonado al que actualmente esta llamando.

*Connected Line Identification Restriction (COLR)*. Permite al abonado llamado restringir el despliegue de su número en el abonado llamante.

*Malicious Call Identification (MCI)*. Permite al abonado llamado identificar al llamante cuando este realiza llamadas maliciosas.

*Subaddressing*. Identifica la dirección completa de la parte llamante.

*Call Offering*. Son aquellas que afectan la conexión y enrutamiento de las llamadas.

*Call Transfer (CT)*. Permite a un usuario el transferir una llamada hacia un tercer abonado.

*Call Forwarding Busy (CFB)*. Permite al usuario tener un número donde enviar las llamadas cuando el abonado llamado esté ocupado.

*Call Forwarding No Reply (CFNR)*. Permite enrutar las llamadas que no sean contestadas en cierto tiempo hacia un abonado predeterminado.

*Call Forwarding Unconditional (CFU)*. Permite enrutar siempre todas las llamadas hacia otro abonado.

*Call Deflection (CD)*. Provee un mecanismo para que todas las llamadas hacia dicho número sean automáticamente desviadas hacia otro abonado.

*Line Hunting (LH)*. Permite distribuir llamadas entrantes hacia un miembro de un grupo de abonados.

*Call Completion.* Son aquellos que afectan la completación de una llamada entrante.

*Call Waiting (CW).* Permite al usuario ser notificado cuando una nueva llamada llega; el abonado llamado puede escoger alguna de las dos, o conmutar entre ambas.

*Call Hold (CH).* Permite retener la llamada, mientras efectúa otra, y al final puede reconectar la primera.

*Completion of Calls to Busy Subscribers (CCBS).* Define la forma para completar una llamada aún cuando el abonado llamado esté ocupado.

*Multiparty.* Permite la comunicación entre más de dos abonados al mismo tiempo.

*Conference Calling (CONF).* Permite a varios usuarios comunicarse al mismo tiempo entre sí.

*Three-Party Service (3PTY).* Permite al usuario retener una llamada y hacer una nueva mientras tanto. El usuario puede entonces conmutar entre ambas llamadas, o inclusive juntarlas, para más tarde separarlas.

*Comunity of Interest.* Permite la definición de redes "privadas" dentro de una red pública.

*Closed User Group (CUG).* Permite el tener una red restringida, donde solo se puedan comunicar entre ellos. Uno o más de los miembros del CUG pudiesen recibir y hacer llamadas, o inclusive pertenecer a varios CUG's.

*Private Numbering Plan (PNP).* Permite la definición de una numeración privada con recursos de la red pública.

*Multilevel Precedence and Preemption Service (MLPP).* Permite tener una prioridad a las llamadas, y en caso de no haber suficientes recursos, este tipo de facilidad puede reasignar los recursos de un abonado con menor categoría, hacia uno de mayor categoría.

*Priority service.* Provee de un trato preferencial a los abonados con dicha facilidad.

*Outgoing call barring.* Permite prohibir una llamada saliente de un CUG.

*Charging.* Provee información acerca de la forma de tarificar, y también permite transferir el cargo hacia un abonado distinto al llamante.

*Credit Card Calling (CRED).* Permite a la parte llamante hacer el cargo en una tarjeta de crédito. También incluye los métodos de identificación y autenticación.

*Advice of charge (AOC).* Permite a la parte que paga, el ser informado acerca del cargo.

*Reverse Charging (RC).* Permite el solicitar que el cargo se haga hacia el abonado llamado, en lugar del llamante.

*Additional Information Transfer.* Permiten información a ser transferida entre usuarios en adición a una llamada básica.

*User-to-User Signalling (UUS).* Permite la transferencia limitada de información entre usuarios (datos) a través del canal de señalización asociado durante una llamada RDSI.

## **2.9 PROTOCOLO X.25**

En 1974 el CCITT propuso una norma para protocolos de acceso a redes en los niveles 1, 2 y 3. Al conjunto de estas normas se le conoce como X.25. Al protocolo de la capa 3 se le conoce normalmente como X.25 PLP, y es muy usado como protocolo de capa de red orientada a conexión.

La capa 1 del X.25 está relacionada con la interface eléctrica y mecánica y por lo general utiliza el protocolo RS-232-C.

La tarea de la capa 2 consiste en asegurar que se lleve a cabo una comunicación fiable entre el DCE's. Los protocolos que se utilizan son los LAP (procedimiento de enlace) y LAPB (procedimientos de enlace B).

La capa 3 trata conexiones entre un par de DTE. Existen dos formas de llevar cabo esto: Pro medio de una llamada virtual, o por medio de circuitos virtuales permanentes. Una llamada virtual es parecida a una llamada telefónica común y corriente, es decir: se establece una conexión, se envían los datos y, después, se libera la conexión. El circuito virtual permanente es parecido al de una línea alquilada; siempre está presente, por lo que cualquiera de los DTE's involucrados puede transmitir datos en el momento que lo desee.

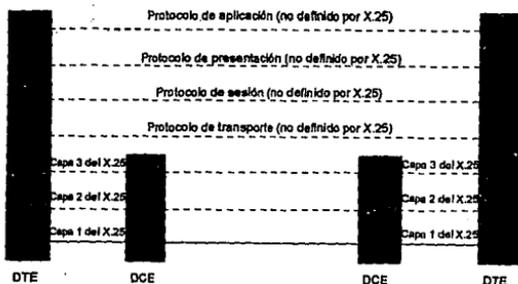


Fig. 1-12 ubicación del protocolo X.25 en el modelo OSI.

Las conexiones denominadas virtuales por el CCITT se llevan a cabo de la siguiente forma. En el momento en que un DTE quiera comunicarse con otro DTE, primero deberá establecer una conexión. El DTE crea un paquete *SOLICITUD DE LLAMADA* y lo pasa a su DCE. La subred, entonces, se encarga de entregar el paquete al DCE destino, quien a su vez lo pasa al DTE destino. Si éste desea aceptar la llamada, envía un paquete *LLAMADA ACEPTADA* en sentido inverso. Cuando el DTE origen recibe dicho paquete, se establece el circuito virtual.



Fig. 2-13 Las tres fases de una conexión X.25

A partir de este momento, los dos DTE pueden transferir paquetes de datos. Para terminar la comunicación, cualquiera de los dos DTE, enviará un paquete de *SOLICITUD DE CANCELACIÓN* al otro lado, el cual contestará con

un paquete *CONFIRMACIÓN DE CANCELACIÓN* como reconocimiento. En la figura 5-45 se muestran las tres fases correspondientes a la conexión en X.25.

En la figura 5-46a se muestra el formato del paquete *SOLICITUD DE LLAMADA*. Este paquete, así como los otros paquetes X.25 comienza con una cabecera de 3 octetos.

Los campos correspondientes a *Grupo* y *Canal* forman un número de circuito abierto virtual de 12 bits. Un DTE puede llegar a tener hasta 4095 circuitos virtuales simultáneamente. Los campos *Grupo* y *Canal*, desde el punto de vista individual, no tienen un significado particular.

El campo *Tipo*, se encarga de identificar el tipo de paquete. El bit del campo *Control* se fija con un valor de 1 en todos los paquetes de control y con un valor de 0 en todos los paquetes de datos.

Los campos restantes que se muestran en la figura 5-46a, son exclusivos del paquete de *SOLICITUD DE LLAMADA*. Los dos campos siguientes indican la longitud de las direcciones del que llama y del llamado, respectivamente. Las dos direcciones están codificadas como dígitos decimales, con 4 bits por cada dígito.

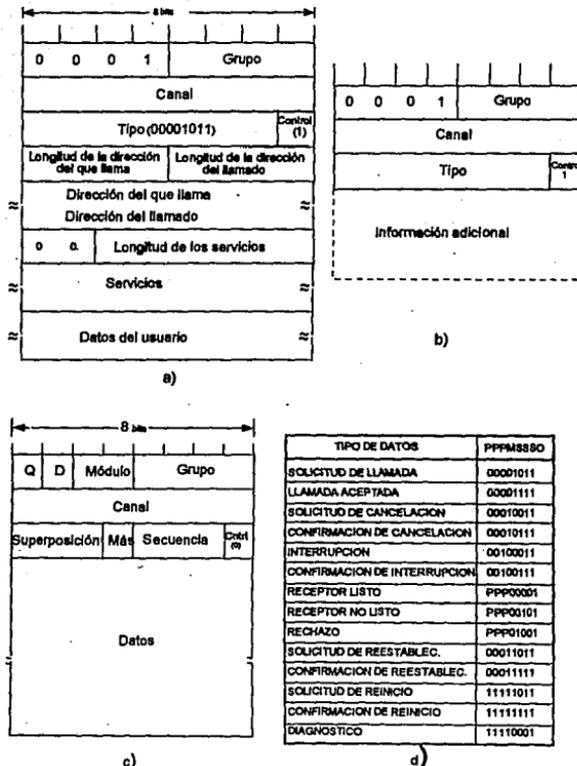


Fig. 2-14 paquetes en X.25. a) Solicitude de llamada. b) Paquete de control. c) Paquete de datos. d) Valores para el campo de tipo. (P = Superposición, S = Secuencia, M = Más.)

El campo *Datos de usuario* permite que el DTE transmita hasta 16 octetos juntos de datos con el paquete *SOLICITUD DE LLAMADA*. Los DTE

pueden decidir por sí mismos qué hacer con esta información; podrían decidir, por ejemplo, utilizarla para indicar el proceso al cual el usuario desea conectar el DTE. Podría contener también un *password*.

En la figura 5-46b se muestra el formato del paquete de control *SOLICITUD DE CANCELACIÓN*, por ejemplo, indica la razón por la cual se canceló la conexión. Esta se encuentra dentro del campo de información.

En la figura 5-46c se muestra el formato del paquete de datos. El bit *Q* indica que son datos calificados. Esto es para permitir que los protocolos, en las capas de transporte y capas superiores, fijen el valor de este bit en 1, y así poder separar sus paquetes de control de sus paquetes de datos. El campo *Control* siempre tiene un valor de 0 para los paquetes de datos. Los campos de *Secuencia* y *Superposición* se utilizan para el control de flujo. El significado del campo *Superposición* está determinado por el valor fijado para el bit *D*. Si  $D = 0$ , un asentimiento subsiguiente sólo significará que el DCE local ha recibido el paquete, y no que lo haya recibido el DTE remoto. Si, por otra parte  $D = 1$ , el asentimiento será un asentimiento verdadero de extremo a extremo, lo cual significa que el paquete se ha entregado con éxito al DTE remoto.

El campo *Más* le permite a un DTE indicar que un grupo de paquetes pertenecen al mismo conjunto. En un mensaje largo, cada paquete, excepto el último, tendrá el bit *Más* puesto a uno.

Los otros tipos de paquetes de control son los que se muestran en la lista de la figura 5-46d. Los paquetes de *INTERRUPCIÓN* permiten que una señal pequeña (de 32 octetos) sea transmitida fuera de secuencia. Un uso común de este paquete consiste en comunicar el hecho de que un usuario terminal presionó la tecla de fin o terminación. Un paquete *INTERRUPCIÓN* se asiente mediante un paquete de *CONFIRMACIÓN DE INTERRUPCIÓN*.

El paquete *RECEPTOR LISTO (RR)* se utiliza para transmitir acuses de recibo cuando no hay tráfico sobre el. El campo *PPP* indica cuál es el siguiente paquete que se está esperando.

El paquete *RECEPTOR NO LISTO (RNR)* le permite a un DTE avisar al otro extremo para que ya no transmita más paquetes por el momento; después el *RECEPTOR LISTO* se puede utilizar para indicarle al DCE que proceda a transmitir.

El paquete *RECHAZO* permite que un DTE solicite la retransmisión de una serie de paquetes. El campo *PPP* da el primer número de secuencia deseado.

Los paquetes de *REESTABLECIMIENTO* y *REINICIO* se utilizan para recuperarse de fallas.

Una *SOLICITUD DE REINICIO* es mucho más seria, se utiliza en el momento en que falla un DTE o n DCE, y por lo tanto, se ve forzado a abandonar todas sus conexiones.

También existe un paquete de *DIAGNOSTICO*, para permitir que la red informe al usuario sobre los problemas existentes.

## 2.10 PROTOCOLO DE ENLACE EN EL CANAL D (LAPD)

La función primaria de la capa de enlace es el de proveer una comunicación libre de errores entre dos dispositivos adyacentes. Existen varias tareas para lograr a llevar a cabo esto:

- *Framing*. Delimitación de las tramas de información.
- *Addressing*. Indicación de cual es el emisor y cual el receptor.
- *Sequencing*. Mantener la adecuada secuencia de las tramas transmitidas.
- *Acknowledgment*. Reconocimiento de recepción de tramas.

- *Time outs.* Manejo de situaciones en que las acciones no suceden dentro de un tiempo máximo.
- *Error control.* Detección de errores, (bits, tramas fuera de secuencia, tramas perdidas) y corrección de los mismos.
- *Flow control.* Mecanismo para evitar que un terminal rápido sature a uno más lento.

Los procedimientos de enlace en la RDSI, se ejecutan a través del canal D, y al conjunto de ellos se les denomina LAPD (Link Access Procedures on the D-channel), el cual es muy similar al LAPB X.25.

### 2.10.1 TRAMAS LAPD

La unidad de transmisión en el LAPD es la trama; una trama contiene los siguientes campos:

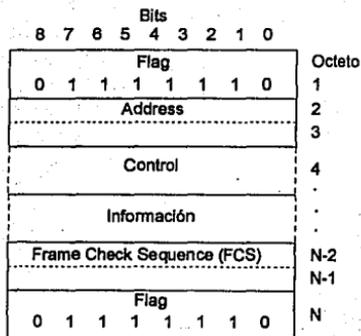


Fig. 2-15 Formato de trama LAPD.

- **Flag.** El patrón de bits 01111110 (7Eh), indica el inicio o el fin de una trama.
- **Address.** Identifica al dispositivo del usuario (y servicio) que esta enviando, o se pretende recibir. Siempre es de dos octetos.
- **Control.** Identifica el tipo de trama; contiene los números de secuencia y reconocimiento. Su tamaño puede ser de uno o dos octetos dependiendo del tipo de trama.
- **Information.** Contiene la información del protocolo de nivel superior (por ejemplo el Q.931), mensajes, datos de usuario, o información referente al manejo del LAPD. El tamaño puede variar (siempre en octetos completos); no siempre existe este campo.

- *Frame Check Sequence*. Contiene el valor calculado para el CRC usado para la detección de errores en los bits transmitidos.

## 2.10.2 TIPOS DE TRAMAS LAPD

El campo de control especifica el tipo de trama, generalmente son tres :

- *Tramas de información (I)*. Contienen datos de niveles más altos (incluidos los datos del usuario).
- *Tramas de supervisión (S)*. Controlan el intercambio de tramas *I*. Se utilizan para enviar reconocimientos, indicaciones de control de flujo, y recepción de tramas *I* fuera de secuencia.
- *Tramas no numeradas (U)*. Son usadas para establecer y terminar una conexión, intercambio de información sin secuencia, negociar los parámetros para el nivel de enlace, e indicar algunas condiciones de error que no pueden ser corregidas por medio de la retransmisión de datos.

## 2.11 PROTOCOLO DE NIVEL 3 EN EL CANAL D

La definición *control básico de llamada*, comprende el establecimiento, manutención y liberación de una llamada. El término implica la creación de una trayectoria a través de la red desde un usuario a otro.

Los protocolos CCITT para el *control básico de llamadas* están contenidas en la recomendación Q.931.

Los *servicios suplementarios* están definidos en la recomendación Q.932.

### 2.11.1 FORMATO DEL MENSAJE

Los mensajes de la recomendación Q.931, están comprendidos por una serie de bloques de datos llamados *Elementos de información*. Todos los mensajes tienen un formato común, como se puede ver en la figura 2-16.

