



99  
24.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON**

**INGENIERIA MECANICA ELECTRICA**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN ADAPTADOR DE TERMINAL  
PARA LA RED DIGITAL DE SEÑALES INTEGRADOS**



**TESIS**  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRONICA

**PRESENTA  
M.A. DE LOURDES BOTELO MARTINEZ  
ASESORA**

**ING. DAVID B. ESTEPHAN GONZALEZ  
1997**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**"POR MI RAZA, HABLARÁ EL ESPÍRITU..."**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

---

*"EL CORAZÓN DEL HOMBRE TERRESTRE  
PUEDE IDEAR SU CAMINO...  
PERO LA DIRECCIÓN DE SUS PASOS  
LA SEGUÍA SEÑORA MISMO"*

*PROVERBIOS 16:9*



---

A MIS PADRES, ERASMO Y MARÍA  
PORQUE HAN COLOCADO EN MI  
AÑOS DE PROFUNDO AMOR,  
Y A LOS OJOS DE MI CORAZÓN  
PRODUCEN FELICIDAD  
LOS AÑOS.

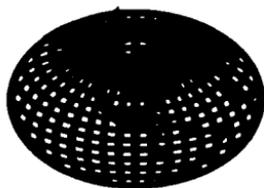
¡PENSAR EN OTROS MOMENTOS  
VACIOS?...  
SON RECUERDOS QUE ASESORO,  
TODOS SIGNIFICATIVOS EN MI VIDA.  
ELLOS FORMAN PARTE DE ÉSTE GRAN LOGRO  
A MIS AMIGOS CON CARINO.

AL ING. DAVID B. ESTOPIER HERNÁNDEZ  
POR SU VALIOSA COOPERACIÓN Y  
DISPONIBILIDAD PARA LA REALIZACIÓN  
DE ÉSTE TRABAJO

GRACIAS.



PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN ADAPTADOR DE TERMINAL PARA LISAM



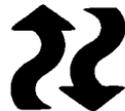
TR



TR



RED DIGITAL DE SERVICIOS  
INTEGRADOS



ROL DE LONDRES SOTELA INTZ.

---

## **CONTENIDO**

### **PÁGINAS**

### **ÍNDICE**

### **INTRODUCCIÓN**

### **DESCRIBO SISTEMAS**

### **CAPÍTULOS**

- 1. GENERALIDADES SOBRE TELEFONÍA DIGITAL**
- 2. SEÑALIZACIÓN**
- 3. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)**
- 4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN ADAPTADOR DE TERMINAL (TA) PARA LA RDSI**
- 5. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO**

### **CONCLUSIONES**

### **APÉNDICES**

- A. CHEQUEO DE REDUNDANCIA CÍCLICA (CRC-16) DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DEL SST**
- B. NORMATIVIDAD DE LA RDSI**
- C. DEFINICIÓN DE LOS CIRCUITOS DE ENLACE DE UNA INTERFAZ X.21**
- D. ESTRUCTURA DE LA UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT)**

### **BIBLIOGRAFÍA**

---

## PRÓLOGO

Día con día se incrementa la capacidad y por lo tanto la versatilidad de todos los componentes de los sistemas de comunicación, así, los avances en la tecnología de aplicaciones (equipo para usuarios) y de redes han significado también un gran cambio en el diseño de éstas. Quienes son propietarios de alguna red, reconocen que deben rediseñarla para satisfacer la demanda de las aplicaciones distribuidas. Con frecuencia, las nuevas arquitecturas implican la introducción de nuevas tecnologías. Los planificadores, a veces, cuentan con poca información para tomar decisiones respecto de qué tecnologías adoptar, cómo utilizarlas y cuál sería su impacto en la capacidad de la red. Este trabajo se basa en la explicación de una nueva tecnología: **LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (BDN en Inglés y RDSI en Español)**, que analiza a manera de propuesta, la implementación de una parte integral del equipo del usuario para acceder a la RDSI, a saber, el **ADAPTADOR DE TERMINAL (TA)**, y los beneficios obtenidos por el uso de éste.

Cabe mencionar que en México la RDSI no se ha desarrollado aún en el sector público, sin embargo, ya se está implementando en el sector privado.

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>BOSQUEJO HISTÓRICO</b>	<b>3</b>

## CAPÍTULO 1

### GENERALIDADES SOBRE TELEFONÍA DIGITAL

1.1 TEORÍA DE PCM	9
1.1.1 RUNO EN PCM	21
1.2 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DIGITAL EN TRAMA	22
1.2.1 SISTEMA AMERICANO T1	23
1.2.2 SISTEMA EUROPEO E1	25
1.2.3 PROTOCOLO X.25	29
1.2.4 INTERFAZ DIGITAL X.21	35
1.3 ESTÁNDARES INTERNACIONALES	38
1.4 ESTÁNDARES PARA RDSI	45
1.5 APLICACIONES EN MÉXICO	58

## CAPÍTULO 2

### SEÑALIZACIÓN

2.1 GENERALIDADES	53
2.2 PRINCIPALES PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN APLICADOS A RDSI	62
2.2.1 PROTOCOLO X.25	62
2.2.2 LAPD (PROCEDIMIENTO DE ACCESO AL ENLACE CANAL D)	61
2.2.3 SS7 (SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN NÚMERO 7)	66

## CAPÍTULO 3

### RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

3.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS .....	106
3.1.1 SERVICIOS SOPORTADOS POR RDSI .....	107
3.2 ARQUITECTURA DE LA RED .....	111
3.2.1 CANALES RDSI .....	116
3.2.2 NIVELES FUNCIONALES DE LA RDSI .....	120
3.3 PROTOCOLOS DE LÍNEA USADOS .....	120
3.3.1 AMI .....	121
3.3.2 MDS3 .....	121
3.3.3 BRSZ .....	122
3.3.4 ZB1G .....	123
3.3.5 4B3T .....	125
3.4 ESTRUCTURAS DE TRANSMISIÓN .....	126
3.4.1 ACCESO BÁSICO .....	127
3.4.2 ACCESO PRIMARIO .....	128
3.4.3 CONFIGURACIONES DE ACCESO .....	128
3.5 IMPORTANCIA DEL ADAPTADOR DE TERMINAL (TA) EN LA TOPOLOGÍA .....	129

## CAPÍTULO 4

### PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN ADAPTADOR DE TERMINAL (TA) PARA LA RDSI

4.1 ADAPTACIÓN DE VELOCIDAD .....	132
4.1.1 TERMINALES X.21 .....	132
4.1.2 TERMINALES X.25 .....	140
4.2 TA DE INTEL .....	166

---

4.3 TA DE MITEL .....	172
4.4 ACOPLAMIENTO DE IMPEDANCIAS .....	174
4.5 MODO DE CONEXIÓN DEL TA EN LA RED .....	177

## **CAPÍTULO 5**

### **ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO**

5.1 MODELO GENÉRICO DE ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA RDSI .....	184
5.2 COSTOS DEL TA .....	185
5.3 EJEMPLOS .....	187
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>203</b>

### **APÉNDICE A**

CHEQUEO DE REDUNDANCIA CÍCLICA (CRC-16) DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DEL SST .....	205
--	-----

### **APÉNDICE B**

NORMATIVIDAD DE LA RDSI .....	209
-------------------------------	-----

### **APÉNDICE C**

DEFINICIÓN DE LOS CIRCUITOS DE ENLACE DE UNA INTERFAZ X.21 .....	216
--	-----

### **APÉNDICE D**

ESTRUCTURA DE LA UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT) .....	222
--	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>223</b>
---------------------------	------------

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, muestra un estudio detallado de un elemento importante en la configuración de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), en aquellas topologías que no cuentan con el equipo requerido para conectarse a ésta Red de manera nativa. Tal elemento es el Adaptador de Terminal. Para comprender mejor su funcionamiento se requiere que conozcamos algunos principios básicos sobre la telefonía digital, la señalización, la arquitectura y protocolos de línea usados en la Red Digital de Servicios Integrados, temas que abarcan los capítulos uno al tercero.

El cuarto capítulo, presenta detalladamente el funcionamiento del Adaptador de Terminal y el quinto capítulo es un análisis Costo-Beneficio, donde se han vertido datos interesantes que muestran la gran utilidad de servicio (en materia económica) de este elemento en las topologías de redes que tienen la necesidad de conectarse a la RDSI. A continuación se describe brevemente cada uno de los Capítulos que forman el presente trabajo.

**CAPÍTULO 1. Generalidades sobre Telefonía Digital.** El propósito de este capítulo es describir una de las técnicas digitales más importantes, por la cual dió comienzo un largo historial de servicios de comunicación, como el transporte de voz, datos y video.

Al mismo tiempo conocer que las comunicaciones no se rigen por sí solas, sino que hay grandes organismos que se dedican exclusivamente a normalizar procedimientos, equipo, servicios, y que a través del trabajo de éstos, se tenga un mejor control en materia de Telecomunicaciones con el fin de que los enlaces de comunicación entre una persona y otra sea bajo un mismo estándar logrando un buen servicio para el usuario.

También se describe que el uso de éstas técnicas digitales en México, proporcionan un mejor y eficaz servicio en esta importante necesidad del ser humano: COMUNICARSE.

**CAPÍTULO 2. Señalización.** Este es un aspecto de interés primordial en redes de Telecomunicación, pues es el intercambio de información entre dos elementos integrantes de la red, que se realiza con el objeto de establecer, mantener ó liberar un enlace de

comunicaciones, es decir, es todo un proceso de generación y manejo de información necesaria para el establecimiento de conexiones en sistemas de comunicaciones. Por tales razones, éste capítulo explica el sistema de señalización que utiliza la RDSI: LAPD (Procedimiento de acceso al enlace canal D) y el sistema de señalización que se utiliza entre redes SS7 (Sistema de Señalización No. 7).

**CAPÍTULO 3. Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).** Sin duda alguna, para reconocer la importancia del Adaptador de Terminal y el hecho de que el título de éste trabajo sea una propuesta de implementación, se requiere conocer las características básicas, arquitectura, protocolos de línea utilizados y procedimientos de acceso al enlace de la RDSI y éste Capítulo nos informará al respecto.

**CAPÍTULO 4. Propuesta de Implementación de un Adaptador de Terminal (TA) para la RDSI.** Este capítulo es relevante, ya que define el hecho de que muchas empresas en México van a tener que recurrir, en primera instancia, a la adquisición de éste dispositivo, para poder seguir manteniéndose en el mercado, proporcionando sus servicios.

Define, en el aspecto de que en ésta parte del trabajo, se hace un análisis del funcionamiento del Adaptador de Terminal, lo cual permite ver lo útil que resulta para acoplar el equipo que no tiene tecnología RDSI y que ahora desea conectarse a dicha red.

**CAPÍTULO 5. Análisis Costo-Beneficio.** Esta última parte conlleva aún más a reafirmar la idea de que, al llegar ésta tecnología a México, va a ser necesario que las empresas sigan estando al nivel de las necesidades que demanda el usuario, sin que éstas tengan que realizar un gasto enorme para cambiar algunos equipos ó para que sus servicios sean más eficaces, adquiriendo equipo a la brevedad. Este análisis permitirá ver que la inversión monetaria es poca en comparación con el beneficio que adquirirá con la utilización de un Adaptador de Terminal.

Al finalizar éste trabajo, se presentan algunos Apéndices que son necesarios consultar para el mejor aprovechamiento de éste análisis y ver las bases en cuanto a normalización para el Adaptador de Terminal y para la RDSI.

## **BOSQUEJO HISTÓRICO**

La estructura básica de la Modulación por Pulsos Codificados (PCM) ya era conocida en la década de los años veinte y treinta pero aún no se había encontrado una aplicación para la transmisión de señales analógicas (como la voz) ni para la transmisión de datos en altos volúmenes.

Sin embargo en el año de 1937 el Ingeniero Aice H. Reeves, de la Compañía TI en Francia estudió y analizó las posibilidades que ofrecía el usar la Modulación por Pulsos Codificados (PCM) para realizar transmisiones digitales de señales analógicas, como la voz. Pero fue hasta un año después que se registró la patente francesa .

Posteriormente con el desarrollo de los semiconductores y en especial del transistor, se pusieron las bases definitivas para la realización de esta nueva forma de comunicación al presentar en el año de 1962, la Compañía Americana de Teléfonos y Telégrafos (AT & T) el sistema PCM.

Con el paso del tiempo al contar con una tecnología más adecuada se consigue una ventaja económica en la utilización de la transmisión digital de la voz y datos, sin embargo las redes analógicas existentes habían tenido una gran difusión y la implantación de las nuevas redes digitales representaban todavía un problema en cuestión económica y esto provocaba, principalmente en México, que la utilización de las técnicas digitales para implementar, por ejemplo redes u otro tipo de servicio digital, fuera muy lenta, pues sólo se justificaba en casos absolutamente necesarios como, para una ampliación del tráfico de una red determinada o, para sustituir una red obsoleta.

El motivo predominante que impulsa a las Telecomunicaciones a hacer uso de las técnicas digitales en México es la fuerte demanda que existe entre las diferentes empresas actualmente para tener una comunicación rápida y confiable entre otras cosas y que además maneje grandes volúmenes de información tanto para la transmisión de voz como para el envío de datos simultáneamente.

De ésta manera, las principales ventajas que se ofrecen con el uso de las técnicas digitales son:

- \*- se tiene mayor calidad de transmisión
- \*- se tiene un mayor volumen de tráfico sin aumento de los medios de transmisión
- \*- hay menos influencia del ruido o interferencias cuando se utiliza fibra óptica
- \*- hay una reducción en el costo del servicio proporcionado por las redes de comunicaciones
- \*- existe una amortización rápida de la inversión realizada

Adicionalmente en nuestro país se está implementando un nuevo medio de transmisión que prácticamente sólo es utilizable para señales digitales, éste medio es la fibra óptica. Sin embargo en principio no fue así; en la década de 1940 existían dos clases de obstáculos que impedían la implementación del uso de los sistemas PCM comerciales. Uno de ellos era que el proceso de modulación complejo del PCM requería de una gran variedad de dispositivos electrónicos y ello suponía serias desventajas en el campo económico.

El otro obstáculo era que las técnicas de circuitos lógicos no había madurado por completo para los radios digitales que requieren el PCM.

Sin embargo, ésta situación cambió con la aparición de los transistores. La producción de transistores a gran escala originó una notable reducción en su costo, cosa que eliminó el mencionado obstáculo. Además, el progreso de la técnica de circuitos lógicos de alta velocidad, estimulado por el rápido desarrollo de computadores transistorizados, eliminó el obstáculo técnico.

En tales circunstancias, se comenzó el desarrollo del sistema PCM comercial a fines de la década de 1960 por fabricantes y el laboratorio de NTT (Nippon Telephone and Telegraph). A principios de 1965 aparecieron varios equipos prototipo.

Aunque el estudio de investigación se hizo en base de PCM de televisión y múltiplex telefónico, el principal esfuerzo del desarrollo se concentró en la implementación de un sistema múltiplex telefónico económico aplicable a líneas troncales de muy corta distancia. La razón de

esto fue que la expansión de los servicios telefónicos de "discado" de abonado a lo largo y ancho de la Nación se extendió hasta ciudades más pequeñas aumentando la demanda de líneas troncales interurbanas de corta y muy corta distancia.

Para satisfacer ésta demanda, se desarrollaron sistemas de onda portadora de corta distancia muy económicos empleando la técnica de FDM-AM convencional y han estado en uso por más de 10 años.

Aunque la longitud aplicable económica de sistemas de onda portadora de corta distancia ha sido limitada hasta 20 a 25 kilómetros en casos típicos, se ha previsto que la demanda en gran escala para líneas troncales más cortas dará por resultado un aumento en los gastos si es que hubiera que satisfacer esta demanda instalando más cables de voz.

Otro factor que requiere un sistema múltiplex económico aplicable a distancias más cortas ha sido la dificultad de aumentar líneas troncales de centrales locales en grandes ciudades debido a la congestión de los ductos subterráneos, y restricciones impuestas a los trabajos de construcción por las carreteras de mucho tráfico.

Se ha hallado que para solventar el problema de la mencionada situación mediante un nuevo método, la longitud económica aplicable del nuevo sistema deberá ser más o menos la mitad de los sistemas de onda portadora de corta distancia convencional. Basándose en la posibilidad técnica probada por los equipos del sistema PCM prototipo, un estudio completo del sistema total, incluyendo el estudio e investigación del mercado, se realizó en 1962 y 1963. El resultado de estudios e investigaciones fue que el PCM era el único sistema, elegible para ése fin.

Habiéndose dado los resultados de que el PCM era la técnica mejor aplicable en la expansión de los servicios telefónicos, dada la demanda que ya se tenía, TELMEX (Teléfonos de México) puso en operación el sistema PCM-24, registrándose así en la historia de las telecomunicaciones en México la primera conversación el 8 de Abril de 1970 utilizando los sistemas PCM-24 entre las centrales Victoria y Tlaxiapanita.

A partir de entonces se han estado modernizando los sistemas de comunicaciones en nuestra Nación de tal forma que en Julio de 1992 Teléfonos de México inició en la ciudad de Puebla,

Pue. la modernización total de los servicios telefónicos de larga distancia en el país, al poner en operación el primer Centro Digital de Tráfico Telefónico Avanzado que sustituye por sistemas computarizados la tecnología obsoleta de cordones y que representa un avance tecnológico de más de tres décadas para las telecomunicaciones nacionales.

La modernización de los servicios de larga distancia por operadora incluye la puesta en funcionamiento de 39 Centros Digitales distribuidos en las principales ciudades del país, que albergan un total de 1420 posiciones de tráfico, mediante las cuales se agilizan y se hacen eficientes los servicios de larga distancia nacional e internacional y se proporcionan nuevos servicios a los usuarios.

Aunado a esto, TELMEX hizo una inversión superior a los 30 mil 540 millones de viejos pesos para poner en funcionamiento tres nuevos Centros Digitales de Tráfico avanzada que modernizaron totalmente los servicios de larga distancia nacional por operadora en la zona metropolitana de la Ciudad de México, al sustituir por sistemas digitales la tecnología obsoleta de cordones, para agilizar y hacer eficiente la atención de los usuarios, elevar la capacidad del tráfico para manejar 50% más conferencias telefónicas y proporcionar nuevos servicios.

Los nuevos Centros Digitales de Tráfico han quedado ubicados en San Juan, Lindavista y Rojo Gómez.

También, en Junio de 1992 TELMEX realizó la adquisición de nuevas Centrales Digitales, con el objetivo de ampliar la capacidad del sistema telefónico y proporcionar servicios de telecomunicación avanzada a usuarios, además de incrementar la calidad y cantidad de las centrales telefónicas para responder oportunamente a las crecientes necesidades de sistemas avanzados de comunicación en la sociedad.

Estos equipos tienen gran versatilidad y pueden ser utilizados como centrales de aplicaciones múltiples, de módulos remotos de conmutación, tráfico local y soporte a la Red Digital Integrada.

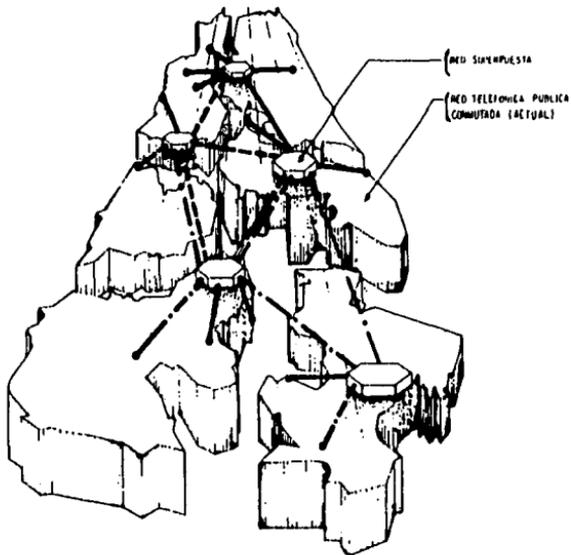
Ahora bien, en nuestra Nación la aplicación de las técnicas digitales a partir de 1970 ha permitido el ingreso de nuestro país a la creación de una Red Digital Integrada (RDI) que, en principio opera como una red superpuesta.

El servicio telefónico en México había sufrido un estancamiento tecnológico hasta que TELMEX decidió actualizar su planta adquiriendo equipos digitales para conmutación y transmisión. Debido a esto y, como necesidad imperiosa de ofrecer telecomunicaciones con un alto grado de manejo de información, confiabilidad y potencialidad en los servicios implícitos, fue planeado e implementado el proyecto de la Red Digital Integrada (RDI-64), utilizando una velocidad de transmisión de datos de 64 Kbps, elevando así el nivel de servicio ofrecido por TELMEX a sus grandes usuarios.

Este proyecto que ha sido implementado es lo que se conoce como RED SUPERPUESTA, ya que ha sido "superpuesta" a la red que tenía TELMEX, como muy bien lo podemos notar en la figura siguiente "Red Superpuesta".

Por lo tanto, el uso de éstas técnicas en nuestro país ofrece muchas ventajas y, el resultado obtenido es un incremento en la calidad del servicio dado al usuario.

CONCEPTO DE LA RED SUPERPUESTA REPRESENTADO  
SOBRE LAS ÁREAS TANDEMS DE LA CD DE MEXICO



RED SUPERPUENTE



**CAPÍTULO 1**

# **GENERALIDADES SOBRE TELEFONÍA DIGITAL**

## 1.1 TEORÍA DE PCM

En los sistemas de comunicaciones las señales analógicas son muestreadas y se digitalizan para poder ser transmitidas. Los sistemas que realizan la transmisión de señales digitalizadas y codificadas se les conoce como sistemas de Modulación por Codificación de Pulsos (PCM ó MIC).

El proceso que experimenta la señal analógica (como la voz) para llegar a ser una digital comprende la siguiente secuencia:

- A) Muestreo
- B) Cuantificación
- C) Codificación

La **figura 1-1** muestra el proceso de PCM.

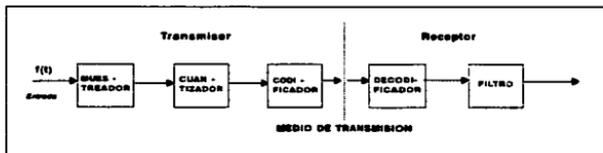
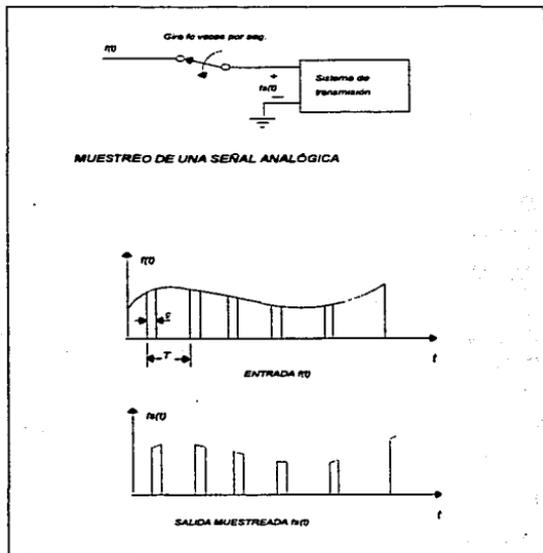


FIGURA 1-1: SISTEMA PCM

### A) MUESTREO

El proceso de muestreo es un medio por el cual una señal analógica se convierte en una sucesión correspondiente de números que por lo general se encuentran espaciados uniformemente en el tiempo. En la práctica es necesario que se elija un índice de muestreo en forma apropiada, de tal manera que ésta sucesión de números defina unívocamente a la señal analógica original.

Para tener un mejor entendimiento en forma conceptual, observemos los siguientes diagramas, ilustrados en la **figura 1-2**.



**FIGURA 1-2: PROCESO DE MUESTREO ( $T$  = TIEMPO DE MUESTREO;  $1/T$  = INTERVALO DE MUESTREO).**

Se tiene que el interruptor está girando a una velocidad deseada de  $f_c = 1/T$  veces por segundo y que permanece en la línea de  $f(t)$  durante " $\tau$ " segundos; a la salida del interruptor  $f_s(t)$  se tiene una versión muestreada de  $f(t)$ .

En (b) se muestra la función  $f(t)$ , los intervalos de muestreo y la salida muestreada  $f_s(t)$ . Por lo que  $f_c$  es la velocidad de muestreo y " $T$ " el intervalo de muestreo. Si la señal  $f(t)$  es de banda limitada a  $B$  hertz ( es decir, que se encuentra libre de componentes de frecuencia por encima de  $f = B$ , donde  $B$  es el ancho de banda de la señal  $f(t)$  ). Se tiene que la mínima velocidad de muestreo de  $2B$  veces por segundo se denomina velocidad de muestreo de Nyquist y  $1/2B$  se llama intervalo de muestreo de Nyquist. Este proceso se lleva a cabo para convertir la señal analógica  $f(t)$  a una señal digital. La señal muestreada  $f_s(t)$  contiene toda la información de  $f(t)$ .

Teniendo esto en mente se supone que lógicamente debe haber un mínimo valor de  $f_c$  para que no se pierda la información, o para estar seguros de que se podrá reconstruir la señal de entrada.

Existe una relación entre la velocidad a la cual la señal está variando y el número de pulsos que son necesarios para reproducirla con exactitud. La velocidad a la que una señal varía es, por supuesto un valor que depende de su máxima componente de frecuencia ó ancho de banda,  $B$ . Por lo tanto, ése mínimo valor de  $f_c$  es justamente la velocidad de muestreo de Nyquist:  $f_c = 2B$ ; la cual dice que necesitan al menos  $2B$  muestras uniformemente espaciadas por cada segundo para reproducir con seguridad la señal sin distorsión.

Este hecho es el famoso "Teorema de muestreo". Este teorema tiene un gran significado en los conceptos modernos de la teoría de la información. Cualquier medición del contenido de información de una señal específica debe estar relacionada con el número necesario de cantidades independientes que se requieren para describir dicha señal en forma completa. Si el número se escribe en forma de unidades binarias, el contenido de información se mide en bits. Aunque el enunciado del Teorema de muestreo, que se deduce de la relación  $f_c = 2B$ , establece una relación del período de muestreo de una señal de banda limitada, el teorema puede

generalizarse a cualquier conjunto de muestras independientes. En esta forma, el teorema general establece que:

Cualquiera 2B muestras independientes por segundo caracterizarán por completo una señal de banda limitada. Dicho de otra forma, cualquiera 2BT trazos (independientes) de información son suficientes para especificar completamente una señal durante un intervalo de T segundos de duración.

En otras palabras, el proceso de muestrear uniformemente una señal en el dominio del tiempo produce un espectro periódico en el dominio de la frecuencia, con un periodo igual a la razón de muestreo, como se observa en la **figura 1-3**.

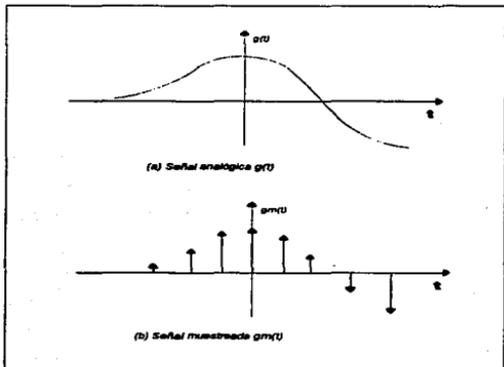


FIGURA 1-3: PROCESO DE MUESTREO

De esta forma la aplicación del muestreo permite la reducción de la onda de mensaje continuamente variable a un número limitado de valores discretos por segundo. Obteniendo a la salida del muestreador una señal conocida como PAM (Modulación por Amplitud de pulsos).

## **2) CUANTIFICACIÓN**

Una señal continua, como la voz, tiene un rango continuo de amplitudes y por lo tanto sus muestras tienen un rango continuo de amplitud. Es decir, dentro del rango finito de amplitud de la señal se encuentra un número infinito de niveles de amplitud, por lo tanto la señal continua original puede aproximarse mediante una señal que se construye de un conjunto disponible de amplitudes discretas elegidas sobre una base de error mínimo. La existencia de un número finito de niveles de amplitud discreta es una condición básica de la modulación por codificación de pulsos (PCM).

La conversión de una muestra analógica (continua) de la señal a una forma digital (discreta) se conoce como proceso de cuantificación.

En este proceso de cuantificación se le asigna a cada muestra de la señal un valor determinado, es decir, se ajustan los niveles de voltaje de la señal muestreada; por ejemplo, las muestras que tengan un nivel de voltaje en decimales (1,35; 1,80; 2,10; 2,93; ...etc.) se van a ajustar a números enteros siempre (1,35  $\Rightarrow$  1; 1,80  $\Rightarrow$  2; 2,93  $\Rightarrow$  3; 2,10  $\Rightarrow$  2; ... etc.) de tal manera que gráficamente observamos que de la señal muestreada (PAM) se obtenga una señal en forma de escalera como se puede apreciar en la **figura 1-4**.

Aunque la separación entre niveles que se muestran en la figura 1-4 es uniforme, con frecuencia en la práctica dicha separación se hace no uniforme con el objeto de mejorar el comportamiento del sistema al ruido. En particular, el espaciamiento de los niveles se hace disminuir con los niveles bajos de amplitud. Esto se realiza por medio de una técnica conocida como "compresión".

El proceso de cuantificación introduce algunos errores durante la reproducción final de la señal, ya que la señal demodulada (en el receptor) diferirá algo de la señal original (la onda senoidal

que se transmitió en forma discreta) siendo que el efecto total es como si se hubiera agregado un ruido adicional al sistema.

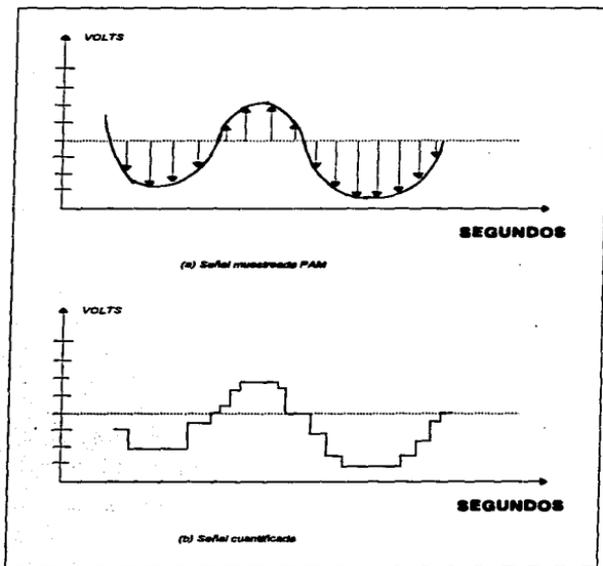
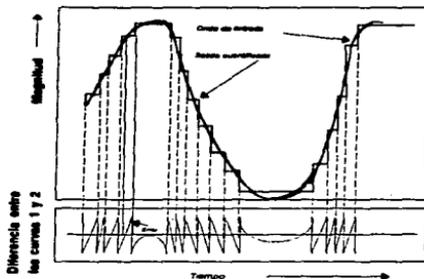


FIGURA 1-4: PROCESO DE CUANTIFICACIÓN

En la **figura 1-5** se ilustra una onda de señal cuantificada y la curva de error correspondiente.



**FIGURA 1-5: ONDA DE SEÑAL CUANTIFICADA Y LA CURVA DE ERROR CORRESPONDIENTE**

Para recuperar las muestras de señal a su nivel relativo correcto, se utiliza un dispositivo en el receptor con una característica complementaria al compresor. Este dispositivo se conoce como **EXPANSOR**. En forma ideal, las leyes de la compresión y expansión son exactamente inversas de manera que, excepto por el efecto de la cuantificación, la salida del expansor es igual a la entrada del compresor. La combinación de un compresor y un expansor se conoce como **COMPANSOR**.

En los sistemas reales de PCM, los circuitos de compresión-expansión no producen una réplica exacta de las curvas de compresión, más bien, proporcionan una aproximación por segmentos lineales a la curva deseada. Utilizando un número suficientemente grande de segmentos lineales, la aproximación puede acercarse mucho a la verdadera curva de compresión.

## SI CUANTIZACIÓN

Al combinar los procesos de muestreo y cuantificación, la especificación de una señal continua de banda base llega a estar limitada a un conjunto discreto de valores, pero no en la forma más adecuada para su transmisión a lo largo de una línea o trayectoria de radio.

Por lo tanto es necesario que la señal muestreada y cuantizada de pulsos se codifique en un grupo ó paquete equivalente de pulsos binarios de igual amplitud, con lo cual obtenemos finalmente señales binarias. Así es que cualquier plan que se use para representar cada conjunto discreto de valores como un arreglo particular de eventos discretos se llama CÓDIGO.

En un código binario, cada símbolo puede ser cualquiera de dos valores ó tipos distintos, tales como la presencia ó ausencia de un pulso.

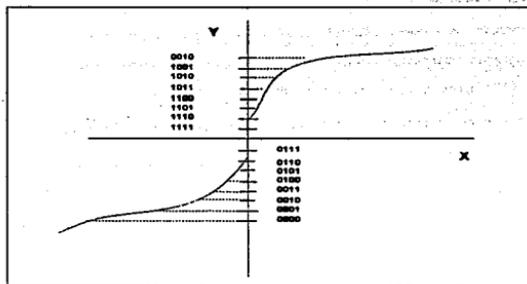
El código binario es justamente un caso especial de la codificación teóricamente posible en los sistemas PCM. En general, cualquier muestra cuantizada de una señal puede codificarse por medio de un grupo de "m" pulsos, cada uno de los cuales tiene "n" posibles niveles de amplitud. Estos "m" pulsos deben ser transmitidos en el mismo intervalo original que estaba dispuesto para la muestra cuantizada. Como la información transportada por éstos "m" pulsos es equivalente a la que llevaban los "M" niveles originales de amplitud, el número de posibles combinaciones de amplitudes de éstos "m" pulsos debe ser igual a "M".

Por tanto:  $M = n^m$

De ésta manera el número "n" de niveles escogidos para los pulsos codificados aumenta, "m" disminuye, así como el ancho de banda requerido para la transmisión.