- *Discriminador de protocolo*. Identifica el protocolo al que pertenece el mensaje.
- *Referencia de llamada*. Identifica específicamente la llamada a la cual el mensaje se aplica.
- *Tipo de mensaje*. Identifica el tipo de mensaje.

*Otros elementos de información*. Se requiere dependiendo del tipo de mensaje.

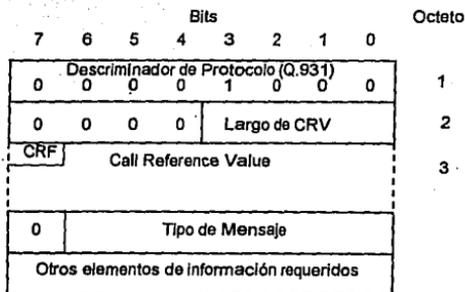


Fig. 2-16 Formato de mensajes Q.931 (1.451).

Los mensajes del nivel 3 de la RDSI para control de llamadas, son transportadas en el campo de información de las tramas-I del LAPD.

Debido a que el canal D puede soportar casi cualquier protocolo de nivel 3, como lo puede ser el X.25, el campo discriminador de protocolo define un código especial para cada tipo de protocolo de nivel 3.

el usuario para hacer referencia a una llamada activa. El CRV es asignado al principio de una llamada y permanece fijo hasta el fin de la llamada.

El CRF se utiliza para evitar que dos distintas llamadas puedan tener el mismo valor de CRV; el lado originante coloca el CRF a cero y el destino a uno.

El *tipo de mensaje* es la indicación de la acción o petición a ser desarrollada, algunos ejemplos de estos se encuentran en la tabla 2-7.

Tabla 2-7 Tipos de mensajes Q.931

Nombre del mensaje	Función
<b>Establecimiento de llamada</b>	
ALERTING	Indicación de timbrado
CALL PROCEEDING	Recepción de info para establecimiento de la llamada
CONNECT	Llamada completada
CONNECT ACKNOWLEDGE	Reconocimiento de CONNECT
<b>Fase de información de la llamada</b>	
HOLD	Petición de retención de llamada
HOLD ACKNOWLEDGE	Petición de retención aceptada
RESUME	Petición de reinicio de una llamada previamente suspendida
RESUME ACKNOWLEDGE	Petición de reinicio concedida
RESUME REJECT	Petición de reinicio rechazada
<b>Liberación de llamadas</b>	
DISCONNECT	Cuelgue, liber. facilidades, fin tesación
RELEASE	Liberación del canal B
<b>Misceláneos</b>	
CONGESTION CONTROL	Control de flujo de info de usuario
STATUS	Indica el estado del canal

## 2.12 LA INTERFACE USUARIO-RED EN LA ERA DE LA RDSI

En la red telefónica actual, cuando un usuario descuelga su teléfono, este cierra un circuito, provocando un flujo de corriente. La central telefónica envía entonces un tono para indicar al usuario que es el momento de indicar, ya



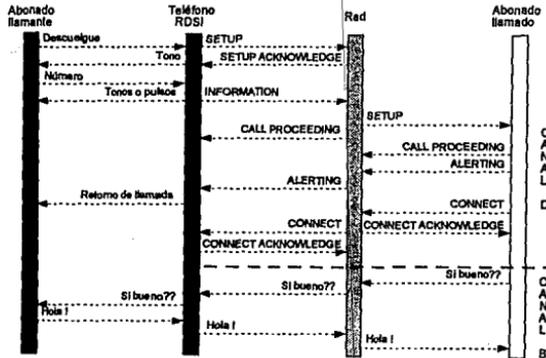


Fig. 2-18 Interfaces Abonado-Teléfono, y Teléfono-Red en la RDSI.

Debido a que el ser humano está acostumbrado a escuchar un tono de invitación a marcar, antes de teclear el número, la interface RDSI hacia el humano no tiene variaciones desde el punto de vista de este como se puede ver en la figura 2-18. Nótese que la señalización RDSI se hace a través del canal D, y la conversación se lleva a cabo sobre el canal B.

### III.- ARQUITECTURA DE LA RDSI

#### 3.1 ARQUITECTURA BASICA

La idea esencial de la arquitectura de la RDSI es la de proveer un **enlace digital**, un enlace conceptual entre el usuario y la red a través del cual puedan fluir los bits. Sin importar donde se originen los bits, ya sea de un teléfono digital, una terminal digital, un facsímil digital o cualquier otro dispositivo. Lo único importante es que puede existir un tránsito bidireccional de bits a través del enlace.

El enlace digital puede soportar múltiples canales independientes por medio de la multiplexación por división en el tiempo del flujo de bits. El formato exacto del flujo de bits y su multiplexación es una parte cuidadosamente definida en las especificaciones de la interfaz para el enlace digital. Se han desarrollado dos estándares principales para el enlace, un estándar de ancho de banda bajo para pequeños usuarios y un estándar de gran ancho de banda para usos comerciales el cual soporta múltiples canales que son idénticos a los canales que se le proporciona a los pequeños usuarios. Aún más, la versión para usos comerciales puede tener múltiples canales si es que requieren una capacidad adicional superior a la que puede proporcionar el estándar comercial. En la figura 3.1 se observa la configuración normal para pequeños usuarios.

Se coloca un dispositivo de terminación de red conocido como **NT1** el cual se conecta por una parte en el lado usuario y por la otra hacia la línea de la compañía que proporciona el servicio la cual se encuentra a kilómetros de distancia, utilizando el mismo par trenzado que había sido anteriormente utilizado para conectar el teléfono del usuario.

La caja del **NT1** cuenta con un conector en su interior en el cual se puede insertar un bus de cables pasivo. Hasta 8 dispositivos RDSI tales como teléfonos, terminales, alarmas y otros pueden ser conectados de manera similar a como se conectan los dispositivos en una **LAN**.

Actualmente, el **NT1** es más que un simple panel de acoplamiento, contiene dispositivos electrónicos para administración de red, prueba de loop local y remoto, mantenimiento y monitoreo.

El **NT1** también tiene la capacidad para la resolución de conexión, de tal forma que si varios dispositivos tratan de acceder el bus al mismo tiempo, este puede determinar cual debe tener el acceso al bus.

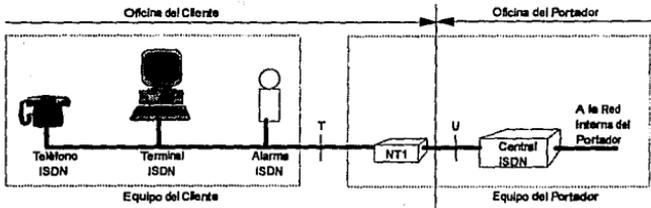


Figura 3.1 Configuración para pequeños usuarios de RDSI

En términos del modelo OSI, la NT1 es esencialmente un dispositivo de capa física. Esto es que está relacionado con la forma de la clavija y de los voltajes que se utilizan para representar los bits, sin embargo, no sabe nada de como están construidas las tramas.

Un abonado RDSI que tenga acceso a través de un par trenzado puede tener los siguientes dispositivos :

- Un teléfono
- Un facsímile
- Una estación de trabajo por computadora

- Una impresora
- Un dispositivo gráfico

Cualquier par de dispositivos de los enlistados, puede trabajar simultáneamente a través de la red pública a la velocidad de 64 Kbit/seg. Al mismo tiempo se tiene una señal adicional de 16 Kbit/seg que nos permite señalizar hacia o desde la central de tal forma que se permite una transmisión de datos a un rate bajo.

El servicio de acoplamiento se proporcionará de acuerdo a las capas 1,2 y 3 del modelo de referencia OSI.

Para grandes negocios, el modelo anterior es inadecuado debido a que es común tener más conversaciones telefónicas cursando simultáneamente que las que el bus puede manejar. Por lo tanto en estos casos se utiliza el modelo de la figura 3.2. En este modelo encontramos un dispositivo, NT2, que puede ser un PABX (Private Area Branch Exchange), este equipo se conecta a NT1 y provee la interfaz real para teléfonos, terminales y otros equipamientos.

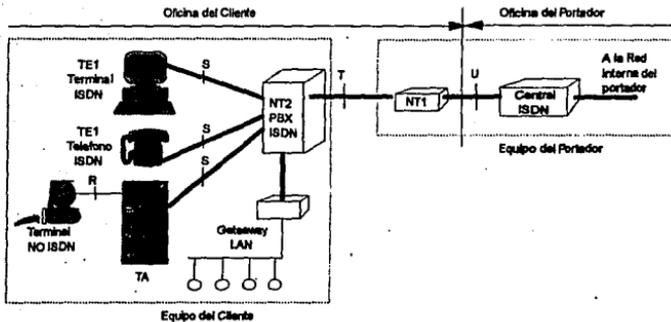


Figura 3.2 Configuración para grandes usuarios de RDSI.

### 3.2 PUNTOS DE REFERENCIA

CCITT ha definido cuatro **puntos de referencia** llamados : **R, S, T y U** y estos se encuentran entre los diferentes dispositivos. Estos puntos de referencia se pueden observar en la figura 3.1 y 3.2.

El punto de referencia **U** es la conexión entre la RDSI y la NT1, actualmente es un par torcido de alambre de cobre pero en el futuro está planeado para ser reemplazado por una conexión de fibra óptica.

El punto de referencia **T** es el que provee el conector desde NT1 hacia el usuario.

El punto de referencia **S** es la interfaz entre el PBX ISDN y las terminales ISDN.

El punto de referencia **R** es la conexión entre el adaptador terminal (TA) y las terminales no-RDSI.

### 3.3 TIPOS DE CONEXION

Un usuario RDSI puede hacer una petición de un par de conexiones:

- Una conexión de conmutación de circuitos
- Una conexión de conmutación de paquetes

**3.3.1 CONMUTACION DE CIRCUITOS:** Se proporciona un enlace de punto a punto entre dos usuarios. Esta conexión permanece tanto tiempo como la requieran los usuarios hasta que uno de los dos usuarios decide la liberación de la conexión.

En la figura 3.3 se ilustra la conmutación de circuitos.

**3.3.2 CONMUTACION DE PAQUETES:** Entre un abonado (o un ICON) y una central existe una conexión de conmutación de circuitos permanente generalmente representada por un par.

También entre las centrales existen enlaces de circuitos, los cuales pueden ser temporalmente usados por dos usuarios,<sup>8</sup> en cuyo caso se proporciona una conexión de conmutación de circuitos. Sin embargo si tal enlace (que puede ser un canal o un enlace PCM) será usado para enviar unidades separadas de datos (mensajes) cada uno portando una dirección de destino, entonces un conjunto de mensajes consecutivos puede ser enviado sobre el mismo enlace.

Los mensajes en este caso se denominan **paquetes**. Con el fin de minimizar los retardos y mantener el espacio requerido de memoria limitado, el tamaño de este paquete debe ser suficientemente pequeño (típicamente 128 bytes).

En la **conmutación de paquetes** los paquetes se conmutan de acuerdo al principio de mensajes. De esta manera viajan libres de error. Esto se puede observar en la figura 3.4.

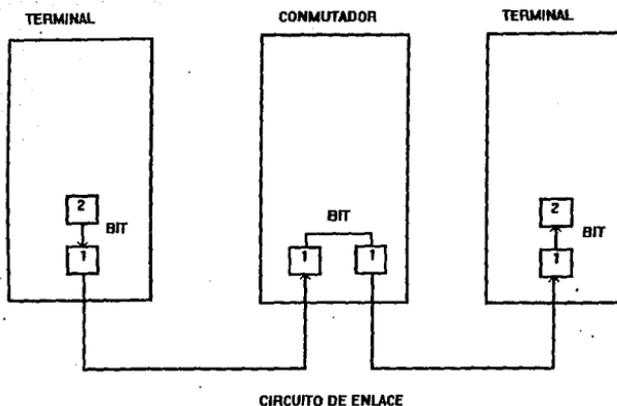


Figura 3.3 Conmutación de circuitos

En la central cada mensaje puede ser enrutado a través de diferentes enlaces, independientemente del destino del mensaje anterior como se aprecia en la figura 3.5.

### 3.4 TERMINALES RDSI

Una terminal RDSI es una terminal de datos proporcionada con una interfaz S. Este es un punto de referencia de 4 hilos definido para la interfaz de acceso básico de la RDSI. Su función es proporcionar acceso a la red y ser el único punto de referencia estandarizado por CCITT.

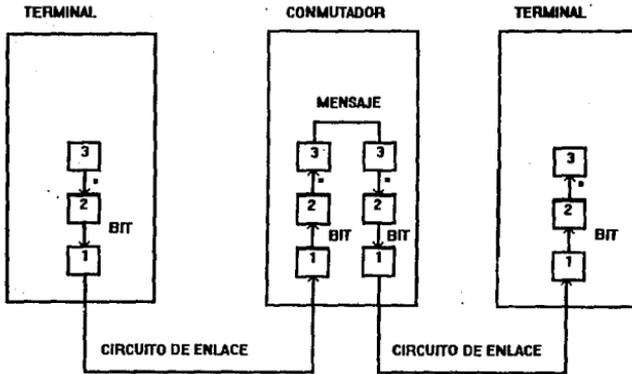


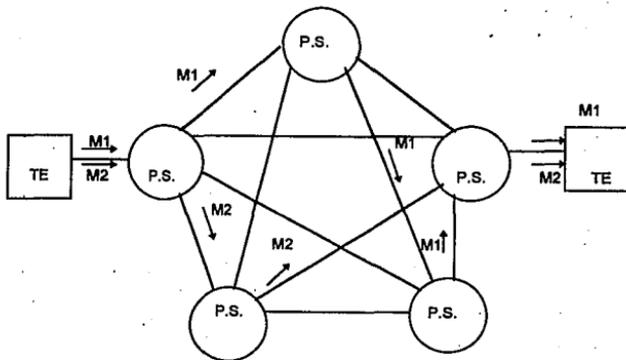
Figura 3.4 Conmutación de paquetes

CCITT describe los siguientes aspectos para la interfaz S:

- Características Físicas
- Procedimientos para Detección y corrección de errores
- Procedimientos de Enrutamiento

Cada terminal puede acceder dos canales bidireccionales de voz los que son asignados bajo una petición y señalización en el canal "D". Como resultado cada terminal puede soportar un par de conversaciones al mismo tiempo.

Las terminales que no están equipadas con la circuitería para soportar la interfaz "S" se denominan terminales NO RDSI. Con el fin de permitir a estas terminales la conexión a la red, se requerirá un equipo de traslación de protocolo denominado "Adaptador terminal" (TA).



TE : TERMINAL

P.S. : CONMUTADOR DE PAQUETES (PACKET SWITCH)

M1 : PRIMER MENSAJE

M2 : SEGUNDO MENSAJE

Figura 3.5 Enrutamiento de mensajes desde una central

### 3.5 CONEXIONES A LA CENTRAL

#### 3.5.1 ACCESO BASICO

CCITT ha estandarizado una interfaz al nivel de la línea que soporta acceso entre el usuario y la red. Esta interfaz conocida como "Acceso Básico" esta provista en el plan de cableado público existente.

Esta proporciona posibilidades para hasta 8 terminales en el nivel del punto de referencia de la interfaz "S".

El Acceso Básico proporciona las siguientes características:

- Un punto de referencia de 4 hilos hacia el abonado, que permita la conexión de hasta 8 terminales (interfaces S).
- Un punto de referencia de 2 hilos hacia la red pública, el cuál no se encuentra estandarizado por el momento (interfaces U). Solo el aspecto físico de la interfaz U difiere de la interfaz S.
- Un circuito adaptador que desarrolla la función de conversión de 2 a 4 hilos (Terminal de red transparente NT1)

- Servicio proporcionado de la siguiente forma:
  - Un canal D usado para el empaquetamiento y señalización de datos.
  - Dos canales B asignados bajo la petición de una terminal específica, para usarse en conmutación de circuitos de voz o datos, o en conmutación de paquetes de datos.
- La distancia entre la central y las terminales de red, esta limitada a 10 Km. máximo.

En la figura 3.6 se ilustra el acceso básico.

### 3.5.2 ACCESO PRIMARIO

Para usuarios que requieren un acceso limitado a la red pública, una o más configuraciones de acceso básico serán suficientes Sin embargo algunos abonados intercambian grandes cantidades de información con la red pública. Estos usuarios son guiados en un TDM de 12 canales. Esta interfaz entre el usuario y la red es llamada **Acceso Primario (PRA)**.

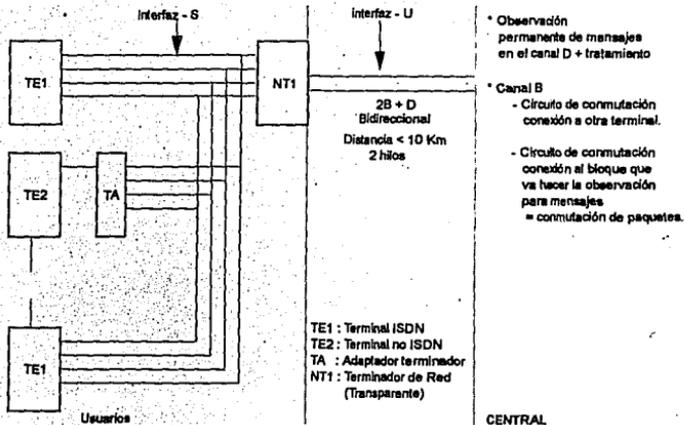


Figura 3.6 Acceso Básico

El acceso primario presenta las siguientes características:

- La interfaz usa un TDM de 32 canales, de tal forma que todas las facilidades de un TDM pueden ser usadas.
- Abonado de alto volumen de tráfico (PABX, LAN)

- El canal 16 actúa como un canal D dúplex de 64 Kbits/s manejando señalización y mensajes de datos empaquetados.
- Los canales 1-15 y 17-31 son canales B dúplex de 64 Kbits/s y pueden asignarse a cualquier usuario para aplicaciones de conmutación de circuitos o de paquetes.
- Velocidad de datos y señalización de 2.048 Mbits/s.
- La distancia entre el usuario final y la central es ilimitada, dado que es posible la regeneración.

En la figura 3.7 se ilustra el acceso primario.

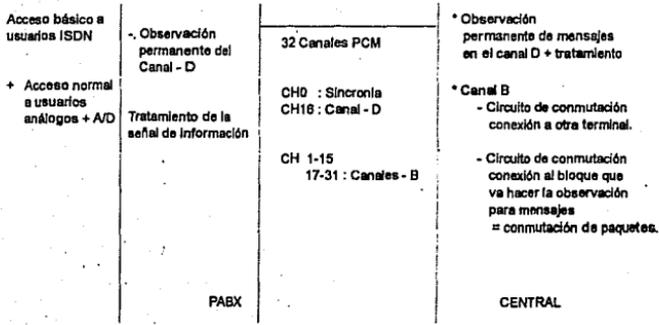


Figura 3.7 Acceso Primario

### 3.6 ESTRUCTURA DE LA RDSI EN UNA CENTRAL

#### 3.6.1 ESTRUCTURA GENERAL

La estructura general se constituye por: tres módulos, concentrador y un sistema ACE.

ICON: Concentrador RDSI

Conjunta a los accesos básicos y a PABX a través de accesos básicos, concentrándolos hacia uno o dos accesos primarios, bajo dependencia del tráfico.

**Módulo de Abonados RDSI (ISM)**

Trabaja conectando solo accesos básicos, la idea fundamental de este módulo es hacia futuro.

**Módulo de Troncales RDSI (ITM)**

Sirve como un acceso primario de entrada.

**Módulo de Conmutación de Paquetes (PSM)**

Desarrolla todas las funciones de conmutación de paquetes.

**Elemento de control auxiliar (SACE) para abonados RDSI**

Contiene todos los datos RDSI para abonados RDSI (no para servicios telefónicos)

### 3.6.2 PRINCIPIOS GENERALES

-Para servicios telefónicos, el ITM e ISM, contienen funciones de software similares a las de un módulo de abonados analógicos.

-Todos los datos telefónicos están presentes en el ISM y el ITM.

-Todos los datos típicos de RDSI están presentes en una SACE para abonados RDSI. Cada abonado RDSI tiene un número secuencial, llamado enlace b. Este será una clave de acceso a la SACE RDSI tanto para llamadas RDSI de origen como las de destino.

-Para llamadas de conmutación de paquetes, se establece una conexión de conmutación de circuitos entre ITM (o ISM) y el PSM. Desde el PSM entonces, los datos se transmiten de acuerdo al principio de conmutación de paquetes.

Direccionamiento de la instalación del usuario.

Un abonado RDSI, se identifica por un número RDSI único. Varios tipos de terminales (teléfonos, fax, PCs, etc) se pueden conectar a la vez. Con el fin de llegar a la terminal apropiada el mensaje de señalización para llamadas de

entrada (SET UP) contiene información de HLC (Compatibilidad de Capa más alta). Esta HLC indica que tipo de servicio es requerido, Telefonía, Fax, conexión a PC.

En las instalaciones del abonado B todas las terminales reciben el mensaje de Set Up y checan la información del HLC, pero solo las terminales que cumplen con el HLC indicado reaccionan proporcionando una indicación de alerta hacia el usuario y hacia la red. Si por ejemplo un conjunto de terminales diferentes como tres teléfonos, un fax y dos PCs se conectan al bus S y una llamada entrante con el HLC = telefonía arriba, solo el grupo de teléfonos reacciona y comienza a timbrar. La primera terminal que responde, recibe la llamada y las otras son liberadas.

Si dentro del bus S se desea direccionar una terminal de un grupo de terminales idénticas, se debe incluir una subdirección dentro del establecimiento de la llamada (SET UP). Solo la terminal que cumple con la subdirección reaccionará a la llamada.

Un abonado RDSI puede tener 4 diferentes tipos de terminales:

- Teléfonos
- Fax del grupo 2 y 3
- Fax del grupo 4 y 5

-PC

Cada uno de estos tipo de terminales tiene su propio sistema de numeración con el que se puede acceder una central RDSI. La central translada esos números en un número RDSI único y un HLC correspondiente.

Una terminal del tipo NT2 se puede direccionar de la misma manera, a través de un número único RDSI y una subdirección o puede ser seleccionado por una serie de números de PABX-DID. (DID= En marcación directa)

Cada PABX-DID tiene un número de prefijo de PABX y un rango de números de extensiones. Para los números de extensiones se aplican las siguientes reglas:

-Los PABX conectados a través de uno o más PRA tienen un rango de divisiones de  $n \times 10$  números de extensiones.

-Los PABX conectados a través de uno o más accesos básicos tienen un rango de máximo dos divisiones no consecutivas de  $n \times 10$  números de extensiones.

En suma, para cada uno de esos BAs o PRAs usados para conexiones PABX se pueden asignar una cantidad máxima de 256 números individuales.

### **3.7 SEÑALIZACION PROTOCOLOS PARA LA RDSI**

#### **3.7.1 PROTOCOLO Q931**

-También llamado protocolo RSDI.

-Corre tanto en el canal D del acceso Básico como en el canal D del Acceso Primario.

-Se usa para hacer peticiones de (o liberaciones de) un canal B para establecer conexiones de conmutación de circuitos (para establecer una conmutación de paquetes es necesario establecer antes una conmutación de circuitos).

-Pertenece al nivel 3 del modelo de referencia OSI: Capa de red.

#### **3.7.2 PROTOCOLO X.25**

-Corre en un canal B entre la terminal de paquetes y el módulo de conmutación de paquetes (PSM), cuando se ha establecido una conexión de conmutación de circuitos entre el ITM y PSM.

-Es una "negociación entre el usuario y la central de conmutación de paquetes con el fin de establecer una conexión de conmutación de paquetes, la petición y liberación de esta conexión están incluidas.

-Los paquetes mismos se incluyen en el protocolo X.25.

### **3.7.3.- PROTOCOLO INTERNO DE PAQUETES (IPP)**

El IPP consiste de dos capas:

1) El ICLP: Protocolo interno sin orientación a conexión (Internal Connectionless Protocol), el cual proporciona un servicio básico de enrutamiento de datos a nivel bajo a través de la DSN.

2) El ICP: Protocolo interno orientado a conexiones (Internal Connection Protocol) el cual proporciona conexiones orientadas a servicios.

El ICLP involucra los niveles de paquetes más altos con comandos de selección y de limpieza de la DSN, los que permiten el establecimiento de una trayectoria adecuada a través de la DSN para los paquetes de datos y automáticamente libera después de que el paquete ha sido transmitido.

Además el ICLP proporciona direccionamiento al usuario a través de un discriminador de usuario, lo que permite al elemento de control receptor determinar el más alto nivel de usuario que se requiere.

El ICP establece, libera y protege los paquetes de datos de usuarios, referidos como conexiones virtuales. Además tienen disponibles como procedimientos par el usuario las peticiones de reconocimiento, conexión y desconexión de circuitos virtuales.

El IPP fue especialmente diseñado para proporcionar un transporte de mensajes intercentral que llegan o se dirigen hacia X.25, CCITT N7, o un protocolo de enlace RDSI. Los mensajes IPP son manejados por el sistema operativo con mucho más velocidad que otros mensajes.

#### **3.7.4 PROTOCOLO X.75**

-Desarrolla señalización entre centrales para conexiones de conmutación de paquetes.

-Es usado:

- Entre centrales RDSI

- Entre centrales RDSI y centrales de conmutación de paquetes
- Entre centrales de conmutación de paquetes

### 3.7.5 SEÑALIZACION POR CANAL COMUN

-También llamada Señalización Número 7.

-Desarrolla señalización intercentrales para conexiones de conmutación de paquetes.

En la figura 3.8 se muestran los protocolos y señalización de la RSDI.

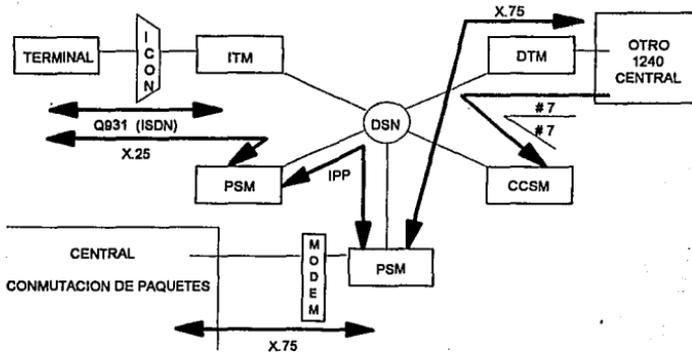


Figura 3.8 Protocolos y señalización en RDSI

### 3.8 RECOMENDACIONES DEL CCITT PARA LA RDSI

Dado que la RDSI es básicamente un rediseño de la red telefónica existente con el fin de integrar otros servicios que son demandados por las necesidades modernas de comunicación, la coordinación internacional es llevada a cabo por el CCITT y sus grupos de estudio en lugar de por la ISO.

Con el fin de implementar la RDSI, CCITT ha recomendado las reglas para una red RDSI. CCITT define la RDSI como sigue:

"Es una red que va desde la red digital integrada telefónica (RDI), brindando conexiones digitales desde un usuario final a otro y soportando un amplio rango de servicios para los cuales los usuarios tendrán acceso a través de un conjunto limitado de interfaces de propósitos múltiples."

El CCITT trabaja por períodos de cuatro años durante los cuales los grupos de estudio preparan recomendaciones las cuales deben ser aprobadas por una sesión plenaria que tiene verificativo cada cuatro años. Las recomendaciones básicas para la RDSI fueron aprobadas en 1984 y tuvieron algunas modificaciones en 1988. A continuación se listan algunas de las recomendaciones básicas (Decina, 1986).

Número Título

I.120	Redes Digitales de Servicios Integrados
I.210	Principios de servicios de telecomunicaciones soportados por una RDSI
I.211	Servicios portadores soportados por una RDSI
I.310	Principios funcionales de la red RDSI
I.320	Manual de referencia del protocolo RDSI
I.411	Configuraciones de referencia - interface usuario/red RDSI
I.412	Estructura y acceso de la interface usuario/red RDSI
I.420	Interface básica usuario/red
I.421	Acceso primario usuario/red
I.430	Especificación de Capa 1 interface usuario/red de acceso básico
I.431	Especificación de Capa 1 interface usuario/red de acceso primario
I.440,	Aspectos generales - protocolo de la interface de la capa de enlace de datos usuario/red de la RDSI
I.441	Especificación de la interface de la capa de enlace de datos usuario/red de la RDSI
I.450	Aspectos generales interface de la capa 3 usuario/red de la RDSI
I.451	Especificación - interface de la capa 3 usuario/red de la RDSI

## **IV.- EL CONCENTRADOR REMOTO RDSI (ICON)**

### **4.1 INTRODUCCION.**

EL ICON ( CONCENTRADOR RDSI ). Es una unidad remota y puede ser considerado como una extensión de una central RDSI, es usado para conectar abonados digitales, analógicos o una combinación de ellos, la conexión se hace a través de un acceso básico, la conexión del ICON hacia la central es a través de uno o dos enlaces PCM a 2Mbps. ( P R A ). y consiste de 30 canales B + D .

El concentrador RDSI es una configuración especial de un concentrador mas general , en el caso del concentrador analógico, es utilizado como terminal remoto en el sistema para ahorrar pares de hilos para extender la red y reducir el costo de la red local.

Existen dos tipos de concentradores, uno para uso en interiores y el otro para uso en exteriores.

**Las siguientes configuraciones del concentrador son soportadas:**

#### Capítulo IV El concentrador remoto RDSI (ICON)

	número de líneas	tipo	enlace P C M	
<b>A.</b>	1 - 256		analógico	1
	1 - 64		ISDN	
<b>B.</b>	1 - 256		analógico	2
	1 - 128		ISDN	

- En el concentrador pueden conectarse hasta 256 líneas analógicas con 1 o 2 enlaces PCM, dependiendo del tráfico esperado por línea.
- En el mismo ICON, puede ser equipado con un menor número de líneas analógicas e introducidas líneas ISDN .
- Puede tener conectadas líneas analógicas y líneas ISDN. El cambio de líneas analógicas a líneas digitales ISDN puede ser efectuado, se puede cambiar 16 líneas analógicas por 8 líneas digitales ISDN .
- Dos enlaces PCM pueden ser instalados en lugar de 1 para:
  - Incrementar la confiabilidad duplicando las funciones importantes (distribución de reloj).
  - Manejar un tráfico mayor.

## 4.2 TIPOS DE CONEXION USADAS EN EL ICON

### 4.2.1 ACCESO BASICO (B A)

Es usado para la conexión de una línea ISDN a el concentrador, este consta de dos canales "B" + uno "D". Sus principales características son :

- Interface S.- esta permite la conexión de hasta 8 terminales a 4 hilos, pero solo dos de estas terminales pueden estar activas al mismo tiempo.
  - Se considera como interface U hacia la red publica.
  - Tiene un circuito para hacer la conversión de 2 a 4 hilos. (NT1) llamada terminación de red transparente.
  - La transmisión se hace a través de 2 canales B + un canal D usado para empaquetamiento y señalización de datos, mientras que los canales B se usan para la conmutación de circuitos de voz o datos, o para la conmutación de paquetes de datos.
1. La velocidad de transmisión de un acceso básico es de 144 Kbps.
  2. Los canales B transmiten a 64 Kbps
  3. El canal D transmite a 16 Kbps.
  4. Por lo tanto  $2B + D = 144$  Kbps.
  5. La distancia entre el ICON y el abonado esta limitada a 10 Kms.