Esta posibilidad de codificar de diferentes formas es una de las razones del intenso uso que se hace de los sistemas PCM. El CCITT recomienda 2 leyes de codificación, la ley  $\mu$  y la ley A, especificadas en G.711.

La ley  $\mu$  tiene como curva característica la mostrada en la figura 1-6 (a).



**FIGURA 1-4(a): CURVA CARACTERISTICA DE  
LA LEY  $\mu$**

En ésta,  $x'$  representa la señal de entrada y " $z$ " la señal de salida. Según la característica, los niveles equivalentes de entrada se desplazan cada vez más lejos a medida que la amplitud de entrada tiende a  $+v$ , lo cual se debe a la compresión de los valores superiores de la entrada en un intervalo relativamente menor de valores de salida.

La ecuación representativa de la ley  $\mu$  es la siguiente:

$$\tau(x) = (\ln(1 + \mu x)) / (\ln(1 + \mu)); \quad 0 < x < 1 \quad \text{El valor de } \mu \text{ es de 255.}$$

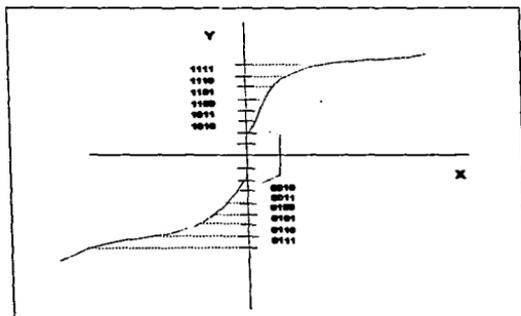
La curva consta de 15 segmentos divididos en 8 segmentos para la mitad positiva y 8 para la negativa; cada segmento consta de 16 partes iguales. La pendiente entre un segmento y otro se diferencia por un factor de dos, comenzando con el origen hacia amplitudes más altas. Existen un total de 255 partes, siendo 129 por cada mitad de la curva.

El formato de la palabra de 8 bits es el siguiente:

El primer bit indica el signo ó polaridad (1=positivo; 0=negativo). Los próximos tres indican el número de segmentos que corresponde a la muestra. Los últimos cuatro indican a la parte dentro del segmento.

El código del segmento es una secuencia binaria inversa, de tal forma que: el segmento cero queda representado por la secuencia 111; el segmento siete tendrá la secuencia 000.

Análogamente los códigos para las partes dentro del segmento serán: Para el nivel 0, se tiene la secuencia 1111; para el nivel quince se tiene la secuencia 0000. La otra ley de codificación es la ley A, cuya curva característica se representa en la **figura 1-6 (b)**.



**FIGURA 1-4(b): CURVA CARACTERÍSTICA DE LA LEY A**

La curva consta de 13 segmentos numerados del 1 al 13.

La longitud del segmento número 7, a lo largo del eje y "x" es cuatro veces la de los otros segmentos. Existen un total de ocho segmentos para la parte positiva y otras ocho para la negativa, de los cuales los dos primeros son colineales. La razón por la que a ésta ley se le llama ley A, es que es una función continuamente derivable que representa una aproximación de la curva de 13 segmentos parcialmente lineal, se define como sigue:

$$Y = Ax / (1 + \log A),$$

$$0 < x < 1/A$$

El valor de A es de 87.6

De los 8 bits que conforman la parte digital, el más significativo se utiliza para determinar la polaridad de la muestra (1=positiva; 0=negativa). Los siete bits restantes están organizados de la siguiente manera: Los 3 bits siguientes indican en que segmento cae la muestra y los últimos 4 bits indican la posición relativa dentro del segmento dado.

La manera como se genera la cuantificación de las muestras, es el siguiente:

Las muestras de la señal de entrada son comparadas con fracciones de un voltaje de referencia  $V_{ref}$ , el cual se obtiene mediante un generador de nivel de decisión, y corresponden a los niveles de decisión del cuantificador de la ley de compansión. La lógica de control se encarga de obtener la palabra codificada correspondiente al intervalo en el que cayó la entrada.

Ahora bien, existen varias maneras para representar los símbolos binarios 1 y 0 mediante señales eléctricas, de tal forma que como observaremos en la **figura 1-7** en cualquiera de éstos tipos de códigos la señal viaja a través del canal.

**Representaciones Eléctricas de los Datos Binarios.**

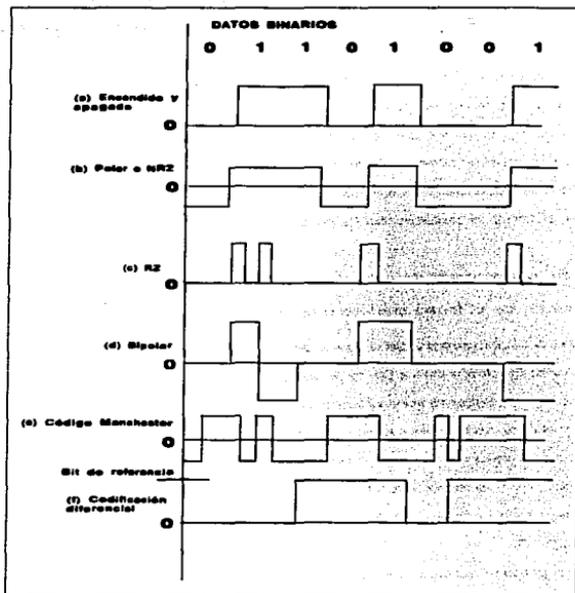
**(a).** El símbolo 1 se representa transmitiendo un pulso de amplitud constante en toda la duración del símbolo, y el símbolo 0 se representa por la suspensión del pulso, como lo muestra la figura 1-7 (a). Este tipo de señal se conoce como señal de encendido y apagado.

**(b).** Los símbolos 1 y 0 se representan mediante pulsos de amplitudes iguales positiva y negativa, como se muestra en la figura 1-7 (b). Este tipo de señal se llama señal polar ó señal de no retorno a cero (NRZ).

**(c).** Se utiliza un pulso rectangular (de anchura de medio símbolo) para un 1 y ningún pulso para un 0, como en la figura 1-7 (c). Este tipo de señal se conoce como señal de retorno a cero (RZ).

**(d).** Se utilizan alternativamente pulsos positivos y negativos (de igual amplitud) para el símbolo 1, y ningún pulso para el símbolo 0, como en la figura 1-7 (d). Este tipo de señal se llama bipolar.

**(e).** El símbolo 1 se representa mediante un pulso positivo seguido de un pulso negativo, siendo ambos pulsos de igual amplitud y de medio símbolo de anchura; para el símbolo 0, las



**FIGURA 1-7: REPRESENTACIÓN ELECTRICA DE DATOS BINARIOS**

polaridades de éstos pulsos se invierten, como aparece en la figura 1-7 (e). Este tipo de señal se conoce como código Manchester ó de fase dividida.

(f). En ocasiones conviene codificar la información de una onda binaria de modulación (MCF) en términos de transiciones de la señal. Por ejemplo, una transición en una onda binaria de modulación por código de pulsos (PCM) se puede utilizar para designar al símbolo 0, mientras que no se usará transición para designar al símbolo 1, como se ilustra en (f). Este método de representación se denomina codificación diferencial. Es evidente que puede invertirse una señal codificada en forma diferencial sin afectar su interpretación. La información binaria original se recupera muestreando la onda recibida y comparando la polaridad de las muestras adyacentes para establecer si ha ocurrido o no una transición.

Algo importante de señalar es que la ventaja máxima sobre los efectos del ruido en un medio de transmisión se obtiene mediante el uso, precisamente, de un código binario, ya que un símbolo binario soporta un nivel relativamente alto de ruido y es fácil de regenerar. Todo lo que el receptor tiene que hacer es reconocer, en consecuencia, la ausencia ó la presencia del pulso, ó bien la polaridad (más ó menos) de éste, y a continuación decodificar la forma cuantizada original para reconstruir la señal.

## 1.1.1 RUIDO EN PCM

Las dos importantes fuentes de ruido son: el ruido de transmisión y el ruido de cuantización. El ruido de transmisión ocurre en todo el largo del canal y es el familiarmente conocido como ruido blanco Gaussiano. Este tipo de ruido ocasiona que aumenten los errores de bit en los pulsos transmitidos de PCM por cambiar un "cero" por un "uno", ó un "uno" por un "cero". Para PCM unipolar los pulsos están variando entre el nivel "cero" y el pico de amplitud  $A$ , por lo que la probabilidad de error ( $P_e$ ) está dada por:

$$P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(\sqrt{C}/4N)$$

$$P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left\{ \left( \frac{1}{2\sqrt{2}} \right) \left( \frac{A}{\sigma} \right) \right\}$$

donde  $\text{erfc}$  es la función de error complementaria y  $(c/N) = A^2/2\sigma^2$  es la razón de potencia de portadora a ruido, si  $A$  es la amplitud del pulso (pico) y " $\sigma$ " es el voltaje de ruido rms.

Para la entrada la relación señal a ruido (S/N) es de aproximadamente 21 dB, el cual es llamado "umbral de error", y los efectos del ruido en la transmisión pueden ser ignorados. Cuando está operando éste umbral, el ruido de cuantización es principalmente importante. Este asciende debido a la "incertidumbre" en la transmisión de un nivel de señal en particular causado por redondear (rounding-off) -hacia arriba ó hacia abajo- en la cuantización y puede solamente ser reducido usando más niveles ó por usar una cuantización no uniforme (ó no lineal). Esto está dado por la expresión:

$$(S_a/N_a) \cong 2^{2n} \quad \text{ó} \quad (S_o/N_o) \cong 2^{2(n-c/B)}$$

donde el exponente  $n = Bc/B$ , si  $Bc$  es el ancho de banda del canal y  $B$  es el ancho de banda en banda base.

## 1.2 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DIGITAL EN TRAMA

En un enlace de comunicación la información viaja a través del medio físico (cable telefónico, coaxial, fibra óptica ó por microondas) en forma digitalizada, en PCM (modulación por pulsos codificados), utilizando un sistema de 24 canales ó 32 canales telefónicos y/o también empleando el formato X.25. Pero la información que se transmite está constituida por un conjunto de bits que contienen, aparte de la información propia del usuario, señalización y bits de control, para que de ésta forma haya un direccionamiento y un orden de la información tanto al transmitir como al recibir. Así pues, la forma real en que viaja la información es por conjuntos de bits y cada conjunto contendrá señalización, información y bits de control, esencialmente. A éste conjunto de bits lo denominaremos **TRAMA**. En ésta sección explicaremos cómo se forman los sistemas de comunicación digital en trama E1, T1 y X.25 de tal manera que, de una manera más formal, el término TRAMA significa un conjunto repetitivo de intervalos de tiempo consecutivos que constituyen un ciclo completo de una señal en la cual se puede identificar la posición relativa de cada intervalo de tiempo en el ciclo.

## 1.2.1 SISTEMA AMERICANO T1

En México, en el año de 1970, se introdujo en las comunicaciones telefónicas el sistema digital PCM para la transmisión de voz utilizando un sistema de 24 canales denominado T1. Este sistema es una versión americana, lo que constituyó la base para la transmisión de sistemas totalmente digitales.

La velocidad de muestreo de 8 KHz empleada, así como la cuantización de 8 bits (que constituiría un Time Slot ó ranura de tiempo) por muestra actualmente en uso, son la base de la mayoría de los sistemas digitales PCM de voz que se emplean en el mundo. (actualmente Estados Unidos, Canadá y Japón, son los países que aún ocupan en todas sus comunicaciones el sistema T1) tanto para las comunicaciones terrestres como para las realizadas por satélite.

En el sistema T1 se multicanalizan, muestrean y codifican 24 canales telefónicos en PCM a 1.544 Mbits/s (la ley de codificación utilizada es la ley  $\mu$ ), para transmisión con portadora ó para multicanalización posterior para transmisión a mayores distancias.

Como podemos observar en la **figura 1-8**, el sistema T1 está compuesto de 24 canales telefónicos (ó 24 times slots), cada uno de ellos es de un byte (8 bits) y el tiempo asignado a cada trama T1 es de 125  $\mu$ s.

El período de tiempo mínimo para muestrear la señal, de acuerdo al teorema de muestreo, es 2 veces el ancho de banda del canal telefónico (4 KHz.), por lo que la frecuencia de muestreo empleada es de 8 KHz.

Este conjunto de 24 canales telefónicos constituye una trama (frame en inglés), es decir, un bloque de información.

Si atendemos a que en cada canal existen 8 bits, entonces en toda la trama se tendrán 192 bits cada 125  $\mu$ s, sin embargo cada T1 tiene en realidad 193 bits cada 125  $\mu$ s, debido a que se incluye un bit signado para la sincronización. Con éstos datos podremos determinar la velocidad de transmisión: se multiplica el número total de bits del T1 por la frecuencia de muestreo (193x8 KHz.) resultando un producto de 1.544 Mbits por segundo.

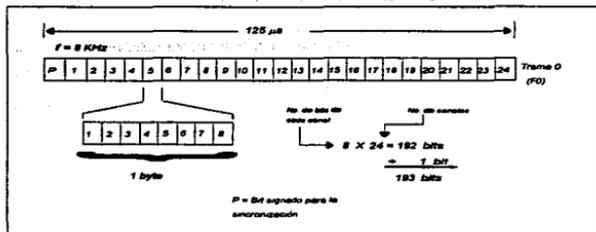


FIGURA 1-8: SISTEMA AMERICANO T1 (TRAMA DE INFORMACIÓN)

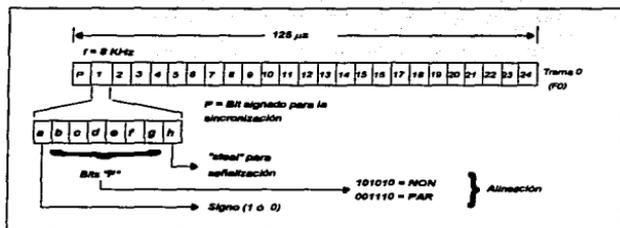
El bit número 1 se ha designado para la alineación (vea la figura 1-9), que es el estado en el cual la trama del equipo receptor está sincronizada con la trama de la señal recibida (Recomendación G.701 Fascículo III.4. Libro Azul CCITT), la supervisión de la calidad de funcionamiento y el suministro de un enlace de datos. El sistema va a tomar las tramas por pares ó nones con los bits "F", de acuerdo a las recomendaciones del CCITT (G.733):

tramas nones: 101010 ]

} bits F

tramas pares: 001110 ]

El bit "a" se ocupa para el signo (ya sea 1 ó 0 según sea positivo ó negativo) y el bit "h" se le denomina "steal" que quiere decir robo, o sea que éste bit del canal 1 se roba, cada 6 tramas solamente para la señalización de línea y de registro (únicamente se ocupa para la señalización cuando el canal transmite voz). En la figura 1-10 el canal que lleva la señalización se encuentra en la trama número 6 y en la trama número 12.



**FIGURA 1-9: LOCALIZACIÓN DENTRO DE UNA TRAMA T1 DE LOS BITS DE SIGNO, ALINEACIÓN Y SEÑALIZACIÓN**

Existe también un conjunto de tramas denominado MULTITRAMA, y en el caso de sistemas T1 se compone de 12 tramas. La estructura de una MULTITRAMA de PCM-24 es de la forma que se ilustra en la figura 1-10.

Este sistema de comunicación en trama T1 ha tenido una amplia aceptación en el mundo, pues ha sido el primer sistema digital PCM utilizado en telefonía. Sin embargo poco después los estándares mundiales indicaron la utilización de sistemas PCM de 30 canales, denominado E1.

## 1.2.2 SISTEMA EUROPEO E1

El sistema E1 de 30 canales es una versión europea recomendada por el CCITT en la recomendación G.732 (la ley de codificación utilizada es la ley A). Este sistema lo han adoptado ya en su totalidad muchos países, incluyendo México, exceptuando Estados Unidos, Japón y Canadá (utilizan sistemas T1 → PCM-24).

En la figura 1-11 observamos una trama E1 completa.



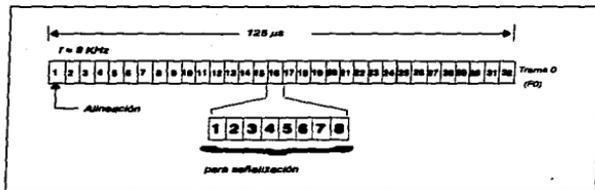
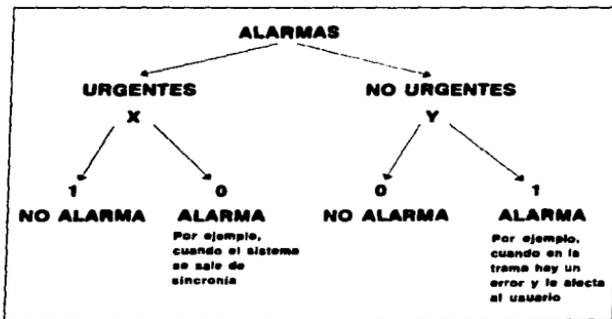


FIGURA 1-11: SISTEMA EUROPEO E1 (TRAMA DE INFORMACIÓN)

El canal número 1, como se ve en la **figura 1-12**, el sistema toma las tramas como par 0 non de acuerdo a lo siguiente: 1001 1011 para tramas par , 11xy \*\*\*\* para tramas non

Para las tramas non los asteriscos indican una condición de no importa, pero los bits 'x' e 'y' se usan para alarmas. Los bits que indican alarma son como sigue:



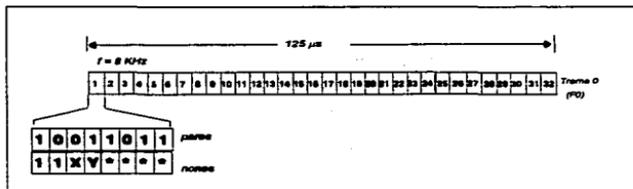


FIGURA 1-12: BITS DEL CANAL DE ALINEACIÓN EN EL SISTEMA EUROPEO E1

Y el canal 16 (ó si la trama comienza con el canal número 0, entonces sería el canal 15) que es para la señalización de línea y de registro, contiene los siguientes 8 bits, como se muestra en la figura 1-13.

En la trama completa E1 se tienen 256 bits (8 bits por cada canal,  $8 \times 32 = 256$  bits) y la frecuencia de muestreo es de 8 KHz por tanto la velocidad de transmisión es de 2.048 Mbits por segundo (256 bits  $\times$  8 KHz). Ahora bien, como son 32 canales telefónicos dividimos 2.048 Mb/seg. entre 32 y obtenemos la velocidad de transmisión de un sólo canal, que es de 64 Kbits/seg. al igual que en los canales de T1.

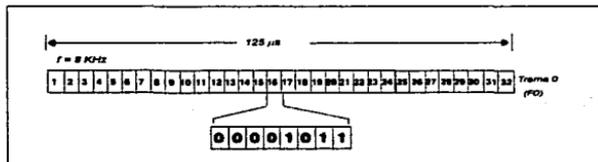


FIGURA 1-13: BITS DEL CANAL DE SEÑALIZACIÓN

En sistemas E1, una multitrama la componen 16 tramas, vea la figura 1-14.

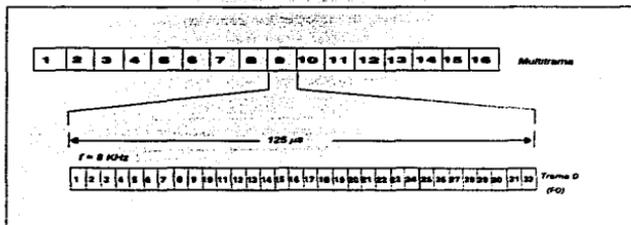


FIGURA 1-14: ESTRUCTURA DE UNA MULTITRAMA

## 1.2.3 PROTOCOLO X.25.

Se describe a continuación la norma X.25 recomendada por el CCITT (Consejo Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía). Esta norma especifica cómo se forma una trama para comunicación de datos X.25 bit a bit de manera sincrónica.

Las redes de paquetes y las estaciones de usuario han de disponer de mecanismos de control que les permitan interconectarse. Quizá el más importante de estos mecanismos, al menos desde el punto de vista de la red, sea el control de flujo, que sirve para limitar la cantidad de tráfico procedente de los usuarios, evitando así la congestión de la red. También el ETD ha de controlar el flujo que le llega desde la red. Además de ello, tanto el ETD como la propia red han de poseer procedimientos de control de errores que garanticen la recepción correcta de todo el tráfico. X.25 proporciona estas funciones de control de flujo y de errores.

En sistemas E1, una multitrama la componen 16 tramas, vea la **figura 1-14**.

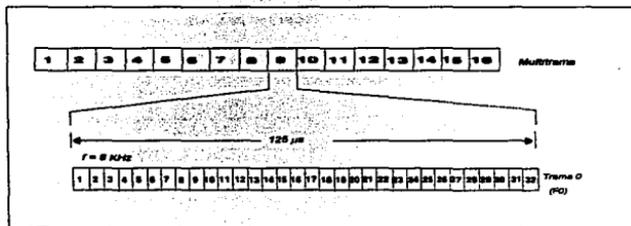


FIGURA 1-14: ESTRUCTURA DE UNA MULTITRAMA

## 1.2.3 PROTOCOLO X.25.

Se describe a continuación la norma X.25 recomendada por el CCITT (Consejo Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía). Esta norma especifica cómo se forma una trama para comunicación de datos X.25 bit a bit de manera síncrona.

Las redes de paquetes y las estaciones de usuario han de disponer de mecanismos de control que les permitan interconectarse. Quizá el más importante de éstos mecanismos, al menos desde el punto de vista de la red, sea el control de flujo, que sirve para limitar la afluencia de tráfico procedente de los usuarios, evitando así la congestión de la red. También el ETD<sup>1</sup> ha de controlar el flujo que le llega desde la red. Además de ello, tanto los ETD como la propia red han de poseer procedimientos de control de errores que garanticen la recepción correcta de todo el tráfico. X.25 proporciona estas funciones de control de flujo y de errores.

<sup>1</sup>ETD= Equipo Terminal de Datos

En X.25 se definen los procedimientos que realizan el intercambio de datos entre los dispositivos de usuario (ETD) y un nodo de la red encargado de manejar los paquetes (un ETCD<sup>2</sup>).

Las redes utilizan la norma X.25 para establecer los procedimientos mediante los cuales dos ETD que trabajan en modo paquete se comunican a través de la red.

En la **figura 1-15** se muestra el formato X.25.

Bandera	Dirección	CTR	Intercambio	FCS/CRC	Bandera
0111111	8 bits	8 bits	128 bits	16 bits	0111111

FIGURA 1-15: TRAMA X.25

#### - Secuencia de Bandera (FLAG).

Todas las tramas X.25 deben comenzar y terminar con la secuencia de bandera consistente en un bit "0" seguido de 6 bits "1" consecutivos y un bit "0". La bandera que precede al campo de dirección se define como bandera de apertura ó "header". La bandera que sigue al campo de secuencia de verificación de trama (FCS/CRC) se define como bandera de cierre ó trailer. Puede usarse una sola bandera, como bandera de cierre de una trama y bandera de apertura de la trama siguiente.

#### - Campo de Dirección

El campo de dirección consiste en un octeto. El campo de dirección identifica al receptor previsto en una trama de instrucción y al transmisor en una trama de respuesta, es decir, establece el sentido de la información de:

	Comando	Respuesta
DTE → DCE	01(B)	03(A)
DCE → DTE	03(A)	01(B)

<sup>2</sup>ETCD= Equipamiento Terminal de Comunicación de Datos

**-Campo de Control (CTR)**

Contiene 3 tipos de señales para indicar la secuencia:

- \* I.- Señales de Información (8 bits)
- \* S.- Señales de supervisión (8 bits)
- \* U.- Señales numeradas (8 bits)

Este campo de control consiste en dos octetos para los formatos de trama que contengan números secuenciales (I y S), y en un octeto para los formatos de trama que no contengan números secuenciales (U).

**-Campo de Información**

El campo de información cuando está presente sigue al campo de control (CTR) y precede a la secuencia de verificación de trama (FCS/CRC).

Este campo contiene los datos que se están transfiriendo. Normalmente, éste campo no está presente en la trama que contiene sólo información de control de enlace. La extensión del campo puede ser la de cualquier múltiplo de 8 bits. Si se trata de funcionamiento básico (módulo 8) consta de tres octetos y si es de funcionamiento ampliado (módulo 128) consta de 5 octetos.

En la **figura 1-16** se muestra la trama X.25 y los paquetes que están contenidos dentro del campo de información.

GFI: Indicador General de Formato

LCN: Identificador de Canal Lógico

**- Identificador General de Formato (GFI)**

El campo de identificador general de formato es un campo codificado de cuatro bits que indica el formato general del resto del encabezamiento. Está situado en las posiciones de bit 8, 7, 6 y 5 del octeto L, siendo el bit 5 el de orden inferior (los bits de un octeto se numeran de 8 a 1; el bit 1 es el bit de orden inferior y es el primero que se transmite).



**-Secuencia de Verificación de Trama (CRC/CCIT)**

El campo de secuencia de verificación de trama es una secuencia de 16 bits. El siguiente procedimiento estrictamente se realiza en el transmisor y se da el complemento a uno de la suma en módulo 2 partiendo de las dos especificaciones siguientes:

1). El residuo de la división módulo 2 (operaciones or exclusiva) del polinomio  $(x^k)$   $(x^{16} + x^{14} + \dots + x + 1)$ , por el polinomio generador  $(x^{16} + x^{12} + x^5 + 1)$ , donde "k" es el número de bits de la trama entre, pero no incluidos, el último bit de la bandera de apertura y el primer bit de la secuencia de verificación de trama, excluyendo los bits insertados (bits stuffing) para la transparencia.

2). El residuo de la división módulo 2 por el polinomio generador  $(x^{16} + x^{12} + x^5 + 1)$ , del producto de  $x^{16}$  por el contenido de la trama entre, pero no incluidos, el último bit de la bandera de apertura y el primer bit de la secuencia de verificación de trama, excluidos los bits de relleno que aseguran la transparencia.

En un caso práctico, en el transmisor, el contenido inicial del registro del residuo de la división se fija "a todos unos" y se modifica luego dividiendo en módulo 2 por el polinomio generador (el patrón p) en los campos de dirección, control e información, el complemento a unos del residuo resultante se transmite como secuencia de verificación de trama de 16 bits.

En un caso práctico, en el receptor el contenido inicial del registro se fija a todos unos. el residuo final después de la multiplicación por  $x^{16}$  y de la división en módulo 2 por el polinomio generador de la serie de bits entrantes protegidos y la secuencia de verificación de trama, será de 0001, 1101, 0000, 1111 en ausencia de errores de transmisión.

**TIPO DE PAQUETE****DEL ETCO AL ETD****DEL ETD AL ETCO**ESTABLECIMIENTO Y LIBERACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Llamada entrante  
 Comunicación establecida  
 Indicación de liberación  
 Confirmación de liberación por el ETCO

Peticion de llamada  
 Llamada aceptada  
 Peticion de liberación  
 Confirmación de liberación por el ETD

DATOS E INTERRUPTIÓN

Datos del ETCO  
 Interrupción por el ETCO  
 Confirmación de interrupción por el ETCO

Datos del ETD  
 Interrupción por el ETD  
 Confirmación de interrupción por el ETD

CONTROL DE FLUJO Y REINICIACIÓN

RR del ETCO  
 RNR del ETCO  
 Indicación de reiniciación  
 Confirmación de reiniciación por el ETCO

RR del ETD  
 RNR del ETD, REJ del ETD  
 Peticion reiniciación  
 Confirmación de reiniciación por el ETD

REARRANQUE

Indicación de re arranque  
 Confirmación de re arranque por el ETCO

Peticion de re arranque  
 Confirmación de re arranque por el ETD

DIAGNÓSTICO

Diagnóstico

REGISTRO

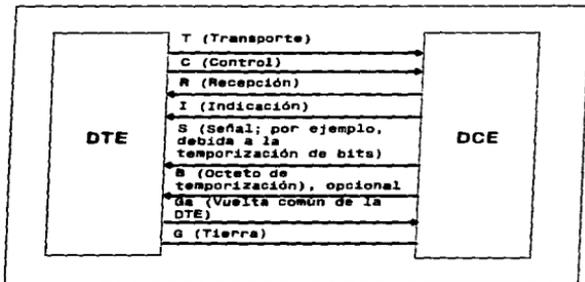
Confirmación de registro

Peticion de registro

**FIGURA 1-17: TIPOS DE PAQUETES EN X.25**

## 1.2.4 INTERFAZ DIGITAL X.21

En 1976 el CCITT recomendó una interfaz de señalización digital llamada X.21. Esta Recomendación especifica la manera en que el ordenador del cliente, el DTE (Equipo Terminal de Datos), establece y libera las llamadas, mediante el intercambio de señales con el equipo del proveedor de servicios portadores, el DCE (Equipo de Comunicación de Datos), en las clases de servicio de usuario (especificadas en la recomendación X.21) que emplean transmisión síncrona. En la **figura 1-18** se dan los nombres y las funciones de los circuitos de enlace definidos por X.21 (la definición de cada uno de ellos se da en la recomendación X.24 del CCITT<sup>3</sup>).



**FIGURA 1-18: LINEAS DE SEÑAL UTILIZADAS EN X.21**

El conector físico tiene 15 patillas, pero no todas se utilizan. El DTE utiliza las líneas T y C para transmitir los datos y controlar la información, respectivamente (la línea C es similar a la señal de colgar y descolgar de un teléfono). La DCE utiliza las líneas R e I para los datos y control. La línea S contiene la señal emitida por el DCE para proporcionar información de temporización, de tal

<sup>3</sup> Ver el apéndice C.

forma que el DTE conozca el momento en que cada uno de los intervalos de bit comienza y termina. Como una opción del proveedor del servicio portador, se puede tener una línea B para agrupar los bits en tramas de 8 bits. Si se ofrece esta opción, el DTE deberá comenzar cada carácter en el límite de la trama; y si la opción no se ofrece, tanto el DCE como el DTE deberán empezar cada secuencia de control con, al menos dos caracteres SYN, para permitirle al otro deducir los límites de la trama. De hecho, aún cuando se proporcione el octeto de temporización, el DTE debe enviar los dos caracteres SYN antes de las secuencias de control, para mantener la compatibilidad con las redes que no tienen el octeto de temporización.

En la tabla siguiente de la **figura 1-19** se ilustra, en forma sencilla, sus principales características. Se muestra el procedimiento que sigue el DTE para hacer una llamada a un DTE remoto y cómo el DTE originador corta la llamada cuando ésta termina.

A continuación se explica éste procedimiento en términos de una analogía con el sistema telefónico.

**Paso C I Evento en analogía con el teléfono**

			El DTE envía sobre T	El DCE envía sobre R
0	Off	Off	T = 1	R = 1
1	On	Off	T = 0	
2	On	Off		R="+++...+"
3	On	Off	T=Dirección	
4	On	Off		R=Llamada en progreso
5	On	On		R = 1
6	On	On	T = Datos	R = Datos
7	On	On	T = 0	
8	Off	Off		R = 0
9	Off	Off		R = 1
10	Off	Off	T = 1	

**FIGURA 1-19: EJEMPLO DEMOSTRANDO EL USO DE X.21**

Cuando la línea está desocupada (no hay ninguna llamada sobre ella), las cuatro líneas de señalización están a 1. Cuando se haga referencia a C (Control, vea figura 1-18) e I (Indicación, vea figura 1-18), se definirá un valor uno, para indicar el estado OFF (apagado) y un valor cero,

para ON (encendido). Cuando el DTE desee hacer una llamada, pone T a cero y C en ON, que es un procedimiento análogo al seguido por una persona que descuelga el teléfono para hacer una llamada. Cuando el DCE está listo para aceptar la llamada, comienza a transmitir el carácter ASCII "+" en la línea R; que efectivamente es un tono digital indicándole al DTE que puede comenzar a marcar. El DTE "marca" el número correspondiente, al enviar la dirección del DTE remoto, como una serie de caracteres ASCII, utilizando la línea T, un bit a la vez. En ese momento, el DCE envía lo que generalmente se conoce como "señal de progreso de la llamada", para informar al DTE sobre el resultado de la llamada. Las señales de progreso, definidas en la recomendación X.96 del CCITT, consisten en números de 2 dígitos, el primero de los cuales indica la clase general del resultado y, el segundo los detalles. Dentro de las clases generales se incluye: dando curso a la llamada, insista nuevamente ( el número está ocupado), llamada perdida y quizás se perderá de nuevo ( es decir, el acceso está obstruido, la DTE remota fuera de servicio, hay incompatibilidad en las DTE involucrados), congestión temporal de la red y congestión a largo plazo de la red. Si la llamada se puede realizar, el DCE pone I en ON, para indicar que la transferencia de datos puede comenzar.

A partir de éste momento queda establecida la conexión dúplex digital, y cualquiera de las dos partes puede enviar información a discreción. Cualquiera de los DTE puede decir "adiós" mediante la fijación de su línea C en OFF.

Después de hacer esto, no manda más información, aunque debe estar preparado para continuar recibirla, hasta que el otro DTE haya terminado. En el paso 7 de la tabla el DTE de origen es el primero en decir "adiós"; su DCE local reconoce ésta señal al modificar el valor de su línea I a OFF. Cuando el DTE remoto también ha cambiado su valor de la línea C a OFF, el DCE en el extremo de origen fija el valor de R en I. Finalmente, el DTE pone T a 1, como un medio para asentir y la interfaz regresa a su estado inactivo, esperando que aparezca otra llamada.

El procedimiento para las llamadas de entrada es igual al correspondiente de las llamadas que salen. Si éstas dos se llevan a cabo simultáneamente, procedimientos conocidos como "colisión de llamada", la señal que entra se cancela y la que sale se lleva a cabo.

## 1.3 ESTÁNDARES INTERNACIONALES

La historia de las telecomunicaciones empieza en el mundo con la puesta en funcionamiento, el 24 de Mayo de 1884, del enlace telegráfico, sistema Morse, entre Washington y Baltimore.