#### **4.2.2 ACCESO DE VELOCIDAD PRIMARIA (PRA)**

- Se emplea para conectar usuarios que manejan una gran cantidad de información sus características principales son:
- Se utilizan enlaces PCM a 2.048 Mbps.
- La transmisión se hace a través de 30 canales B (1 - 15 y 17- 31) para la transmisión de voz y datos, a una velocidad de 64 Kbps y un canal D para señalización, utilizando una velocidad de transmisión de 64 Kbps.
- La distancia entre el usuario y la central es prácticamente ilimitada, debido a el uso de repetidores.

#### **4.2.3 INTERFACES**

Las interfaces utilizadas son las mismas que se utilizan en la red digital de servicios integrados.

#### **4.2.4 CONFIGURACION DEL I C O N**

#### 4.2.4.1 DIAGRAMA A BLOQUES DE UN CONCENTRADOR BÁSICO.

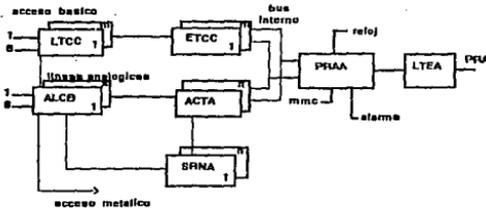


Figura 4.1 Diagrama a bloques de un concentrador básico.

#### TARJETAS IMPRESAS:

- **LTCC** = circuito de terminación de línea ISDN para 8 interfaces U.
- **ALCB** = circuito de línea analógica para 8 líneas analógicas.
- **ETCC** = circuito de terminación de central ISDN para 8 accesos básicos.
- **ACTA** = controlador de línea analógica, controla 8 tarjetas ALCB.
- **SRNA** = circuito simplificado de timbrado, una por cada ACTA.
- **PRAA** = terminación del enlace PCM en la central.
- **LTE** = equipo de terminación de línea (regenerador PCM).

#### 4.2.4.2 HARDWARE OPCIONAL

- a).- Para acceso a pruebas de línea.

- **TAUA** unidad de acceso a pruebas de línea.

- **ACTB** controlador de unidad de acceso a pruebas.

b).- para conexión en cascada o uso de multiplexor.

- **PRAB** es una PRA esclava, usada para multiplexor PCM, o aplicaciones de conexión en cascada.

- **LTEB** es una LTEA ( terminación de enlace PCM ) con relevador bypass.

c).- para conexión de un PCM de 24 canales.

- **PRAC** terminación del enlace PCM de 24 canales en la central.

- **LTEC** equipo de terminación de línea (regenerador PCM 24 canales).

#### 4.2.5 DIAGRAMA A BLOQUES DE ALIMENTACIÓN.

NOTA. El concentrador esta equipado con una batería y un DOL.

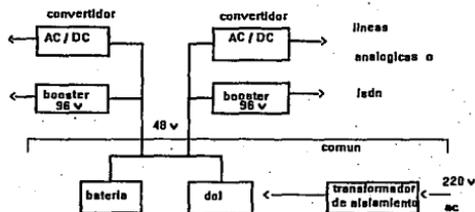


figura 4.2 diagrama de alimentación

- Hay 1 convertidor DC / DC previsto para 128 líneas analógicas o equivalente.
- Hay un booster que suministra potencia para alimentación remota de líneas ISDN prevista para 64 accesos básicos.

## 4.3 CONFIGURACIONES POSIBLES

### 4.3.1 CASCADA

Existen diferentes tipos de configuración una de ellas es la configuración en cascada en esta opción de cascada, el protocolo ISDN PRA es estándar

para aumentar el rango de números de directorio, cada concentrador en la cadena absorbe la señalización de sus números de directorio y deja pasar el resto del tráfico, de acuerdo a el sus tablas de enrutamiento. tráfico de transito en este PRA esclavo.

Este arreglo en cascada es una configuración múltiple punto-a-punto ver figura 4.3.

El número de ICON's que pueden conectarse es variable, pueden ser entre uno y ocho, esto esta limitado por:

- La estabilidad del oscilador externo en caso de emergencia.
- Tráfico por línea.
- Capacidad de tráfico del enlace PRA.
- Retraso permitido en el control de la llamada.

Para la central no hay diferencia en el protocolo ISDN para las capas 1,2 y 3 y manejo de llamada entre un solo ICON ó varios de ellos conectados en cascada. es decir que para la central la configuración remota es una caja negra. desde el punto de vista de control de llamada la central madre ve un concentrador con "n + m + p" abonados.

Para O&M cada ICON tiene su propio número de directorio y puede ser solicitado un reporte de estado de alarmas separadamente.

Los Reportes de alarmas no solicitados de los ICONs pueden ser previsto en el enlace PCM canal 0 bits nacionales, o pueden ser reportados automáticamente vía mensajes de O&M por cada ICON.

#### CONEXION EN CASCADA

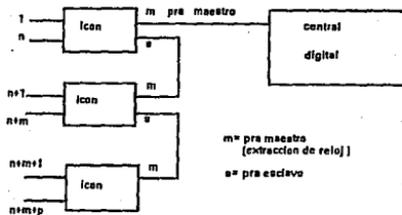


figura 4.3 conexión en cascada

#### 4.3.2 MULTIPLEXOR P R A

La multiplexación de conmutación de paquetes de datos por cada ICON dentro del P R A es posible. ver figura 4.4

Este es otro método para compartir un PRA entre mas usuarios. Por equipamiento extra de tarjetas PRAB que proveen de una interface de un PRA

hacia el usuario, la arquitectura del concentrador puede ser aplicada para optimizar el uso de los canales del PRA maestro por multiplexación de más usuarios en el PRA en una configuración estrella. las funciones realizadas por MUX PRA son:

- Para canales B multiplexación estática = trayectorias semipermanentes entre canales B maestro esclavo, de acuerdo al esquema predefinido de conmutación en base a canales.

- Para canal 16 D.

- Terminación capas 1 y 2 de protocolo de canal D.

- Terminante capa 3 : multiplexación estadística = enrutamiento de acuerdo a la indicación de canal.

- Originante capa 3 : checa indicación de canal PABX relegando las referencias de llamada y otros mensajes de señalización a el PRA .

Las funciones de relegación y enrutamiento son controladas ambas por el PRAA y PRAB.

**MÚLTIPLEXOR PRA**

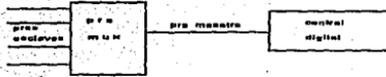


figura 4.4 multiplexor PRA

### 4.3.3 CONMUTACION LOCAL

Para las llamadas de emergencia, cuando no hay conexión hacia la central por problemas con el enlace PCM. Es posible hacer llamadas entre abonados que estén conectados al mismo ICON.

Cada tarjeta conectada a el bus interno (PRAA, ETCC, ACTA) contienen en el firmware la funcionalidad de un nodo de conmutación, por ejemplo:

- Recursos y manejo de señalización (DTMF, tonos).
- Manejo y recursos de conmutación.
- Control de la llamada, base de datos, manejo y recursos de canales.
- Inteligencia de enrutamiento.

Por consiguiente, la conmutación local esta inherentemente presente, esta característica es obtenida añadiendo datos de enrutamiento y no es necesario añadir hardware.

La capacidad de conmutación local esta limitada por:

- El tamaño de la base de datos, conteniendo abonados y datos de enrutamiento.
- El ancho de banda del bus interno, parcialmente limitada por la necesidad de 2 canales con conmutación de esclavo a esclavo.
- La conmutación local entre abonados conectados al mismo esclavo no utiliza el bus OBCI, la capacidad total de conmutación esta limitada a 36 trayectorias dúplex.

**nota:** El método de conmutación local con solo conexión de trayectoria de voz en el ICON y si el control de llamada esta todavía en la central, no es aplicable aquí, una vez que este método no es compatible con el protocolo de canal D.

#### **4.4 APLICACIONES ICON PARA PCM DE 24 CANALES**

Para conectar el ICON a la central madre por medio de un PRA de 24 canales (23B + D), es necesario equipar el ICON con una tarjeta diferente para

el manejo de este acceso primario (PRAC) y LTEC junto con un firmware diferente para la capa 1 y otra base de datos, sin afectar el resto del firmware y hardware del ICON.

Dentro del protocolo Q931 esta definida una interface estándar entre un concentrador y la central que le da al concentrador una función de conmutación stand-alone.

## **4.5 ESTRATEGIA EN EL I C O N.**

### **4.5.1 ESTRATEGIA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.**

El concentrador contiene para el mantenimiento lo siguiente:

Diagnósticos, control de bloques de seguridad, estados y manejo de dispositivos. La tarea del manejo de dispositivos desde la central esta limitada al mantenimiento, supervisión del modulo de troncales y el enlace PCM.

Las acciones de O&M en el concentrador (pruebas de línea, cambio de parámetros de una línea pueden ser activados desde una terminal, o remotamente vía el enlace PRA).

El O&M remoto es efectuado por el establecimiento de una llamada hacia el número de directorio de O&M del concentrador utilizando el canal B o D.

El canal B será usado con mas frecuencia por un centro remoto de supervisión.  
El canal D será usado con mas frecuencia cuando la central madre proporcione mantenimiento al concentrador.

Cuando en una red la interacción entre canal D y #7 es posible, la llamada de O&M a través del canal D podrá ser establecida desde un centro remoto de O&M. En ambos casos el mismo comando y de O&M será valido.

#### **PRUEBAS DE LÍNEA.**

- Acceso metálico hacia un equipo externo.
- Unidad local de acceso a pruebas.

Las pruebas pueden ser inicializadas localmente por medio de una terminal, o remotamente vía un o centro de servicio ISDN.

En caso de mantenimiento remoto, el centro de supervisión debe estar equipado con señalización ISDN (PRA o ISUP) y con software dedicado capaz de establecer llamadas hacia el ICON.

#### **4.5.2 SEÑALIZACION Y MANEJO DE LLAMADA**

Algunas de las funciones ejecutadas por el concentrador:

- Traducción del número de directorio.
- Inserción de número del llamante.
- Manejo de acceso básico y canales de acceso primario.
- Manejo de dispositivos y estados de la llamada.
- Búsqueda de líneas PABX.
- Tratamiento de facilidades ( llamada en espera,...).
- Funciones de acceso básico ( suspensión / reanudación, despertador, supervisión )
  
- Para líneas analógicas, el ICON esta equipado con receptores de MDF y tonos.

### 4.5.3 SERVICIOS

Para los abonados ISDN, señalización del canal D y función de conmutación de circuitos canal B son ofrecidos los siguientes servicios:

- Servicio de paquetes X25 en canal B. Es ofrecido para proporcionar conmutación de circuitos, conexión hacia facilidad de manejo de paquetes en la central madre.
- Conmutación de paquetes de datos, multiplexando tramas en el PRA canales B hacia la conmutación de paquetes en la central madre.

Para líneas analógicas todos los servicios son soportados si tienen su contraparte o son compatibles con el PRA ISDN, junto con los servicios específicos ISDN que pueden ser aplicados a una línea analógica.

#### 4.5.4 TECNOLOGIA HARDWARE

- Las conexiones internas del concentrador están basadas en OBCIs y bus de 4 Mbits este LSI combina una conmutación inteligente, canales de mensaje y controladores DMA.

- El PRAA (terminación del enlace pcm en el concentrador) usa el DTIC LSI, que incorpora supervisión CRC4, banda ancha y funciones CAS.

- El hardware usa el equipo normalizado: tarjetas, tamaño de las repisas y convertidores AC/DC.

- Las tarjetas de línea analógica (**ALCB**) utilizan: LSI's (MBLIC, DSP, DPTC ).
- La tarjeta de líneas ISDN (**LTCC**) utilizan: Un solo UIC por línea (2 hilos, 144 Kbits, método de cancelación de eco, codificación 4B/3T) y circuito de alimentación por línea.
- Tarjeta de terminación central ISDN (**ETCC**).
- Unidad de acceso a pruebas opcional : tarjeta **TAUA**.
- Para el OBC, controlador, procesadores 80186 a 8 Mhz, 512K EPROM, 128K RAM estática, y 32 de EEPROM.

#### 4.5.5 CONCEPTOS FIRMWARE

- Cada tarjeta conectada a el bus OBCI contiene básicamente los módulos firmware de una terminación de red inteligente **NT12**, que incluye señalización entrante/saliente, control de llamada, manejo de canales, base de datos, administrador del sistema, mantenimiento. para funciones de conmutación local puede ser añadida una base de datos y extensión en las tablas de enrutamiento.

- Estas tarjetas se comunican una con otra vía el protocolo Q931 ( interface U, interface S en acceso básico o abonados PRA ).
- La señalización y aplicaciones de O & M la capa firmware es estructurada de acuerdo a el modelo O S i.
- El firmware del sistema operativo TREM (recursos de tareas y administrador de ejecución ), es una optimizada versión de OSNC de sistema 12.
- Los lenguajes usados son : CHILL, ensamblador

#### 4.6 EQUIPAMIENTO

Esta descripción es aplicable a el gabinete para intemperie, el diseño de la versión genérica es conveniente para calor moderado.

- El gabinete para intemperie es de tipo cerrado y tiene 40 cm de profundidad, 150 cm de ancho y 157 cm de altura, esta equipado con elementos térmicos, ventilador y canales de ventilación , para mantener la temperatura interior entre 0 y 70 grados centígrados.

- EMC ( emisión & humedad ) son proporcionados en nivel de gabinete.

- El DOL ( fuente de alimentación de CD en línea ) la cual genera 48 V CD y es alimentada por la corriente alterna por medio de un transformador de aislamiento.

- Esta equipado con una batería de respaldo de 48 V con una duración autónoma de al menos 3 horas , y un tiempo de vida de al menos 10 años.

- Todas las conexiones pueden ser alcanzadas desde la parte frontal.

- La disipación máxima de potencia esta entre 500 y 700 watts, dependiendo del tráfico carga de la batería y combinación de líneas ISDN y líneas analógicas.

- Las tarjetas ETCC, ACTA y SRNA son compatibles con la posición del backpanel ; LTCC y ALCB tienen pines compatibles; esto permite el intercambio de líneas analógicas y líneas ISDN en el mismo backpanel.

- Un instrumento de medición de KW/H es opcional , conexión para teléfono de mantenimiento, conectado directamente con la central madre vía el equipo de transmisión.

- Led's de alarma , conexión para comunicación hombre maquina.

- El marco de protección de línea ( LPF ), es colocado en una área separada de las repisas, con una puerta separada de acceso, para no causar problemas mientras se alambran los pares de hilos de los abonados, esta área

separada puede ser usada para equipo de pruebas de línea. La configuración del ICON para interiores usa el mismo backpanel usado en el gabinete para exteriores, pero montado en un bastidor de S12, en esta configuración, las baterías, LTE, DOL, MDF son suministradas por separado.

## **4.7 MODULARIDAD Y DIRECCIONAMIENTO INTERNO**

### **4.7.1 MODULARIDAD**

- 8 accesos básicos ISDN ( U1 ) por tarjeta de línea ISDN ( LTCC ).
- Una tarjeta de línea ISDN por controlador ( ETCC ).
- 8 líneas de abonado analógico por tarjeta de circuito de línea. ( ALCB ).
- Máximo 8 tarjetas de línea por controlador de líneas analógicas ( ACTA ).
- 1 tarjeta de timbrado ( SRNA ) por ACTA
- Máximo 16 OBCI conectados en un bus OBCI
- Opcionalmente, 1 TAU + ACTB por concentrador para prueba de línea

El número de tarjetas instaladas en un concentrador puede ser variada dependiendo del número de líneas analógicas y líneas ISDN con la que será equipado.