Al extenderse este sistema por Europa, con territorios de las naciones más limitados, surge enseguida la necesidad de contar con acuerdos internacionales, para que el servicio pueda ampliarse y se incremente su eficiencia. De ésta forma, ya en 1855, nos encontramos con una convención Internacional Multilateral y en 1865 con la creación de la Unión Telegráfica Internacional, antecedente claro de la UIT de nuestros días.

A finales del siglo, el teléfono se incorpora como segundo servicio de telecomunicación a disposición del público y, a principios de siglo y bien entrado éste, la denominada telegrafía sin hilos y la radio, que dan lugar a las primeras decisiones, también internacionales, sobre la ocupación del espectro radioeléctrico.

La introducción de éstos nuevos servicios obliga a una adaptación de la Unión Telegráfica, que se produce en la conferencia de Madrid de 1932, pasando a su denominación actual de Unión de Telecomunicaciones (UIT).

Desde entonces, el trabajo ha sido incesante a fin de atender a las necesidades que crecientemente y a ritmo cada vez más rápido, se han ido presentando en éste sector tan dinámico de las telecomunicaciones.

La UIT tiene hoy 166 países miembros y mantiene relaciones con muchas otras organizaciones internacionales. Los países miembros reunidos en conferencias elaboran de común acuerdo convenios sobre la estructura y organización de la Unión, los reglamentos de las recomendaciones sobre normalización de los equipos y explotación de los servicios.

A las compañías de Estados Unidos que ofrecen servicios de comunicación al público se les conoce como "Proveedores de servicios portadores". Los servicios y precios que ofrecen están descritos en un documento llamado tarifa, el cual tiene la aprobación de la Comisión Federal de

Comunicaciones para el tráfico interestatal e internacional, y por las comisiones de servicios públicos para el tráfico interestatal.

En los últimos años se han creado nuevas compañías de Telecomunicaciones que brindan servicios de comunicación de datos especializados, que por lo general compiten directamente con las compañías telefónicas. Algunas de éstas compañías ofrecen servicios de larga distancia con un rendimiento más alto (por ejemplo, mediante el empleo de satélites), en tanto que otras ofrecen tiempo compartido, redes u otros servicios usando facilidades de comunicación que ellas mismas rentan a otros proveedores de servicios portadores comunes.

"En otro extremo", se consideran los países en los que el gobierno nacional tiene un monopolio completo de todas las comunicaciones, incluyendo el correo, telégrafo, teléfono y, frecuentemente, también la radio y televisión; la mayoría de los países del mundo caen en ésta última categoría. En algunos casos, la máxima autoridad en las telecomunicaciones resulta ser una compañía nacionalizada, en tanto que en otros es sólo una rama derivada de la estructura gubernamental, comúnmente conocida como PIT (Administración de Correo, Telégrafo y teléfono).

Con éstos distintos proveedores de servicios, es totalmente clara la necesidad que dicho servicio sea compatible a escala mundial, para asegurar que la gente (y los ordenadores), en un determinado país puedan llamar a sus correspondientes en otro país. Esta coordinación la ofrece una agencia de las Naciones Unidas, de la cual ya hemos hecho un poco de historia, la llamada UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

La UIT tiene tres órganos principales, dos de ellos se ocupan sobre todo de la difusión internacional de radio y el otro está fundamentalmente relacionado con sistemas telefónicos y de comunicación de datos.

Las organizaciones involucradas en consideraciones de estándares para la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN ó RDSI) son las siguientes:

En Estados Unidos

ANSI : American National Standards

**EIA** : Electronic Industries Association, en Europa

**CEPT** : European Conference of Posts and Telecommunications Administrations

A nivel mundial

**CCITT** : Comité Consultatif International Telegraphique Et Telephonique

**ISO** : International Standards Organization

De los tres órganos principales de la UIT, mencionamos que el último está relacionado fundamentalmente con la comunicación de datos y los sistemas telefónicos, al cual se le conoce como CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico, de sus siglas en Francés). El CCITT tiene cinco clases de miembros:

- **Miembros A:** Son las PTT (Administración de correo, Telégrafo y Teléfono) nacionales
- **Miembros B:** Son los reconocidos como administraciones privadas (por ejemplo AT&T)
- **Miembros C:** Son las organizaciones científicas e industriales
- **Miembros D:** Corresponden a otras organizaciones internacionales
- **Miembros E:** Corresponden a aquellas organizaciones cuya misión fundamental está en otro campo, pero que están interesadas en el trabajo del CCITT

De esta clasificación, solamente los miembros tipo A tienen derecho a voto, dado que Estados Unidos no tiene una PTT, alguien más tuvo que representarlos en el CCITT. Esta tarea recayó en el Departamento de Estado basándose probablemente en el hecho que el CCITT tenía relaciones con los países extranjeros, especialidad ésta del departamento de Estado.

La tarea del CCITT consiste en promover las recomendaciones técnicas sobre aspectos telefónicos, telegráficos e interfaces de comunicación de datos. Esta labor ha producido normas que tienen un reconocimiento internacional; dos ejemplos que se pueden citar al respecto son: la norma V.24 (también conocida como EIA RS-232, en Estados Unidos), que especifica la distribución y significado de las diferentes puntas del conector que se utiliza en la mayoría de las

terminales asíncronas, y la norma X.25, que especifica la interfaz entre un ordenador y una red de ordenadores (conmutación de paquetes).

Ahora bien, las normas internacionales son producidas por la ISO (Organización Internacional de Estándares), que es una organización voluntaria, fuera de tratados y fundada en 1946, cuyos miembros son las organizaciones nacionales de normalización correspondientes a los 89 países miembros. Entre sus miembros se incluyen a la ANSI (Estados Unidos), BSI (Gran Bretaña), AFNOR (Francia), DIN (Alemania Occidental) y otros 85 organismos.

La ISO emite normas en una gama muy amplia de temas, que cubren desde aquellos referentes a tuercas y tornillos (literalmente hablando), hasta los recubrimientos de los postes telefónicos. La ISO tiene casi 200 comités técnicos (TC), cuyo orden de numeración se basa en el momento de su creación, ocupándose cada uno de ellos de un tema específico. Por ejemplo, TC1 trata lo referente a tuercas y tornillos (normalizando los pasos de las hélices de los tornillos); el TC97, está relacionado con ordenadores y procesamiento de información. Cada uno de los TC tiene subcomités (SC), los cuales a su vez se dividen en grupos de trabajo (WG).

Los WG, constituidos por casi 100,000 voluntarios, distribuidos en todo el mundo, son los que efectivamente realizan el trabajo. Varios de éstos voluntarios son por lo general asignados por las propias compañías, cuyos productos están en vías de normalización, para trabajar en asuntos de la OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos).

La ISO y el CCITT algunas veces cooperan (la ISO es un miembro de la clase D del CCITT), con respecto a la emisión de normas sobre telecomunicaciones, con el objeto de evitar el absurdo de dos normas internacionales oficiales, mutuamente incompatibles.

El representante de Estados Unidos en la ISO es el ANSI (Instituto Nacional Americano de Normalización), quien a pesar de su nombre es una organización privada, descentralizada y no lucrativa, que está constituida por fabricantes, proveedores de servicios portadores comunes y otros grupos interesados. Las normas del ANSI son frecuentemente adoptadas por la ISO, como normas internacionales.

El procedimiento que utiliza la ISO para el establecimiento de normas, está diseñado para conseguir el mayor consenso posible del tema respectivo. El proceso se inicia cuando una de las organizaciones de normalización de carácter nacional siente la necesidad del establecimiento de una norma internacional en un área específica; entonces se forma un grupo de trabajo que llega a plantear una propuesta de anteproyecto. Una vez que se genera esta propuesta de anteproyecto, se hace circular entre todos los miembros, los cuales cuentan con seis meses, a partir de éste momento, para plantear sus comentarios y críticas. Si una mayoría significativa aprueba la propuesta, se produce un documento revisado, denominado DIS (Anteproyecto de Norma Internacional), el cual se circula nuevamente con objeto de tener más comentarios y realizar una votación al respecto. Con base en los resultados de ésta votación, se prepara, aprueba y publica el texto final de la norma internacional. En algunas de las áreas, en donde existe una gran polémica, la propuesta de anteproyecto ó el anteproyecto de Norma Internacional probablemente tenga que pasar por varias versiones, en su planteamiento, antes de adquirir el número de votos necesarios para su aprobación, de tal forma que el proceso completo puede llevar varios años.

Actualmente las redes de ordenadores están diseñadas de una forma muy estructurada, pues la mayoría de las redes se organizan en una serie de capas ó niveles, con objeto de reducir la complejidad de su diseño. Cada una de ellas se construye sobre su predecesora. El número de capas, el nombre, contenido y función de cada una varían de una red a otra, pues las redes de datos están diseñadas en un número heterogéneo (diferentes vendedores, diferentes modelos, etc.) de máquinas, el esfuerzo del desarrollo del software puede ser una verdadera pesadilla. Por eso uno de los más importantes conceptos en la comunicación de datos es el modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection); éste modelo sirve como un esqueleto ó armazón dentro de los protocolos de comunicación estándares que se han desarrollado.

La ISO en 1977 estableció un subcomité para desarrollar una arquitectura para red, es decir un conjunto de capas de tal manera que cada una de ellas ofrezca ciertos servicios a las capas superiores y de ésta manera hacer una normalización Internacional de varios protocolos.

La ISO desarrolló el modelo de referencia OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos), que precisamente se refiere a la conexión de sistemas heterogéneos -es decir, a sistemas dispuestos a establecer comunicación con otros distintos. Abreviadamente lo llamaremos Modelo OSI.

El modelo OSI tiene siete capas. Los principios aplicados para el establecimiento de siete capas fueron las siguientes:

- 1.- Una capa se creará en situaciones en donde se necesita un nivel diferente de abstracción.
- 2.- Cada capa deberá efectuar una función bien definida.
- 3.- La función que realizará cada capa deberá seleccionarse con la intención de definir protocolos normalizados internacionalmente.
- 4.- Los límites de las capas deberán seleccionarse tomando en cuenta la minimización del flujo de información a través de las interfaces.
- 5.- El número de capas deberá ser lo suficientemente grande para que funciones diferentes no tengan que ponerse juntas en la misma capa y, por otra parte, también deberá ser lo suficientemente pequeño para que su arquitectura no llegue a ser difícil de manejar.

Como podemos observar en la figura siguiente, el modelo OSI tiene siete capas que son:

- 1.- Capa Física
- 2.- Capa de Enlace
- 3.- Capa de Red
- 4.- Capa de Transporte
- 5.- Capa de Sesión
- 6.- Capa de Presentación y
- 7.- Capa de Aplicación

En la **figura 1-20**, IMP son los elementos de conmutación ó procesadores de intercambio de mensajes. Las líneas punteadas que unen a las capas del Host A al Host B, significa que hay una conexión virtual; y la capa física es la única que se conecta físicamente.

PDU es Unidad de Datos del Protocolo, así con frecuencia a las PDU de transporte, sesión, presentación y aplicación se les conoce como:

- TPDU (Unidad de Datos del Protocolo de Transporte)
- SPDU (Unidad de Datos del Protocolo de Sesión)
- PPDU (Unidad de Datos del Protocolo de Presentación)
- APDU (Unidad de Datos del Protocolo de Aplicación)

El modelo ISA (OSI) representa las relaciones entre una red y los servicios que ésta puede soportar por medio de una jerarquía de capas (niveles) de protocolos. Cada capa tiene una ó más funciones, entre una frontera lógica superior y una inferior.

A continuación mencionamos las funciones de cada una de las capas:

- 1.- **FÍSICA**. Incluye la transmisión de señales activación y desactivación de las conexiones.
- 2.- **CAPA de ENLACE** (de conexión). Su papel es transmitir sus datos sin errores, duplicación ó pérdida entre sistemas adyacentes. Oculta a las instrucciones superiores, las imperfecciones de los medios de transmisión utilizados. Esto implica la colocación de medios de detección de errores y de retransmisión de datos erróneos, entre éstas capas se intercambian sus bloques de datos tales como las tramas de los protocolos SDLC y HDLC.
- 3.- **RED**. Incluye las funciones de encaminamiento y conmutación.
- 4.- **CAPA de TRANSPORTE**. Efectúa la función de las capas orientadas a transmisión (1,2,3) y de las orientadas a tratamiento (5,6,7). Su finalidad es ofrecer un servicio constante a las capas de sesión cualquiera que sea la calidad del servicio Red. También efectuar el multiplexaje de muchas conexiones de transporte, sobre la misma conexión de Red (circuito virtual). Sus otras funciones incluyen el control de flujo. La detección de errores y los zurdidos (arreglos).
- 5.- **SESIÓN**. Permite que las entidades de presentación organicen y sincronicen su diálogo y gestionen su intercambio de datos.

6.- **CAPA de PRESENTACIÓN.** Los servicios de ésta capa incluyen las conversiones del código ó del formato de los datos y la selección de la sintaxis a utilizar.

7.- **APLICACIÓN.** Proporciona los medios para que los programas del usuario ingresen al entorno ISA.

Observe que el modelo OSI, por sí mismo, no es una arquitectura de Red, dado que no especifica, en forma exacta, los servicios y protocolos que se utilizarán en cada una de las capas. Sólo indica lo que cada capa deberá hacer. Sin embargo, la ISO también ha generado normas para todas las capas, aunque éstas, estrictamente hablando, no forman parte del modelo. Cada una de ellas se ha publicado como normas Internacionales independientes.

## **14 ESTÁNDARES PARA RDSI**

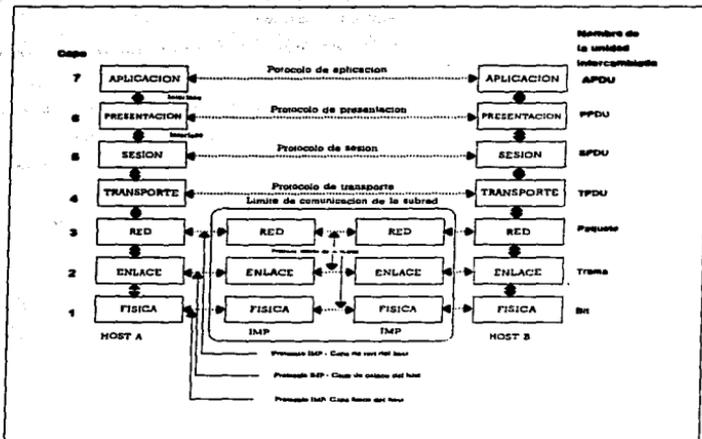
Aunque existe un número variado de organizaciones estándares que se involucran en algunos aspectos a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI ó en Inglés ISDN), la organización controladora es el Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT).

El desarrollo de la RDSI está gobernada por un grupo de recomendaciones, resultado de grupos de estudio del CCITT, a las cuales se les llamó "Recomendaciones serie-I".

Estos estándares salieron primero en 1984, pero un grupo más completo salió en 1988.

La normalización de la RDSI por el CCITT gira en torno a tres aspectos que son:

1. "La normalización de los servicios ofrecidos a los abonados", con el fin de que éstos servicios sean compatibles en el plano internacional.
2. "La normalización de las interfaces usuario-red", con el fin de que el equipo terminal sea transportable, además de facilitar el aspecto del punto número uno.
3. "La normalización de las capacidades de red", en la medida necesaria para hacer posible el interfuncionamiento usuario-red y red-red para conseguir las normalizaciones de los puntos uno y dos.



**FIGURA 1-20: MODELO DE REFERENCIA OSI**

Los objetivos anteriores pueden ser alcanzados mediante la consideración de diversos aspectos como son:

- Definición de las características generales de la Red Digital de Servicios Integrados.
- No imponer más restricciones en la arquitectura de la red nacional, que las marcadas por las normas de la serie I en materia de red y de interfaces.
- Considerar las restricciones aplicables a las redes especializadas existentes.

- Apegarse a los conceptos especificados en las recomendaciones I.320 y X.200 en materia de protocolos estratificados (al final de éste tema se dan las características de éstas 2 recomendaciones).

El grupo de recomendaciones de 1984 contiene las series I.100 hasta la I.400. Algunas actualizaciones y expansiones que se han hecho en esas series fue en el periodo de estudio de 1985 a 1988. Las series I.500 hasta la I.600 fueron promovidas para estudio en 1984 y un grupo preliminar de especificaciones estuvo listo para 1988, con el trabajo adicional de estar terminado en el periodo de estudio de 1989 a 1992.

A continuación describimos cada uno de los grupos que conforman a la serie I del CCITT.

- **SERIE I.1XX** - Conceptos generales. La serie I.100 sirve como una introducción general a la RDSI; presenta también un glosario de términos relacionados con la estructura general de las recomendaciones de RDSI. La I.120 provee una descripción completa de la RDSI y las expectativas evolucionistas de éste tipo de redes. La I.130 introduce terminología y conceptos que son usados en las series I.200 para servicios específicos.
- **SERIE I.2XX** - Capacidad de Servicio. las series I.200 son una de las partes más importantes de las recomendaciones del CCITT para RDSI. Aquí los servicios serán provistos específicamente a los usuarios. Podemos mirar esto ("los servicios") como un grupo de requerimientos que satisfacen a la RDSI. En el glosario que se encuentra en la serie I.112, el término "servicio" está definido como: "Aquel que es ofrecido por una administración a sus clientes en orden de satisfacer un requerimiento específico de Telecomunicaciones". Para el CCITT, un servicio estandarizado está caracterizado por:
  - Una compatibilidad completa y garantizada punto a punto.
  - Terminales estandarizadas por el CCITT, incluyendo procedimientos.
  - Estado de los servicios suscritos en un directorio internacional.
  - Pruebas estandarizadas por el CCITT y procedimientos de mantenimiento.
  - Cargando y contabilizando reglas.

Hay 3 servicios estandarizados completamente por el CCITT: Telegrafía, Telefonía y Datos. Hay 4 "servicios telemáticos" en proceso de estandarización por éste organismo: Teletex, Facsímile, Videotex y Message Handling (Video Texto, Manejador de mensajes). La meta con todos éstos servicios es garantizar alta-calidad Internacional de telecomunicaciones para el usuario final, sin hacer caso de la marca del equipo terminal y del tipo de red usada nacionalmente para soportar el servicio.

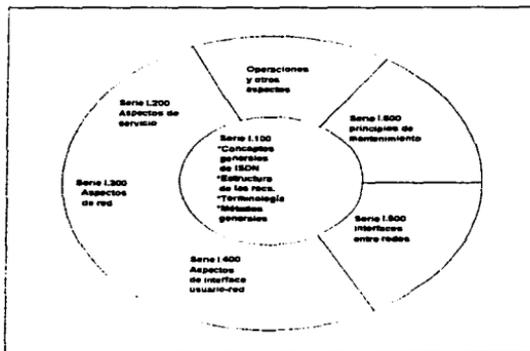
La serie 1.200 clasifica los servicios en bajo-nivel de servicios portadores y alto-nivel de teleservicios.

- **SERIE 1.3XX** - Aspectos de Red. Considerando que las series 1.200 se enfocan al usuario, en términos de proveer servicios al usuario, la serie 1.300 se enfoca sobre la red, en términos de cómo la red va a proveer esos servicios. El modelo de referencia de protocolo que se presenta es, el que se basa sobre el nivel 7 del modelo OSI, procurando explicar la complejidad de una conexión que envuelve a 2 ó más usuarios (por ejemplo una llamada de conferencia) más una relación de diálogo por señalización de canal común (SCC). También se incluye los diferentes tipos de conexión que hay en la RDSI.
- **SERIE 1.4XX** - Interfaces Red-Usuario. La serie 1.400 trata de la interfaz entre el usuario y la red. En materia de especialización se direccionan 3 tipos ó áreas:
- Configuración física: Los resultados de cómo son las funciones en RDSI estando configuradas dentro del equipo. La estandarización específica de los grupos funcionales y definir los puntos de referencia entre esos grupos.
- Velocidad de transmisión: La velocidad de los datos y las combinaciones de las velocidades de los datos que se ofrecen a los usuarios.
- Especificaciones del Protocolo: Los protocolos en niveles OSI del 1 al 3 que especifican la Interacción usuario-red.
- **SERIE 1.5XX** - Intercomunicación entre Redes. RDSI puede soportar servicios que también proveen usos de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes en redes. Así, esto es, necesario para proveer "interworking" (Intercambio de información que no es de usuario entre

redes), entre una RDSI y otro tipo de redes para permitir la comunicación entre terminales que pertenecen ó que tienen servicios equivalentes ofrecidos directamente a redes diferentes. La serie I.500 procura definir las interfaces entre la RDSI y otros tipos de redes.

- **SERIE I.6XX** - Principios de Mantenimiento. Estas series proveen una guía de mantenimiento del subscriber instalado a la RDSI; la porción de la red de acceso básico de la RDSI, el acceso primario y el servicio de alta velocidad de datos. Principios de mantenimiento y funciones están relacionadas con la arquitectura general de la RDSI.

En la **figura 1-21** se ilustra la relación que existe entre las diversas recomendaciones de la serie I; y en el apéndice B se provee un resumen descriptivo de cada una de ellas.



**FIGURA 1-21: ESTRUCTURA DE LAS SERIES DE RECOMENDACIONES I DEL CCITT**

## 1.5 APLICACIONES EN MÉDICO

Es indiscutible que actualmente la era de la información ya es una realidad. En el mundo de los negocios nada funciona sin información oportuna. El éxito de las empresas depende en gran medida de la forma en que se disponga de información en tiempo real, tanto del estado de sus operaciones internas, como de lo que ocurre externamente con sus clientes, con sus proveedores, con su competencia. La globalización obliga al disponer de ésta información, aún fuera de las fronteras de los países. Este es el reto que enfrentan las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones. Proporcionar conectividad implica corresponsabilidad en el éxito de las empresas. La competencia, producto de la desregulación de las telecomunicaciones imponen a las empresas prestadoras de servicio actitudes productivas para la atención de sus clientes. Se tienen cuatro condicionantes que definen las necesidades del mercado, las cuales son:

1. Disponibilidad de servicios con oportunidad: Se requiere una estrecha interacción con los clientes para construir con anticipación la infraestructura requerida para proveer los diversos servicios que demandan, con muy cortos tiempos de instalación.
2. Confiabilidad en los servicios: Debido a la importancia que las comunicaciones tienen para las operaciones de las empresas, se requieren altos niveles de confiabilidad en sus servicios. Esto representa actualmente un alto reto para los ingenieros. Se sabe que los equipos que operan en las redes están sujetos a fallas: Se dañan los componentes electrónicos, la energía de alimentación está expuesta a cortes, la transmisión de los Radios de Microondas digitales se ven expuestos a Microcortes por lluvia y cambios de temperatura, las fibras ópticas son cortadas. A pesar de ésta realidad se requiere que las afectaciones a los servicios sean mínimas, lo cual se está logrando con nuevas soluciones de topologías de red.
3. Reparaciones en corto tiempo: Los clientes no pueden dejar de trabajar por una falla en sus servicios de telecomunicaciones.

**4. Atención a las dudas de carácter Administrativo ó comercial. Se requieren sistemas modernos de cobro de servicios y procedimientos expeditos para aclaraciones de servicios proporcionados.**

Estos cuatro aspectos deben ser atendidos prioritariamente por las empresas prestadoras de servicio si quieren mantener a sus clientes, sobre todo ante la llegada de la competencia. Con el objetivo de responder a las necesidades del Mercado, en Teléfonos de México durante 1990 se inició la operación de la Red Digital Integrada (RDI) la cual se concibió originalmente como una red superpuesta a la red telefónica analógica como ya se mencionó anteriormente (en el bosquejo histórico). Hasta la fecha se ha construido una Red Digital Integrada que interconecta a 2500 inmuebles de clientes en base a soluciones terrestres en 38 poblaciones y 570 sitios con equipos satelitales VSAT (Very Small Aperture Terminal).

En la RDI terrestre el acceso a los clientes de los usuarios se realiza a base de enlaces de fibras ópticas ó Radios Digitales, los cuales permiten una conectividad a nivel de 2 Mbits/seg., con los conmutadores ó multiplexores de los clientes. Actualmente se tienen instalados aproximadamente 2700 Km. de cables, con capacidad de 6 a 72 fibras ópticas que enlazan a más de 1800 equipos de transmisión de 8,34 y 140 Mbits/seg.; Así como 850 Radios Digitales de las mismas capacidades. Vale la pena destacar que las fibras ópticas que accesan a los inmuebles de los clientes se instalan en base a principios de anillos, garantizando dos trayectorias en casos de cortes y con esto proporcionando un alto nivel de garantía de continuidad de servicio. Estos enlaces de inmuebles de usuarios terminan en 185 nodos de transmisión denominados TelMic interconectados a nivel local por 1200 Km. de cables de fibra óptica con sistemas de transmisión de entre 34 Mbits por segundo a 622 Mbits/seg.

A nivel de larga distancia ya se cuenta con una importante red de fibra óptica entre México, Monterrey, Guadalajara y otras 35 importantes poblaciones, la cual se concluyó durante el año 1995 con una longitud de 13500Km. Adicionalmente se cuenta con una red de Radios Digitales, la cual cubre prácticamente todo el país. En la plataforma de RDI, la transmisión de datos a alta velocidad encuentra en la fibra óptica su medio ideal de operación, ya que sus características de calidad de Transmisión en comparación con los Radios Digitales son muy superiores.

Para los servicios conmutados, se utilizan 48 centrales digitales que permiten conexiones directas a 2Mbits/seg., desde los conmutadores digitales de las empresas que cuentan con servicios RDI. Es notable destacar la importancia de que éstos conmutadores se comunican con las centrales de TELMEX en base a la señalización de la Red Pública (sistema de señalización número 7), con lo que se logra una alta eficiencia operativa.

Adicionalmente dichos conmutadores están sincronizados con dos referencias nacionales de relojes atómicos de cesio, con exactitudes superiores a 10E10. Es por esto que en la plataforma de conmutación de RDI, se garantiza una conectividad a 64 Kbits/seg., lo que beneficia la calidad de transmisión de datos por la red conmutada.

Es muy importante destacar que los conmutadores que se interconectan con RDI cuentan con una certificación (homologación) de operación, ya que funciona en forma integrada a la red. De hecho los equipos de los clientes son parte integral de la RDI.

Actualmente se cuenta con 21 conmutadores certificados que operan de acuerdo a los planes fundamentales de señalización y sincronización de TELMEX.

En las redes privadas de los grandes clientes de la RDI, se han desarrollado aplicaciones particulares, al utilizar la flexibilidad que proporciona una red que integra fibras ópticas y centrales digitales, para el desarrollo de nuevos servicios de voz, datos y vídeo.

A manera de ejemplo, en una aplicación de RDI en una empresa industrial, se permite mantener un intercambio continuo de información, entre su edificio corporativo y sus plantas de producción en la ciudad de Monterrey, así como en sus oficinas comercializadoras en las ciudades de México, Guadalajara y los Estados Unidos.

Con ésta red es posible establecer los procesos de control requeridos para producir, bajo el principio "Justo a Tiempo", controlando el flujo de insumos y producto terminado, minimizando los niveles de inventarios y, con esto, los costos de producción (tiempo de respuesta en fallas, asesoría en el servicio, atención a nuevos requerimientos de usuarios, etc.).



**CAPÍTULO 2**

# **SEÑALIZACIÓN**

## 2.1 GENERALIDADES

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI ó ISDN) no se puede implementar tan fácilmente. La inversión en el sistema telefónico actual es tan grande que la RDSI irá ajustándose durante un periodo de aproximadamente una ó dos décadas en nuestro país y, por lo tanto, tendrá que coexistir con el sistema analógico actual por algunos años. Estas necesidades han tenido una influencia muy notable sobre la forma que finalmente tomará la red, así como la manera en que el sistema actual evolucione gradualmente hacia la RDSI.

Originalmente, la red telefónica pública conmutada, enviaba su información de control en el mismo canal de 4 KHz utilizado para la voz. El mismo sistema utilizaba los tonos puros, a diferentes frecuencias, para señalización. Este esquema, conocido como señalización en banda (ó dentro de banda), significaba en teoría que los usuarios podían interferir con el sistema de señalización interno. Para eliminar éste tipo de problemas y otros más causados por la señalización en banda, en 1976, la compañía AT&T construyó e instaló una red de conmutación de paquetes, separada de la red pública principal de conmutación. Esta red denominada señalización interoficina por canal común (CCIS), operaba a 2.4 Kbps y se diseñó para mover, fuera de la banda, el tráfico de señalización. Cuando una oficina terminal, con CCIS, necesitaba establecer una llamada, escogía un canal en una troncal de salida de la red pública de conmutación. Después enviaba un paquete en la red de CCIS a la siguiente central de conmutación, a través de la ruta seleccionada, indicando el canal que se había asignado. CCIS, posteriormente, seleccionaba el siguiente canal de salida en la troncal, y lo notificaba por la red de CCIS. Así el manejo de las conexiones analógicas se hacía en una red de conmutación de paquetes separada, a la que no tenían acceso los usuarios.

La CCIS llegó a tener un gran éxito, y muy pronto se usó en muchas otras aplicaciones; en la actualidad, las cuatro mayores utilidades son:

- Establecimiento de la llamada, encaminamiento y terminación
- Acceso a la base de datos interna

- Apoyo y operación de redes
- Contabilidad y facturación

El establecimiento de llamada, como se ha mencionado, se refiere a la selección de troncales y canales en cada una de las etapas de la trayectoria que la llamada debe de seguir, a través de varias centrales. Las bases de datos internas se utilizan para verificar los números de tarjetas de crédito telefónicas, los encaminamientos y los cargos de llamadas por cobrar, entre otras aplicaciones. El apoyo y operación de redes está relacionado con el seguimiento del rendimiento del sistema completo, observando el uso de la troncal; la instalación y cambios en las centrales y líneas; la distribución de nuevos paquetes de software utilizado en las centrales; y así sucesivamente. Por último los aspectos de contabilidad y facturación también utilizan la red de CCIS para reducir el fraude ocasionado por los clientes. El éxito de CCIS ha tenido una gran influencia en el diseño de la RDSI, que también maneja la señalización fuera de banda (ó por canal común, como mencionaremos a continuación).

La RDSI utiliza el concepto de señalización fuera de banda, que inició la AT&T (como se vio, con el método de señalización por canal común interoficina, CCIS). La RDSI tiene la capacidad de soportar a varios canales (como se explica en el capítulo siguiente) entrelazados mediante el uso de un proceso de multiplexión por división en el tiempo; por lo que todo el procedimiento necesario en el proceso de señalización (envío de paquetes de control), se lleva a cabo en el canal D.

El formato y el contenido de los paquetes que intercambian el cliente y el proveedor de servicios portadores en el canal D, se especifican en el sistema denominado SS N° 7 (Sistema de Señalización Número 7), del CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía), cuya desarrollo se llevó a cabo hacia fines de la década de los años 70's (Ver serie G.7XX CCITT).

Se ha visto que, en el mundo de los negocios es sumamente importante el flujo de información, teniendo constantemente una interrelación entre dos ó más empresas que intercambian simultáneamente voz, datos e imágenes, por lo que, en las redes de

telecomunicaciones se debe tener un control confiable de todo éste flujo, y de esto se encarga la **SEÑALIZACIÓN**.

Veremos a continuación detalladamente lo que es señalización, las redes de señalización que hay y cómo forma parte de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

Señalización en las redes de telecomunicaciones como la red telefónica, es el intercambio de información entre dos elementos integrantes de la red, que se realiza con el objeto de establecer ó liberar un enlace de comunicaciones; proporcionar información de cómo progresa el establecimiento del enlace; establecer parámetros de control para la comunicación, etc.

En los libros blancos del SST (Sector de Estandarización de Telecomunicaciones; antes CCITT) se tiene la siguiente definición de SEÑALIZACIÓN:

" Todo proceso de generación y manejo de información necesario para el establecimiento de conexiones en los sistemas telefónicos."

En las redes telefónicas se realizan dos funciones de señalización principales:

- Señalización central-aparato de abonado
- Señalización central-central

La señalización central-aparato de abonado permite al usuario demandar el establecimiento y la liberación de sus llamadas, fundamentalmente.

La señalización entre centrales hace posible que en el enlace para atender una llamada puedan interconectarse varias centrales. Las centrales intercambian señales para gestionar el enlace entre los segmentos de transmisión que interconectan dichas centrales. La **figura 2-1** muestra un diagrama que presenta en forma esquemática éstas dos funciones. Observe que las centrales terminales controlan el diálogo y el enlace con los abonados, mientras que las centrales de tránsito controlan el establecimiento del enlace entre las troncales que enlazan a las centrales.

La **figura 2-2** muestra la estructura jerárquica de la red de conmutación (de acuerdo a las recomendaciones de la serie E). Nótese que las centrales de tránsito tienen diferentes

clasificaciones; las líneas continuas representan la última opción de enrutamiento de una llamada, y las líneas discontinuas representan las líneas de alto tráfico, que constituyen la primera opción en el plan de encaminamiento de las llamadas.

En forma general, la información de señalización en la red telefónica puede clasificarse en:

- Señalización de línea
- Señalización de registro

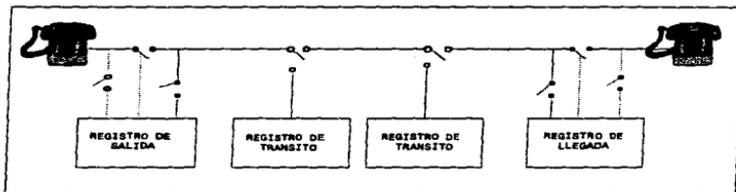


FIGURA 2-1 : DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LAS FUNCIONES DE SEÑALIZACIÓN QUE SE REALIZAN DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE UNA LLAMADA

Básicamente la señalización de línea tiene relación con la información relativa al establecimiento y liberación de la llamada. La señalización de línea de abonado es el conjunto de señales que el propio bucle de usuario maneja y que tiene por objeto establecer, supervisar y liberar dichas líneas. La señalización de línea entre centrales tiene la función principal de establecer, supervisar y liberar la conexión entre las propias centrales.

La señalización de registro se emplea para transmitir información numérica que se necesita para el establecimiento de la conexión.

En las redes telefónicas convencionales, la información de señalización es transmitida por medio de señales de corriente directa ó de corriente alterna. La señalización de línea, en la línea de abonado, se efectúa por medio de la corriente en la línea y de la polaridad de dicha corriente; y la señalización de registro (información de marcación) puede ser decádica (pulsos de corriente directa) ó multifrecuencia (pulsos de diferente frecuencia).

Para la señalización entre centrales ha sido común el empleo del sistema de señalización R2 del CCITT. Este sistema es un sistema multifrecuencia, por medio del cual se envían dos de seis posibles tonos de diferente frecuencia a través del enlace de señalización; con lo que es posible intercambiar 15 diferentes señales de cada dirección.

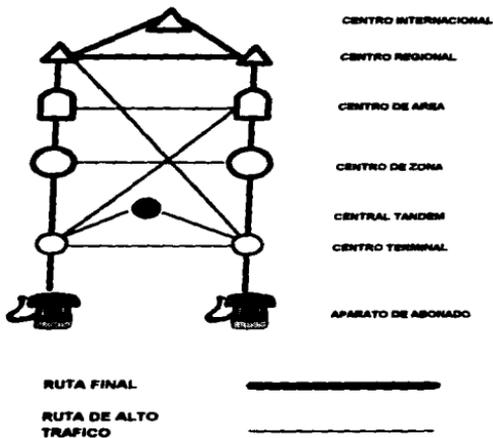


FIGURA 2-2 : PLAN DE CONMUTACIÓN

Con el advenimiento de los sistemas digitales PCM (Modulación por Pulsos Codificados), la señalización también se digitalizó. Surgieron dos sistemas de señalización:

- Asociada dentro de cada canal (ó dentro de banda)
- No asociada dentro de cada canal (por canal común)

En el sistema de 24 canales PCM -que se utiliza principalmente en E.U. y en Japón- se utiliza la señalización dentro de banda ó en banda. El canal de señalización que corresponde a cada canal PCM, se multiplexa con su canal de voz asociado. En el sistema de 32 canales, dos de los canales PCM se utilizan para transmitir la información de señalización. Recalcando que en ambos casos la información se codifica en forma digital; esto permite que las posibilidades de intercambio de datos, peticiones y órdenes, relativos a la coordinación entre centrales, con la finalidad de dar el servicio requerido, aumente en forma espectacular, de tal manera que los servicios ofrecidos por la red se han multiplicado, y ésta tendencia es cada vez más fuerte.

Como se mencionó en los primeros párrafos de éste capítulo, la compañía AT&T construyó una red de conmutación de paquetes separada de la red pública principal de conmutación a la cual denominó como "red de señalización interoficina por canal común (CCIS)", que también se le conoce como señalización por canal común y, como se diseñó justamente para mover, fuera de la banda el tráfico de señalización, es conocida también como "Señalización FUERA DE BANDA". El objetivo principal de la señalización por canal común, sigue siendo el mismo que para la señalización convencional: "El intercambio de la información necesaria para el establecimiento de una llamada telefónica, entre dos abonados cualesquiera". Sin embargo la señalización por canal común, se adapta mejor a las diversas necesidades de las modernas centrales telefónicas controladas por computadora y a la transmisión digital. Además, como se hizo notar en los dos párrafos anteriores, con los sistemas de señalización digital, se tiene una capacidad de manejo de información mucho mayor que en las redes convencionales, que todavía están en operación. Con esto, pueden introducirse nuevas modalidades y servicios que la red puede proporcionar. De hecho, los sistemas de señalización por canal común, son sistemas de transmisión de datos.

En el canal de señalización (CANAL COMÚN), se transmite toda la información correspondiente a los distintos enlaces que tienen establecidos, en un momento dado, dos centrales telefónicas de larga distancia.

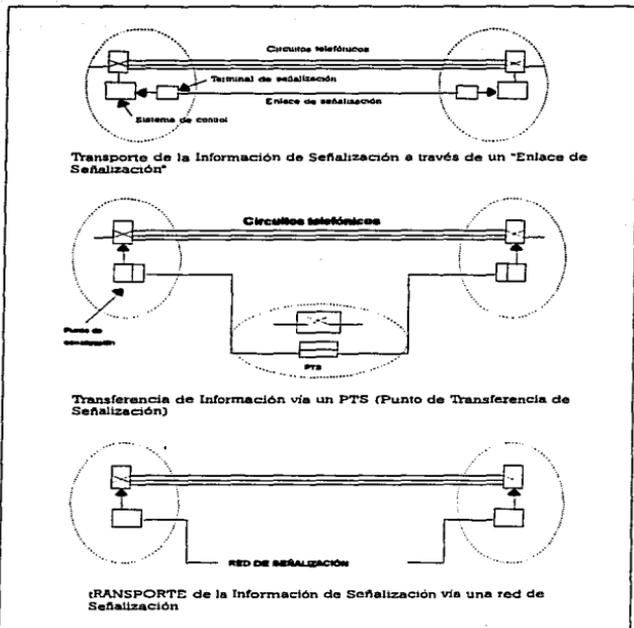
El canal común puede ir asociado al conjunto de canales que enlaza a las dos centrales; ó también puede establecerse una red de señalización independiente de la red telefónica, la cual se utiliza para cursar toda la información de control de los enlaces, y cualquier otra información que sea requerida.

En la **figura 2-3** se muestran esquemáticamente las tres alternativas en que pueden estructurarse éste tipo de sistemas de señalización.

Aclaremos que un punto de señalización (PS) es definido en la recomendación Q.701 del SST (Sector de Estandarización de Telecomunicaciones, antes CCITT) como el generador ó receptor de Intercambio de señales (que es la central telefónica). Un punto de transferencia de señalización (PTS) es una central que sirve de paso (TANDEM) para fines de Intercambio de señalización entre centrales, como se observa en la **figura 2-4** y en la recomendación Q.705 del SST.

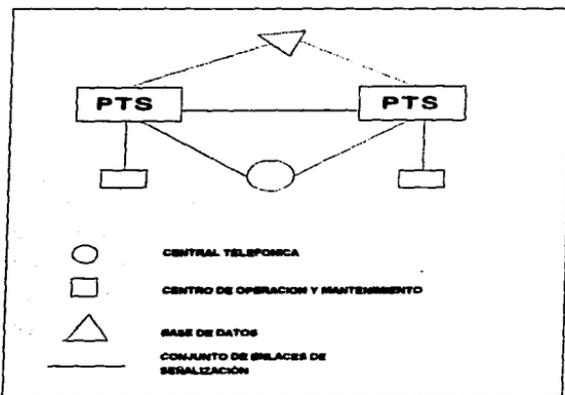
Es evidente que en la Red de Servicios Integrados y en general en todas las redes de telecomunicaciones, se usarán redes de señalización para transferir la información de éste tipo, entre los conmutadores, y entre éstos y otros centros inherentes a las redes de telecomunicaciones, pudiendo ser, centros de tarificación, centros de mantenimiento, centros de control de la red, y varios más (refiérase a la figura 2-4).

Precisamente, el sistemas de señalización número 7 del SST, se diseñó con el objetivo principal de ser utilizado en las redes de señalización. Las que están basadas en puntos de transferencia de señalización (PTS), tienen la ventaja de que en principio, todas las necesidades de una central se pueden canalizar a través de un sólo enlace a un PTS.



**FIGURA 2-3: DIFERENTES TIPOS DE SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN**

Cabe señalar también que, el tráfico en una red de señalización, consiste de un flujo de mensajes de señalizaciones entre puntos de señalización (PS) determinados. Cada mensaje se maneja independiente de los demás que puedan transitar simultáneamente a través de la red. Los mensajes llevan un encabezado con la información necesaria para su adecuado enrutamiento. De todo lo anteriormente dicho vemos que los principales objetivos de diseño de una red de señalización son los requisitos de confiabilidad y de capacidad ó disponibilidad<sup>1</sup> de la red.



**FIGURA 2-4: EJEMPLO DE RED DE SEÑALIZACIÓN CON CENTROS ESPECIALIZADOS**

<sup>1</sup> Entendiendo por disponibilidad, la proporción de tiempo en la que es posible la transferencia de mensajes entre los puntos de señalización.

## 2.2 PRINCIPALES PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN APLICADOS A RDSI

La mayoría de las redes se organizan en una serie de capas ó niveles, con objeto de reducir la complejidad de su diseño. Cada una de ellas se construye sobre su predecesora. El número de capas, el nombre, contenido y función de cada una varían de una red a otra. Sin embargo, en cualquier red, el propósito de cada capa es ofrecer ciertos servicios a las capas superiores, liberándolas del conocimiento detallado sobre cómo se realizan dichos servicios.

Por ejemplo, la capa "X" en una máquina conversa con la capa "X" de otra máquina. Las reglas y convenciones utilizadas en ésta conversación se conocen conjuntamente como PROTOCOLO de la capa "X" (refiérase a la **figura 1-20**), para el caso de una red de siete capas. A las entidades que forman las capas correspondientes en máquinas diferentes se les denomina "proceso pares (igual a igual)", es decir, son los procesos pares los que se comunican mediante el uso del protocolo.

La realidad es que no existe una transferencia directa de datos desde la capa "X" de una máquina a la capa "X" de 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 esta el "modo físico", a través del cual se realiza la comunicación real. En la **figura 1-20** se muestra mediante líneas punteadas, la comunicación virtual, mientras que las líneas continuas indican la trayectoria de la comunicación física. Entre cada par de capas adyacentes hay una "interfaz", la cual define los servicios y operaciones primitivas que la capa inferior ofrece a la superior.

En lo subsiguiente se explican los protocolos X.25, LAPD y SS7 que son los principales aplicados a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

### 2.2.1 PROTOCOLO X.25

En 1974, el CCITT emitió el primer borrador de X.25 (el "Libro Gris"). Este original fue revisado en 1976, 1978 y 1980, y nuevamente en 1984, lo que dio lugar al texto definitivo, el "Libro Rojo".

publicado en 1985. El documento inicial incluía una serie de propuestas sugeridas por Datapac (Canadá), Telenet y Tymnet (Estados Unidos), tres nuevas redes de conmutación de paquetes, desde aquel 1974, X.25 ha ido ampliándose e incorporando numerosas opciones, servicios y funciones. En la actualidad, X.25 es la norma de Interfaz orientada al usuario de mayor difusión en las redes de paquetes de gran cobertura.

Las redes de paquetes y las estaciones de usuario han de disponer de mecanismos de control que les permitan interconectarse. Quizá el más importante de éstos mecanismos, al menos desde el punto de vista de la red, sea el control de flujo, que sirve para limitar la afluencia de tráfico procedente de los usuarios, evitando así la congestión de la red. También el ETD<sup>2</sup> ha de controlar el flujo que le llega desde la red. Además de ello, tanto los ETD como la propia red han de poseer procedimientos de control de errores que garanticen la recepción correcta de todo el tráfico. X.25 proporciona éstas funciones de control de flujo y de errores.

Por tales motivos el protocolo X.25 es usado en la mayor parte de las redes públicas de conmutación de paquetes existentes.

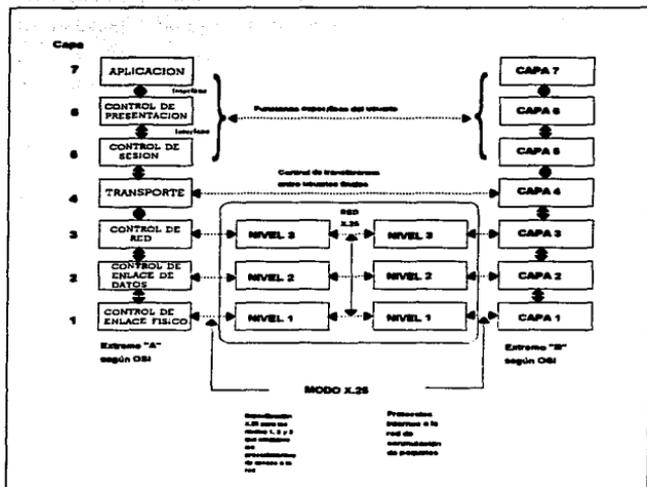
De tal forma que una red de conmutación de paquetes X.25, es una red que usa la tecnología de conmutación de paquetes para efectos de transmitir los datos. Estos se encuadran en marcos (tramas) que contienen estructuras (llamadas "paquetes") cuyo formato se ajusta a las especificaciones emitidas por el SST (antes CCITT).

X.25 especifica las características de la interconexión entre el DTE (quien envía ó recibe paquetes de datos) y el DCE<sup>3</sup> (el nodo de la red que obra como entrada ó salida de la misma). La recomendación X.25 define tres niveles del protocolo que corresponden aproximadamente a las tres primeras capas del modelo OSI (figura 2-5).

---

<sup>2</sup> ETD=DTE= Equipo Terminal de Datos

<sup>3</sup> DCE= Equipo de Comunicación de Datos



**FIGURA 2-6: OSI Y X.25 SIRVEN A LOS USUARIOS FINALES**

El nivel 1 de X.25 (Nivel Físico) especifica las características físicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento, para establecer (activar), mantener y desconectar (desactivar) el enlace físico entre el ETD y el ETCD ó DCE. Este nivel que corresponde a la transmisión de bits por un canal físico, es especificado en detalle en la recomendación X.21 del CCITT. Se recomienda el uso del estándar V.24 del CCITT (EIA RS-232C) en la Interfaz física entre el DTE y un módem (circuito analógico).

Para el caso de utilización de un circuito digital, el estándar recomendado es X.21 bis, con transmisión síncrona. Este nivel es funcionalmente equivalente a la capa 1 (capa física) de OSI.

El nivel 2 de X.25 define la transferencia de tramas punto a punto entre el DTE y el DSE<sup>4</sup>. Este nivel corresponde a la capa 2 (capa de enlace) de OSI. Se determina la utilización de la disciplina de línea HDLC<sup>4</sup> y la clase de procedimientos de ISO que son:

- Procedimiento de Acceso al Enlace (LAP) y
- Procedimiento de Acceso al Enlace Balanceado (LAPB)

El uso de los procedimientos DLC (Control de Enlace de Datos) asegura que los paquetes proporcionados por el nivel 3 (de X.25) se "guardan" en tramas HDLC y son confiablemente transmitidos entre el DTE y la red. El procedimiento correspondiente al nivel 2 es ejecutado por módulos de software, tanto en el ETD como en el DCE.

El nivel 3 de X.25 es el más alto de ésta recomendación y especifica la manera en la cual la información de control y los datos del usuario se estructuran en paquetes. La información de control con el direccionamiento, está contenida en el encabezamiento del paquete (Packet Header) y le permite a la red identificar el DTE hacia el cual el paquete está destinado. El X.25 define procedimientos que se usarán, entonces, en la interconexión de un DTE (que opere en modo paquete) y el equipamiento de la PDN (Red Pública de Datos), usualmente llamado DCE. La "interfaz X.25" provee el ACCESO a los siguientes servicios que podrá proporcionar la PDN:

1. Circuito Virtual Conmutado (SVC -Switched Virtual Circuit)
2. Circuito Virtual Permanente (PVC -Permanent Virtual Circuit)
3. Datagrama (DG)

Un circuito virtual es una vía de flujo controlado, transparente y bidireccional entre un par de puertos físicos ó lógicos. Realmente es un circuito físico compartido en parte, por muchas terminales a través del no uso de la técnica de multicanalización por división del tiempo, provista por la empresa transportadora.

---

<sup>4</sup> DSE= Equipo de Conmutación de Datos  
HDLC= Control de Enlace de Alto Nivel

Un Circuito Virtual Conmutado (SVC) asocia temporalmente y lógicamente dichos elementos y sólo ocupa un camino físico en el preciso momento de viaje de los datos. Dado que es una conexión temporal, la DTE "llamadora" emite un requerimiento de conexión hacia la red, que ésta analiza y autoriza (ó no), estableciendo el enlace lógico con el destino explicitado en la llamada de requerimiento.

Un Circuito Virtual Permanente (PVC), es una asociación permanente entre los dos DTE's la cual es equivalente lógico en una línea privada dedicada, punto a punto. De ésta forma, no es necesaria una llamada de requerimiento por parte de una de las DTE's.

Un Datagrama (DG), es un bloque de datos que contiene suficiente información de control en su interior, como para no necesitar el apoyo de otro tipo de mensaje, para efectos de lograr una transmisión confiable hacia el destino previsto. La **figura 2-6** muestra la interconexión del protocolo X.25 con equipo del usuario y de la red, ilustrando claramente los tres niveles que estructuran dicho protocolo.

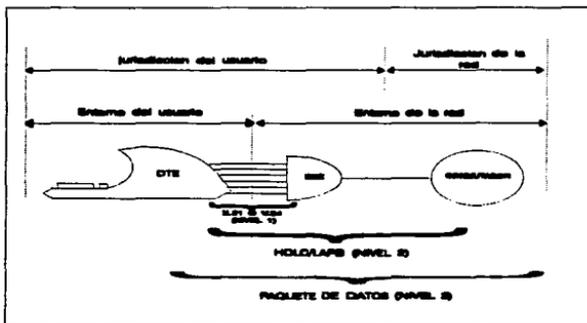
## **NIVEL FÍSICO (1) DE X.25**

El interfaz de nivel físico recomendado entre el ETD y el ETCB es el X.21. X.25 asume que el nivel físico X.21 mantiene activados los circuitos T (Transmisión) y R (Recepción) durante el intercambio de paquetes. Asume, también, que el X.21 se encuentra en estado 13S (enviar datos), 13R (recibir datos). Supone también que los canales C (Control) e I (Indicación) de X.21 están activados. Con ésta última premisa, X.25 utiliza el interfaz X.21 que une el ETD y el ETCB como un "conducto de paquetes", en el cual los paquetes fluyen por las líneas (pines) de transmisión (T) y de Recepción (R).

Teniendo en cuenta que en muchos países el interfaz X.21 no está muy extendido, X.25 tiene prevista la utilización del interfaz físico X.21 bis/RS-232C. El sufijo bis indica que se trata de una segunda opción del estándar recomendado, aunque de hecho X.21 bis y X.21 no se parecen mucho. Tanto RS-232C como X.21 bis utilizan las asignaciones de circuito V.24 del CCITT.

---

En RS-232C los circuitos se identifican mediante letras (por ejemplo, BA), mientras que en la notación de V.24 cada circuito se nombra con tres cifras (por ejemplo, 103).



**FIGURA 2-6: CARACTERÍSTICAS DE INTERCONEXIÓN  
X.25**

Para poder utilizar éstos interfaces, X.25 exige que los circuitos 105 (CA), 106 (CD), 107 (CC), 108.2 (CD) y 109 (CF) estén activados. Los datos se intercambian a través de los circuitos 103 (BA) y 104 (BB). Si éstos circuitos están desactivados, X.25 supondrá que el nivel físico se encuentra inactivo, y ninguno de los niveles superiores (como el de enlace -LAPB- ó el de red -X.25-) funcionará. Aunque no esté indicado de forma explícita, las redes X.25 pueden trabajar con otras normas de nivel físico (como RS-499, ó V.35).

En la tabla de la **figura 2-7** aparecen los principales circuitos RS-232C y V.24 que exige X.25 (no se incluyen en la lista los demás, como, señalización y sincronismo).

El nivel físico de X.25 NO desempeña funciones de control significativas. Se trata más bien de un conducto pasivo, de cuyo control se encargan los niveles de enlace y de red.

V. 24		X. 25	
102	Tierra de señalización o retorno común	1	Masa de protección
102a	Retorno común del STCD	2	Datos transmitidos
102b	Retorno común del STCD	3	Datos recibidos
102c	Retorno común	4	Solicitud de transmisión
103	Transmisión de datos	5	Permiso para transmitir
104	Recepción de datos	6	Equipo de datos preparado
105	Peticion de transmitir	7	Masa de señal
106	Preparado para transmitir	8	Detector de señal de línea recibida
107	Aparato de datos preparado	9	Reservado para pruebas del equipo de datos
108/1	Conecta el aparato de datos a la línea	10	Reservado para pruebas del equipo de datos
108/2	Terminal de datos preparado	11	No asignado
109	Detector de señales de línea recibidas por el canal de datos		
110	Detector de la calidad de las señales de datos	12	Detector de señal de línea secundaria recibida
111	Selector de velocidad binaria (STVD)	13	Permiso para transmitir secundario
112	Selector de velocidad binaria (STVD)	14	Datos secundarios transmitidos
113	Temporización para los elementos de señal en la transmisión (STTD)	15	Sincronismo del elemento de señal en transmisión
114	Temporización para los elementos de señal en la transmisión (STCD)	16	Datos secundarios recibidos
115	Temporización para los elementos de señal en la recepción (STCD)	17	Sincronismo del elemento de señal en recepción
116/1	Consultación de seguridad en modo directo	18	No asignado
116/2	Consultación de seguridad en modo directo autorizado	19	Solicitud de transmisión secundaria
117	Indicador de instalaciones de reserva	20	Terminal de datos preparada
118	Transmisión de datos por el canal de retorno	21	Detector de calidad de señal
119	Recepción de datos por el canal de retorno	22	Tiempo indicador
120	Transmite señales de línea por el canal de retorno	23	Selector de velocidad de la señal de datos (STVD)
121	Canal de retorno preparado	23	Selector de velocidad de la señal de datos (STCD)
122	Detector de señales de línea recibidas por el canal de retorno	24	Sincronismo del elemento de señal en Transmisión
		23	No asignado

FIGURA 2-7: CIRCUITOS RE-232C Y V.24

## NIVEL DE ENLACE (2) DE X.25

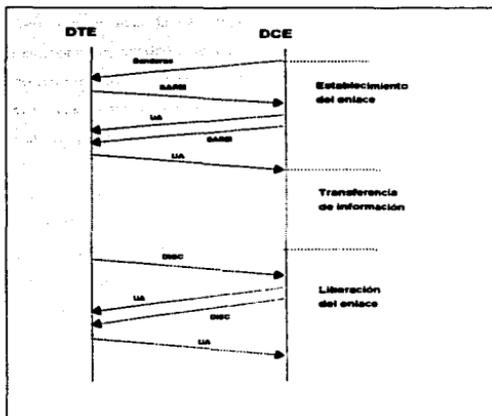
### -Procedimientos de Línea LAP y LAPB

Los procedimientos de línea LAP y LAPB forman parte del nivel 2 del protocolo X.25. Esos dos procedimientos sincrónicos son bits orientados y direccionados derivados del HDLC; ellos tienen en particular, el mismo tipo de trama y estructura y son normalmente usados para el acceso a la red con operación punto a punto en un circuito físico simple full-dúplex.

Los procedimientos de enlace particulares LAP y LAPB proveen el acceso básico a las redes de conmutación de paquetes y son generalmente usados como tales. Sin embargo, éstos son algunas veces necesarios para conectar varios circuitos paralelos a la red en tales vías como para la prevención de interrupción del sistema, en casos de falla de uno de los circuitos.

El procedimiento LAP opera en "Modo de Respuesta Asíncrono (ARM)" sobre una línea desbalanceada donde cada estación incorpora una función primaria de transmisión de texto y una función secundaria de recepción de texto. El procedimiento LAP es muy similar al procedimiento HDLC en el Modo Respuesta Asíncrono (ARM), pero éste es incompatible con el primero. El LAP usa información I, RR, RNR y REJ, las tramas de supervisión con módulo 8 en secuencia numerada y no numerada con las tramas SARM, DISC, CMDR y UA. Como la configuración es simétrica, el enlace bidireccional puede ser considerado para consistir de dos enlaces unidireccionales en direcciones opuestas. Estos requerimientos de dos enlaces medios son establecidos individualmente por las tramas SARM, las cuales son reconocidas por las tramas no numeradas UA (figura 2-8). Ante esas operaciones, el DCE indica que está listo para establecer el enlace por medio de enviar banderas sucesivas. Claro que el enlace es ejecutado similarmente por dos tramas de comandos DISC.

El procedimiento LAP tiene la desventaja de incompatibilidad con HDLC. Por eso, el LAP es reemplazado por el procedimiento LAPB el cual es compatible con HDLC en el Modo Balanceado Asíncrono (ABM). El DTE y el DCE en éste caso son estaciones combinadas, por eso, una clase de enlace de éste tipo, es establecido por una simple trama de inicialización SABM (figura 2-9). En una manera similar, el enlace es claro por una desconexión simple de la trama DISC. La transferencia de información es ejecutada usando tramas de información "I" y de tramas de supervisión RR, RNR, y REJ, las cuales son numeradas, módulo 8 u opcionalmente módulo 128. Por los dos puntos de conexión del enlace, allí no puede haber ambigüedad respecto a la identidad de la fuente y destino de una trama. En contraste, como las estaciones son combinadas, cada una puede transmitir comandos y respuestas igualmente bien.

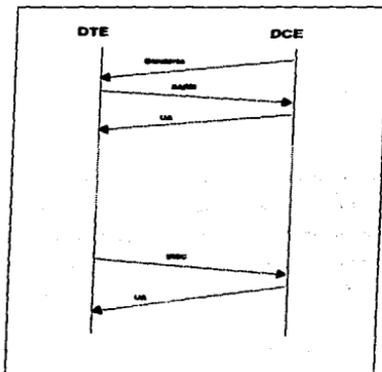


**FIGURA 2-8: ESTABLECIMIENTO Y LIBERACIÓN DEL ENLACE DE DATOS CON EL PROCEDIMIENTO LAP**

Das distintas direcciones A y B son por lo tanto usadas para distinguir comandos y respuestas. Dirección A, la cual tiene el valor de 11000000, indicando comandos transmitidos por el DCE y la respuesta recibida por él mismo. Similarmenle la dirección B (10000000) corresponde a los comandos "sent" y respuestas recibidas por el DTE.

En la trama LAPB, el paquete X.25 se transporta dentro del campo I (información). El LAPB es el que se encarga de que lleguen correctamente los paquetes X.25 que se transmiten a través de un canal susceptible a errores, desde ó hacia la interfaz ETD/ETCD.

Para distinguir entre paquete y trama, digamos que los paquetes se crean en el nivel de red, y se insertan dentro de una trama, la cual se crea en el nivel de enlace.



**FIGURA 2-8: ESTABLECIMIENTO Y LIBERACIÓN DEL ENLACE DE DATOS CON EL PROCEDIMIENTO LAPB**

Para funcionar bajo el entorno X.25, LAPB utiliza un subconjunto específico de HDLC, como se ha mencionado anteriormente, de tal manera que éstos son los trece comandos y respuestas que maneja:

#### COMANDOS

- Información (I)
- Receptor Preparado (RR)
- Rechazo (REJ)
- Receptor no Preparado (RNR)
- Desconexión (DISC)
- Activar Modo de Respuesta Asíncrona (SARM)
- Activar Modo Asíncrono Equilibrado (SABM)

#### RESPUESTAS

- Receptor Preparado (RR)
- Rechazo (REJ)
- Receptor no Preparado (RNR)
- Asentamiento no Numerado (UA)
- Rechazo de Trama (FRMR)
- Desconectar Modo (DM)

Como se ve, los datos de usuario del campo I no pueden enviarse como respuesta. De acuerdo con las reglas de direccionamiento HDLC, ello implica que las tramas I siempre contendrán la dirección de destino, con lo cual se evita toda posible ambigüedad en la interpretación de la trama. Así, por ejemplo, si la estación A recibe una trama REJ con la dirección A, se sabrá que se trata de un comando. Si, por el contrario, en esa trama REJ apareciese otra dirección, B, la estación A sabría que aquello es una respuesta.

X.25 exige que LAPB utilice direcciones específicas dentro del nivel de enlace. Recordando, el ETD del abonado debe ser el A (en binario 11000000), y el ETCB (el nodo de la red) ha de ser el B (en binario 10000000).

En X.25 pueden utilizarse comandos SARM y SABM con LAP y LAPB, respectivamente. No obstante, se aconseja emplear SABM, mientras que la combinación SARM con LAP es poco frecuente.

Tanto X.25 como LAPB utilizan números de envío (S) y de recepción (R) para contabilizar el tráfico que atraviesa sus respectivos niveles. En LAPB los números se denotan como N (S) y N (R), mientras que en X.25 la notación de los números de secuencia es P (S) y P(R).

## NIVEL DE RED (3) DE X.25

Al protocolo de la capa 3 se le conoce normalmente como X.25 PLP (Protocolo de la Capa de Paquete) para distinguirlo de las dos capas inferiores. Lo más significativo del X.25 PLP es que es muy usado en el modelo OSI como protocolo de capa de red orientada a conexión.

La capa 3 trata conexiones entre un par de DTE; habiendo para ello dos formas de hacerlo, a través de una **LLAMADA VIRTUAL** y de **CIRCUITOS VIRTUALES PERMANENTES**. Estos términos ya se han explicado al inicio de este capítulo.

Las conexiones (llamadas virtuales en la terminología del CCITT) se llevan a cabo de la siguiente manera. En el momento en que un DTE quiera comunicarse con otro DTE, primero deberá establecer una conexión. Para hacer esto 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 destinatario, quien a su vez lo pasa al DTE de destino. Si finalmente éste desea aceptar la llamada, envía un paquete de vuelta con la instrucción **LLAMADA ACEPTADA**, se establece el circuito virtual. (en realidad, cuando un paquete llega al DTE fuente, a éste se le llama paquete **LLAMADA CONECTADA**, pero de hecho es igual al paquete **LLAMADA ACEPTADA** transmitido por el DTE remoto).

A partir de este momento, los dos DTE pueden utilizar una conexión bilateral simultánea para intercambiar paquetes de datos. En el momento en que cualquiera de los dos lados llegue a cansarse, enviará un paquete de **SOLICITUD DE CANCELACIÓN** al otro lado, el cual entonces procederá a enviar de vuelta un paquete **CONFIRMACIÓN DE CANCELACIÓN** como acuse de recibo. En la **figura 2-10** se muestran las tres fases correspondientes a la conexión en X.25.

El DTE fuente puede seleccionar cualquier número de circuito virtual inactivo para identificar la conexión. Si este número de circuito virtual se encuentra ocupado en el DTE destinatario, el DCE de destino deberá reemplazarlo por un número no usado antes de entregar el paquete.

Por lo tanto, la selección del número de circuito en las llamadas que salen, está determinada por el DTE y, para las llamadas que llegan, por el DCE.

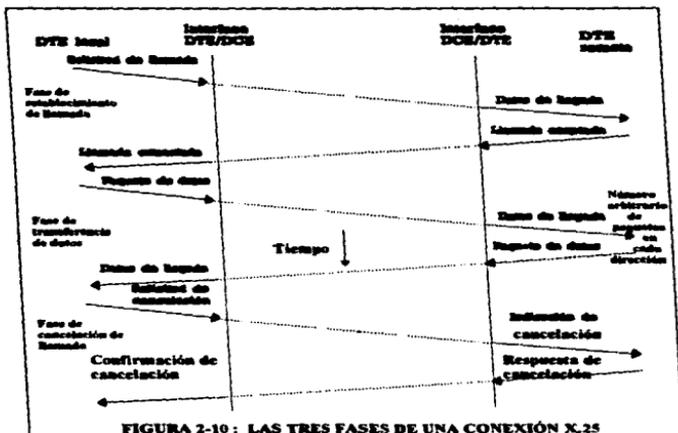


FIGURA 2-10: LAS TRES FASES DE UNA CONEXIÓN X.25

Podría llegar a presentarse una situación en donde las dos seleccionen simultáneamente el mismo número, generándose una "colisión de llamada". El X.25 especifica que si llega a presentarse una colisión de llamada, la llamada que sale sigue mientras que la de entrada se cancela. Muchas redes tratarán de establecer la llamada de entrada inmediatamente después, utilizando un circuito virtual diferente. Para minimizar la posibilidad de tener una colisión de llamada, el DTE selecciona normalmente el identificador mayor que se encuentre disponible para las llamadas de salida y el DCE selecciona el identificador menor para las llamadas de entrada.

En la **figura 2-11(a)**, 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 (un octeto es un "byte").

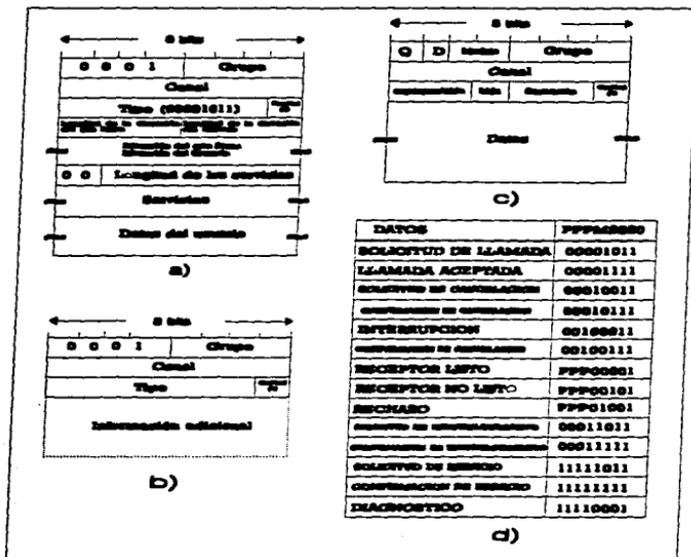


FIGURA 2-11:FORMATOS DE PAQUETES

Los campos correspondientes a **GRUPO** y **CANAL** forman un número de circuito virtual de 12 bits. El circuito virtual "0" está reservado para uso futuro, por lo que, en principio, un DTE puede llegar a tener hasta 4095 circuitos virtuales simultáneamente abiertos. Los campos **GRUPO** y **CANAL**, desde el punto de vista individual, no tiene un significado particular.

El campo TIPO en el paquete **SOLICITUD DE LLAMADA** y, en todos los otros paquetes de control, se encarga de identificar el tipo de paquete. El bit del campo de **CONTROL** se fija con un valor de "1" en todos los paquetes de control cuando se envía información y con un valor de "0" en todos los paquetes de datos. Al revisar primero éste bit el DTE puede saber si el paquete que acaba de llegar contiene información de datos ó de control.

Con esto terminamos la cabecera (de 3 octetos). Los campos resultantes que se muestran en la figura 4(a), 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.

El sistema de direccionamiento que se utiliza en el X.25 está definido en las recomendaciones X.121 del SST (antes CCITT).