Si se tiene un enlace PCM se pueden tener desde 1 hasta 256 abonados analógicos, o entre 1 y 128 accesos básicos ISDN. esto dependerá del tráfico por línea y el máximo de disipación de potencia permitido.

- Los cambios de abonados analógicos a ISDN son en pasos de 16 abonados analógicos por 8 abonados ISDN.

#### **4.7.2 DIRECCIONAMIENTO INTERNO.**

Esta es la tarea del control de la llamada del firmware en el PRAA para enrutar llamadas terminantes ISDN hacia el ETCC y ACTA correcta.

Esto es hecho en el inicio de la llamada por medio de número de directorio DN. el análisis y traducción en el PRAA, y posteriormente por el establecimiento de referencia de llamada ( CR ).

El ETCC / ACTA reciben la llamada por medio del protocolo Q931 desde el PRAA y este hace la traducción del número, para tener la línea terminal correcta. Cada bus tiene únicamente información en la base de datos que son necesarios para el mismo. así el PRA no contiene parámetros de abonados.

Para el concentrador cada abonado analógico o ISDN le es asignado un número de directorio, es tarea de la red resolver la indicación de teleservicio en ISDN - analógico.

1.- Para llamadas terminantes el número de directorio llamado en el mensaje de SETUP es traducido a una dirección hardware ( número de equipo EN ) y un número MDF ( número terminal TN ).

2.- Para llamadas originantes el ETCC / ACTA tiene que llenar en la parte llamante el número correspondiente a el número de equipo originante de la llamada, en el mensaje SETUP enviado hacia la PRAA.

La dirección hardware es única. la identificación del bus B es parte de la dirección.

#### **4.7.3 NUMERO TERMINAL**

Para identificar parámetros o un abonado en el concentrador , indexando por medio de un EN o DN no es practico. en su lugar un número terminal lógico es definido, en el rango de 0 -255. el MDF terminal tiene una relación fija con el número terminal. este número terminal es definido en inicio y algún cambio en la configuración del ICON.

- Existe una estructura de datos en el ICON , que es indexado por el número terminal, y la cual contiene :
- Tipo de línea ( analógica , ISDN )

- Dirección hardware de la línea ( enlace OBCI + dirección del controlador OBCI + dirección de la tarjeta - para línea analógica - + dirección de línea ).
- Número de directorio
- Parámetros relacionados con la línea.
- Si un concentrador es completamente analógico son validos los números terminales que están entre 1 y 256, si es completamente ISDN , será valido entre 1 y 128, los restantes deben de ser del no equipado.

#### 4.8 ALOJAMIENTO DE FUNCIONES

El concentrador esta conectado a la central madre con 1 ó 2 enlaces PCM con señalización en canal D . ( 30 B + D ).

En el caso de tener 2 enlaces , todos los abonados conectados al concentrador pueden ser alcanzados desde cualquiera de los enlaces PCM, ambos enlaces son usados en carga compartida.

Los abonados ISDN y analógicos pueden ser conectados a el concentrador , la señalización de ambos tipos es terminada y convertida a señalización PRAA de canal D a nivel de bus OBCI.

## 4.9 DIVISION DE FUNCIONES

ICON - CENTRAL - CENTRO DE SUPERVISION.

### 4.9.1 MANEJO EN EL I C O N.

#### - PARA LINEAS ISDN Y ANALOGICAS.

- Estados del abonado ( libre, ocupado ).
- Estados de la línea ( en servicio , no equipado, fuera de servicio ).
- Número limitado de clases de línea ( normal , PABX )
- Búsqueda de líneas PABX
- Traducción de número de directorio
- Manejo de dispositivos telefónicos y conmutación.
- Manejo de canales
- Pruebas de diagnóstico y de línea.
- Generación de indicación de alarmas a la central madre y generación de mensajes a el centro de supervisión.
- Recepción y ejecución de comandos de O & M y generación de respuestas al centro de supervisión.

#### - PARA LINEAS ISDN

- Inserción de número del llamante.
- Manejo de TEI + punto multipunto.

- Llamada en espera ( facilidad almacenada en la central )
- Suspensión/ reanudación de secuencia ( notificación en PRAA )

**- PARA LINEAS ANALOGICAS.**

- Generación de tono, recepción de DTMF, clases de prioridad.
- Detección de descuelgue , colección de pulsos.
- Generación de corriente de llamada, ring trip
- Guarda los parámetro DSP ( atenuación, coeficiente híbrido ).
- Generación de pulso de medición

**4.9.2 MANEJO EN LA CENTRAL**

- Señalización PRA, supervisión del enlace PCM.
- Clase de abonado y servicio en base a número de directorio.
- Tarificación
- Número de directorio a PRAA para traducción de ruta.

**4.9.3 MANEJO EN EL CENTRO DE SUPERVISION**

- Mensajes de alarma y recepción de respuestas.
- Generación de comandos de O & M.

nota : El centro de supervisión puede estar integrado en la central madre.

#### 4.10 FUNCIONES POR TARJETA

##### 1. Equipamiento común para líneas ISDN y analógicas.

###### - PRAA ( acceso primario A ).

Esta tarjeta maneja el enlace PCM ( manejo y supervisión de alarmas, señalización en las capas 1 y 2, paquetes de canal B, conmutación de canal B ).

Tiene una interface para comunicación hombre maquina. Atravez de la cual se realiza la colección de las alarmas externas y alarmas activas. Esta tarjeta contiene el subsistema de reloj.

###### - LTEA ( equipo de terminación de línea ).

Esta tarjeta contiene el circuito de transmisión del enlace PCM, regenerador PCM, supervisión de línea, contiene un relevador de acceso metálico para conexión múltiple de ICON" s hacia un centro de servicio.

###### - Convertidor de CA / CD.

##### 2. EQUIPO SOLO PARA ISDN.

###### - ETCC ( control C terminación de central ).

Maneja las funciones de control para 8 abonados ISDN: señalización canal D capas 2 y 3, funciones de acceso básico para semejante a punto a multipunto, búsqueda, provee el reloj a 15.36 MHz para los circuitos de interface U.

- **LTCC** ( control C de terminación de línea. ).

Tarjeta de líneas ISDN para 8 abonados con interface U. Contiene relevadores de acceso metálico , UIC, terminación lógica de línea, esta tarjeta esta conectada con la ETCC vía una interface V\* a 2 Mbits, esta tarjeta es compatible con la tarjeta ALCB para permitir un intercambio rápido.

### **3. EQUIPAMIENTO SOLO PARA LINEAS ANALOGICAS.**

- **ACTA** ( controlador A analógico ).

Maneja hasta 8 tarjetas de líneas analógicas y una tarjeta de timbrado. aquí termina la señalización analógica, genera la señalización canal D y viceversa.

La tarjeta contiene un generador de tonos hasta 32 tonos ( 7 grupos de 4 tonos), y 6 receptores DTMF para aparatos de botonera. esta tarjeta es compatible con la tarjeta ETCC para permitir un rápido cambio.

Una versión con diferente firmware ( ACTB ) es usada para conectar una unidad de acceso a pruebas. la cual puede ser adicionada a el equipo existente.

- **ALCB** ( circuito de líneas B ).

- **SRNA** esta tarjeta provee de corriente de llamada, un relevador de acceso a pruebas , un bucle de baja impedancia, un relevador para pruebas de línea, la tarjeta SRNA es manejada desde la tarjeta ACTA, SRNA es compatible con la tarjeta ETCC.

#### 4.11 ESTRATEGIA FIRMWARE

Las tarjetas basadas en OBCI, conectadas al bus interno, pueden ser llamados elementos de interface (IE), ya que en ellos se adaptan varias interfaces a el bus común protocolo ( Q931 ), y contienen las mismas funciones NT12.

Visto lógicamente , el ICON consiste de elementos de interface , " N T " ( terminación de red ), y " E T " ( terminación de central ).

Tenemos :

$PRA\_NT = PRAA + LTE$

$BA\_ET = LTCC + ETCC$

Y en la configuración mixta.

$AN\_ET = ALCB + ACTA + SRNA.$

En las aplicaciones ICON, una llamada terminante de central madre a abonado consiste en :

1. llamada de central → PRA\_NT
2. PRA\_NT → BA\_ET
3. BA\_ET → abonado.

y en orden inverso si para llamadas originantes desde abonados.

En aplicaciones NT12, así como para llamadas de emergencia ( OPCIÓN ), una llamada local consiste de :

1. llamada de abonado → BA\_ET1
2. BA\_ET1 → BA\_ET2 ( si no están en el mismo ET ).
3. BA\_ET1 → abonado.

Para comunicación de procesos de aplicación de O & M entre I E " s, así como para comunicación entre O & M del ICON y O & M de la central el mismo protocolo Q931 es usado para llamadas operacionales.

#### 4.11.1 FIRMWARE EN UN ELEMENTO DE INTERFAZ.

Cada elemento de interfaz tiene los siguientes módulos firmware.

- OS ( sistema operativo )
- DB ( base de datos )
- CHM ( manejador de canal )
- CACO ( control de llamada )
- ISS ( sistema de señalización entrante )
- OSS ( sistema de señalización saliente )
- DH ( manejadores de dispositivos )
- SM ( administrador de sistema = manejo global de capas, inicialización, manejador de error y alarmas )
- O&M (capa de aplicación de O&M + proceso = OSMAP + OSMAE ).

##### 4.11.1.1 DESCRIPCION DE MODULOS

###### - ADMINISTRADOR DE SISTEMA.

Funciones de inicialización, control de diagnósticos, mantenimiento local y remoto procesos de aplicación ( OSMAP ), ejecución de pruebas, reporte y supervisión de alarmas, manejador de error.

#### **BASE DE DATOS.**

Almacenamiento de datos relacionados con llamadas, facilidades, y abonados, parámetros de administración del sistema. ( valores iniciales, información de administración de enrutamiento, datos de configuración ).

#### **ADMINISTRACION DE CANALES.**

Alojación de canales y de interfaces para mantenimiento y control de llamada.

#### **CONTROL DE LLAMADA.**

- Enrutamiento de llamadas con las adiciones necesarias y dependiendo de la aplicación. ( facilidades , diferentes sistemas de señalización ).

- Conmutación de canales B
- Interface a primitivas de capa 2.

#### **I S S.**

Sistema interno de señalización siempre usa Q931 PRA en el bus OBCI.

#### **OSS.**

Sistema externo de señalización , dependiendo del tipo de elemento de interface ( I E ), señalización ( BA - PRA ), señalización de abonado analógico.

## OSI CAPA 7 (OSMAE).

Efectúa convergencia de, capa 4 a primitivas de capa 7; lleva comandos de O&M de la central a otros elementos de interface ( I E ) a través de procesos de aplicación.

### 4.11.2 PROTOCOLOS

#### 4.11.2.1 CAPA 1

- INTERFACE USUARIO - RED ( I412 ).

Modos de comunicación: las conexiones semipermanentes son posibles en la arquitectura del concentrador, los puntos terminales de la conexión son almacenados en la base de datos de cada elemento de interface. La interconexión es hecha al inicio de la operación y una supervisión periódica garantiza que la conexión tenga un buen funcionamiento.

Canales H. canales para banda ancha son considerados como una OPCISN futura únicamente el canal H0 ( 384 Kbps ) puede ser aplicable, la estructura interna del concentrador es tal que no es necesaria la numeración

de secuencia de las tramas para asegurar íntegramente la secuencia del canal de banda ancha.

**-ACCESO BÁSICO. ( Ub).**

La interface U utiliza la codificación MMS43 (4B/3T). hay terminaciones de acceso básico con y sin alimentación remota, la alimentación remota es la normalizada.

**-ACCESO PRIMARIO ( Ub , Vp ).**

Esta interfaz cumple con las recomendaciones CCITT para la parte eléctrica, para la sincronización y asignación de canales, para PRA (32 canales) y Recursos para ejecutar la generación de chequeo redundante cíclico 4 ( CRC4 ). El monitoreo CRC4 es ejecutado para la fase inicial de prevención de simulación de patrón de sincronía.

**4.11.2.2 CAPA 2 ( Q 921 )**

- Dos modos de operación son aplicables, operación sin recibir reconocimiento , y reconocimiento de operación de multitrama ambas para acceso básico y acceso primario.

- Q920 : el PRA estará siempre en el estado asignado - TEI o en la multitrama estado establecido, cuando el enlace es establecido.

El TEI para PRA estará fijado a 0 ( enlace punto a punto ). La capa de enlace será establecida por la central en caso de llamada saliente, y cuando no exista la capa de enlace, esta será desconectada por la central con la terminación de todas las llamadas en ese enlace, esta provista de recursos para la conexión de hasta 8 terminales por acceso básico .

- Q921 SAPI 0 es usado para servicio de señalización , y SAPI 63 para administración de TEI. El SAPI 16 para servicio de paquetes en canal D, los paquetes de canal D , serán multiplexados en 1 o mas canales B .

#### **4.11.2.3 CAPA 3**

-Los escenarios para selección de punto a multipunto, serán controlados en el lado de acceso básico, en el ETCC, un parámetro FW será capaz de seleccionar punto a punto como una segunda posibilidad.

- En el lado del acceso básico los valores de referencia de la llamada serán de una longitud de un octeto, en el lado PRA será de dos octetos.

Dos modos de operación para el Q931 y CACO son definidos.

- Modo de tránsito.
- Modo local ( lado de usuario , lado central ).

Estos dos modos son seleccionados por CACO vía un parámetro de modo:

- El modo de tránsito es seleccionado cuando una llamada es definida entre un abonado y la central madre.
- El modo local es seleccionado para comunicación entre elemento de interfaz, o comunicación de la O & M desde la central y el elemento de interfaz.

#### **4.12 PARTE DE APLICACION DE O&M**

Las acciones de O & M, escenarios de extremo extremo serán usados en un "dial -up" o conmutación de circuitos de canal B , conexión de un ISDN y proceso de aplicación de O & M usando el Q921 la capa de enlace de datos y usando mensajes USERINFO de Q931, el contenido de los mensajes de USERINFO será siguiendo las normas de la capa 7 del O S I. ( O S M A E ) y codificado de acuerdo a las recomendaciones CCITT.

- Las siguientes funciones operacionales pueden ser activadas.
  - Visualizar, cambiar, añadir parámetros de protocolo, estadísticas, atenuación, adaptación de parámetros por línea ( DN - número MDF ).
  - Visualizar estado y la configuración hardware.
  - Visualizar , cambiar estados de llamada y estado de dispositivos de línea.
  - Agregar, borrar, cambiar números de directorio ( esto será hecho en la central).
  - Modificar tipo de línea y parámetros asociados.
  
- Las siguientes funciones de prueba y mantenimiento pueden ser activadas.
  - Solicitud/respuesta de pruebas de un rango de líneas, puesta en operación de tarjetas que han sido reemplazadas.
  - Pruebas de línea con o sin acceso metálico.
  - Pruebas parciales o completas de una tarjeta reemplazada.
  - Solicitud del estado de alarmas.

- Cambio de estado de dispositivos debido a mantenimiento (fuera de servicio, no equipado).
- Reinicio o recarga de un elemento de interfaz, o del sistema completo.

#### 4.13 SISTEMA DE RELOJ

El sistema de reloj del ICON es usado para sincronizar los buses internos de 4 Mbps. y sus correspondientes OBCI 's , el acceso básico y la interface PRA esclavo.

Desde el punto de vista de sincronización, el concentrador ISDN es visto en la red como un esclavo de la central madre: el sistema de reloj del concentrador extrae la señal de reloj en el PRA. la circuitería para la generación y distribución se encuentra en la tarjeta PRAA.