El campo **LONGITUD DE FACILIDADES** indica que número de octetos ofrece el campo de facilidades que sigue. El campo de **FACILIDADES** se utiliza para solicitar algunas características especiales para ésta conexión. Las características específicas que están a disposición pueden variar de red a red. Una posible característica es el cobro revertido del servicio (llamadas a cobro revertido). Este servicio, es específicamente importante para organizaciones con millares de terminales remotas, que inician llamadas hacia un ordenador central. Si todos los terminales solicitaran siempre el cobro revertido, la organización solamente tendrá un "recibo telefónico", en lugar de miles de ellos. Otra posibilidad es la entrega de alta prioridad. Otra de las características es el hecho de tener un circuito virtual unidireccional, en lugar de uno bidireccional alternado.

El usuario que llama, también, puede especificar una longitud máxima de paquete, así como un tamaño de ventana, en lugar de utilizar los valores de "omisión" que constan de 128 octetos y dos paquetes, respectivamente. Si al usuario llamado no le gusta la longitud máxima de paquete ó el tamaño de la ventana propuestos, puede hacer una contrapropuesta en el campo de facilidades del paquete **LLAMADA ACEPTADA**. La contrapropuesta sólo puede cambiar la original para acercarla a valores más próximos a los de omisión, y no más alejados. En la figura 2-12 se listan algunos de los servicios que comúnmente ofrecen muchas redes.

Numero de secuencias de uso restringido (7 bits)
Posición del terminal de la ventana sin normalizar
Posición del terminal del intervalo sin normalizar
Posición de la clase de rendimiento (73 bits a 48 Abos)
Solicitud de color invertido
Aceptación de color invertido
Selección de control (por ejemplo, TELENET o TYMNET)
Salto datos de salida (sin que haya datos de entrada)
Salto datos de entrada (sin que haya datos de salida)
Resolución no selectiva contra resolución selectiva
Uso de selección r-pala

FIGURA 2-12: EJEMPLOS DE LOS SERVICIOS DEL X.25  
(CAPA DE RED)

Algunos servicios pueden seleccionarse cuando el cliente se convierte en un suscriptor de la red, más que en base a cada llamada. Estos incluyen a grupos cerrados de usuarios (por razones de seguridad, ningún usuario puede hacer una llamada hacia afuera del grupo), tamaños máximos de ventana que sean menores de siete (para terminales con espacio limitado de memoria temporal), velocidad de la línea (por ejemplo, 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps), y la prohibición de llamadas de salida ó de entrada (terminales que pueden hacer llamadas, pero no aceptar otras).

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 ésta información; podrían decidir, por ejemplo, utilizarla para indicar el proceso al cual el usuario desea conectar el DTE. Alternativamente, podría contener una palabra de paso.

En la **figura 2-11 (b)** se muestra el formato de los otros paquetes de control. Algunos tienen solamente cabeceras; mientras que otros tienen uno ó dos octetos adicionales. El cuarto octeto del paquete **SOLICITUD DE CANCELACIÓN**, por ejemplo, indica la razón por la cual se canceló la conexión. Los paquetes **SOLICITUD DE CANCELACIÓN** son generados automáticamente por la subred en el momento en que una **SOLICITUD DE LLAMADA** no puede conectarse. Cuando esto sucede, aquí se registra la causa. Entre las causas más comunes se encuentran las siguientes: el usuario llamado rehusa aceptar el cobro revertido, el número está ocupado, el lugar de destino está desactivado, ó bien, la red está congestionada.

Debido a que X.25 hace una distinción entre una **SOLICITUD DE CANCELACIÓN** y una **CONFIRMACIÓN DE CANCELACIÓN**, existe la posibilidad de que aparezca una "colisión por cancelación" (es decir, que los dos lados deciden terminar la conexión simultáneamente). Sin embargo, siempre resultará obvia lo que está sucediendo, por lo tanto no hay ambigüedad, y la conexión se puede sencillamente cancelar.

En la **figura 2-11(c)**, se muestra el formato del paquete de datos. El bit **Q** indica que son datos calificados de los no calificados, pero la intención consiste en permitir que los protocolos, en las capas de transporte y capas superiores, fijen el valor de ése 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, mediante el empleo de una ventana deslizante. Los números de secuencia están en módulo 8 si el **MÓDULO** es "01", y en módulo 128 si el **MÓDULO** es 10 (Las secuencias "00" y "11" no son legales). Si se utilizan los números de secuencia módulo 128, la cabecera se extiende con un octeto adicional para acomodar adecuadamente los campos de mayor longitud correspondientes a **SECUENCIA** y **SUPERPOSICIÓN**. 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.

Aún cuando la entrega no esté garantizada (es decir que  $D=0$  ó  $D=9$ ), el campo de **SUPERPOSICIÓN** puede llegar a ser muy útil. Considérese, por ejemplo, un operador que ofrece un servicio con un retardo muy grande, especial para cazadores de ofertas. Los paquetes que llegan se escriben en cintas magnéticas, las cuales se envían por correo al siguiente día hasta su destino. En éste caso, el campo de **SUPERPOSICIÓN** se utiliza estrictamente para control de flujo; por medio de él se indica al DTE que el DCE está preparado para aceptar sólo el siguiente paquete y nada más.

Un punto muy importante que se debe mencionar con respecto a los asentimientos en X.25 es que, en lugar de devolver el número del último paquete que se recibió en forma correcta, se les solicita a los DTE que devuelvan el número del siguiente paquete esperado (es decir, uno mayor). Esta elección es completamente arbitraria pero, para que lleguen a ser compatibles con X.25 los DTE deberán adaptarse a todas las reglas acordadas por el CCITT.

El campo **MAS** 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 **MAS** puesto a uno. Sólo un paquete completo puede tener éste bit a 1. La subred tiene la libertad de ensambalar los datos en paquetes con diferentes longitudes, si así lo necesita, pero nunca combinará datos procedentes de diferentes mensajes (como lo indica el bit **MAS**) en un solo paquete.

La norma dice que todos los operadores deben de ser capaces de soportar los paquetes con una longitud máxima de 128 octetos de datos. Sin embargo, la norma también indica que se permite que los operadores proporcionen longitudes máximas opcionales de 16, 32, 64, 256, 512, 1024, 2048 y 4096 octetos. Además, la longitud máxima de los paquetes se puede negociar en el momento en que se establece una conexión. La razón de tener longitudes máximas de los paquetes mayores de 128, es cuestión de eficiencia; en tanto que, la razón de tener longitudes máximas de los paquetes menores de 128, es para permitir que los terminales,

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

con muy poco espacio de memoria temporal, están protegidas contra la llegada de paquetes largos.

Los otros tipos de paquetes de control son los que se muestran en la lista de la **figura 2-11(d)**. Los paquetes de **INTERRUPCIÓN** permiten que una señal pequeña (de 32 octetos) sea transmitida fuera de secuencia. Debido a que los paquetes de control no llevan consigo números de secuencia, se podrán entregar tan pronto como lleguen, sin importar cuántos paquetes de datos en secuencia se encuentren en la cola de espera, delante de ellos. Un uso típico de éste paquete consiste en comunicar el hecho de que un usuario de un terminal presionó una tecla de fin ó 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 cual llevar a cabo la superposición. El campo PPP indica cuál es el siguiente paquete que se está esperando. Cuando los números de secuencia están en módulo 128, será necesario que el paquete tenga un octeto adicional.

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 indicar al DCE que proceda a transmitir.

El paquete de **RECHAZO** permite a un DTE solicitar la retransmisión de una serie de paquetes. El campo PPP da del primer número de secuencia deseado.

Los paquetes de **REESTABLECIMIENTO y REINICIO** se utilizan para recuperarse de fallos de diferentes graduaciones. Una **SOLICITUD DE REESTABLECIMIENTO** se refiere a una conexión específica, y tiene el efecto de reiniciar la ventana a "0". Un uso común de una **SOLICITUD DE REESTABLECIMIENTO** le permite, al DCE, informar al DTE que la subred ha fallado. Después de recibir una **SOLICITUD DE REESTABLECIMIENTO**, el DTE no tiene manera de saber, si los paquetes que estaban pendientes en ese momento, ya fueron entregados. La recuperación debe ser hecha por la capa de transporte. Al solicitante se le permiten hasta dos octetos extra,

en el paquete de **SOLICITUD DE RESTABLECIMIENTO**, para tratar de explicar cuál es la causa del restablecimiento. El DTE, por supuesto, también puede iniciar una **SOLICITUD DE RESTABLECIMIENTO**.

Una **SOLICITUD DE REINICIO** es mucho más seria, se utiliza en el momento en que falla un DTE ó un DCE, y por lo tanto, se ve forzado a abandonar todas sus conexiones. Una sola **SOLICITUD DE REINICIO** es equivalente a transmitir una **SOLICITUD DE RESTABLECIMIENTO** en forma separada, para cada uno de los circuitos virtuales.

También se ofrece el servicio de un paquete de **DIAGNOSTICO**, para permitir que la red informe al usuario sobre los problemas existentes, incluyendo los errores que aparecen en los paquetes que el usuario ya transmitió (por ejemplo, un campo TIPO ilegal).

## **2.2.2 L A P D (PROCEDIMIENTO DE ACCESO AL ENLACE CANAL D)**

Todo el tráfico en el canal D empleado por el protocolo del nivel de enlace es conocida como LAPD (Link Access Procedure D Channel). Este procedimiento de acceso está definido en las recomendaciones del CCITT en la I.441/G.921.

El LAPD tiene como objetivo transportar información entre entidades de nivel 3 a través de la interfaz usuario-red de RDSI utilizando el canal D.

El LAPD es independiente de la velocidad de transmisión binaria y para su funcionamiento requiere un canal dúplex transparente y las características del canal D son, en cuanto a velocidad:

- 16 Kbps, para acceso básico
- 64 Kbps, para acceso primario

Ambos aplicables para señalización y datos en modo paquete.

Todas las terminales deben estar sincronizadas y configuradas en modo esclavo hacia el TR (Terminador de Red), de tal forma que no se interfieran mutuamente.

Cualquier terminal puede transmitir en el canal D y debe utilizar los mecanismos de contención que aseguren que cada unidad tenga su acceso disponible en su momento y que los datos que esté transmitiendo no sean alterados por los intentos de acceso a otra unidad.

El mecanismo utilizado para el acceso al canal D se apoya en la utilización de un bit de eco (bit E), en el que el TR repite lo que recibe en su canal D, por lo que antes de transmitir el siguiente bit D, todas las terminales deben haber recibido el eco del bit anterior.

Para comenzar a transmitir, una terminal debe verificar que el canal D se encuentra libre, es decir, espera la aparición de una cantidad de 1's (la asignación de prioridad define la cantidad de 1's que se usan para decidir que un canal está libre). El nivel 2 de canal D asegura que nunca aparezca esa cantidad de 1's durante la transmisión.

Cualquier terminal puede empezar a transmitir cuando detecta el canal libre, siempre y cuando escuche su propio eco.

Una vez que el equipo haya terminado una transmisión exitosa, espera un bit más para poder transmitir nuevamente.

Los servicios LAPD han de soportar instalación de terminales múltiples usuario-red y muchas entidades de nivel 3 (como por ejemplo X.25 nivel 3, I.451/G.931).

El estándar LAPD provee dos formas de servicio a los usuarios:

- El servicio de transferencia de información sin acuse de recibo y,
- El servicio de transferencia de información con acuse de recibo

El primero simplemente suministra la transferencia de tramas conteniendo datos de usuario sin proporcionar acuse de recibo. Este servicio no provee algún mecanismo de control de flujo ó control de error, además soporta igualmente un enlace punto a punto (distribuido a un usuario) ó "broadcast" (distribuido a un número de usuarios); adicionalmente, éste servicio permite la rápida transferencia de datos y es útil para el manejo de los procedimientos tal como mensajes de alarma y mensajes que necesitan ser "broadcast" a múltiples usuarios.

El segundo servicio, es uno de los más comunes y es similar al servicio ofrecido por LAPB y HDLC. Con éste servicio se establece la conexión lógica entre dos usuarios en LAPD. Ocurren tres fases:

- Establecimiento de la conexión
- Transferencia de datos, y
- Terminación de la conexión

Durante la fase de establecimiento de la conexión los dos usuarios deben de concordar en los acuses de recibo de los datos recibidos por la central. Un usuario da u omite una respuesta de establecimiento de conexión al otro; si éste está preparado a ocuparse en una conexión lógica, entonces la respuesta es un acuse afirmativo y la conexión lógica es establecida.

En esencia, la existencia de una conexión mediante LAPD, suministra al fin ó término de cada una de las conexiones a no perder de vista las tramas existentes y recibirlas a efecto del control de error y del control de flujo.

Durante la transferencia de datos, LAPD garantiza que todas las tramas sean entregadas en el orden en que ellas fueron transmitidas. Durante la fase de terminación de conexión, uno de los usuarios solicita la terminación de la conexión lógica.

### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROTOCOLO LAPD**

El protocolo LAPD fue modelado después del LAPB que se usa en X.25 y también se ha basado en HDLC. Igualmente, la información del usuario, la información de control, el protocolo y los parámetros son transmitidos en tramas. De manera correspondiente a los tipos de servicios ofrecidos por LAPD, hay dos tipos de operación:

- **Operación sin acuse de recibo:** La información del nivel 3 es transferida en tramas NO numeradas. Aquí la detección de error es usado para descartar las tramas dañadas, sin embargo aquí no existe un control de error o de flujo.
- **Operación con acuse de recibo:** La información del nivel 3 es transferida en tramas que incluyen secuencia numerada y que son acuses de recibo. Los procedimientos de control de error y de control de flujo son incluidas en el protocolo.

Estos dos tipos de operación pueden coexistir sobre un solo canal D. Con la operación de acuse, esto es posible simultáneamente debido al soporte múltiple de conexiones lógicas de LAPD. Esto es análogo sobre la habilidad de X.25 nivel 3 en soportar múltiples circuitos virtuales.

### ESTRUCTURA DE TRAMA

Toda la información de usuario y el manejo del protocolo son transmitidos en forma de tramas. La figura 2-13 describe la estructura de la trama LAPD. Hablemos de cada uno de los campos que conforman la estructura de trama.

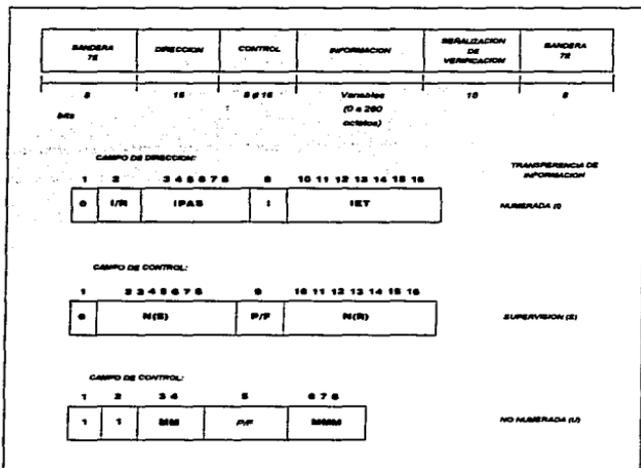


FIGURA 2-13: ESTRUCTURA DE LA TRAMA LAPD

## CAMPOS DE BANDERA

Ambos campos de bandera delimitan la trama con el patrón único de bits siguiente: 01111110. Una bandera puede ser solamente usada como cierre de una trama ó de apertura (inicio) de la trama siguiente. En ambos lados de la interfaz usuario-red, los receptores están constantemente buscando la secuencia de bandera (o sea, el patrón de unos y ceros) en la sincronización del inicio de la trama. Mientras una trama se está recibiendo, la estación continúa buscando la serie de ceros y unos (01111110) para determinar el fin de la trama.

En muchas ocasiones el protocolo permite la presencia de patrones de bits arbitrarios por lo que la secuencia 01111110 puede aparecer en alguna parte interna de la trama, el receptor puede creer que se trata del fin de la trama y se destruye así la sincronización. Para evitar este problema, se tiene al "bit stuffing".

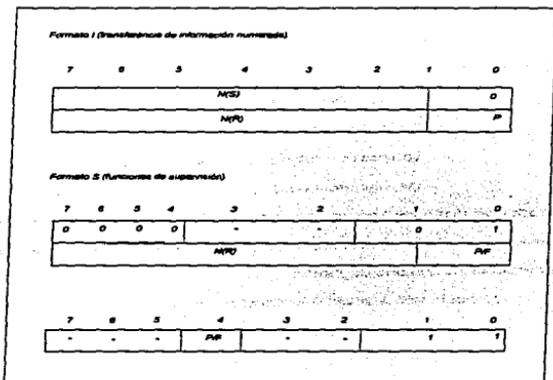
Entre la transmisión de las banderas de cierre y apertura el transmisor siempre insertará un bit "0" extra después de cada aparición de cinco 1's. Después, si se detecta lo que pudiera ser una bandera (ya sea de inicio ó cierre), el receptor monitorea el flujo de los bits. Cuando un patrón de cinco 1's aparece, el sexto bit es examinado. Si éste bit es "0", entonces es borrado o suprimido y la transferencia de información continúa. Si el sexto bit es un "1" y el séptimo es un "0" la combinación es aceptada como una bandera. Si el sexto y el séptimo bit son igualmente 1's, el transmisor está indicando una condición de aborto ó expulsión.

Este uso que se le da al bit stuffing se le conoce como "Transparencia de Datos" y ésta se utiliza en el nivel 2 de la transmisión para evitar la simulación de banderas o secuencias de aborto de trama.

En la **figura 2-14** se ilustra el uso del bit stuffing. Se puede notar en la figura 2-14 (a), que en éste caso el bit "0" extra que se inserta no es estrictamente necesario para evitar un patrón de bandera, pero es necesario para la operación del algoritmo. Y en las figuras 2-14 (b) y 2-14 (c) notamos que cuando una bandera de cierre y apertura son usadas igualmente, un error de 1-bit



pueden coexistir conexiones de enlace de datos LAPB y conexiones de enlace de datos LAPD, en el protocolo LAPD. La dirección contiene al "Identificador de Extremo Terminal" (TEI ó IET) y al "Identificador de Punto de Acceso al Servicio" (SAPI ó IPAS). El campo de dirección lo podemos observar en la figura 2-13, pero más a detalle en la **figura 2-15**.



**FIGURA 2-15: CAMPO DE DIRECCIÓN**

Cada dispositivo típico de usuario provoca u ocasiona un único TEI. La asignación del TEI es dada cuando el equipo se conecta a la interfaz de forma automática ó manualmente por el usuario. La ventaja de éste procedimiento automático es que le permite al usuario cambiar, agregar o suprimir equipo que estuviera fuera de la notificación anterior en la administración de la red. Sin ésta característica la red estaría obligada a manejar una base de datos por cada uno

de los abonados que necesitarían estar tecleando manualmente al día. De tal forma que el procedimiento de asignación automática lo realiza el TR y puede utilizar dos métodos alternativos que son:

- 1).- Mantener una base de datos con todos los IET en uso.
- 2).- Ante una solicitud de IET por parte de una terminal, enviar a todos los equipos un mensaje para verificar si algún otro equipo tiene asignado el mismo identificador.

El Identificador de Punto Extremo de Terminal (IET ó TEI) consta de 7 bits y se han definido las siguientes asignaciones:

Valor del TEI	Tipo de usuario
• 0 - 63	Equipos con asignación de IET no automática
• 64 - 126	Equipos con asignación de IET automática
• 127	Difusión (reconocida por todos los equipos; 11111111)

El "Identificador de Punto de Acceso al Servicio" (SAPI ó IPAS) señala el punto en el que se ofrecen los servicios del nivel de enlace al nivel inmediatamente superior ( es decir al nivel 3).

Cuatro valores específicos han sido asignados:

Valor SAPI	Protocolo relacionado ó entidad de gestión
• 0	Procedimientos de control de llamadas (000000)
• 1	Comunicaciones en modo paquetes utilizando I.451 (000001)
• 16	Comunicaciones en modo paquetes utilizando X.25 (100000)
• 32 - 62	Comunicación con Frame Relay
• 63	Procedimiento de gestión (manejo) de capa 2 (111111)

Un SAPI de valor "0" es usado por el proceso de "Control de llamada" en el manejo de circuitos del canal B. El valor 16 es reservado para la comunicación en modo paquete sobre el canal D en X.25 nivel 3. Un valor de 63 es utilizado por la central para el procedimiento de gestión de la información de capa 2. Las más recientes asignaciones se han estado elaborando desde 1984 y han resultado ser, las de valor "1" para la comunicación en modo paquete usando las recomendaciones del CCITT I.451/Q.931. Esta puede ser usada en la señalización usuario-

usuario. Finalmente el valor de los rangos 32 a 62 están reservados para soportar conexiones en Frame Relay.

Juntamente el TEI y el SAPI son usados también para identificar una conexión lógica; en éste contexto, la combinación del TEI y del SAPI es referida como un "Identificador de Conexión de Enlace de Datos" (DLCI ó ICED). De éste modo:

$$\text{DLCI} = \text{SAPI} + \text{TEI}$$

En cualquier tiempo, LAPD puede mantener múltiples conexiones lógicas, cada una con un único DLCI, de tal forma que así se tiene solamente una conexión lógica LAPD en una entidad del nivel 3.

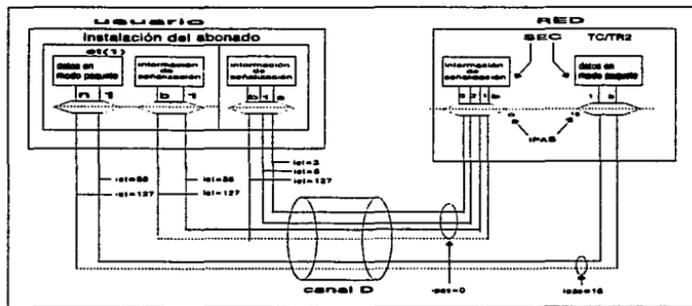
En la **figura 2-16** se ilustran 5 conexiones lógicas independientes con una única interfaz por el canal D, terminando la interfaz en el lado del usuario con dos TE's.

En adición, el campo de dirección contiene los bits de Extensión (E) del campo de dirección; también un bit de Indicación de Instrucción (comando) o respuesta (V/R ó también se le denomina C/R), como se observa en la figura 2-13.

El bit de Extensión E puesto en "1" indica el octeto final del campo de dirección. El bit de Instrucción o respuesta (V/R) indica si una trama es una instrucción ó una respuesta. El valor de éste bit depende tanto del origen como del tipo de indicación. En la **figura 2-17** se ilustra ésta convención.

El SAPI indica un punto en el que una entidad de enlace de datos proporciona un servicio específico a una entidad de capa 3 ó a una entidad de gestión. El SAPI le indica a la entidad que presta los servicios que debe procesar la información, así como también le indica a la entidad de capa 3 que debe recibir la información transportada.

El subcampo de SAPI permite hasta 64 puntos de acceso al servicio, pero sólo existen actualmente cuatro identificadores de acceso especificados como ya lo hemos mencionado anteriormente, los demás son reservados para una estandarización futura.



**FIGURA 2-18: CONEXIONES LÓGICAS INDEPENDIENTES CON UNA ÚNICA INTERFAZ POR EL CANAL D**

El TEI identifica un sólo equipo terminal. Este para un enlace de datos de Difusión es un valor fijo y está asociado con todas las capas de enlace de datos del usuario que tiene el mismo SAPI.

El subcampo del TEI permite hasta 128 valores, todos éstos excepto el de Difusión, se utilizan para conexiones de datos punto a punto asociados con un SAPI.

Los valores del TEI de asignación no automática, son seleccionados por los usuarios ó fabricantes de equipo y su asignación es responsabilidad del mismo, esto significa que, en caso de duplicación del TEI los equipos no podrán operar.

Los valores del TEI de asignación automática son seleccionados por la red, y su asignación es responsabilidad de la red (figura 2-18).

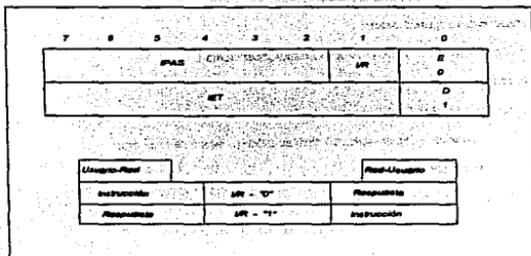


FIGURA 2-17: USO DE LOS BITS "EXTENSIÓN" (E) E "INSTRUCCIÓN Ó RESPUESTA" (VR)

Valor IET	Tipo de asignación
0 - 83	No automática d tipo
84 - 128	Automática d respuesta

FIGURA 2-18: VALORES DEL IET

### CAMPO DE CONTROL

Este campo comprende uno ó dos octetos según el tipo de tramas. LAPD define tres tipos de tramas, cada cual con un formato de campo de control diferente. En la **figura 2-19** se ilustran los diferentes formatos del campo de control. Las tramas pueden ser:

- I - de información numerada (trama con dos octetos. En formato multitrama; usa el módulo 128)
- U - de información no numerada (trama de un octeto. Sin acuse de recibo)

- S - de supervisión (trama de dos octetos)
- Los campos de control son:
- Transferencia de Información Numerada (formato I.)
- Funciones de Supervisión (formato S)
- Funciones de Control y Transferencia de Información No Numerada (formato U)

Los diversos comandos que utilizan éstas diferentes tramas son:

**Para el Control de Flujo.**

- RR - Receptor Preparado
  - RNR - Receptor No Preparado (condición de ocupado)
  - REJ - Rechazo (solicitud de retransmisión)
- Estos comandos son utilizados específicamente por el formato de supervisión.

**Para el Control de Enlace.**

- SABME - Inicio de Modo Numerado (Modo Asíncrono Balanceado Extendido)
- DM - Modo Desconectado (no acepta modo numerado)
- UI - Información No Numerada, difusión
- DISC - Desconexión (termina modo numerado)
- UA - Acuse de Recibo No Numerado
- FRMR - Trama Rechazada (con causa del rechazo)
- XID - Identificación

Estos comandos son específicamente utilizados por el formato No Numerado.

El primer ó segundo bit del campo de control sirve para identificar el tipo de trama. Detallando la **figura 2-19**, en las tramas con formato I y S se tienen contadores ó números secuenciales del transmisor.

N(S) y N(R) son los números secuenciales en emisión y en recepción del transmisor respectivamente. Los subcampos P y F son el bit de petición cuando se transmite como instrucción (bit P) y, el bit final cuando se transmite como respuesta (bit F). Estos son empleados

para forzar el envío de una respuesta de la transmisión de un mensaje de control. Los bits marcados con un guión (-) dependen del tipo de trama. La instrucción de información I., transfiere precisamente información proporcionada por la capa 3 por medio de una conexión de enlace de datos y son tramas numeradas secuenciales. Se utiliza en modo multiframe para conexiones punto a punto.

TIPO DE TRAMA	COMANDO	RESPUESTA	COMPRESIONES							
			0	7	6	5	4	3	2	1
INFORMACIÓN I	I (PREPARADO)		N(R)	P	N(S)					
	RR (REC LISTA)	RR (REC LISTA)	N(R)	P	O	O	O	O	O	O
AVANCEMENTO PI	RR (REC NO LISTA)	RR (REC NO LISTA)	N(R)	P	O	1	O	O	O	1
	RR (RECHAZO)	RR (RECHAZO)	N(R)	P	O	1	O	O	O	1
NO RECONOCIDA RI	RR (REC RECHAZO)	RR (REC RECHAZO)	O	O	O	P	1	1	1	1
	RR (PREPARE SEND RELACIONADO RECONOCIDA)		O	O	1	P	1	1	1	1
	RR (REC RECHAZO)		O	1	O	P	O	O	1	1
	RR (RECONOCIMIENTO NO RECONOCIDA)		O	1	1	P	O	O	1	1
		PRIME RESPUESTA DE TRAMA	1	O	O	P	O	1	1	1

FIGURA 2-19: CAMPO DE CONTROL DE LA TRAMA X.25

El valor de N(R) acusa el recibo en la capa de enlace que se transmitió de la trama 1.

La instrucción ó respuesta RR, Preparado para Recibir, es empleada para la supervisión de una conexión de enlace de datos. Como **INSTRUCCIÓN**, RR indica que está en posibilidades de recibir una trama I. Como **RESPUESTA**, RR acusa el recibo de tramas I previamente

recibidas con un número igual ó menor a  $N(R) - 1$ . Si  $N(R)$  es mayor que  $N(R) - 1$  libera una condición de ocupado indicada mediante la transmisión anterior de una Instrucción de no preparado para recibir RNR.

Una Instrucción puede ser utilizada por una entidad de capa de enlace para solicitar información sobre el estado de su entidad par, es decir, si está preparada ó no para recibir. La Instrucción ó respuesta No Preparado Para Recibir (RNR) es un mensaje de supervisión. Una Instrucción **RNR TRANSMITIDA** indica una condición temporal de ocupado de la entidad de enlace. El valor de  $N(R)$  contenido acusa de recibido de tramas  $l$  recibidas por la entidad par.

Una Instrucción RNR puede ser utilizada por una entidad de enlace para solicitar información del estado de su entidad par. Una Instrucción ó respuestas de **RECHAZO REJ** es un mensaje de supervisión. Esta instrucción la utiliza una entidad de capa de enlace para solicitar la retransmisión de tramas  $l$  a partir de la trama numerada  $N(R)$ . El valor de  $N(R)$  contenido acusa el recibo de tramas recibidas por la entidad par.

La Instrucción no numerada de establecimiento del modo balanceado asíncrono ampliado SABME se utiliza para iniciar el modo de funcionamiento con acuse de recibo multitrama módulo 128.

La respuesta Modo Desconectado (DM) la utiliza una entidad de capa de enlace para indicar a su par correspondiente, que se encuentra en un estado en que no es posible el funcionamiento multitrama. La Instrucción de Información No Numerada (UI) se utiliza para transportar la información proporcionada por la capa 3 ó la gestión de capa 2. Esta información es sin acuse de recibo. La trama UI se puede perder sin notificación. La Instrucción No Numerada de Desconexión (DISC) se emplea para terminar el funcionamiento multitrama.

La respuesta No Numerada Acuse de Recibo (UA) la utiliza una entidad de enlace para acusar recibo de recepción y aceptación de Instrucciones de establecimiento de modo multitrama ó simple, con SABME ó DISC, respectivamente.

La respuesta No Numerada de Rechazo de Trama (FRMR) puede recibirla una entidad de enlace de datos para informarle de una condición de error no recuperable que detectó la

entidad par, como puede ser la recepción de un campo de control no definido, la recepción de una trama de supervisión ó no numerada de longitud incorrecta, la recepción de un N(R) no válido ó la recepción de una trama numerada con un campo de información cuya longitud supera la máxima establecida.

Para poder informar éste tipo de errores en el campo de Información de la respuesta FRMR, se anexa un formato de 5 octetos (funcionamiento en módulo 128 para especificaciones de los errores). La Instrucción ó respuesta Intercambio de Identificación (XID) es empleada para Intercambiar Información de Identificación entre entidades de gestión de conexión.

Cuando una entidad par recibe una Instrucción XID responderá con una respuesta XID en la primera oportunidad. Este tipo de trama tiene la opción de tener un campo de Información. La transmisión ó recepción de una trama XID no repercute en el modo de operación ó en las variables de estado asociadas con las entidades de capa de enlace.

Cada entidad de enlace tiene asociada una entidad de gestión de conexión. Esta entidad de gestión se encarga de asignar un valor a los parámetros de enlace cuando es necesario para la transferencia correcta de Información. Estos parámetros de enlace pueden ser, por ejemplo, el periodo de temporizadores y el tamaño de la ventana de emisión.

### **CAMPO DE INFORMACIÓN**

En éste campo se llevará información sólo cuando sea necesario, información para las entidades de capa 3 ó para las entidades de gestión de capa 2.

En éste campo se presentan solamente "Tramas de Transferencia de Información" (I) y algunas tramas No Numeradas (U), así también, si es necesario, las de Rechazo de Trama (FRMR) y las de Intercambio de Identificación (XID).

La largura del campo de Información es variable. La recomendación I.441/Q.921 especifica una largura máxima de 260 octetos.

### **CAMPO DE SECUENCIA DE VERIFICACIÓN DE TRAMA (FCS)**

En todos los sistemas para la transmisión de información se deben considerar los efectos del ruido; es por esto que se integran procedimientos para la detección de errores. Los sistemas más

efectivos para la detección de errores son los de Verificación Redundante Cíclica (CRC, Cyclic Redundancy Checks). Este es un código de detección de error que se explica con el polinomio generador 16 (CRC16) en el apéndice A.

### **2.2.3 SS7 (SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN NÚMERO 7)**

Se ha considerado ya la transición de la red de control de señalización desde la modalidad de una señalización asociada dentro de cada canal a un entoque de canal común que, como vimos, es más flexible y poderosa que la primera mencionada y la segunda ha satisfecho los requerimientos de soporte de la Red Digital Integrada (RDI). La culminación de ésta transición es el Sistema de Señalización Número 7 (SS7), utilizado primero por el CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía) en 1980, con revisiones en 1984 y 1988. El SS7 está diseñado para ser una estandarización "open-ended" de la señalización por canal común y puede ser usado para una variedad de redes digitales de conmutación de circuitos, aunque específicamente se diseñó para ser utilizado en las Redes Digitales de Servicios Integrados (RDSI). Este Sistema de Señalización Número 7 es el mecanismo que provee el control interno hacia una red RDSI. La intención del SS7 es proporcionar una estandarización internacional con objetivos generales de la señalización por canal común considerando las siguientes características esenciales:

- Optimización para el uso en el empleo de redes digitales de telecomunicaciones en conjunción con el abastecimiento de programas de control de centrales utilizando canales digitales de 64 Kbps.
- Diseñada para cumplir con los requerimientos presentes y futuros de la transferencia de Información para el control de llamadas, dirección y mantenimiento.
- Suministrar un medio confiable para la transferencia de información en la secuencia correcta sin pérdidas ó duplicación.
- Adecuado para operar en canales analógicos y a velocidades inferiores a 64 Kbps.
- Adecuado para usarse en enlaces terrestres punto a punto y satelitales.