En esta tarjeta un PLL y un oscilador de cristal es provisto con las siguientes características:

- ocurrencia inicial : 10 ppm
- estabilidad ( 0 - 70 gr C ): 5 ppm
- corriendo libre de accuracy : 50 ppm

Si el PRAA es usado en una aplicación múltiple punto a punto ( cascada). el cambio en la salida del sistema de reloj debe ser lo suficientemente

pequeño para alimentar hasta 7 ICON's que pueden estar conectados en esta configuración.

El selector de reloj esta presente en cada PRAA, mientras que las salidas adicionales de reloj seleccionan una de las dos salidas del PLL en el sistema de reloj.

Cuando una señal extraida del reloj desaparece, una alarma de mantenimiento no urgente es generada, Una continuidad en la distribución de la señal de reloj es asegurada en el caso de que estén conectados dos enlaces PRA, en caso de que uno de los enlaces este fuera de servicio, una señal de alarma no urgente y un PMA será generada.

En caso de que solo haya un enlace PRA , y el circuito de reloj falla, todo el concentrador es puesto fuera de servicio ( cuando el modo de emergencia no es provisto ) , por lo tanto cuando esto no es permisible la configuración de dos PRAA's será elegida.

#### **4.13.1 INTERFACE "U" DEL RELOJ**

Una señal de reloj de 15.35 MHz dentro de ciertos parámetros y fijado al sistema de reloj dentro de un rango de fase especificada es generada.

Un sistema PLL en el ETCC tomara el reloj de la interface V\* como referencia y distribuye la señal de reloj a los 8 UIC's en la LTCC.

Cada procesador tiene su propio reloj de cristal funcionando a 8MHz , corriendo asincrónicamente with regard de otros procesadores y del sistema de reloj.

#### **4.14 SUPERVISION Y REPORTE DE ALARMAS**

##### **4.14.1 TERMINOLOGIA EN ESTRATEGIA DE ALARMAS**

1. Origen de alarmas, hay dos Origenes de alarmas que pueden ser identificados:

a.- **EXTERNAS** : son alarmas que vienen de fuera del equipo de conmutación en el concentrador ( batería, temperatura.. )

b.- **INTERNAS** : son alarmas que vienen del equipo de conmutación.

Las alarmas que vienen del equipo de transmisión son también checadas por el concentrador ( alarmas urgentes , no urgentes ).

##### **4.14.2 INDICACION DE GENERACION DE ALARMAS**

a.- PMA ( alarma urgente ) . es la indicación de que necesaria la presencia del personal de mantenimiento, esta sola alarma por concentrador es provista como una falla física , junto con una indicación visual en PRAA, y una notificación al mantenimiento remoto.

b.- SA ( servicio de alarma ) : es para indicar una degradación en el servicio de la administración de conmutación, esta provista de una salida física en el PRAA además de una indicación visual en cada procesador y una indicación a el servicio remoto de mantenimiento.

c.- NUA ( alarma no urgente ) : es una indicación de que no se requiere la presencia inmediata del personal de mantenimiento.

Las alarmas urgentes y no urgentes son reportadas vía el enlace PCM a la central, la cual puede establecer una llamada de mantenimiento para encontrar la causa de la alarma y tomar las acciones necesarias.

#### **4.14.3 PRIORIDAD Y CHEQUEO DE PERSISTENCIA**

**Pueden haber 3 tipos de chequeo.**

- Directo (D): desde el momento en que la falla es detectada, la alarma es activada.

- Chequeo de validación (V) : la alarma ha de ser vista dos veces (dos periodos de reloj )
- Chequeo de persistencia (P) : la alarma ha de estar presente por 100 Ms.

El mismo chequeo se hace para la desaparición de la alarma. Después del chequeo, la alarma será considerada como prendida o apagada.

## V.- OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA EL ICON

### 5 OPERACION Y MANTENIMIENTO

Este capítulo describe las funciones de Operación y mantenimiento O&M en la Red Digital de Servicios Integrados RDSI.

En esta parte se tratará el efecto del desarrollo en la operación y mantenimiento de las redes de telecomunicaciones y por lo tanto se medirá el impacto en las compañías operadoras de esta red. Después se examinará los detalles de los efectos en lo que se ha denominado "integración de las redes" y varios de los aspectos de su manejo.

En este capítulo se describirán los procedimientos que inician la definición del mantenimiento en los accesos de abonado RDSI y las instalaciones terminales, así como el mantenimiento en el concentrador ICON.

#### 5.1 OPERACION DE LA RED

Hasta ahora los requerimientos de las telecomunicaciones han estado determinadas por una infraestructura específica para un servicio o una familia de servicios; el usuario que utiliza diversos servicios es generalmente conectado al mismo número dentro de una red dedicada.

La RDSI es el intento para reducir el número de estas redes por medio de una integración progresiva de los servicios más extendidos en la red telefónica. Aunque debe ser admitido que el inicio con este desarrollo introducirá nuevas restricciones. Es cierto también que en un corto tiempo un gran número de

ventajas resultaran en términos de ingeniería, para el manejo de la infraestructura de los equipos y en apoyo a la operación.

### **5.1.1 INGENIERIA DE LA RED**

El criterio de un servicio público, es que cada una de las redes dedicadas deben cubrir enteramente su territorio.

Esto trae consigo que simultáneos desarrollos de un gran número de infraestructuras actuales usen inevitablemente diferentes procedimientos de ingeniería. Por ejemplo es casi imposible acomodar una oleada de subscriptores que demandan por nuevos desarrollos y por otro lado proporcionar servicio a un gran número de ellos. Cuando resulta una nueva y brillante aplicación ya una gran cantidad de usuarios demandan este nuevo servicio. El tiempo requerido para conectarlos a una red dedicada y el costo involucrado podría ciertamente ser prohibitivo.

En contraste la RDSI basada en la red telefónica es virtualmente accesible a todos los usuarios potencialmente disponibles y es obvio que la ingeniería de red, basada en un sencillo rango de equipos y procedimientos de operación, serán con el tiempo considerablemente más simplificados.

### **5.1.2 EVOLUCION DE LOS EQUIPOS**

Durante este tiempo de vida, los equipos de telecomunicaciones continúan evolucionando vertiginosamente de una u otra forma debido a las modificaciones impuestas por el mal funcionamiento, nuevas condiciones de uso o siguiendo un nuevo cambio en la fabricación, desarrollando así nuevos

requerimientos para extender el rango de operación. Así el manejo de un sistema requiere de lo siguiente: Manejo de todos los equipos instalados; Estudio de la planeación para la modificación de los procedimientos en la fabricación; Planeando la actualización de los equipos en sitio. Este manejo y costo es cada vez más importante en los sistemas modernos. Por ejemplo los sistemas software para la red telefónica en Francia son modificados en promedio cada 18 meses. Por lo tanto cada operador de una de una red de telecomunicaciones esta interesado en reducir el número de los diferentes sistemas.

### 5.1.3 FUNCIONES DE OPERACION EN LAS CENTRALES

La Integración de los servicios, a la vez que tienen una ventaja potencial para la operación general de la red de telecomunicaciones, también se presenta con un marcado incremento en el manejo de datos y por lo tanto una modificación en las funciones de operación de las centrales y los sistemas de control asociados. Si se consideran los actuales servicios proporcionados por la conmutación de circuitos. Estos limitados por el avance tecnológico tendremos que las nuevas aplicaciones en la operación de la red telefónica, podrán generalmente ser usadas después de las adaptaciones impuestas por la integración de los servicios, en las siguientes áreas:

- Manejo de los accesos de abonado.

El manejo de los equipos deberá hacerse tomando en cuenta nuevas tarjetas de interface y probablemente nuevos concentradores o unidades de conmutación de líneas.

Comparado con el manejo de los accesos analógicos el manejo de los accesos RDSI, es realizado por nuevas características como; la especialización del tráfico, capacidades de acceso reducido, tipo de transmisión, aplicación para líneas de arrendamiento etc.

- Manejo de los abonados.

Los comandos de creación, modificación, interrogación y supresión de abonados combinan nuevas características: clase de servicios autorizados, autorización de acceso para servicios suplementarios, asignación de diversos accesos y una reserva de números de directorio para asignarse a los usuarios.

- Funciones de facturación.

Las funciones de facturación son diferenciadas de acuerdo a los servicios proporcionados:

a) Circuitos conmutados: resulta en la multiplicidad del número de parámetros dependiendo de la distancia y la duración.

b) Servicios de paquetes compromete la introducción de un mecanismo de calculo basado en la cantidad de información transmitida.

c) Los registros de facturación detallada son realizados con nuevos elementos como el tipo de servicio usado y los servicios suplementarios a ser facturados.

- Funciones de traducción.

La selección del enrutamiento y parámetros de facturación asignadas a los servicios resulta en el manejo de muchos niveles de traducción como

familias de servicios proporcionados. Los registros son multiplicados y consecuentemente los comandos son modificados.

- Funciones de monitoreo de tráfico.

Los registros correspondientes a las observaciones serán tomados dentro de la cuenta de nuevos parámetros (servicios) y nuevos valores para algunos parámetros (servicios suplementarios, causa de fallos internos).

- Funciones de mantenimiento:

Para la conexión de abonados RDSI y la versatilidad funcional de los accesos digitales se hace posible implementar avanzadas inspecciones, pruebas y procedimientos de mantenimiento adaptadas para la importancia de estos accesos.

#### **5.1.4 DESCRIPCION DE LA OPERACION EN EL ICON**

Las acciones de mantenimiento en el concentrador pueden ser ejecutadas desde un terminal portátil conectado local y remotamente desde un punto de mantenimiento. Estos puntos pueden ser un terminal RDSI independiente de la red, un centro de servicio de red, una función simuladora de terminal integrada en el Software de la central madre.

Las peticiones de operación y mantenimiento son ejecutadas por medio de la marcación desde un terminal de mantenimiento RDSI, conectado a un acceso básico o a un punto de supervisión. El objetivo es asignarle a cada concentrador un número de directorio para mantenimiento en adición a los números de abonado.

### **5.1.4.1 MANEJO DE LA ADMINISTRACION DE LOS ABONADOS**

Debe ser posible adicionar o borrar una línea de abonados así como modificar datos concernientes a un abonado existente y desplegar los datos y estados de las líneas de abonado.

Estas acciones deben ser posibles únicamente desde el punto de supervisión o desde la terminal remota, para cambiar el estado de una línea de abonado en particular.

En un esquema integrado de Operación y Mantenimiento (O&M) , con una sesión de comandos del operador posibilita el resultado de una actualización de datos en ambas partes en la central madre y en el concentrador.

En un esquema transparente de O&M, dos sesiones de comandos de operador deben ser requeridas, puesto que la central y el concentrador deben ser actualizados por medios separados.

### **5.1.4.2 MANEJO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO**

Esta parte consiste en estadísticas de tráfico y el funcionamiento entregado por el concentrador el cual puede ser dividido en:

- a) Estadísticas para el acceso primario (PRA)
- b) Estadísticas para la línea de abonado (BA)

(a) Estadísticas para el acceso primario (PRA):

Aunque la conexión (PRA) a el concentrador esta en la central madre y no esta definida como una ruta, se asume que la central madre proporciona un

número de facilidades para obtener información de estadísticas similares a las utilizadas para rutas con troncales normales. Estas estadísticas proporcionan información del número de intentos de llamada, número de llamadas exitosas, etc. Un reporte detallado de evento por evento también debe ser posible y Toda la recolección de datos podrá ser continuamente solicitada o no.

En adición a esto la central madre así como el concentrador deben ser continuamente monitoreados.

Factores que determinan la calidad del servicio:

- Congestión en el acceso primario (PRA).

Esta condición se define como el número de veces que fueron detectados intentos de llamada (respectivamente en la central y el concentrador y estas no encontraron canales disponibles de voz/datos).

Este valor puede ser el indicador de la necesidad de la conexión de otro acceso primario (PRA).

- Calidad de la línea.

Un número de contadores es requerido para medir la calidad del enlace de transmisión. Estos contadores pueden incluir el número de:

- Control de flujo del número de secuencia de reinicialización.
- Retransmisión de la información de tramas.
- Rechazo de tramas.

El valor de estos contadores en el concentrador deben regularmente ser transferidos a el punto de supervisión. Los contadores en la central madre deben ser leídos/borrados por medio de los recursos internos.

(b) Estadísticas para líneas de abonado.

Como un requerimiento básico los contadores deben ser enviados hacia la central madre, la cual será capaz de coleccionar el mismo rango de información de estadísticas para los abonados conectados vía el concentrador, como para abonados conectados directamente a la central madre.

(c) Estadísticas ejecutadas en el concentrador (ICON).

Una pequeña cantidad de contadores estadísticos serán guardados en el concentrador. Algunos de ellos son los contadores estadísticos del manejo de la llamada:

Nr. de llamadas exitosas incluyendo las llamadas de O&M.

Nr. de llamadas originantes exitosas.

Nr. de llamadas terminantes exitosas incluyendo las llamadas de O&M.

Nr. de llamadas originantes aun abonado ocupado.

Nr. de llamadas terminantes a un abonado ocupado.

Nr. de llamadas originantes que encontraron congestión remota.

Nr. de llamadas originantes que encontraron congestión por que no encontraron canales disponibles en el Acceso primario (PRA).

#### 5.1.4.3 MANEJO DE LA OPERACION DEL CONCENTRADOR

Un número de conceptos deben ser manejados entre el concentrador y el punto de supervisión, para permitir una correcta operación y mantenimiento, estos son los siguientes:

- Número de directorio de O&M.

En el concentrador dos números de O&M deben existir:

- a) Número de directorio de O&M para el concentrador.

b) Número de directorio O&M para el punto de supervisión.

Debe ser posible cambiar y desplegar ambos números desde el punto de supervisión.

- Password:

La vía de acceso no autorizada al canal de O&M deberá ser evitada por medio de una comprobación del password, en cada una de las sesiones de O&M que son iniciadas. Este password puede ser modificado desde el punto de supervisión.

La petición de desplegar el password es imposible y la terminal local no deberá ser capaz de modificar el password.

- Parámetros de capa 1,2 y 3 (para el PRA y BA).

Deberá ser posible cambiar y desplegar algunos valores desde el punto de supervisión.

- Configuración del concentrador.

Esto incluye la definición de las configuraciones particulares del concentrador incluyendo el direccionamiento y posiciones de equipamiento. Esto deberá ser posible para cambiarlo y desplegar estos valores desde el punto de supervisión o la terminal local.

## **5.2 MANTENIMIENTO DEL ACCESO DE ABONADO Y DE LAS INSTALACIONES TERMINALES**

Esta parte esboza los aspectos y principios generales relativos a las configuraciones de referencia y a la arquitectura general para cada tipo de acceso de abonado (básico, a velocidad primaria, multiplexado a velocidad superior). Para esta parte solo se hablara de acceso básico y velocidad primaria, por ser actualmente los utilizados en el ICON. Así como las instalaciones de abonado asociadas. Esto se indicara en términos de grupos funcionales y de la interconexión de las partes que intervienen en la comunicación.

Asimismo en este capitulo se dan definiciones de los bucles y se indican sus ubicaciones.

**Objetivos:**

Para tratar de cumplir los objetivos generales se han identificado los siguientes objetivos específicos que deben satisfacer las administraciones y los proveedores de servicio de mantenimiento.

a) detectar condiciones de avería, identificar la entidad de mantenimiento averiada, realizar acciones de protección del sistema, informar al personal de mantenimiento.

b) incorporar facilidades que permitan que el personal de mantenimiento localice la falla de modo que éste pueda corregirse mediante una sencilla asistencia al punto averiado.

c) Proporcionar una organización de mantenimiento y personal apropiado, afín de lograr los objetivos de tiempos de reparación fuera de servicio.

d) Incorporar facilidades que permitan distinguir claramente entre fallos de la instalación del abonado y de la red.

e) Incorporar facilidades que permitan distinguir claramente entre fallos y actividades normales de abonado.