El alcance del SS7 es inmenso, ya que cubre todos los aspectos del control de señalización por compleja que sea la red digital, incluyendo la contabilidad de enrutamiento y distribución de mensajes de control y el contenido de aplicación-orientación de esos mensajes.

### ARQUITECTURA DEL PROTOCOLO

Como en el Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI), el estándar del SS7 está en una arquitectura de niveles. La **figura 2-20** ilustra la estructura del SS7 y la relación con el Modelo OSI.

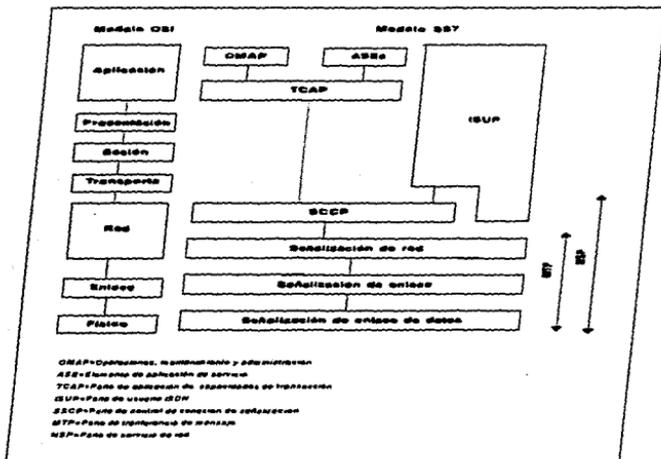


FIGURA 2-20: ARQUITECTURA DEL PROTOCOLO SS7

La arquitectura del SS7 consiste de 4 niveles, las tres primeras capas de abajo hacia arriba de la arquitectura del SS7 (ver figura 2-20) están referidas como la Parte de Transferencia de Mensajes (MTP) lo cual provee unas conexiones confiables así como un servicio de encaminamiento directo de mensajes en la red del SS7. El nivel más bajo que es la "señalización de enlace de datos" (Signaling Data Link) corresponde a la capa física del modelo OSI y está relacionado con las características físicas y eléctricas de los enlaces de señalización. Estos incluyen enlaces entre STPs, entre un STP<sup>3</sup> y un SP<sup>6</sup>, y el control de enlaces entre SPs.

El nivel de "señalización de enlace" (Signaling Link) es un protocolo de control de enlace de datos que provee una secuencia confiable de distribución de datos a través de una señalización de enlace de datos; esto corresponde a la capa 2 del modelo OSI.

El nivel de la cima del MTP (que sería el tercero de abajo hacia arriba de la figura 2-20) es la "señalización de red" (Signaling Network) tiene como función proveer el encaminamiento de datos a través de los múltiples STPs desde la fuente de control al destino de éste.

Estos tres niveles juntos no proporcionan un grupo completo de funciones y servicios que se han especificado en las capas 1 a 3 del modelo OSI, sobre todo en las áreas de dirección y servicio de orientación de la conexión. El CCITT preocupado por esto hizo una revisión del Sistema de Señalización Número 7 y en la versión de 1984 se adhirió un módulo que reside en el nivel 4 de la arquitectura del SS7, se definió este nivel funcional como la "Parte de Control de Conexión de Señalización (SCCP)".

El SCCP y el MTP juntamente son referidos a la "Parte de Servicio de Red (NSP)" -ver figura 2-20-, una variedad de diferentes servicios de capa de red son definidos en SCCP, conociendo las necesidades de varios usuarios de NSP.

La introducción del SCCP provee:

- La función de conmutación para el encaminamiento de las comunicaciones para más que una parte de usuario, éste es un concepto que no presenta el modelo OSI.

<sup>3</sup> STP es Punto de Transferencia de Señalización

<sup>6</sup> SP es Punto de Señalización

- Adicionalmente a las funciones de capacidad de direccionamiento por el MTP, también provee el direccionamiento de red completo desde el usuario inicial al usuario final (en una manera similar a las funciones de red de la capa 3 del modelo OSI).
- La habilitación a los mensajes de señalización de circuitos no relacionados entre las partes de usuario vía la red de señalización. Esos mensajes, por lo tanto no requieren anteriormente de disponer de conexión de señalización.

El resto de los módulos del SS7 están considerados dentro del nivel 4 y abarca a los varios usuarios de la NSP. La "Parte de Usuario RDSI (ISUP)" provee la señalización de control necesario en una RDSI a repartirse con llamadas de abonados y funciones relacionadas.

La "Parte de Aplicación de Capacidad de Transacción (TCAP)", introducida en 1988, provee los mecanismos de orientación de transacción (que es opuesta a la orientación de conexión), funciones y aplicaciones.

La "Parte de Aplicación, Mantenimiento y Operaciones (O&MAP)" especifica las funciones de manejo ó dirección de la red y mensajes relacionados a operaciones y mantenimiento. Esta área es una estado preliminar y será expandida en futuras versiones de las recomendaciones.

En adición, otros módulos, referidos a los "Elementos de Servicio Aplicados (ASE)" harán la definición del soporte a otras diversas aplicaciones.

## **FORMATO DE LAS UNIDADES DE SEÑALIZACIÓN**

El desarrollo de éste subtema lo llevaremos a cabo mencionando algunos detalles importantes de cada uno de los niveles SS7 y, como lo veremos a continuación, en lo que corresponde al nivel 2, que sería el nivel de "Señalización de Enlace", explicaremos los diferentes formatos de unidades de señalización. Estas unidades de señalización no son más que bloques de datos transmitidos al nivel 2, siendo éstos elementos básicos del protocolo.

## **NIVEL DE "SEÑALIZACIÓN DE ENLACE DE DATOS"**

El nivel de Señalización de Enlace de Datos, es un enlace físico full-duplex dedicado al tráfico para el SS7. Aparte de que el SS7 es óptimo para usarse en enlaces digitales a 64 Kbps, las

recomendaciones permiten el uso de conexión de circuitos conmutados al enlace de datos, con velocidades bajas y, para el uso de enlaces analógicos con módems. El enlace puede ser enrutado por vía satelital.

## NIVEL DE "SEÑALIZACIÓN DE ENLACE"

Este nivel corresponde a la capa de control de enlace de datos, capa 2, del modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos). Por lo que su intención es volver un enlace físico no confiable en uno que sea confiable. Este término "confiable" implica:

- Que todos los bloques de datos transmitidos sean entregados sin pérdidas ó duplicaciones.
- Que los bloques de datos sean entregados en el orden mismo en que ellos fueron transmitidos.
- Que el receptor sea capaz de "ejercitar" el control de flujo de nuevo desde el transmisor.

El último punto asegura que los bloques de datos no se pierdan después de distribuirse por el hecho de que se desborde el buffer. Muchas de las técnicas que se han utilizado en los protocolos de control de enlace de datos, tal como LAPB y LAPD, son usados en el SS7 en éste nivel (nivel 2: "Señalización de Enlace"). Sin embargo, los formatos y, algunas de los procedimientos son diferentes. Las diferencias en algunos casos son de estilo más bien sustancial. En otros, elevan la representación de las necesidades de señalización que requiere la red para una inmediata respuesta al sistema.

Para iniciar la explicación del protocolo de señalización de enlace comenzaremos con una descripción de los formatos de los elementos básicos de éste.

Los bloques de datos transmitidos al nivel de "Señalización de Enlace" (Signaling-Link) están referidos como **UNIDADES DE SEÑALIZACIÓN**. La **figura 2-21** nos ilustra tres tipos ó formatos de unidades de señalización:

- Unidad de Señalización de Mensaje (MSU): Usuarios portadores de datos desde el nivel 4.
- Unidad de Señalización de Nivel de Estado (LSSU): Control de portadores de información necesario para éste nivel de señalización.

- **Unidad de Señalización Full-In (FISU):** Cuando otras unidades de señalización no están disponibles ésta transmite, lo cual permite que un consistente método de monitoreo de error también pueda detectar rápidamente un enlace defectuoso y quitarlo de servicio, aún cuando el tráfico es bajo.

El MSU comienza y termina con un campo de bandera (flag), como delimitación de la unidad de señalización de ambos lados (principio y final) con un único patrón: 01111110. Como con LAPB y LAPD, el bit "stuffing" es usado para evitar la aparición de un patrón de bandera en el cuerpo de la trama.

Los próximos cuatro campos son usados para implementar el control típico del flujo y el control de error, mecanismos encontrados en muchos protocolos del nivel 2 y del nivel 3. El mecanismo de control de flujo es sliding-window y el de control de error es el go-back-N "Petición de Respuesta Automática" (ARQ).

El "Número de Secuencia de Recepción (BSN)" contiene el número del último MSU que se logró recibir desde el otro lado; esto se provee por un acuse de recibo.

La anulación del acuse de recibo asociado con éste BSN es indicado por la inversión del "Bit Indicador de Recepción (BIB)". El nuevo valor del BIB será mantenido en todas las subsiguientes unidades de señalización para indicar un acuse positivo hasta otro error detectado.

Cuando esto ocurre, el BIB otra vez se invierte sobre la unidad de señalización próxima en salir. El Número de Secuencia de Transmisión (FSN)" es usado únicamente por el número de MSUs, módulo 128. El FSN de cada uno de los nuevos MSU es uno más que el precedente MSU. El "Bit Indicador de Transmisión (FIB)" es usado para indicar si el MSU contenido es un nuevo MSU ó una retransmisión debido a la anulación de un acuse de recibo.

Para una retransmisión, el FIB es invertido; todo esto está sucediendo en las unidades de señalización, las cuales mantienen el mismo valor del FIB hasta que se reciba otro acuse desaprobado ó anulado.

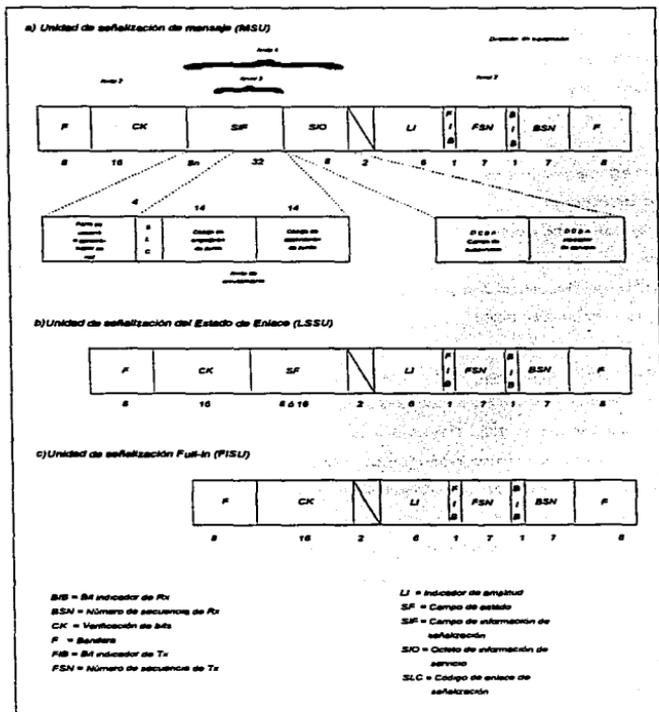


FIGURA 2-21: FORMATOS DE UNIDADES DE SEÑALIZACIÓN

El campo "Indicador de Longitud (LI)" -Length Indicator- especifica la longitud en octetos de los campos siguientes de nivel superior (upper-level). Este provee un chequeo cruzado (cross-check) sobre la bandera de cierre ó del final. Esto también sirve como un indicador del tipo de unidad de señalización, ya que los tres tipos de unidades de señalización transportan datos de diferentes longitudes al nivel superior (upper-level). El FISU no tiene campo de datos de usuario; el LSSU tiene sólo un campo de datos de usuario, de extensión ó largura de un octeto; y el MSU tiene un campo de datos de usuario de una largura de dos octetos. Así un valor de "0" (cero) indica un FISU; un valor de "1" (uno) indica un LSSU; y un valor de 3 a 63 suministra varias longitudes del MSU. Los próximos dos campos contienen información de uso para niveles altos y son simplemente tratados como datos para ser transferidos al enlace cruzadamente.

El "Octeto de Información de Servicio (SIO)" indica la naturaleza del MSU. Este octeto consiste de dos subcampos: el Indicador de servicio y el campo de subservicio (figura 2-22 tabla A).

El indicador de servicio especifica al usuario del MTP, qué tipo de mensaje es transportado. El campo de subservicio indica si el mensaje se relaciona con una red nacional ó internacional. Algunos de los bits en éste campo no se usan, porque están reservados para usos futuros, ó están disponibles para uso nacional. El "Campo de Información de Señalización (SIF)", contiene información de señalización de interés para el nivel de red (nivel 3) y para el nivel 4 del SS7. Este campo consta de dos subcampos: La etiqueta de encaminamiento y los datos del usuario. La etiqueta de encaminamiento es de un campo de dirección de 32 bits, conteniendo una fuente de 14 bits y una dirección del nodo de destino y también unos 4 bits de señalización de enlace; éste subcampo está seleccionado para el uso en la distribución del tráfico por vías ó rutas alternativas. El segundo subcampo del SIF contiene datos del usuario desde alguna aplicación del SS7 ó del manejo de la red de datos.

El campo de "Bits de chequeo (CK)" contiene un código de detección de error usado para facilitar ó habilitar la recepción y determinar si se tienen errores en cualquier transmisión. El CK es calculado por el residuo de los bits en la unidad de señalización exclusivamente de banderas, usando el Chequeo Cíclico (CRC).

<b>(a) OCTETO DE INFORMACIÓN DE SERVICIO</b>	
<b>Indicador de Servicio</b>	
<b>DCBA</b>	<b>Indicación</b>
0000	Mensajes de administración de señalización de red
0001	Pruebas de señalización de red y mensajes de mantenimiento
0010	Spare
0011	Parte de control de conexión de señalización (SCCP)
0100	Parte de usuario telefónico
0101	Parte de usuario ISDN
0110	Parte de usuario de datos (llamada y mensajes de relación de circuitos)
0111	Parte de usuario de datos (facilidades de registro y cancelación)
1000	
to	
1111	Spare
<b>Campo de subservicio</b>	
<b>DCBA</b>	<b>Significado</b>
00XX	Red Internacional
01XX	Spare
10XX	Red Nacional
11XX	Reservado para uso Nacional
<b>(b) CAMPO DE ESTADO</b>	
<b>CBA</b>	<b>Indicación</b>
000	Fuera de alineamiento
001	Alineamiento normal
010	Alineamiento de emergencia
011	Fuera de servicio
100	Salida al procesador
101	Ocupado

FIGURA 2-22: OCTETO DE INFORMACIÓN DE SERVICIO (SIO) Y CÓDIGOS DEL CAMPO DE ESTADO

El CRC es calculado por el transmisor e insertado dentro de la unidad de señalización. El mismo cálculo es ejecutado por el receptor. Si hay una discrepancia entre el CRC recibido y el CRC calculado por el receptor, entonces un error es asumido. La fórmula usada del CRC es el polinomio de 16 bits del organismo CCITT (vea el apéndice A). El "Estado de Enlace de la Unidad de Señalización (LSSU)" es parecida con muchos de los mismos campos del MSU.

La sola diferencia es que en lugar de los dos campos de usuario del MSU, (SIO y SIF), hay un sólo "Campo de Estado (SF)" que es transportado como dato de usuario en el LSSU. Nuevamente, éste campo es tratado simplemente como dato transferido a través del enlace. El campo es usado para indicar el propósito del transmisor en el estado actual de enlace. Esta información puede ser también utilizada para propósitos del manejo de red. Finalmente, la "Unidad de Señalización de relleno (Full-in, FISU)" no utiliza nuevos campos. Esta tiene la misma estructura como la del MSU y el LSSU, exceptuando los campos de usuario.

### NIVEL DE "RED DE SEÑALIZACIÓN"

El nivel de Red de Señalización provee las funciones y procedimientos para la transferencia de mensajes al SS7 entre los puntos de señalización (PS's). Como lo ilustra la **figura 2-23**, el nivel de Red de Señalización incluye funciones relativas al manejo de mensajes y relacionadas al direccionamiento de la red.

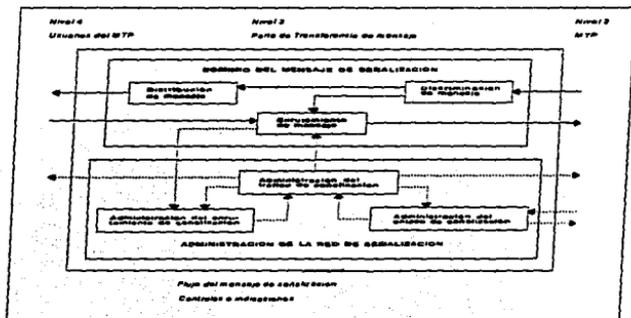


FIGURA 2-23: NIVEL DE RED (3) DE SEÑALIZACIÓN



**CAPÍTULO 3**

**RED DIGITAL DE SERVICIOS  
INTEGRADOS (RDSI)**

## 3.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Durante más de un siglo, el sistema telefónico ha representado la infraestructura fundamental para la comunicación internacional. Este sistema que se diseñó para transmisiones analógicas de voz, ha demostrado que es inadecuado para resolver las necesidades de las comunicaciones modernas, como por ejemplo, la transmisión de datos, facsimil y vídeo. La demanda de los usuarios, de éstos y otros servicios, ha proporcionado que se establezca un compromiso internacional para sustituir una parte considerable del sistema telefónico, en el mundo entero, por un sistema digital muy avanzado, durante la última parte del siglo veinte. A éste nuevo sistema se le conoce como ISDN (Integrated Service Digital Network, por sus siglas en inglés) ó RDSI (Red Digital de Servicios Integrados, por sus siglas en español), y su principal objetivo consiste en la integración de los servicios de voz, con los servicios que no utilizan voz.

Este nuevo sistema (la RDSI) representa el comienzo de una nueva era en las telecomunicaciones. Nuevos servicios, con una amplia gama de características orientadas a futuro (ya no muy lejano), determinan la red del mañana. Modernos equipos de comunicación, como teléfonos digitales, terminales de función múltiple y telecopiadoras, hacen su entrada en las oficinas. El continuo aumento de las comunicaciones requiere nuevas velocidades de transmisión. A la vez, se elevan las exigencias de calidad del servicio. Como ocurre en todas las innovaciones en la fase inicial de la RDSI habrán de superarse algunas dificultades técnicas, hasta lograr un perfecto funcionamiento de los servicios integrados.

Para que la introducción de la RDSI resulte rentable, ésta a de basarse en las redes existentes. Mientras que para la transmisión entre las centrales se utilizarán los sistemas MIC (Modulación por Impulsos Codificados) ya en servicio, la técnica de conmutación deberá digitalizarse. La señalización entre centrales empleará el protocolo de comunicación de datos denominado SS7 (Sistema de Señalización Número 7) emitido por el SST (Estandarización de Sistemas Telefónicos, antes CCITT), el cual ya hemos descrito en el capítulo anterior.

En la línea de acceso del abonado son también imprescindibles importantes modificaciones. Se han desarrollado nuevos métodos digitales para transmitir la información del usuario y la señalización entre el abonado y la central. Al respecto, la utilización de las líneas de acceso telefónico ya tendidas desde los edificios a la central, representa la premisa fundamental para un desarrollo rápido y económico de la nueva red. Asimismo, deberá casi centuplicarse el actual ancho de banda de transmisión de 4 KHz en estas líneas. La integración de los servicios hace que las exigencias de calidad de transmisión ya no estén determinadas por las comunicaciones telefónicas, sino por otros servicios que reaccionan más sensiblemente a los errores. Así, las breves perturbaciones surgidas durante una conversación telefónica sólo producen un crujido que prácticamente no afecta a la comprensión de la palabra. Por el contrario, en servicios de transmisión de textos y datos, los errores ocasionan la repetición de uno ó varios bloques, lo que reduce el volumen eficaz de tráfico e incrementa los tiempos de respuesta.

Así también, la transmisión digital de señales hasta el equipo terminal del abonado hace necesario introducir un nuevo método para transmitir las informaciones de selección y señalización. El sistema de selección por impulsos ó por multifrecuencia se sustituye por un protocolo de comunicación de datos (Protocolo del canal D). Igualmente descrito en el capítulo anterior.

### **3.1.1 SERVICIOS SOPORTADOS POR RDSI**

Dado que una de las razones primordiales de la RDSI ha sido la demanda de nuevos servicios y el deseo de su integración con la telefonía de voz, resulta muy conveniente hacer un bosquejo de algunos de los servicios domésticos que el SST (antes CCIT) ha ido desarrollando.

Aunque el servicio principal seguirá siendo la voz, éste puede enriquecerse con algunos otros. Por ejemplo, muchos directores de compañías poseen un botón de intercomunicación en sus teléfonos, por medio del cual llaman a sus secretarías en forma inmediata (sin necesidad de que exista un tiempo de establecimiento). Una característica de la RDSI es la de considerar teléfonos con botones múltiples para establecer instantáneamente llamadas a teléfonos localizados

arbitrariamente en cualquier parte del mundo. Otra característica es la de exhibir en un tablero luminoso el número telefónico, nombre y dirección de la persona que llama, mientras suena el teléfono. Una versión más sofisticada de ésta característica, permite conectar el teléfono a un ordenador para que se muestre en una pantalla, mientras suena el timbre, el registro de una base de datos de la persona que llama. Un corredor de bolsa, por ejemplo, podría hacer que, en el momento de contestar el teléfono, los valores de cartera de la persona que lo llama estuvieran ya preparadas en la pantalla, junto con los precios actuales y monto de acciones correspondientes.

Otros servicios avanzados de voz son aquellos que consideran la transferencia de llamadas y la re-expedición de las mismas a cualquier número en el mundo entero, así como llamadas colectivas (que incluyen más de dos personas) a nivel mundial. Además, las técnicas de lenguaje digitalizado permiten que las personas que llaman, al recibir una señal de ocupado, ó descubrir que no hay nadie en casa, puedan dejar un mensaje. Aunque ya existan las máquinas contestadoras, la mayoría de los hogares no las tienen y algunos jamás las tendrán, pero podrían utilizar el servicio, si fuera parte del sistema telefónico y si costase poco. Por último, un servicio de llamada de despertador automático sería de gran interés en los hoteles, para evitarles a sus operadores el problema de hacer cientos de llamadas diarias de éste tipo en forma manual.

Los servicios de transmisión de datos de la RDSI permitirán a los usuarios conectar su terminal u ordenador a cualquier otro del mundo. Este tipo de conexiones, en la actualidad, son prácticamente imposibles a nivel internacional debido a la incompatibilidad de los sistemas telefónicos nacionales. Las conexiones también pueden involucrar a tres ó más personas, además de tener la posibilidad de actuar en el modo de difusión, en el que, por ejemplo, el presidente de una compañía multinacional envía un mensaje electrónico sobre los cambios ó modificaciones en la política de retiro a todos los empleados que se encuentren por encima de los 60 años de edad.

Otra característica importante de la transmisión de datos es la referente a los grupos privados de usuarios, en donde sus miembros sólo pueden llamar a otros miembros del mismo grupo, y

ninguna llamada, fuera del grupo, será aceptada (excepto de forma cuidadosamente controlada). Esta peculiaridad es muy útil para una compañía que emplea el sistema telefónico como una red privada; las cuales son de gran importancia por razones de privacidad y seguridad para muchas compañías, y también para agencias del gobierno, de la diplomacia y agencias militares.

El VIDEOTEX, es un servicio que se prevé llegará a tener un uso muy extendido con la PDSI, pues viene a ser un acceso interactivo a bases de datos remotas, para una persona con un terminal. En Francia, por ejemplo, el PIT (correo, telegrafo y teléfono), ha comenzado a suministrar los directorios telefónicos y la información por operador (con un anillo terminal) mediante el suministro de pequeños terminales a cada uno de los abonados para acceder al directorio telefónico.

El directorio telefónico es solo una pequeña muestra de la aplicación del video-texto. También se podría pensar en tener la sección amarilla en línea, y que la gente pudiera buscar el número de un producto y obtener una lista de las compañías que lo venden. Esto podría ser mejorado por una de estas compañías y obtener una lista de precios, en el control de su terminal. En última instancia, podría mostrar el producto relacionado a registrar automáticamente su número de pedido en la línea y cargarlo a su tarjeta de crédito o tarjeta telefónica. Entre otras aplicaciones se podría, a su vez, instalar el sistema de video-texto de compra, mejorando el sistema en línea de compra. Otros usos posibles serían, como el desarrollo de aplicaciones comerciales y otras muchas aplicaciones.

Otro tipo de servicio que puede ofrecerse mediante la PDSI, es que se podría tener un "video-banco" o "video-banca", que esencialmente es una forma de banco electrónico para los comercios y de negocios. En este tipo de banco se podría manejar el dinero y otros beneficios en tanto que el sistema banco tiene los cambios automáticos que pueden ser manejados entre los diferentes bancos desde luego con todos los bancos que pertenecen físicamente al banco. Esto, como se ha dicho, es un tipo de banco electrónico que puede ser usado para el desarrollo de aplicaciones comerciales y otras muchas aplicaciones.

ninguna llamada, fuera del grupo, será aceptada (excepto de forma cuidadosamente controlada). Esta peculiaridad es muy útil para una compañía que emplea el sistema telefónico como una red privada; las cuales son de gran importancia por razones de privacidad y seguridad para muchas compañías, y también para agencias del gobierno, de la diplomacia y agencias militares.

El VIDEOTEX, es un servicio que se prevé llegará a tener un uso muy extendido con la RDSI, pues viene a ser un acceso interactivo a bases de datos remotas, para una persona con un terminal. En Francia, por ejemplo, el PTT (correo, telégrafo y teléfono), ha comenzado a suprimir los directorios telefónicos y la información por operadora (con un ahorro tremendo) mediante el suministro de pequeños terminales a cada uno de los abonados para acceder al directorio telefónico.

El directorio telefónico es sólo una pequeña muestra de la aplicación del videotex. También se podría pensar en tener la sección amarilla en línea, y que la gente pudiese teclear el nombre de un producto y obtener una lista de las compañías que lo venden, para después seleccionar una de éstas compañías y obtener una lista de precios, en la pantalla de su terminal. El usuario, finalmente, podría comprar el producto indicado al registrar simplemente su número de orden en la línea y cargarlo a su tarjeta de crédito ó recibo telefónico. Entre otras aplicaciones posibles, al quedar instalado el sistema de videotex básico, se podrían mencionar las reservas en líneas aéreas, hoteles, teatros, restaurantes, así como la realización de operaciones bancarias y otras muchas aplicaciones.

Otro tipo de servicio que puede ofrecerse mediante la RDSI, y que se espera resulte muy popular, es el TELETEX, que esencialmente es una forma de correo electrónico para uso doméstico y de negocios. En casi todos los países, el sistema telefónico obtiene un gran beneficio, en tanto que el sistema postal tiene una pérdida enorme, (por resultar más económico enviar bits en forma electrónica desde Nueva York hasta California, que transportarlos físicamente por avión, camión ó, en un caso muy extremo, a pie). Por lo tanto, tiene sentido, desde el punto de vista económico, transformar cada teléfono en una estación de trabajo terminal/teléfono, no

solo para fines de uso en videotexto, sino también para redactar, editar, enviar, recibir, archivar e imprimir correo electrónico, con objeto de reducir la carga que actualmente recae sobre el sistema postal.

El servicio teletex debe ser económico para que tenga una gran aceptación, así que está diseñado para terminales sencillos dedicados a texto y gráficos básicos. Muchos negocios necesitan enviar contratos con firmas manuscritas, gráficas, diagramas, copias heliográficas, ilustraciones y otro tipo de materiales gráficos a destinos lejanos.

Estos negocios podrán utilizar otro terminal de la RDSI, el FACSIMIL (con frecuencia llamado FAX), mediante el cual se registra y digitaliza una imagen electrónicamente. El flujo de bits resultante se transmite al lugar de destino para ser dibujado en una hoja de papel (en realidad, una máquina fotocopiadora), con la ventana de entrada y la bandeja de salida en ciudades diferentes. Como en el caso del teletex, aquí es necesario archivar, editar, expedir y difundir imágenes de facsimil.

El facsimil no se limita al copiado de documentos en papel, sino que generalmente es útil en la transmisión de cualquier tipo de imágenes. Por ejemplo, las máquinas de los cajeros automáticos de los bancos podrían tomar fotografías a los clientes para identificarlos, con el objeto de prevenir fraudes y robos. Las conferencias telefónicas de negocios podrían aumentar, al tener gráficas y dibujos sobre pizarrones, que se pudieran transmitir junto con las voces. El vídeo de registro lento (una imagen tomada cada cierto número de segundos), también se podría utilizar. Posteriormente cuando se disponga de un ancho de banda suficiente, también será posible tener vídeo en movimiento.

El facsimil es otro de los servicios que necesita un gran ancho de banda, aún cuando existe cierto tipo de servicios potenciales que sólo necesiten un ancho de banda reducido, los que normalmente se conocen como servicios de TELEMETRÍA ó ALARMA. Por ejemplo, resulta un gasto enorme establecer una gran organización de gente y automóviles para recolectar un número de 32 bits en cada domicilio particular (la lectura de los medidores de electricidad). Sería mucho más eficiente tener el medidor en línea, para que la compañía eléctrica pudiera tomar la

lectura, con el simple hecho de llamar al teléfono respectivo. Los servicios de alarma incluyen a los detectores de humo e incendio de casas particulares y negocios, que automáticamente llaman al departamento de bomberos, en el momento que detectan el fuego ó humo. Si el teléfono del departamento de bomberos muestra automáticamente el número telefónico, nombre y domicilio de la persona que llama, los detectores podrían abarataarse porque, entonces, no tendrán que identificarse cuando realicen la llamada.

Otra aplicación importante es la alarma médica, en la que el paciente que tiene un alto riesgo de sufrir un ataque cardíaco, por ejemplo, pudiese tener un botón en cada uno de los cuartos de su casa, para que, al oprimirlo, hiciera una conexión instantánea con el servicio de ambulancia de un hospital local, mostrándose en ése terminal el nombre del paciente, su dirección, su historia médica, así como la ruta óptima para llegar a la casa del paciente, tomando en consideración el patrón de tráfico normal en el momento de registrar la llamada.

Algunos de éstos servicios propuestos por la RDSI, ya se encuentran funcionando en una primera fase, pero necesitan la cooperación de diferentes redes y están mal integrados. En tanto que, mientras en cualquier oficina se tienen teléfonos, y muchas cuentan con ordenadores y máquinas de facsímil, pocos son los ejecutivos que tienen la habilidad, durante la realización de una llamada telefónica, de mostrar un contrato que se está negociando y modificar su edición (mediante la transmisión de datos), ó escribir algo sobre el mismo (mediante el uso de facsímil). El objetivo de la RDSI consiste en integrar todos los servicios descritos anteriormente y volverlos tan prácticos como es el teléfono en la actualidad.

### **3.2 ARQUITECTURA DE LA RED**

En las siguientes dos figuras se ilustra la arquitectura de la Red Digital de Servicios Integrados. La **figura 3-1** nos muestra los bloques funcionales tanto de la parte del abonado como de la central, así como también los puntos de referencia y las interfaces correspondientes incluyendo los protocolos y el tipo de acceso que se maneja.

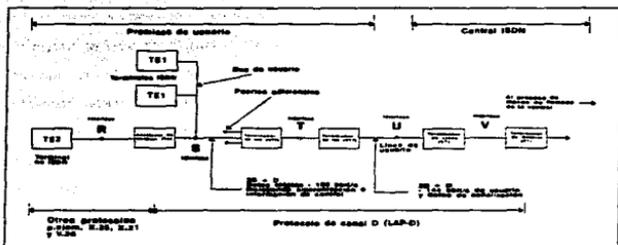


FIGURA 3-1: BLOQUES FUNCIONALES E INTERFACES PARA ACCESO BÁSICO

En la figura 3-2 se muestra únicamente los bloques funcionales, puntos de referencia e interfaces que corresponden únicamente a la parte del usuario.

Empezaremos por definir los siguientes dos términos:

- **BLOQUES O AGRUPACIONES FUNCIONALES.** Son una serie de funciones necesarias en un interfaz de acceso del usuario a la RDSI. Cada una de las funciones incluidas en un bloque funcional puede llevarse a cabo mediante diversos elementos físicos (dispositivos) y lógicos (programas).
- **PUNTOS DE REFERENCIA.** Son los puntos que dividen a los bloques funcionales. Por lo general, un punto de referencia se corresponde con un interfaz entre dos dispositivos.

La figura 3-2 nos muestra los seis bloques funcionales que emplean tres tipos distintos de puntos de referencia. Los puntos de referencia S y T emplean las estructuras de interfaz con el canal recomendadas en la norma I.412 del CCITT para la RDSI. La interfaz física para el punto de referencia R obedece a otras recomendaciones del CCITT ó de la EIA (por ejemplo X.21, V.24 y RS-232C).

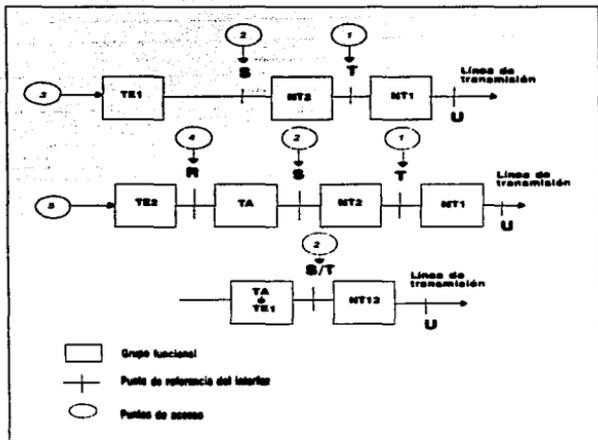


FIGURA 3-2: CONFIGURACIONES BASICAS RDSI

La RDSI ofrece también puntos de acceso. Las definiciones de los puntos de acceso son las siguientes (observe la figura 3-2):

Los puntos de acceso 1 (punto de referencia 1) y 2 (punto de referencia 5) son los puntos de acceso a los Servicios Portadores soportados por la RDSI.

Los Servicios Portadores abarcan los tres niveles inferiores de la RDSI según el modelo OSI (en la figura 3-3 se muestran los niveles).