## 5.2.1 CONFIGURACIONES DE REFERENCIA Y DEFINICIONES

La Fig. 5.1 muestra la configuración simplificada del acceso y de la instalación del abonado consideradas para el mantenimiento. En el caso de acceso básico la terminación digital de abonado (NT2) puede no existir. La coincidencia de los puntos de referencia S y T es entonces designado por el punto de referencia S/T.

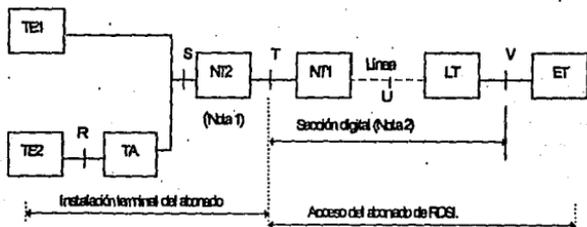


FIG. 5.1 Configuración de referencia para la conexión de abonados RDSI: TA, adaptador terminal; LT, terminal de línea; ET, terminal de central.

**Nota 1:** El grupo funcional NT2 puede no existir. En tal caso, los puntos de referencia S y T coinciden.

**Nota 2:** El acceso de abonado RDSI comprende una sección digital en la que pueden utilizarse diversas técnicas de transmisión, y que podría también incluir un regenerador. La sección digital podría ser una sección de velocidad básica, o una sección de velocidad primaria.

### 5.2.2 CONFIGURACION DE REFERENCIA PARA ENTIDADES DE MANTENIMIENTO

En la Fig. 5.2 se muestra la configuración que identifica 3 grupos funcionales, los cuales hacen posible definir los mecanismos de mantenimiento y el intercambio de protocolos a ser especificados.

También se ilustran los principios generales de mantenimiento del acceso y de la instalación del abonado RDSI.

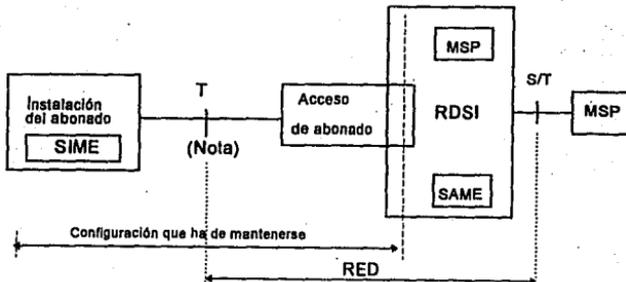


FIG. 5.2 Diagrama de referencia para el mantenimiento de los accesos RDSI

**SAME** Centro de mantenimiento del acceso de abonado.

**SIME** Entidad de mantenimiento de la instalación de abonado.

**MSP** Proveedor de servicio de mantenimiento.

**Nota:** En los casos en que la instalación del abonado no comprenda una NT2, los puntos de referencia S y T coinciden.

### **5.2.2.1 CENTRO DE MANTENIMIENTO DE ACCESO DE ABONADO (SAME)**

La entidad de mantenimiento de acceso de abonado (SAME).

El SAME representa un grupo de funciones de red pública (las cuales están por lo tanto bajo la autoridad del operador de esta red). Responsable para llevar fuera operaciones de mantenimiento a los accesos de abonado. Las correspondientes funciones pueden ser distribuidas entre la central y el acceso de abonado; la arquitectura interna y la interface con el mundo exterior, incluye la interface hombre-maquina.

### **5.2.2.2 ENTIDAD DE MANTENIMIENTO DE LA INSTALACION DE ABONADO (SIME)**

El SIME es un grupo de funciones específicas contenidas en grupos funcionales de la instalación terminal del abonado, están pensadas para implementación de pruebas internas y mecanismos de mantenimiento desde comandos de usuario (diálogo de comunicación Hombre-Maquina) o comandos remotos desde un centro de servicio de mantenimiento proporcionado (MSP). Esta considerado que estas funciones están distribuidas entre el manejo y las entidades de mantenimiento y las capas 1-3 del protocolo.

### **5.2.2.3 PROVEEDOR DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO (MSP)**

El MSP engloba un rango de funciones de equipo y personal responsable para todo el mantenimiento o parte de una instalación terminal de abonado.

Un MSP debe ser capaz de solicitar al SAME que ejecute las funciones de acceso de mantenimiento. El MSP puede ser privado o con respuesta al operador de la red.

Cuando ellos son privados, están conectados a la RDSI por medio de una interface RDSI. La identidad de los MSP's, que operan en una instalación terminal de abonado no son verificados por la red.

#### **5.2.2.4 MANTENIMIENTO DE LOS ACCESOS DE ABONADO**

El control del mantenimiento de un acceso es gobernado por el intercambio entre el SAME y los accesos de abonado (posiblemente iniciado por un MSP quien recibe un reporte en este caso). Para este propósito el acceso de abonado contiene la detección de señalización y mecanismos de bucle. la Fig. 5.3 muestra la localización de los bucles recomendados y el intercambio de trayectorias entre entidades.

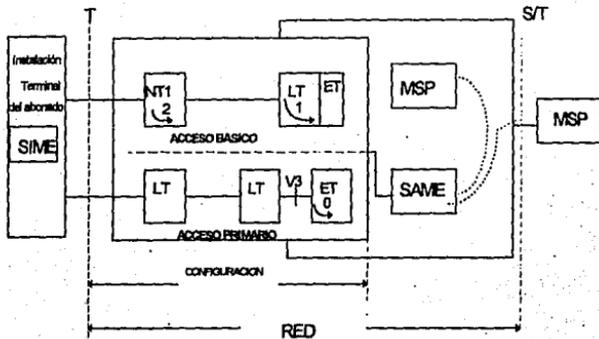


Fig. 5.3

Diagrama de referencia para mantenimiento de accesos RDSI: LT, terminal de línea; ET terminal de central.

**Bucle 1:** Esta localizado a la salida del terminal de línea (LT) y tan cerca como sea posible a la línea; este es girado hacia la red para todos los canales. Este bucle es controlado desde la central local por medio de señales de capa 1 y usado durante pruebas internas del concentrador.

**Bucle 2:** Esta localizado a la salida del NT1 tan cerrado como sea posible a la interface T; es girado hacia la red y concierne a todos los canales. Este bucle es controlado desde la central local por señales de capa 1 a través del medio de transmisión, durante la manipulación de pruebas de rutina.

Únicamente el bucle 0, el cual esta localizado a la salida de el ET tan cerrado como sea posible al interface V, es actualmente definido para el

acceso primario; este es dirigido hacia la red y concierne a la entrada multiplexada, este bucle es controlado por el lado saliente de la central.

- A continuación se describen los mecanismos que hacen posible llevar a cabo los objetivos del mantenimiento del acceso de abonado.

(a) Detección de faltas, incluyendo la supervisión de la calidad de la transmisión.

(b) Identificación de la entidad en falta e información al grupo de mantenimiento.

(c) Localización de la falta con exactitud, tanto como sea posible y tan rápido como se pueda, para reparar la falla y restablecer en el acceso la condición de "en servicio".

(a) La detección de fallas es ejecutada usando varios mecanismos.

1. Supervisión automática continua de la capa 1 de los accesos. Funcionando continuamente para el accesos primario o básico cuando estos están activos:

Esta supervisión se realiza por mecanismos automáticos permanentes situados en partes de los equipos del acceso básico o primario. Estos mecanismos automáticos son operacionales de forma continua, durante el periodo activo del acceso básico de abonado. Están diseñados para detectar el funcionamiento incorrecto de determinados elementos, por ejemplo, la

alimentación de energía, el nivel de calidad de la transmisión, la señal entrante, la alineación de trama.

El mecanismo de supervisión automática continua debe ser operacional aun cuando no haya ninguna instalación de abonado conectada al punto de referencia T.

#### Funciones de la sección digital.

A continuación se enumeran las funciones que se asignan a la sección digital:

- detección de la pérdida de alineamiento de trama.
- detección de la pérdida de alineamiento de trama en el interfaz usuario-red
- supervisión de alimentación de energía.
- supervisión de la calidad de transmisión.

Los mecanismos de supervisión de la calidad de la transmisión quedan para un estudio que no se tratara en esta tesis.

#### Funciones de la terminación de la central (ET).

A continuación se enumeran las funciones que se asignan a la terminación de la central:

- supervisión de la información relacionada con la sección digital o recibida de ésta.
- evaluación de la calidad de la transmisión.
- La evaluación de la calidad de la transmisión se basa en un tratamiento permanente de los resultados presentados por la supervisión continua de errores de la sección digital.
- Supervisión automática de las capas 2 y 3 del protocolo de canal D:

Esta función consiste en la supervisión de las actividades de las capas 2 y 3 del protocolo del canal D. La supervisión automática en las capas 2 y 3 se efectuará mediante mecanismos autoactivados incorporados en la red (es decir en la ET).

Las capas 2 y 3 de los protocolos de canal D pueden realizar tres categorías de supervisión automática:

- Detección de la incapacidad para la prestación del servicio (por ejemplo, detección de la incapacidad de la capa 2 para establecer una conexión de enlace de datos).
- Detección de funcionamiento incorrecto del protocolo (por ejemplo en la capa 2, detección de una doble asignación de NT1).
- supervisión de errores (por ejemplo, el procedimiento de verificación por redundancia cíclica de la capa 2 puede detectar la aparición de una trama errónea).

**Prueba de continuidad:**

Cuando el acceso básico de abonado no está en estado activo (caso normal y/o caso de condición de fallo desconocido) o no se ha activado recientemente, puede aplicarse una prueba de continuidad a fin de detectar una posible condición de fallo. La prueba debe ser una simple prueba de validación.

**Control de la prueba de continuidad:**

La prueba de continuidad se basa en una activación normal de la capa 1. Si la activación es confirmada por un resultado positivo de la prueba de continuidad, el acceso básico de abonado se declara apto para el funcionamiento.

Si la activación no es confirmada por un resultado positivo de la prueba de continuidad, o si se detecta durante el proceso una condición de fallo, la central pasará automáticamente al proceso de detección de fallos.

El resultado de la prueba de continuidad puede considerarse positivo si la NT1 puede indicar que no hay fallos en el acceso básico del abonado.

2. Supervisión ejecutada periódicamente para el acceso básico, la cual no tendrá que ser activada por un cierto período de tiempo.

Esto consiste en una iniciación normal de un ciclo de activación y desactivación, el cual hace posible la continuidad en el acceso o la presencia de una posible falta a ser verificada.

## **5.3 BUCLES**

### **5.3.1 DEFINICION DEL MECANISMO DE BUCLE DIGITAL**

Un bucle digital es un mecanismo incorporado en un elemento del equipo mediante el cual un trayecto de comunicación bidireccional puede ser conectado con retorno sobre sí mismo de manera que parte o toda la información contenida en el tren de bits enviado por el trayecto de emisión vuelva por el trayecto de recepción.

El punto de bucle es el punto preciso de establecimiento del bucle.

El punto de control de bucle es el punto que tiene la posibilidad de controlar directamente los bucles y deberá estar situado lo más cerca posible del punto de bucle.

- A continuación se definen los tres tipos de mecanismos de establecimiento de bucle.

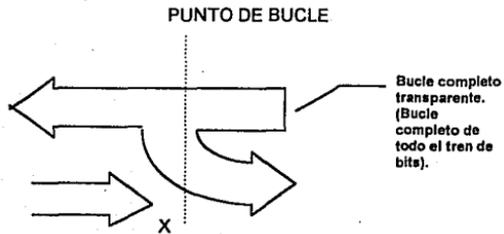
a) Bucle completo: Mecanismo de capa física [1] que actúa sobre la totalidad del tren de bits recibido, en el punto de bucle. El tren de bits recibido se transmitirá a la estación emisora sin modificación.

b) Bucle parcial: Mecanismo de capa física [1] que actúa sobre uno más canales especificados multiplexados en la totalidad del tren de bits. En el punto de bucle, el tren de bits recibido asociado con el canal (o canales) especificado (s) se transmitirá a la estación emisora sin modificación.

c) Bucle lógico: Bucle que actúa selectivamente sobre cierta información contenida en uno o más canales especificados y puede dar lugar a una determinada modificación de la información transmitida por el bucle. La lógica de los bucles de la capa 2 puede definirse para aplicarla a cualquier capa [1], dependiendo de los procedimientos detallados de mantenimiento especificados.

En cada uno de los mecanismos de establecimiento de bucle citados, el bucle puede ser, además transparente o no transparente ( véase las figuras 5.4 y 5.5).

1. Un bucle transparente es aquel en el que la señal transmitida más allá del punto de bucle (señal hacia adelante) cuando el bucle está activo, es la misma que la señal recibida en dicho punto.



X Señal inhibida para evitar interferencias con la señal de bucle.

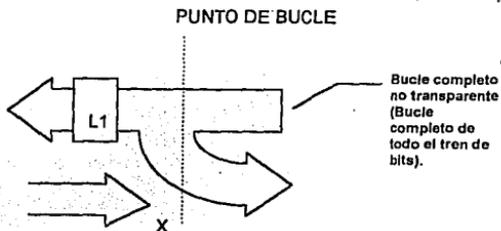
FIGURA 5.4

Bucle transparente.

2. Bucle no transparente es aquel en que la señal transmitida más allá del punto de bucle (señal hacia adelante), cuando el bucle está activo, no es la misma que la señal recibida en dicho punto.

La señal hacia adelante puede ser una señal definida o no especificada.

Véase la fig. 5.5



X Señal inhibida para evitar interferencias con la señal de bucle.

L1 Dispositivo que cambia o inhibe la señal transferida.

FIGURA 5.5

Bucle no transparente

**Nota:** Independientemente de que un bucle sea o no transparente no debe ser afectado por las facilidades conectadas más allá del punto en que se establece el bucle, por ejemplo por la presencia de cortos circuitos, circuitos abiertos o potenciales extraños.

- Lugar en que pueden establecerse bucles en el acceso de abonado y en la instalación del abonado.

En la figura 5.6 se muestran los lugares en que se pueden establecer los bucles descritos

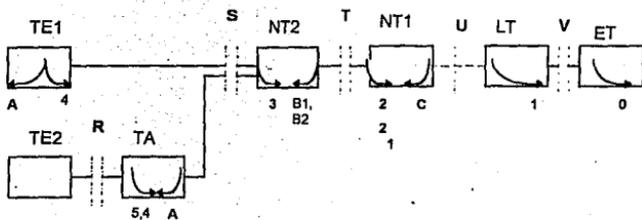


FIG 5.6 Ubicación de los bucles.

- Características de los bucles de prueba.

Los cuadros 5.1 Y 5.2 presentan las características aplicables a cada bucle recomendado, deseable y opcional. En particular se identifica el punto de control, el mecanismo de control, el tipo de bucle y el lugar en donde se establece el bucle.

El tipo de bucle indica si se requiere un bucle completo, parcial o lógico y si el bucle debe ser transparente o no transparente. Las características de estos bucles y uso quedan para un estudio posterior.

### 5.1 Características de los bucles recomendados

Bucle (véase la fig. 5.6)	Emplazamiento	canal (o canales) conectados en el bucle	Tipo de bucle	Punto de control	Mecanismo de control	Realización
2	En la NT1, lo más cerca posible del punto de referencia T, hacia la ET (Nota 1)	Canales 2B+D	Completo, transparente o no transparente (Nota 4)	Controlado por la central local.	Señales de capa 1 en el sistema de transmisión.	Recomendado.
3	En la NT2, lo más cerca posible del punto de referencia S, hacia la ET	Canales 2B+D	Completo, transparente o no transparente	NT2  NT2	Mantenimiento local  Mensaje de capa 3 en el canal D o señalización dentro de banda en el canal B. (Nota 2)	Deseable (Nota 3)

**Nota 1** - En el caso de una NT1 y NT2 combinadas (es decir, una NT12), el bucle 2 está situado en la posición dentro de la NT12 que corresponde al punto de referencia T.