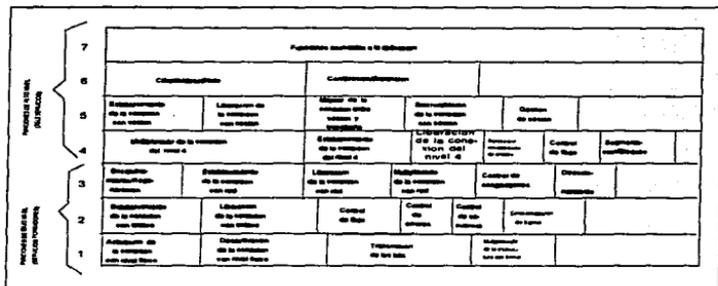


FIGURA 3-3: NIVELES DE LA RDSI

Los puntos de acceso 3 y 5 emplean Teleservicios, los cuales comprenden los niveles superiores del modelo OSI para la RDSI (y pueden emplear también Servicios Portadores). El punto de acceso 4 comprende otros servicios normalizados por el CCITT, que dependen de las recomendaciones X y V concretas que estén utilizándose en los Adaptadores de Terminal (TA).

El bloque funcional NT1 (Terminador de Red) incluye funciones equivalentes a las del nivel físico del modelo de referencia OSI. Estas funciones están asociadas a las conexiones físicas y eléctricas de la red. Estas son las principales funciones del NT1:

- Terminación de la línea
- Mantenimiento de la línea en el nivel 1 y monitorización de prestaciones
- Señalización y sincronismo de transmisión
- Suministro de energía al canal
- Posible multiplexado en el nivel de la capa 1
- Terminación del interfaz, que puede incluir, si es preciso, terminaciones multipunto

El NT1 puede constituir la frontera de la RDSI de la compañía; puede estar controlada por la empresa explotadora de la red. Proporciona al usuario una interfaz fija y normalizado con la RDSI. El NT1 se encarga de que la red sea transparente para el usuario, y lo alista de los aspectos físicos de la RDSI.

Las funciones del NT2 (Terminador de Red 2) son equivalentes a las del nivel físico y los niveles superiores de OSI. Como ejemplo de funciones NT2 podemos citar las centralitas privadas (PBX), las Redes de Área Local (LAN) y los controladores de terminales ó concentradores. En otras palabras, el NT2 funciona con interfaz con el equipo del usuario final. Como se ve en la figura 3-2, los equipos del usuario terminan en el NT2 conectándose a través de un punto de referencia S. Puesto que el NT2 puede ser un PBX, una LAN ó un controlador de terminales, puede llevar a cabo funciones como la conmutación, multiplexado ó gestión de protocolos. Sus principales responsabilidades abarcan el manejo de los protocolos de los niveles 2 y 3.

Las funciones concretas a realizar no están estipuladas dentro de las recomendaciones de la RDSI. Sin embargo, se deja una cierta libertad para que un PBX pueda llevar a cabo funciones en los niveles 1, 2 y 3, mientras que un simple multiplexor por división de tiempo (TDM) sólo realizaría, seguramente, funciones en el nivel 1.

El NT12 (Terminador de Red 1,2) es un dispositivo multifunción que combina las capacidades de los equipos NT1 y NT2. Los dispositivos se enlazan con su función a través de un conector en el punto de referencia S.

Estas son las funciones del NT2 y del NT12:

- Manejo de los protocolos para los niveles 2 y 3
- Multiplexado para los niveles 2 y 3
- Funciones de conmutación
- Funciones de concentración
- Funciones de mantenimiento de la red activa
- Terminación de las funciones del nivel 1

Las funciones de Equipo Terminal (TE) representan los dispositivos del usuario final (ETD). No sólo incluyen los ETD, sino también otros dispositivos, como los teléfonos digitales de usuario y las estaciones de trabajo integradas que se encuentran en algunas oficinas. Estas son las funciones de los TE:

- Manejo de protocolos de nivel superior
- Funciones de mantenimiento
- Funciones de interfaz
- Funciones de conexión con otros equipos

En la RDSI se definen dos tipos de TE. El TE1 (Equipo Terminal tipo 1) opera con la RDSI a través de un interfaz RDSI. Los equipos TE2 (Equipo Terminal tipo 2) requiere un interfaz más convencional, como RS-232, ó alguna de las especificadas en las normas X ó V.

El Adaptador de Terminal (TA) es en realidad un convertidor de protocolo que transforma las interfaces existentes (RS-232C, V.24 ó X.21) en un interfaz RDSI estándar. Las normas de la RDSI permiten combinar la función del TA con la de un ETD de usuario. Su principal función es ofrecer una conexión RDSI a un dispositivo TE2.

Las especificaciones de la RDSI ofrecen una flexibilidad considerablemente mayor de la que puede sugerir la figura 3-2. La figura 3-4 muestra ocho posibles configuraciones RDSI alternativas.

En las configuraciones de la figura 3-4 (a) y 3-4 (b), los interfaces RDSI están colocados en los puntos de referencia S y T. En las figuras 3-4 (c) y 3-4 (d) se ilustran configuraciones en la que los interfaces RDSI aparecen sólo en el punto de referencia S. En las figuras 3-4 (e) y 3-4 (f), el interfaz RDSI sólo está en el punto de referencia T.

Por último, en las figuras 3-4 (g) y 3-4 (h) se muestra un sólo interfaz RDSI, y las referencias S y T están colocadas en el mismo lugar.

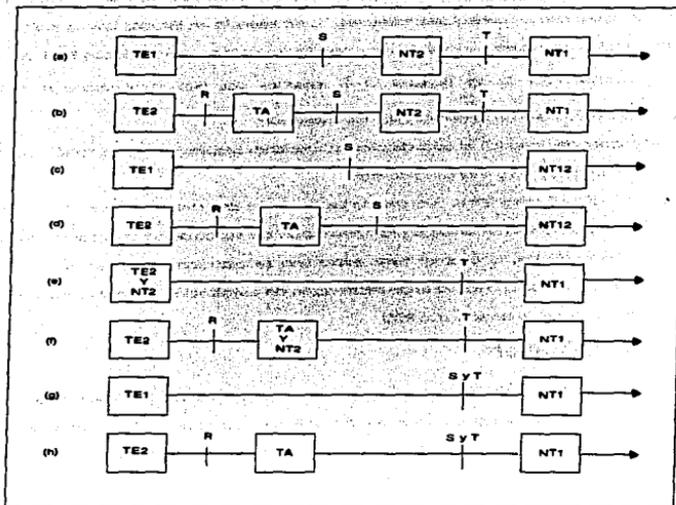


FIGURA 3-4: CONFIGURACIONES RDSI

Las características físicas de los Interfaces S y T están siendo establecidas por un grupo de trabajo del CCITT (ahora SST) y se adoptó el del sistema americano, ya que había sido utilizado y probado ampliamente en todo el país durante varios años. El conector estándar para la RDSI es una versión para ocho canales del conector, de cuatro canales que se suele emplear en los enchufes telefónicos domésticos y de oficinas.

El conector de ocho hilos para el enchufe macho y hembra de la RDSI tiene fijación propia, y son compatibles con los conectores existentes. La experiencia en Estados Unidos indica que son baratos y fáciles de instalar y utilizar. El conector RDSI se aplica a las interfaces S y T de acuerdo con las normas RDSI. En la **figura 3-1** tenemos dos bloques funcionales más. Estos corresponden a la parte de la central RDSI, los cuales son:

- Terminador de Línea (LT) el cual denota las funciones propias a la terminación de línea de usuario en la parte última ó final de la central.

- Terminador de Central (ET) el cual denota las funciones de la terminación de la central, de la central RDSI. Estas funciones entregan la información de señalización al proceso de llamada "handling" de la central, la cual en turno inicia una señalización entre centrales (cuando es aplicable) concediendo a la llamada de información de señalización ser recibida por cualquiera de los diferentes tipos de acceso a la RDSI.

### **3.2.1 CANALES RDSI**

El interfaz RDSI más habitual soporta una velocidad binaria de 144 Kbps. Esta velocidad incluye dos canales de 64 Kbps, llamados canales B, y un canal de 16 Kbps, llamado canal D. Además de éstos canales, la RDSI proporciona el control de trama y otros bits adicionales, con los cuales el caudal total se eleva a 192 Kbps. El interfaz de 144 Kbps opera de forma sincrónica en modo dúplex integral a través del mismo conector físico. La señal de 144 Kbps proporciona los mecanismos de multiplexado por división de tiempo para los dos canales de 64 Kbps. La norma admite el multiplexado de los canales B en varios subcanales. Así, por ejemplo, de un canal B pueden extraerse subcanales de 8, 16 ó 32 Kbps. Los dos canales B pueden descomponerse ó dividirse como el usuario desee.

Los canales B están pensados para transportar flujos de información de usuario. Pueden atender diversos tipos de aplicaciones. Por ejemplo, pueden transportar voz a 64 Kbps, datos para utilidades de conmutación de paquetes a velocidades de hasta 64 Kbps, ó voz en banda ancha de hasta 64 Kbps.

El canal D está pensado para transportar información de control y señalización, aunque en ciertos casos la RDSI permite que el canal D transporte también datos de usuario. No obstante, no hay que olvidar que el canal B NO transporta información de señalización. En la RDSI la información de señalización se describe como paquetes de tipo S, los paquetes de datos como del tipo P, y los datos de telemetría como paquetes de tipo T. El canal D puede transportar datos de cualquiera de éstos tipos, mediante multiplexado estadístico.

Los Comités de la RDSI están trabajando también para ofrecer otros tipos de canales (canales E y H). Se trata de canales diseñados para trabajar a velocidades superiores. El canal E es un canal de 64 Kbps que se emplea para transportar información de señalización destinada a la conmutación de circuitos. Los canales H se clasifican en:

- \* H0: 384 Kbps
- \* H11: 1536 Kbps
- \* H12: 1920 Kbps

La RDSI exige que los interfaces del canal B para los puntos S y T obedezcan a una de las siguientes estructuras de interfaz:

**Opción 1.-** Estructuras de interfaz para el canal B. La estructura básica de interfaz está compuesta por dos canales B y un canal D. La estructura básica de interfaz exige siempre la presencia de dos canales B y uno en el interfaz del usuario con la red; la velocidad binaria del canal D es de 16 Kbps. Esta opción se conoce como ACCESO BÁSICO 2B+D.

**Opción 2.-** Estructuras de interfaz para el canal B con velocidad de primario. Esta alternativa ofrece estructuras que corresponden a las velocidades habituales de 1.544 Mbps y 2.048 Mbps. Los canales primarios están formados por canales B y un canal D. En esta opción, la velocidad binaria del canal D es de 64 Kbps. La norma americana de 1.544 Mbps exige una estructura de interfaz formada por 23 canales tipo B y un canal tipo D (23 B + D). El esquema Europeo de 2.048 Mbps requiere una estructura de interfaz compuesta por 30 canales tipo B y un canal D (30 B + D). Esta opción se conoce como ACCESO PRIMARIO.

Opción 3.- Estructuras de Interfaz para el canal B con velocidad de primario alternativa. Esta opción puede emplearse cuando un dispositivo NT2 se conecta a la red a través de más de un canal B. Para la velocidad de 1.544 Mbps, la estructura del Interfaz constaría de 23 canales B y un canal E (23 B + E), mientras que para 2.048 Mbps la estructura incluiría 30 canales B y un canal E (30 B + E).

La RDSI soporta también otro tipo de interfaces, y se encuentran en fase de estudio.

### **3.2.2 NIVELES FUNCIONALES DE LA RDSI**

El método que sigue la RDSI consiste en atender al usuario a través de los siete niveles del modelo OSI. Para ello, la RDSI se divide en dos tipos de servicio:

- **Servicios Portadores.** Encargados de manejar los tres niveles inferiores del estándar de los siete niveles

- **Teleservicios.** Manejan los siete niveles y suelen aprovechar las posibilidades de los servicios portadores (por ejemplo, el teléfono, el teletex, el videotex, el manejo de mensajes, etc.).

Estos servicios se conocen como funciones de nivel bajo y de nivel alto, respectivamente. Las funciones de la RDSI se establecen de acuerdo con los principios de estratificación que determinan las normas OSI y las del CCITT (ahora SST). En la **figura 3-3** se ilustran las funciones.

Para atender completamente el servicio de extremo a extremo se emplean diversas entidades de los distintos niveles. Estas posibilidades estratificadas pueden ser ofrecidas por las compañías telefónicas u otros suministradores.

### **3.3 PROTOCOLOS DE LÍNEA USADOS**

En la RDSI, ambos datos, analógicos y digitales, son transmitidos usando señales digitales. Una señal digital es una secuencia de pulsos de voltaje transmitidos que son usados para representar una corriente de datos binarios. Por ejemplo, una constante de nivel de voltaje positivo representa el número binario cero y una constante de nivel de voltaje negativo representa el

número binario uno. Si el diagrama de codificación es cada vez más complejo mejor es la calidad de la representación. Veremos los códigos de línea que son usados en RDSI.

### 3.3.1 AMI

En primer lugar tenemos el código AMI (Inversión de Marcas Alternadas). Este código representa los unos mediante pulsos cuya polaridad va alternando de un uno al siguiente. Al hacer esto, la señal se vuelve bipolar (ver figura 3-5).

Sin embargo el código AMI presenta algunos problemas cuando aparece una larga serie de ceros durante una transmisión. Los componentes del sistema no pueden sincronizar de ninguna forma los bits cero, ya que el estado de la línea no cambia.

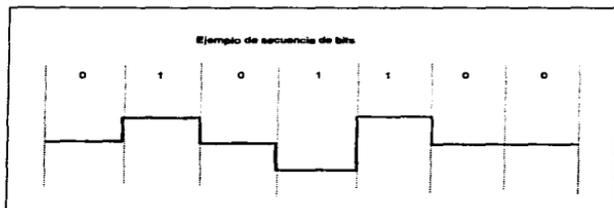


FIGURA 3-5: CODIGO DE LINEA AMI

### 3.3.2 HDB3

Para superar esta situación se idearon otros códigos que contuvieran mayor polaridad. El más usual es el código HDB3 (High Density Bipolar-3 Zeros) ó Alta Densidad Bipolar-3 ceros. Este código es comúnmente usado en Europa y Japón.

En este código no se permiten más de tres ceros consecutivos; esto es, cada vez que se presenta una secuencia prolongada de ceros, ésta se divide en grupos de cuatro, y el cuarto

ceros se sustituye por un pulso de violación (V). Además, para lograr mayor bipolaridad si el pulso siguiente al de violación es otro cero se sustituye por un pulso bipolar extra. Esto se ejemplifica en la figura 3-6.

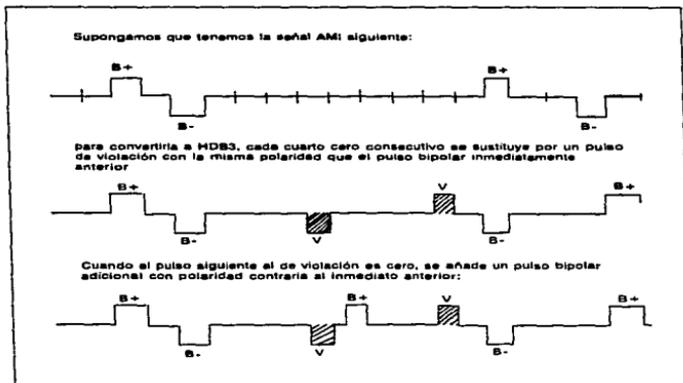


FIGURA 3-6: CODIGO DE LINEA HDB3

### 3.3.3 BBZS

Otro código de línea comúnmente usado en Norte América es conocido como BBZS (Bipolar with B-zeros substitution) ó Sustitución bipolar con B-ceros. Este código está basado en el AMI bipolar.

La codificación del B8ZS es como sigue:

- Si ocurre un grupo de 8 ceros (un octeto) y el pulso de voltaje (ó el bit) precedente a éste octeto de ceros consecutivos fue POSITIVO entonces los 8 ceros del octeto son codificados como 000 + - 0 - +

- Si ocurre un grupo de 8 ceros (un octeto) y el pulso de voltaje (ó el bit) precedente a éste octeto de ceros consecutivos fue NEGATIVO entonces los 8 ceros del octeto son codificados como 000 - + 0 + -

Esto lo ejemplifica la figura 3-7.

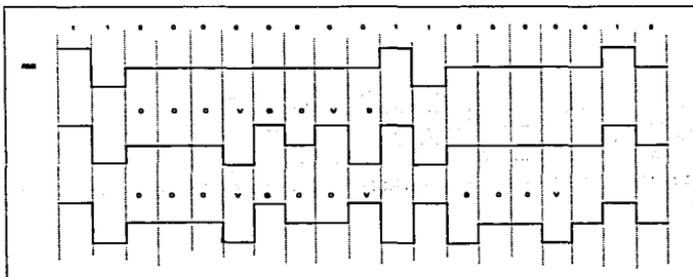


FIGURA 3-7: CODIGO DE LINEA B8ZS

### 3.3.4 2B1Q

La técnica del código de línea especificado en la recomendación T1.601 de la ANSI es conocido como código 2B1Q (Two Binary One Quaternary). Este código provee una mayor eficiencia en el uso de la anchura de banda y cada elemento de señalización está representado por 2 bits en lugar de uno. Son usados cuatro niveles diferentes de voltaje. Puesto que cada

elemento de la señal puede tomar uno de cuatro posibles valores, son transportados dos bits de información. La tabla de la **figura 3-8** muestra la definición de 2B1Q.

Son usados dos niveles de voltaje positivo y dos niveles de voltaje negativo. Correspondientemente a cada nivel de voltaje es un par de bits. El primer bit es "uno" si la polaridad del pulso es positivo y "cero" si la polaridad es negativa. El segundo bit es "uno" si la magnitud del pulso es 0.833 V y "cero" si la magnitud del pulso es 2.5 V. A cada una de las cuatro combinaciones de 2 bits se le ha asignado un símbolo. Los cuatro valores listados que están debajo del título "Quaternary Symbol" de la tabla de la figura 3-8, son nombres simbólicos, no valores numéricos. La **figura 3-9** ejemplifica el código 2B1Q.

PRIMER BIT (POLARIDAD)	SEGUNDO BIT (MAGNITUD)	SÍMBOLO CUATERNARIO	NIVEL DE VOLTAJE (VOLTS)
1	0	+3	2.5
1	1	+1	0.833
0	1	-1	-0.833
0	0	-3	-2.5

FIGURA 3-8: NIVELES DE SEÑALIZACIÓN DEL CÓDIGO DE LÍNEA 2B1Q

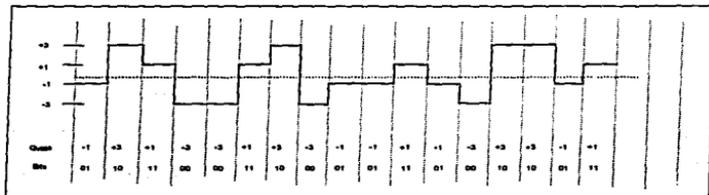


FIGURA 3-9: CÓDIGO DE LÍNEA 2B1Q

### 3.3.5 4B3T

El código 4B3T, es un código ternario. Se creó con el fin de aprovechar al máximo el canal de comunicación pues, para una palabra de 8 bits se tendrán  $3^8 = 6561$  posibilidades del código binario. Este código agrupa 4 bits binarios dentro de tres dígitos ternarios. Se requieren de 16 de las 27 posibilidades de las palabras de tres dígitos para representar las palabras binarias de 4 bits. La tabla de éste código es:

Palabra Binaria	Palabra Ternaria
	- 0 +
0000	--+ +++)
0001	-0 +++)
0010	-0- +0++)
0011	0-- 0+++)
0100	--+ --+++)
0101	--+ --+++)
0110	+-- --+++)
0111	-00 +00++)
1000	0-0 0+0++)
1001	00- 00+++)
1010	0+- 0+0++)
1011	0+- 0+0++)
1100	+0- +0+++)
1101	-0+ -0+++)
1110	+-- +--++)
1111	--0 --0++)

Las palabras temarias de la segunda columna están balanceadas en su contenido de corriente directa. Las palabras de código de la primera y la tercera columnas son seleccionadas alternativamente para mantener el balance de corriente directa. Si se han transmitido más pulsos positivos que negativos, se selecciona la primera columna. Si se transmiten más pulsos negativos, se escoge la tercera columna.

El diagrama de la **figura 3-10** ejemplifica la utilización de este código.

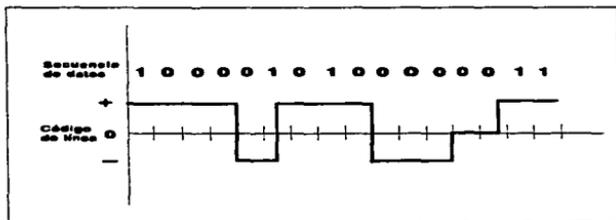


FIGURA 3-10: CODIGO DE LINEA 4B3T

### 3.4 ESTRUCTURAS DE TRANSMISIÓN

Los diferentes tipos de canales (B, D y H) están agrupados dentro de estructuras de transmisión que son ofrecidos como un "paquete" al usuario. Las estructuras están definidas como:

- Estructuras de canal básico (acceso básico)
- Estructuras de canal primario (acceso primario)

Estas se ilustran en la **figura 3-11**.

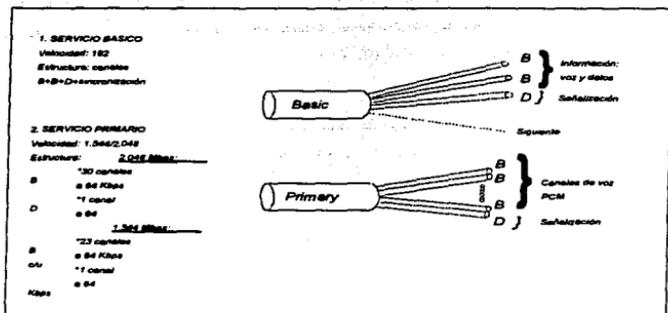


FIGURA 3-11: ESTRUCTURAS DE CANAL ISDN

### 3.1.1 ACCESO BÁSICO

El acceso básico consiste de 2 canales B a 64 kbps full-dúplex y un canal D a 16 kbps también full-dúplex. El total de velocidad de bits, por simple aritmética, es de 144 kbps (64+64+16=144).

Sin embargo, el control de trama (framing), la sincronización y otros bits llevan un total de velocidad de enlace sobre un acceso básico de 192 kbps. El servicio básico tiene la intención de cubrir las necesidades de múltiples usuarios, incluyendo usuarios residenciales y muchas pequeñas centrales. Este acceso permite el uso simultáneo de voz y aplicaciones en datos, tal como el acceso a la conmutación de paquetes, enlace a un servicio de central de alarma, facsimil y muchos más. Esos servicios pueden ser accedados mediante una simple terminal multifuncional ó terminales separadas. En cada caso, se proporciona una interfaz física sencilla.

En algunos casos, uno ó ambos canales B permanecen inutilizados. Esto resulta en una Interfaz B+D ó D, más bien que la Interfaz 2B+D. Sin embargo para simplificar la implementación de la red, la velocidad de datos permanece a 192 kbps.

### **3.A.2 ACCESO PRIMARIO**

El acceso primario está hecho para usuarios con requerimientos de gran capacidad, tal como centrales con un PBX digital ó una LAN. Los Estados Unidos, Canadá y Japón hacen uso de una estructura de transmisión basada sobre 1.544 Mbps; esto corresponde a la facilidad de transmisión T1 de ATT. En Europa, el estándar de velocidad es de 2.048 Mbps. Ambas velocidades están proporcionadas como un servicio de Interfaz Primaria. Típicamente, la estructura de canal para la velocidad de 1.544 Mbps es de 23 canales B más un canal D de 64 kbps y para la velocidad de 2.048 Mbps, 30 canales B más un canal D de 64 kbps.

### **3.A.3 CONFIGURACIONES DE ACCESO**

En base a las definiciones de grupos funcionales y puntos de referencia, hay varias configuraciones posibles para las interfaces de usuario-red siendo propuestas por el CCITT. Estas se ilustran en la **figura 3-12**.

Note que en base a las premisas del usuario podrían ser interfaces S y T; S pero no T; T pero no S; ó en una combinación S-T.

El primer caso (S y T) es el más común; uno ó más dispositivos de equipo corresponden a cada grupo funcional.

En el segundo caso (S pero no T), las funciones de NT1 y NT2 son combinadas. Así la función de terminación de línea es combinada con otras funciones de Interfaz RDSI.

Es decir que el NT1 no es una parte integral de la RDSI y cualquier vendedor puede integrar las funciones del NT1 dentro de otro equipo, por ejemplo, LAN's y PBX digitales.

En el tercer caso ( T pero no S) las funciones del NT2 y del equipo terminal (TE) están combinadas.

Una posibilidad que hoy es un sistema de computación host que además de soportar usuarios también actúe como un conmutador de paquetes en una red de conmutación de paquetes privada que use una troncal para RDSI.

La última configuración (combinación de las interfaces S-T) ilustra unas características de compatibilidad de interfaces RDSI: un dispositivo de usuario RDSI, tal como un teléfono, no se conecta directamente al terminador de línea (loop) ó dentro de un PBX ó LAN, usando las mismas especificaciones de interfaz y así se asegura la portabilidad.

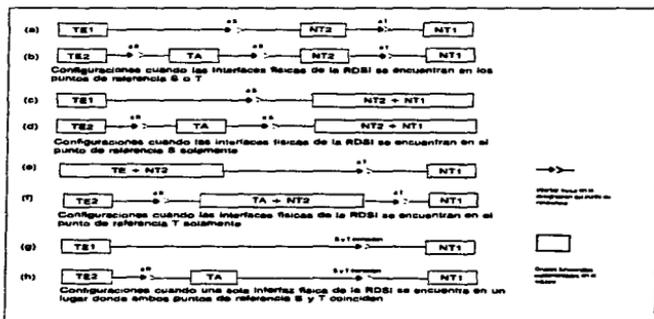


FIGURA 3-12: EJEMPLOS DE CONFIGURACIONES FISICAS

### 3.5 IMPORTANCIA DEL ADAPTADOR DE TERMINAL (TA) EN LA TOPOLOGÍA

En los primeros años de su operación comercial la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) estará ampliamente basada en los sistemas "existentes" de terminales, proporcionándoles un medio adaptado de conexión dependiendo de las interfaces específicas de los terminales, las cuales se denominan "R" ó punto de referencia "R", en la terminología RDSI.

Está definitivamente aceptado que ésta función no será llevada a cabo por la red pública, la cual sólo entregará interfaces de RDSI del tipo "T". Será entonces la instalación privada quien realice las adaptaciones.

Existen dos posibilidades de adaptaciones:

- La NT2 realiza ésta función proporcionando diferentes Interfaces "R".
- La adaptación de Interfaz se lleva a cabo a nivel de la terminal por medio de un Adaptador de Terminal (TA).

La primera opción es responsabilidad de los fabricantes de instalaciones privadas y serán seguramente muy utilizadas. Sin embargo, la segunda solución tiene más flexibilidad y favorece el desarrollo de instalaciones privadas con Interfaz "S", en éste enfoque, se garantiza la evolución hacia terminales puramente RDSI y de aplicación inmediata en una instalación simple (bus pasivo). En el diseño de un Adaptador Terminal (TA) es deseable satisfacer dos objetivos complementarios:

1. El primer objetivo es proporcionar al usuario un equipo que permita la inmediata reutilización de una aplicación "existente" y con un funcionamiento por lo menos "equivalente" al realizado por la red de comunicación previa. Por lo tanto deberán existir tantas categorías de Adaptadores Terminales (TA's) como interfaces de acceso clásicas se tengan conectadas, para las diferentes redes de comunicaciones públicas y privadas incluyendo:

*-La interfaz de acceso X.21.* Para las redes públicas de datos circuitos síncronos.

*-La interfaz de X.25.* Para las redes públicas de datos en modo paquete.

*-La interfaz V.24.* La cual ha sido hasta ahora el principal estándar para equipos de comunicación por computador en redes privadas.

2. El segundo objetivo es explotar las ventajas que proporciona la RDSI a pesar de que la terminal no fue diseñada con éste punto de vista e introduce limitaciones severas en el intercambio de capacidades de la Interfaz "R". Para evitar éstos inconvenientes, es posible, instalar las facilidades RDSI en el TA y sólo involucrarlos en "modo manual" (direccionamiento RDSI, ciertos servicios suplementarios, etc.) ó bien, crear "modos de escape" permitiendo el

intercambio a través de la interfaz "R" a ser mejorada, con el riesgo de encontrar algunas incompatibilidades.

De ésta manera, tenemos que, resumiendo lo anteriormente dicho, la función primaria de cada TA será proporcionar la "conectividad" hacia la red ó redes, soportando de ésta forma la interfaz "S". El SST (Sistema de Normalización Telefónica) ha definido el protocolo correspondiente a cada interfaz ya especificada por una recomendación Internacional:

- 1.461 -- Para terminales con interfaces X.21 y X.21 bis (redes públicas a conmutación de circuitos)
- 1.462 -- Para terminales con interfaces X.25 (redes públicas a conmutación de paquetes)
- 1.463 -- Para terminales de la serie V (con módems)

Además de éstas recomendaciones, las cuales están dedicadas a interfaces con redes de datos, otro adaptador es necesario para llevar a cabo una importante función en la fase de apertura de la RDSI: el adaptador entre la interfaz analógica clásica y una interfaz RDSI.

Este adaptador llamado A/S permitirá la conexión, vía una interfaz "S" a la RDSI, de varias terminales "comunes" trabajando en línea con la red telefónica analógica.

De una forma general el adaptador es también adecuado para terminales conectadas a cualquier red especializada vía una interfaz analógica tradicional. Estas terminales pueden ser módems que proporcionan interfaces de teleproceso clásico ó terminales con módem integrado (facsimil, etc.), ó terminales del tipo "peritéfono" (por ejemplo las máquinas contestadoras).

Debido a que la interfaz analógica para acceso a la red telefónica nunca ha sido Normalizada a nivel Internacional, éste TA será cubierto con especificaciones nacionales.



**CAPÍTULO 4**

**PROPUESTA GENERAL DE  
IMPLEMENTACIÓN DE UN  
ADAPTADOR DE TERMINAL  
( TA ) PARA LA RDSI**

## 4.1 ADAPTACIÓN DE VELOCIDAD

En éste capítulo se cubren los aspectos de convertir un equipo terminal no RDSI a formatos y protocolos propios de la tecnología RDSI y que se han mencionado en los capítulos anteriores.

La adaptación de un terminal envuelve la conversión de velocidades de datos, interfaz física e interacciones lógicas a las especificaciones de la RDSI.

Se analizará la adaptación de 2 tipos de terminales:

- \* Terminales X.21 para operación síncrona a través de redes de datos de conmutación de circuitos.
- \* Terminales X.25 para operación a través de redes de conmutación de paquetes.

También se mencionará el acoplamiento de impedancias, así como la explicación de los 2 TA's propuestos, uno de INTEL y el otro de MITEL, además del modo de conexión del TA en la red.

### 4.1.1 TERMINALES X.21

Se explicará la adaptación del ETD en conformidad con las especificaciones del SST (antes CCITT) X.21, para los requerimientos del punto de referencia S ó T. Esta adaptación abarca los 3 niveles inferiores de la jerarquía de OSI. Las funciones de adaptación de terminal para soportar ETD basados en X.21 (también en X.21 bis y/o X.20 bis), se pueden clasificar en tres categorías:

- Funciones de adaptación de velocidad
- Funciones de establecimiento de correspondencia X.21/Q.931 para el control de la llamada (Adaptación de Protocolos)
- Alineación de los estados "preparado de datos".

### FUNCIONES DE ADAPTACIÓN DE VELOCIDAD

La figura 4-1 muestra esquemáticamente las funciones de adaptación de velocidad dentro del Adaptador de Terminal (TA).

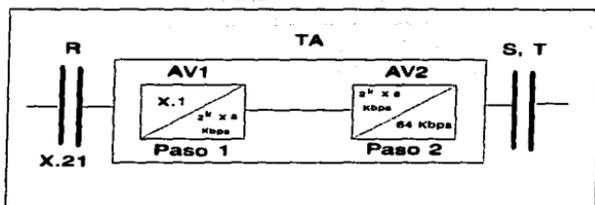


FIGURA 4-1: FUNCIONES DE ADAPTACIÓN DE VELOCIDAD EN EL TA

La función AV1 adapta la velocidad de usuario, según la Recomendación X.1 del CCITT a la velocidad inmediata superior expresada por  $2^k$  veces 8 Kbps (donde  $k = 0$  ó  $1$ ); y la función AV2 efectúa una segunda conversión a 64 Kbps.

Como se nota en la figura anterior, la adaptación de velocidad no se realiza en un solo paso y directamente, sino que consta de 2 funciones ó pasos para que se llegue a una velocidad de 64 Kbps, el primero realiza la adaptación de velocidades de las clases de servicio de usuario 3 a 6 de la Recomendación X.1 (velocidades de 600, 2400, 4800 y 9600 bps) a velocidades intermedias de 8/16 Kbps. El segundo realiza la adaptación de un solo tren binario de 8, 16 ó 32 Kbps a un canal B a 64 Kbps. A continuación analizaremos cada uno de ellos.

**PRIMER PASO: Velocidades X.21 (para las clases de servicio de usuario 3 a 6) a velocidades de 8/16 Kbps (intermedias).**

#### ESTRUCTURA DE TRAMA

La conversión de velocidades a 8 Kbps de las clases de usuario 3,4 y 5 se realizará mediante la estructura de trama de 40 bits que se representa en la **figura 4-2**. Esta misma trama es utilizada para la conversión de velocidades de las clases de usuario 6 a 16 Kbps.