**Nota 2** - La activación/desactivación del bucle 3 puede ser iniciada por una petición procedente de un centro de mantenimiento distante mediante mensajes de capa 3 en el canal D u otra señalización en el canal B. Sin embargo la NT2 generaría la secuencia de prueba transmitida por el bucle.

**Nota 3** - Desde el punto de vista técnico, es deseable (aunque no obligatorio), que siempre se pueda realizar el bucle 3, por lo que el diseño de los protocolos de control de bucle debería incluir el funcionamiento del bucle 3.

**Nota 4** - En el caso que se aplique un bucle 2 transparente, la NT1 debe enviar tramas INFO 4 hacia el usuario con los bits de canal D de eco puestos a CERO binario.

5.2 Características de los bucles opcionales.

Bucle (véase la fig. 4.6)	Emplazamiento	canal canales conectados en el bucle	(o)	Tipo de bucle	Punto de control	Mecanismo de control	Realización
C	Dentro de la NT1	B1,B2 (Nota 4)		Parcial transparente o no transparente	TE, NT2	Capa 1 (Nota 1) Bajo control de la central local (Nota2)	opcional.
B1	Dentro de la NT2, del lado usuario (Nota3)	B1,B2 (Nota 4)		Parcial transparente o no transparente	TE, NT2	Capa 1 o Capa 3	Opcional.
B2	Dentro de la NT2, del lado de la red.	Estos bucles son opcionales en el TE o la NT2. Cuando sean usados, por ejem. como parte de una prueba interna					
A	Dentro del TE						
4	Dentro del TA o el TE	B1,B2 (Nota 4)		Parcial, transparente o no transparente	NT2, central local, centro de mantenimiento remoto o usuario remoto	Capa 3	Opcional
5	Dentro del TA, lo más cerca posible del punto de referencia R.	B1,B2		Parcial, transparente o no transparente.	NT2, centro de mantenimiento distante o usuario distante.	Mensaje desde el PSM.	Opcional.
21	En la NT1, sin afectar el interfaz de red.	B1,B2		Parcial, transparente o no transparente.	Bajo control de la central local.	Señales de capa 1 en el sistema de transmisión.	Opcional

Nota 1- Puede tener lugar un intercambio de mensajes de servicio de capa 3 entre el TE (o la NT2) y la central antes de utilizar el mecanismo de control de capa 1. Sin embargo, hay situaciones en las que el TE (o la NT2) pueden no recibir respuesta alguna:

- a) el mensaje puede que no sea transmitido cuando existe una situación de fallo del interfaz.
- b) una red que no soporte la opción de señalización de capa 3, no necesita responder.

Nota 2- En este caso el mecanismo de control podría ser el mismo que el indicado en la nota 1 excepto en el caso en que la red controle el bucle mediante la capacidad de reserva del sistema de transmisión.

Nota 3- El bucle B1 es aplicable a cada interfaz individual en el punto de referencia S.

Nota 4- Los bucles de los canales B1 y B2 son controlados de un modo independiente por señales de control separadas; sin embargo, ambos bucles pueden ser aplicados al mismo tiempo.

### 5.3.2 UTILIZACION DE BUCLES

En general, se utilizan bucles para localización y verificación de fallos. la utilización de bucles no debe dar como resultado una actividad innecesaria en las funciones de capa 2 del terminal que provoque un posible informe de errores por la función de gestión de terminal al usuario o a su (MSP). En la figura 5.7 se muestran los lugares en que pueden establecerse bucles para la localización y verificación de fallos, bajo el control de la central local.

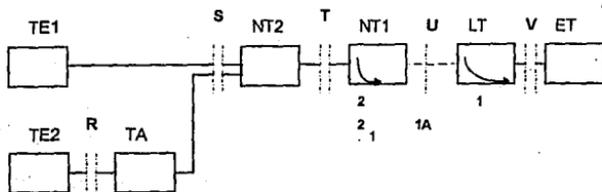


figura 5.2.

Ubicación de los bucles en el acceso básico de abonado.

Características de los bucles en el acceso básico de abonado.

Bucle	Ubicación	canales en bucle	Tipo de bucle	Punto de control.	Mecanismo de control.	Aplicación	Realización.
1	En la LT, lo más cerca posible de la línea, hacia la ET.	Bucle completo (al menos 2B+D)	completo, transparente o no transparente (Nota 1)	Bajo el control de la central local	Señales de capa 1	Localización y verificación de fallos	Recomendada
1A	En el regenerador	Bucle completo	Completo, transparente o no transparente (Nota 1)	Bajo el control de la central local	Señales de capa 1	Localización de fallos	Oplativa

Nota 1- La decisión si el bucle es o no es transparente queda para un estudio posterior. Tanto si se utiliza un bucle transparente como uno no transparente., Este no debe ser afectado por las

configuraciones y condiciones existentes más allá del punto en que se establece el bucle, por ejemplo, por la presencia de cortocircuitos, circuitos abiertos o voltajes extraños.

**Nota 2-** El bucle 2 y sus características en la NT1, no serán tratadas en esta tesis y quedan para un estudio posterior.

## 5.4 ACCIONES DE MANTENIMIENTO EN EL ICON

Las pruebas de rutina sobre las placas de procesadores no son requeridas por el sistema, solo pueden ser previstas por el operador en el punto de supervisión. debido a que estas placas son previstas con facilidades para la supervisión continua, regularmente la ejecución de pruebas para detectar fallas en este equipamiento son por lo tanto no requeridas.

En las líneas de abonado sin embargo, la supervisión es únicamente activa cuando se esta involucrado en una llamada real. El concentrador deberá por lo tanto ser cuestionado regularmente por el punto de supervisión sobre las pruebas de rutina que serán ejecutadas sobre las líneas de abonado. Estas pruebas deberán ser ejecutadas sobre las líneas que están en estado libre. Al final de la sesión de las pruebas de rutina un reporte global es transferido al punto de supervisión. Aquí el reporte deberá ser formateado y presentado al operador vía un canal de comunicación hombre-maquina (MMC).

Las pruebas de rutina en las líneas de abonado consisten únicamente de pruebas externas (hacia el aparato telefónico del abonado). Estas pruebas son descritas en un punto más adelante.

### 5.4.1 SUPERVISION DE ALARMAS EN EL CONCENTRADOR

En el equipo del concentrador tres tipos de orígenes de alarmas pueden ser distinguidas.

- Alarmas PCM:

Las siguientes condiciones de alarma deben ser detectadas:

- pérdida de señal entrante (LIS).
- pérdida de alineamiento de trama (LFA).
- tasa de errores excesiva (EER) en la señal de alineamiento de trama.
- Señal de indicación de alarma (AIS).
- Alarma de enlace remoto (RJA).

Sobre La detección de una de estas condiciones, el lado remoto deberá ser informado (central madre) por medio de la generación de una indicación de (RJA), lo cual significa que el bit 3 del canal 0 no contiene la señal de alineamiento de trama.

Si otro acceso primario fuera equipado, este deberá ser informado para manejar todos los nuevos intentos de llamada presentes.

- Alarmas internas:

Son alarmas producidas por fallas en el equipo de conmutación del concentrador.

En todo el equipo existen diferentes mecanismos de detección de fallas que son solicitados cuando estas se producen.

Las condiciones de persistencia de errores deberán ser reportadas a la entidad de manejo de alarmas, estas deben ser clasificadas en tipo y categoría de alarmas (urgente/no urgente), e informar al punto de supervisión para el uso de bits de reserva, destinados a el uso nacional del canal 0, que no contiene la señal de alineamiento de trama y por un evento confirmado.

Esto se representa a través de un mapa de bits (bitmap), que representa el estado de las condiciones de alarma. Para ser leídas por la central madre.

**Alarmas ambientales:**

Estas alarmas son debidas a fallas en otras partes de equipo distintas al de la conmutación del concentrador. Entre otras cosas estas alarmas deben reportar las siguientes condiciones:

- puerta abierta.
- temperatura alta/baja.
- baterías bajas.
- fusible quemado (AC).

Estas alarmas deberán ser reportadas y manejadas como se explico anteriormente para las alarmas internas.

**-Supervisión de alarmas en el punto de supervisión.**

La supervisión en esta localidad incluye la supervisión de las alarmas del concentrador, así como las alarmas del enlace PRA entre la central madre y el concentrador.

### 5.4.2 PRUEBAS DE LINEA

En la configuración genérica, las facilidades de prueba están incorporadas y básicamente deben permitir la ejecución de las mismas pruebas de línea como para las líneas de abonado conectadas directamente a la central madre.

Estas pruebas incluyen:

Para abonados analógicos:

Pruebas hacia el exterior (a la línea de abonado).

- Mediciones de potencial extraño de DC y AC entre los hilos a,b y tierra.
- Mediciones de la resistencia entre los hilos a,b y tierra.
- Mediciones de la capacitancia entre los hilos a,b y tierra.

Pruebas internas (a el circuito de línea en el concentrador).

- Cierre de bucle y detección del tono de invitación a marcar.
- Prueba de batería.
- Ganancia de TX/RX.
- Coeficientes híbridos.
- Contadores.
- Prueba del timbrado.
- Envío de pulsos.

Para abonados RDSI.

Pruebas externas:

- Igual como para los abonados analógicos, excepto las mediciones de resistencia y capacitancia entre los hilos a,b.

Pruebas internas:

Pruebas de transmisión (activación de bucle en LT, envío de un patrón de prueba, para comprobación de la señal recibida).

En una rutina básica, únicamente pruebas externas deberán ser ejecutadas. La condición para ejecutar las pruebas de rutina deberán ser siempre en línea, para todas las líneas directamente a la central madre. Estas pruebas deberán ser accedidas por medio de un grupo de comandos de operador que será capaz de solicitar la prueba de todas las líneas actualmente equipadas, o la prueba de una línea específica de la central o el concentrador. En ambos casos un reporte deberá ser generado después, proporcionando el resultado de las pruebas solicitadas exitosas, o no exitosas, líneas no probadas etc.

Las pruebas de diagnóstico deberán ser ejecutadas en caso de fallas y deberán ser invocadas desde la localidad remota o desde la terminal local. En casos particulares el sistema de prueba de líneas incorporado en el software de la central puede ser reemplazado por un sistema de prueba de líneas externo.

Además de las pruebas realizadas con el sistema de prueba de líneas incorporado o externo. Estos deben ser capaces de ejecutar pruebas específicas, localmente en el lugar donde este el concentrador por medio de terminales locales y equipo de prueba apropiado.

### 5.4.3 MANTENIMIENTO EN EL ICON

Estas consisten de pruebas de diagnóstico ejecutadas sobre una placa o sobre un número de placas relacionadas constituyendo una unidad funcional en el equipamiento del concentrador.

Estas pruebas deben ser efectuadas al inicio de la instalación y más adelante en condiciones de fallas específicas. Las condiciones de falla deben ser detectados por los circuitos de detección hardware y/o por el apropiado manejo de las capas, entidades incorporadas en el firmware del concentrador. La prueba debe ser también arrancada automáticamente por el concentrador, por la terminal local, o por el punto de supervisión remota.

La función de estas pruebas es asistir en la localización exacta del dispositivo con falla a reemplazar.

### 5.4.4 PRUEBAS DE DIAGNOSTICO EN EL ICON

Las pruebas de diagnóstico deberán ser ejecutadas automáticamente o por la solicitud de un operador. En caso de detección de errores, dos diferentes estrategias son aplicadas una para las tarjetas con procesadores y la otra para líneas de abonado.

Para tarjetas de procesadores, las pruebas de diagnóstico son ejecutadas también automáticamente sobre la detección de condiciones de alarma severas, o en solicitud de una petición de comando recibida desde el punto de supervisión o desde una terminal local.

Para las líneas de abonado, las pruebas de diagnóstico deberán ser solicitadas por el punto de supervisión o por la terminal local.

**PAGINACION VARIA**

**COMPLETA LA INFORMACION**

## CONCLUSIONES

La RDSI permite a los usuarios acceder simultáneamente a los servicios conmutados de voz, datos e imagen, una facilidad que muchos coinciden como el avance más significativo de las telecomunicaciones desde la introducción del teléfono mismo.

La velocidad de transmisión de 64 Kbits de la RDSI constituye una enorme mejora sobre el entorno actual para sesiones simultáneas, y es probable que esta capacidad de transporte sea suficiente para satisfacer las necesidades de la inmensa mayoría de usuarios potenciales en la próxima década, como mínimo. Por tal motivo las Administraciones y los proveedores de equipos han invertido grandes sumas en la RDSI, ya que esperan que en el año 2000 los ingresos de la RDSI representen alrededor del 10% de todo el negocio de telecomunicaciones.

Con el presente trabajo se ha pretendido generar una idea más clara de las características que conformar la evolución de las telecomunicaciones y del nuevo desarrollo que es la Red Digital de Servicios Integrados. Presentando su

funcionalidad, arquitectura y actividades de operación y mantenimiento para un gabinete denominado **ICON**, el cual puede tener una ubicación remota o local. Esperando que el presente trabajo sea de ayuda para los interesados en el área de las telecomunicaciones.

**BIBLIOGRAFIA.**

- FREEMAN, L. 1991 TELECOMMUNICATION SYSTEM ENGINEERING. WILEY INTERSCIENCE.
- BLAK, U. 1990 OSI A MODEL FOR COMPUTER COMMUNICATIONS STANDARDS. PRENTICE HALL
- GOLDSTEIN, F. 1991 ISDN IN PERSPECTIVE. ADDISON WESLEY.
- STALLING, W. 1992. ISDN AND BROADBAND ISDN NUEVA YORK, MACMILLAN, SEGUNDA EDICION.
- TOMASI, W 1988. ELECTRONIC COMMUNICATIONS SYSTEM FUNDAMENTALS THROUGH ADVANCED NUEVA JERSEY: PRENTICE HALL
- BLACK, U. 1989. REDES DE COMPUTADORA, PROTOCOLOS, NORMAS E INTERFACES. MADRID. MACROBIT
- CCITT, 1989 TOMO IV, FASCULO 1 RECOMENDACIONES MELBOURNE, UIT. (LIBRO AZUL).
- CCITT, 1989 TOMO III, FASCULO 7,8 Y 9 RECOMENDACIONES MELBOURNE, UIT. (LIBRO AZUL).
- STALLINGS, W. 1990. ISDN AND INTRODUCTION NUEVA YORK: MACMILLAN.
- LANGLEY, G. 1986. TELECOMMUNICATIONS PRIMER PITMAN PUBLISHING LIMITED, SEGUNDA EDICION.
- DICENET, G. 1987. DESIGN AND PROSPECTS FOR THE ISDN. ARTECH HOUSE. INC.

- GARY C. KESSLER. ISDN CONCEPTS, FACILITIES AND SERVICES  
MCGRAW HILL , INC. SECOND EDITION.
- ANDREW S. TANENBAUM, REDES DE ORDENADORES.  
PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, S.A, SEGUNDA EDICION.

**REVISTAS.**

REVISTA TECNICA DE ALCATEL  
COMUNICACIONES ELECTRICAS  
VOLUMEN 64 No1, 1990

ALCATEL 1000 S-12  
TECNOLOGIA PARA REDES DIGITALES

ALCATEL 1000 S-12  
TECHNICAL NOTICE 15-05-92  
N.V. BELL TELEPHONE MANUFACTURING  
COMPANY S.A.  
FRANCIS WELLESPLEIN 1, B-2018 ANTWERPEN, BELGIUM

REVISTA TECNICA DE ALCATEL  
COMUNICACIONES ELECTRICAS  
VOLUMEN 62 No 3/4, 1988.