Octeto 0 Tramas impares Tramas pares	Número de bit							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	0	0	0	0	0	0	0	0
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Octeto 1	1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	FQ
Octeto 2	1	F7	F8	Q1	Q2	Q3	Q4	X
Octeto 3	1	Q5	Q6	Q7	Q8	R1	R2	RR
Octeto 4	1	R3	R4	R5	R6	R7	RB	SP

**FIGURA 4-2: TRAMA DE 40 bits PARA LA CONVERSION DE VELOCIDADES A 8 Y 16 Kbps (CLASES DE USUARIO 3,4,5 Y 6)**

La figura anterior nos muestra que se emplea una multitrama, aparte de la trama básica que es todo el cuadro, constituida por dos tramas. En las tramas impares, el octeto "0" contiene todos sus bits puestos a "0", mientras que en las pares este octeto está constituido por un bit de valor 1 seguido de siete bits "E". El orden de la información de la transmisión de los bits en la trama de 40 bits (figura 4-2) es de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

**SEÑALIZACIÓN.** Los bits "E" proporcionan la capacidad de señalización para el transporte de información relativa a la velocidad de datos del usuario. Estos bits se codifican de acuerdo al cuadro de la figura 4-3.

Velocidad de usuario (bit/s)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
600	1	0	0	X	X	X	0 ó 1 (nota 1)
2400	1	1	0	X	X	X	X
4800	0	1	1	X	X	X	X
9600	0	1	1	X	X	X	X

X: Indica bits no utilizados, que están reservados para uso futuro y deben ponerse a 1

**Nota 1:** Para la velocidad de usuario de 600 bps, se codifica E7 para permitir la sincronización del grupo de tramas de 8 x 40 bits. A tal fin, E7 se pone a cero en las tramas de 40 bits que terminan un grupo de tramas.

**Nota 2:** Las velocidades de usuario diferentes con la misma codificación se distinguen por las velocidades intermedias diferentes.

**FIGURA 4-3: CODIFICACION DE BITS**

**BITS DE ESTADO SP, SQ Y SR.** Estos bits se utilizan para transportar información de estado asociada al canal. La correspondencia de la información en el circuito C del interfaz X.21 con los bits S y el circuito I en el Interfaz distante (descritos en el subtema 1.4) debe establecerse de modo que los bits SP, SQ y SR se asocien con los grupos de bits P, Q y R, para garantizar una operación apropiada y segura, el esquema de correspondencia tiene que ser consecuente con las Recomendaciones X.21 y X.24.

El mecanismo para la correspondencia es el siguiente:

- En todos los casos en que no se disponga de circuito de enlace de temporización de octetos conforme a la Recomendación X.21 (circuito B), los bits de estado SP, SQ y SR de los grupos de bits P, Q y R se evalúan por muestreo del conductor C en la mitad del octavo bit del respectivo grupo de bits precedentes. Por otra parte, las condiciones de los bits de estado SP, SQ y SR son adaptadas por el conductor I a partir de la transmisión del respectivo octavo bit de un grupo de bits R, P y Q al primer bit del grupo de bits consecutivos P, Q y R en el conductor R. Esto se ilustra en la **figura 4-4**.
- En el caso de que se disponga de circuito de enlace para la temporización de octetos conforme a la Recomendación X.21 (circuito B), para la alineación de caracteres, se muestrea el circuito C junto con el bit B del carácter precedente, y el circuito I modifica sus estados en las fronteras entre los caracteres "antiguos" y "nuevos" en el circuito R (definición en la Recomendación X.24).

Por lo tanto los dígitos de estado SP, SQ y SR portan las señales de control que son intercambiadas a través del punto de referencia R desde un DTE a otro, y el dígito X está disponible para la opción del flujo de control usuario-usuario. Así que estos dígitos son transmitidos dentro de la capacidad del canal B, y ellos evidentemente constituyen el control dentro de la banda (ó asociada al canal). Cabe mencionar que en los bits SP, SQ, SR y X, un CERO corresponde al estado "cerrado" y un UNO al estado "abierto".

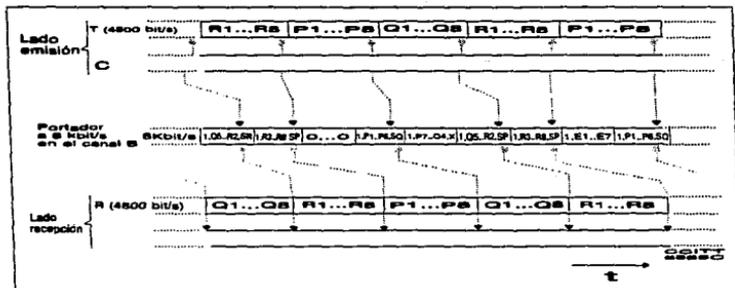


FIGURA 4-4: Correspondencia entre la información de estado y el tren de bits

**BITSP, QYB:** Los grupos de dígitos P1 a P8, Q1 a Q8 y R1 a R8 constituyen los datos del usuario en un total de 24 bits por trama (vea la figura 4-2).

Para la adaptación de las velocidades de usuario 600, 2400, 4800 bps ( que corresponden a las clases 3 a 5 ) a la velocidad intermedia de 8 Kbps y de la velocidad de usuario 9600 bps (correspondiente a la clase 6) a la velocidad intermedia de 16 Kbps se mantendrá la secuencia de octetos "0" pares e Impares definida en la figura 4-5. Con el fin de que los tiempos de sincronización de trama y de transferencia sean los cortos, se propone un método de repetición de bits de usuario. Las figuras 4-5 (a) y 4-5 (b) contienen respectivamente un esquema para la adaptación de las velocidades de usuario 600 y 2400 bps a la velocidad portadora de 8 Kbps. Las figuras 4-5 (c ) y 4-5 (d) muestran respectivamente la adaptación de la velocidad de usuario 4800 bps a la velocidad portadora de 8 Kbps y de la velocidad de usuario de 9600 bps a la de 16 Kbps.

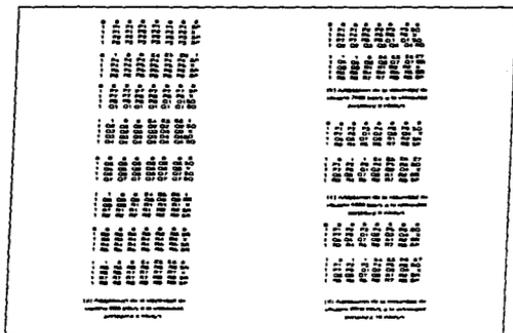


FIGURA 4-5: ADAPTACION DE VELOCIDAD

En el caso de una velocidad de usuario de 600 bps, se proporciona un esquema explícito de sincronización de grupo de tramas utilizando el bit E7 para garantizar que se preservan los límites de los octetos de usuario y el bit de estado asociado. La codificación del bit E7 será entonces:

... 1110111011101 ...

En donde el valor 0 marca la última trama de 40 bits de cada grupo de tramas de 8 y 40 bits que contienen un número de octetos de usuario completos, que es un múltiplo de tres.

**SINCRONIZACIÓN DE TRAMA.** El esquema de alineación de trama de 17 bits consiste en los 8 bits (todos puestos a cero) del octeto "0" en las tramas impares y el bit 1 (puesto a 1) de los 9 octetos consecutivos siguientes de la multitrama con una longitud de 80 bits. El primer bit del octeto "0" alterna entre 1 y 0 en tramas consecutivas por lo que constituye un bit de sincronización de multitrama.

Para la alineación y realineación de trama y la identificación de la velocidad de usuario se aplican las siguientes estrategias:

- o Búsqueda del esquema de alineación de trama.
- o Supervisión y recuperación de la alineación de trama.

#### **BÚSQUEDA DEL ESQUEMA DE ALINEACIÓN DE TRAMA.**

Se buscará el siguiente esquema de alineación de 17 bits:

```
0 0 0 0 0 0 0 0 1 X 0 0 0 0 0 X 1 X 0 0 0 0 0 X 1 X 0 0 0 0 0 X 1 X 0 0 0 0 0 X
1 X 0 0 0 0 0 X 1 X 0 0 0 0 0 X 1 X 0 0 0 0 0 X 1 X 0 0 0 0 0 X 1 X 0 0 0 0 0 X
```

No se tolerarán errores en las posiciones de bit definidas (es decir, en las posiciones de bit no señaladas por "X").

Se supone que la tasa de errores será lo suficientemente baja para que se pueda considerar alcanzada la alineación después de la detección de una multitrama de 80 bits.

En el caso de la clase de servicio de usuario 3 (600 bit/s) de la Recomendación X.1 se tendrá que efectuar una búsqueda suplementaria del esquema de sincronización de grupo de tramas contenido en la posición del bit E7.

#### **SUPERVISIÓN/RECUPERACIÓN DE LA ALINEACIÓN DE TRAMA.**

La supervisión de la alineación será un proceso continuo. Se supone que la alineación es correcta cuando no hay un error en el esquema de alineación de 17 bits de la multitrama de 80 bits. Se supone que se ha perdido la alineación cuando se han detectado N (valor provisional:3) multigramas consecutivos, cada uno de los cuales contiene por lo menos un error de alineación.

Después de una pérdida de alineación, el TA deberá pasar al estado de recuperación, que en el interfaz X.21 se indica mediante  $r = 1$  e  $i = \text{CERRADO}$ . En la trama transmitida, se pondrá en ABIERTO el bit X cuando se emplee para indicar la sincronización de trama hacia el extremo distante.

Si se consigue la recuperación de la alineación,  $r$  e  $i$  presentarán de nuevo, respectivamente, los datos y la información de estado de las tramas recibidas. El bit X de las tramas transmitidas debe hallarse en estado CERRADO.

Si no se consigue la recuperación de la alineación en un periodo predeterminado, el TA indicará "ETCD no preparado" (estado 22), para lo cual hará  $r = 0$ ,  $i = \text{ABIERTO}$ . La duración de ese

periodo está en función de la red. En los servicios con conmutación de circuitos, ésta acción tiene como consecuencia la liberación de la conexión.

### **SEGUNDO PASO: ADAPTACIÓN DE VELOCIDAD INT.**

El procedimiento descrito en este segundo paso adaptará la velocidad de un solo tren binario de 8, 16 ó 32 Kbps a un canal B a 64 Kbps. Las posiciones de bit en el octeto del canal B se suponen numeradas de 1 a 8, siendo la posición de bit 1 la primera que se transmite.

El procedimiento es el siguiente:

a).- El tren a 8 Kbps debe ocupar la posición de bit 1;

El tren a 16 Kbps debe ocupar las posiciones de bit {1,2};

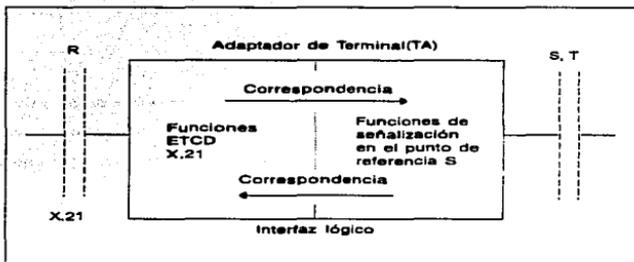
El tren a 32 Kbps debe ocupar las posiciones de bit {1,2,3,4}.

b).- El orden de transmisión de los bits del tren de velocidad inferior tiene que ser idéntico antes y después de la adaptación de la velocidad;

c).- Todas las posiciones de bit no utilizadas se deben de poner a UNO binario.

### **FUNCIONES DE ESTABLECIMIENTO DE CORRESPONDENCIA X.21/Q.931 PARA EL CONTROL DE LA LLAMADA (ADAPTACIÓN DE PROTOCOLOS).**

En primer instancia las capacidades de señalización por canal D del acceso del usuario a la RDSI (descritas en la Recomendación Q.931) tienen que satisfacer las exigencias que plantea el establecimiento de la correspondencia de los procedimientos de señalización de Interfaz X.21 con el protocolo Q.931 (LAPD) en el punto de referencia S/T. En la **figura 4-6** se ilustra la representación lógica de estas funciones de correspondencia. A continuación se muestra el procedimiento normal del establecimiento y liberación de la llamada que ilustran la correspondencia de la señalización en la interfaz X.21 con los procedimientos de control de las llamadas en RDSI. Para la siguiente explicación refiérase a las **figuras 4-7 y 4-8**.



**FIGURA 4-6: FUNCIONES DE CORRESPONDENCIA  
X.21/X.21 bis CON EL PROTOCOLO Q.931**

### ESTABLECIMIENTO DESDE UN TA.

En el estado preparado (estado 1) tanto el ETD como el TA transmiten ( $r=1$ ,  $i=ABIERTO$ ) a través del interfaz X.21.

Cuando el ETD llamante indica una petición de llamada (estado 2,  $r=0$ ,  $i=CERRADO$ ) en el interfaz X.21, el TA transmite una señal de invitación a marcar al ETD (estado 3,  $r=+$ ,  $i=ABIERTO$ ). El ETD comienza a enviar señales de selección al TA (estado 4,  $r=+$ ,  $i=ABIERTO$ ).

Cuando recibe una señal de fin de selección ( $r=+$ ,  $i=CERRADO$ ) en el interfaz X.21, el TA transmite un mensaje ESTABLECIMIENTO vía el canal D en el punto de referencia S/T.

El elemento de información capacidad portadora incluido en el mensaje ESTABLECIMIENTO se codificará como sigue:

\* La capacidad de transferencia de información se fija a uno de los valores siguientes:

- a).- << Información digital sin restricciones >> ;
- b).- << Información digital restringida >> ;

- \* El modo de transferencia se fija a << modo circuito >>
- \* La velocidad de transferencia de información, en << 64 Kbit/s >>

El usuario puede especificar también en el elemento de información la compatibilidad de capa inferior del mensaje ESTABLECIMIENTO con los protocolos de transferencia de información de capa 1 (por ejemplo, adaptación de velocidad), de capa 2 (por ejemplo, LAPB) y de capa 3 (por ejemplo, X.25).

El elemento de dirección de información de la parte llamada será codificado en bloque, es decir, con la dirección completa de la parte llamada, tal como se haya recibido del Interfaz X.21. Posteriormente se transmite al Interfaz X.21 el estado ETCD en espera (estado 6A, r=SYN, i=ABIERTO).

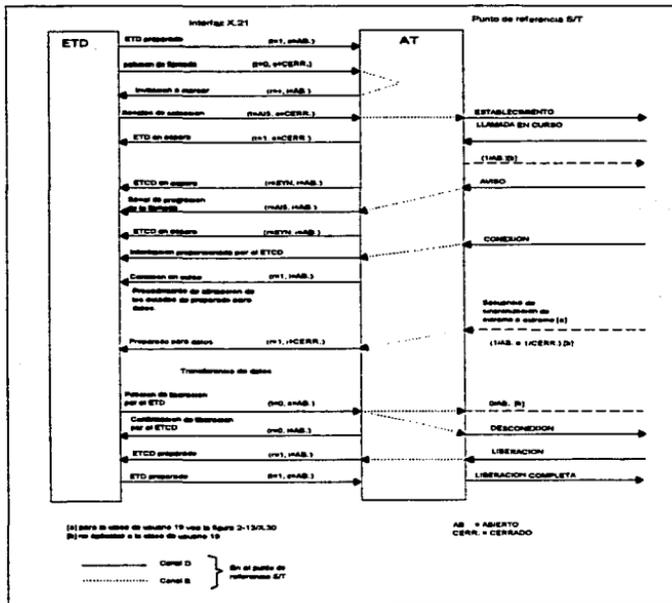
#### **ACUSE DE ESTABLECIMIENTO/LLAMADA EN CURSO DESDE UNA TA.**

La reacción de la red al mensaje ESTABLECIMIENTO recibido del TA puede ser una de las siguientes:

- a).- Envío de un mensaje LLAMADA EN CURSO al TA; cuando se reciba el mensaje LLAMADA EN CURSO por el canal D en el punto de referencia S/T se atribuirá el canal B y el TA transmitirá r=1, i=ABIERTO (dentro de multitramas de 80 bits en el caso de las clases de usuario 3-6) vía el canal B en el punto de referencia S/T;
- b).- Envío de un mensaje ACUSE DE ESTABLECIMIENTO al TA; cuando se reciba el mensaje ACUSE DE ESTABLECIMIENTO por el canal D en el punto de referencia S/T se atribuirá el canal B y el TA transmitirá 1, ABIERTO (dentro de multitramas de 80 bits en el caso de las clases de usuario 3-6) vía el canal B en el punto de referencia S/T. En este caso, la recepción de un mensaje LLAMADA EN CURSO no conlleva a continuación ninguna acción ulterior en el TA.

#### **AVISO DESDE LA TB.**

El mensaje AVISO sólo se utiliza con la respuesta manual. Cuando recibe un mensaje de AVISO por el canal D en el punto de referencia S/T, el TA transmite la señal de progresión de la llamada (estado 7, r=AIS, i=ABIERTO) al ETD llamante. Después se pasa al estado "ETCD en espera" (estado 6A, r=SYN, i=ABIERTO) en el Interfaz X.21.



**FIGURA 4-7: EJEMPLO DE ESTABLECIMIENTO Y LIBERACION DE UNA LLAMADA. ETD LLAMANTE.**

**CONEXIÓN DESDE LA TS.**

Cuando recibe un mensaje CONEXIÓN por el canal D en el punto de referencia S/T, el TA transmite cualquier información proporcionada por el ETCD (estado 10, r=A15, l=ABIERTO) al ETCD llamante.

Después, se pasa al estado CONEXIÓN EN CURSO (estado 11) en el interfaz X.21.

Cuando recibe el esquema de alineación de trama de la multitrama de 80 bits (en el caso de usuario de las clases 3-6 de la Recomendación X.1) por el canal B en el punto de referencia S/T, el TA efectúa la interconexión.

Cuando el ETD llamante recibe (l, CERRADO) vía el canal B interconectado en el interfaz X.21, pasa al estado PREPARADO PARA DATOS (estado 12) y la transferencia de datos (estado 13) puede comenzar.

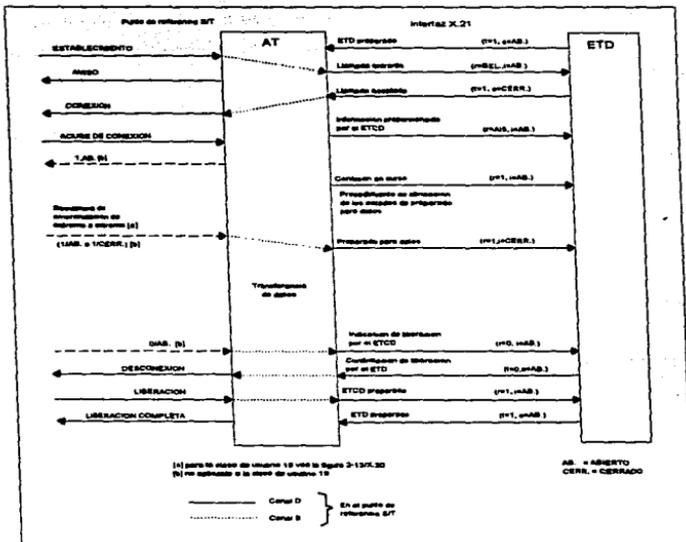
**ESTABLECIMIENTO (DESDE LA TS).**

El TA no aceptará un mensaje ESTABLECIMIENTO si el interfaz X.21 no está en el estado PREPARADO (estado 1). Cuando se reciba un mensaje ESTABLECIMIENTO por el canal D en el punto de referencia S/T, el TA seguirá los procedimientos indicados en la Recomendación Q.931 para determinar la verificación de compatibilidad (por ejemplo, la velocidad de señalización de datos). Si el TA determina que puede responder a la llamada entrante, sigue los procedimientos de la Recomendación Q.931. Se espera que el mensaje AVISO sólo sea empleado con los terminales de respuesta manual.

El TA transmite una señal de llamada entrante (r=señal acústica (BEU), l=ABIERTO) vía el interfaz X.21 al ETD llamado, y se pasa al estado LLAMADA ENTRANTE (estado 8, r=señal acústica (BEU), l=ABIERTO).

**CONEXIÓN DESDE EL TA.**

Cuando recibe un mensaje de LLAMADA ACEPTADA (estado 9, l=1, c=CERRADO) procedente del ETD llamado, el TA transmite un mensaje CONEXIÓN vía el canal D del interfaz S.



**FIGURA 4-8: EJEMPLO DE ESTABLECIMIENTO Y LIBERACION DE UNA LLAMADA ETD LLAMADO**

**ACUSE DE CONEXIÓN DESDE LA TA.**

Cuando recibe un mensaje ACUSE DE CONEXIÓN por el canal D en el punto de referencia S/T, el TA seleccionado por este mensaje, transmite 1/ABIERTO vía el canal atribuido y señala CONEXIÓN EN CURSO (estado 11, r=1, i=ABIERTO) al ETD después de entregar la información proporcionada por el ETCD, si hay lugar.

El TA efectúa la interconexión después de haber recibido el esquema de alineación de trama (multiframe de 80 bits en el caso de las clases de usuario 3-6) vía el canal B en el punto de referencia S/T.

Cuando el ETD llamado recibe 1/CERRADO por el canal B interconectado en el interfaz X.21, pasará al estado PREPARADO PARA DATOS (estado 12, r=1, i=CERRADO) y podrá comenzar la transferencia de datos (estado 13, r=D, i=CERRADO).

**LIBERACIÓN DESDE LA TA.**

En el caso de configuración multiterminal, la terminación de la central envía un mensaje LIBERACIÓN a cada TA que haya señalado LLAMADA EN CURSO, AVISO ó CONEXIÓN pero que no fue seleccionada para la llamada. Posteriormente, el TA lleva a cabo el procedimiento de indicación de liberación por el ETCD en el interfaz X.21 y transmite un mensaje LIBERACIÓN COMPLETA a la central.

**DESCONEXIÓN DESDE EL TA.**

Se transmite una PETICIÓN DE LIBERACIÓN por el ETD (estado 16, t=0, c=ABIERTO) vía el canal B, desde el ETD liberante al liberado.

El TA del ETD liberante reconoce el estado 16 en el interfaz X.21 y transmite una confirmación de liberación por el ETCD (estado 17=0, ABIERTO) al ETD liberante. Transmite también un mensaje de DESCONEXIÓN vía el canal D del punto de referencia S/T (véase la figura 4-7).

Después de la recepción del mensaje LIBERACIÓN por el canal D, el TA corta el canal B, envía un mensaje LIBERACIÓN COMPLETA a la central, transmite ETCD PREPARADO (r=1, i=ABIERTO) al ETD, y éste pasa al estado ETD PREPARADO (estado 1, t=1, c=ABIERTO).

### **DESCONEXIÓN ENTRE TA.**

Cuando el ETD inicia una PETICIÓN DE LIBERACIÓN por el ETD ( $t=0$ ,  $c=ABIERTO$ ), este estado se transmite dentro del intervalo de tiempo del canal B y se recibe como INDICACIÓN DE LIBERACIÓN por el ETCD ( $r=0$ ,  $i=ABIERTO$ ) en el ETD del lado B (véase la figura 4-8).

El TA reconoce la PETICIÓN DE LIBERACIÓN recibida dentro del intervalo vía el canal B en el punto de referencias S/T, separa los conductores R e I del canal B, y transmite una INDICACIÓN DE LIBERACIÓN por el ETCD (estado 19=0, ABIERTO) al ETD que haya que liberar. Una vez que el TA por liberar ha recibido del ETD, el mensaje CONFIRMACIÓN DE LIBERACIÓN por el ETD ( $t=0$ ,  $c=ABIERTO$ ), transmite un mensaje DESCONEXIÓN vía el canal D y libera el canal B.

Una vez recibido un mensaje LIBERACIÓN por el canal D, el TA libera la referencia de llamada, envía un mensaje LIBERACIÓN a la central, transmite un ETCD PREPARADO (estado 2,  $r=1$ ,  $i=ABIERTO$ ) al ETD, y éste pasa al estado ETD PREPARADO ( $t=1$ ,  $c=ABIERTO$ ).

### **DESCONEXIÓN DESDE LA TC.**

En el caso de liberación por la red, la central local transmite el mensaje DESCONEXIÓN vía el canal D al terminal que haya que liberar. Tras la recepción del mensaje DESCONEXIÓN en el TA, éste transmite un mensaje LIBERACIÓN por el canal D a la central.

Si el interfaz X.21 se encuentra en la fase de ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMADA y aún no ha alcanzado el estado 11 ó 12, y si el mensaje DESCONEXIÓN contiene el motivo de la liberación, el TA pasa al estado 7 y transmite la correspondiente señal de PROGRESIÓN DE LA LLAMADA antes de señalar la INDICACIÓN DE LIBERACIÓN por el ETCD.

En el caso contrario, el TA transmite el estado  $r=0$ ,  $i=ABIERTO$  (indicación de LIBERACIÓN por el ETCD) vía el Interfaz X.21 al ETD, que devuelve al TA el estado  $t=0$ ,  $c=ABIERTO$  (CONFIRMACIÓN DE LIBERACIÓN por el ETD).

El procedimiento descrito no se muestra en las figuras 4-7 y 4-8.

**LIBERACIÓN COMPLETA DESDE LA TB.**

Cuando se recibe el mensaje LIBERACIÓN COMPLETA vía el canal D en el punto de referencia S/T en el TA del ETD liberado, se pasa al estado ETCD PREPARADO (estado 21=1, ABIERTO) y al estado ETD PREPARADO (estado 1=1, ABIERTO).

**ALINEACIÓN DE LOS ESTADOS PREPARADO PARA DATOS.**

La operación de sincronizar la entrada en la fase de transferencia de datos, y la salida de esta fase, entre dos terminales de abonado, la efectuarán los adaptadores de terminal y los terminales de abonado. Para esta finalidad se utilizará el procedimiento X.21 de entrada, en contacto, dentro del intervalo de tiempo.

Se presentan dos casos: uno en el que el TA sólo soporta una velocidad de usuario de datos, y otro en el que el TA llamado se adaptará a la velocidad de usuario de datos del TA llamante.

A continuación se describe el caso de un TA de una sola velocidad. Para un TA de una sola velocidad se aplica un procedimiento simétrico (véase la **figura 4-9**).

**NOTA 1.** El TA efectuará la interconexión después de detectar la alineación de trama y completar la entrega al terminal de toda información proporcionada por el ETCD. Para garantizar una correcta alineación de los estados preparado para datos, la interconexión debe realizarse inmediatamente antes de explorarse el conductor C.

**NOTA 2.** Sólo se muestran las condiciones necesarias para efectuar la alineación de los estados PREPARADO PARA DATOS.

**NOTA 3.** La conmutación bidireccional a través del TA puede efectuarse también en la transición del estado 12 al 13 de la Recomendación X.21, si el TA está transmitiendo 1, CERRADO, durante el estado 12.

Ambos TA vigilarán la señal de sus canales B de recepción con el objeto de detectar el esquema de alineación de trama.

Una vez detectado este esquema en el canal B, el TA interconectará el canal B con su terminal (ETD) inmediatamente antes de que se explore el conductor C. Desde este instante en

adelante, la condición 1, CERRADO del ETD se transmitirá al ETD distante. Según el estado en que se encuentre el terminal distante, se recibirá de éste 1, ABIERTO ó 1, CERRADO. La recepción de r=1, l=ABIERTO indica el estado << CONEXIÓN EN CURSO >> (estado 11); la recepción de r=1, l=CERRADO indica el estado << PREPARADO PARA DATOS >> (estado 12).

Después de interconectado el canal B por el TA, el proceso continúa con la transmisión de datos e información de estado en la fase de datos, y la liberación puede sincronizarse entre los terminales de abonado por medio de una petición de liberación.

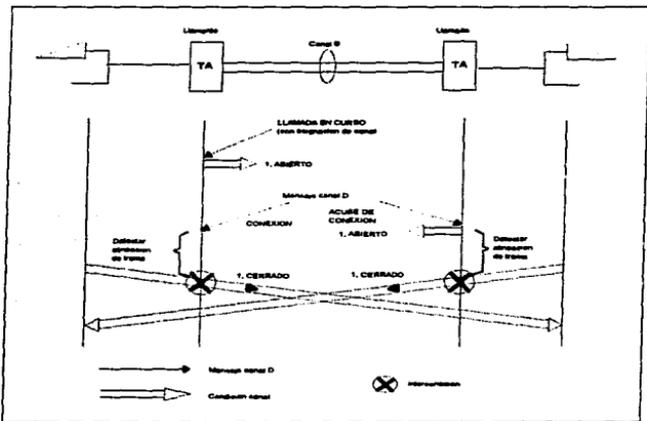
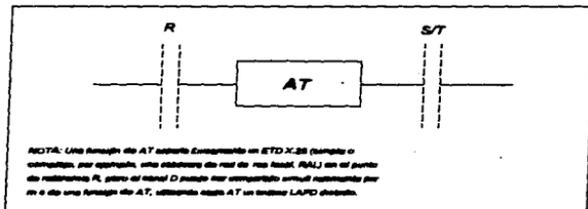


FIGURA 4-9: OPERACION DEL TA DE UNA SOLA VELOCIDAD PARA EFECTUAR LA ALINEACION DE PREPARADO PARA DATOS A VELOCIDADES INFERIORES A 64 kbits/s

## 4.1.2 TERMINALES X.25

Las funciones del adaptador de terminal (TA) se precisan para facilitar el acceso de los ETD X.25 en el punto de referencia S/T (véase la **figura 4-10**).



**FIGURA 4-10: CONFIGURACION DE REFERENCIA DEL TA**

Las principales funcionalidades proporcionadas por el TA son las siguientes:

- Adaptación de la velocidad.
- Establecimiento de la correspondencia de la información y los procedimientos de señalización entre los puntos de referencia S/T y R.
- Sincronización.
- Mantenimiento.

En lo que sigue, la descripción que se hace de estas funcionalidades principales depende del tipo de acceso (canal B y/o canal D), poniéndose de manifiesto las diferencias entre los dos servicios, (caso A "RPDCP"<sup>2</sup> y caso B "CV"<sup>2</sup>).

<sup>1</sup> RPDCP= Red Pública de Datos con Conmutación de Paquetes.

<sup>2</sup> CV= Circuito Virtual.

Las funciones antes mencionadas por el TA se explicarán, en el primer caso para el acceso a través del canal B y posteriormente para el acceso a través del canal D.

### **ACCESO A TRAVÉS DEL CANAL B.**

En esta parte se definen las funcionalidades que debe soportar el TA cuando se utiliza el acceso por canal B. Las definiciones son aplicables en ambos servicios, caso A y caso B, y las diferencias, si las hay, se indican en los correspondientes párrafos.

#### **ADAPTACIÓN DE VELOCIDAD.**

La adaptación de velocidad, en el funcionamiento en modo paquete, puede efectuarse de dos maneras:

- 1).- Operación en modo paquete (caso B) utilizando relleno con banderas intertramas HDLC.

En este caso, la red ya no puede distinguir los terminales que funcionan en modo paquete a velocidades de transmisión de datos inferiores a 64 Kbit/s en el punto de referencia R, de los que funcionan a esa velocidad.

Por ello, los procedimientos de señalización del canal D indicarán como velocidad de transmisión de datos la de 64 Kbit/s, en vez de la del usuario en el punto de referencia R. Además puede indicarse una clase de caudal en los procedimientos de señalización de llamada entrante del canal D.

Tenga en cuenta que el tratamiento de paquetes se optimizará en la RDS1 para los ETD que generan un tráfico estructurado HDLC a 6 Kbit/s. En dicha RDS1, el método preferido para la adaptación de velocidad es el relleno con banderas.

Para evitar retransmisiones innecesarias en el canal B, el TA podría realizarse con una capacidad de memoria también dependiente del tamaño de ventana de capa 2 y máxima longitud de trama, o tener control de flujo en la capa 2.

- 2).- Operación en modo circuito (caso A) utilizando el método indicado en terminales X.21. En este caso, los procedimientos de señalización por canal D indicarán la velocidad de señalización de datos utilizada por el ETD conectado al punto de referencia R (que será inferior a 64 Kbit/s).

### **SINCRONIZACIÓN.**

El TA deberá efectuar una sincronización entre las actividades del canal D (actividades Q.931) y las actividades del canal B (actividades X.25).

La sincronización entre TA y MP/UA<sup>3</sup> se efectúa intercambiando esquemas de sincronización. Se empleará transmisión continua de banderas cuando la adaptación de velocidad se haga mediante retardo con banderas. Para la clase 30, la sincronización se hará entre el ETD y el MP/UA. Cuando la adaptación de velocidad se haga según la Recomendación X.30, se utilizará el esquema de esa misma Recomendación.

### **CONEXIONES.**

Aquí se definen las funcionalidades que ha de soportar el TA para establecer, mantener y liberar una conexión de canal B con el MP/UA. Estas funcionalidades exigen grados diferentes de capacidad por parte del TA debido a las diferentes realizaciones de los procedimientos X.25 en el ETD. Cabe distinguir los dos casos siguientes:

CASO 1: el TA actúa sólo en la capa 1.

CASO 2: el TA actúa también en las capas 2 y/o 3.

El primero corresponde a los ETD X.25 que pueden desconectarse en la capa física cuando hay llamadas virtuales (LLC) en curso.

### **CASO 1 (LLAMADA SALIENTE)**

Para proporcionar una conexión física, mediante canal B, con el MP o la UA de la RPDCP, el TA debe proporcionar:

- un método para indicar que ese TA deberá iniciar el procedimiento de establecimiento del canal B en el punto de referencia S/T. En el siguiente punto se hace una descripción de las posibilidades de que se dispone;

<sup>3</sup> MP= Función de Manejo de Paquetes.

UA= Puertos de Unidad de Acceso a la RDSI.

- Un método para que se le transfiera la información que precisa el procedimiento de establecimiento del canal B.

### **CONDICIONES PARA INICIAR EL ESTABLECIMIENTO DEL CANAL B.**

Hay dos situaciones en relación con las cuales se califican las condiciones que hacen que el TA intente establecer una conexión de canal B:

#### **a).- CANAL B SEMIPERMANENTE**

En este caso, el canal B está siempre disponible. No se precisa funcionalidad de TA para iniciar el establecimiento de la conexión por canal B.

#### **b).- EL ESTABLECIMIENTO DEL CANAL B SE INICIA POR ACCIONES EN EL PUNTO DE REFERENCIA R (INTERFAZ ETD/TA)**

Hay dos posibilidades de acceso (véase el cuadro de la **figura 4-11**):

##### **1.- Acceso por línea directa especial al punto de referencia R.**

Con esta forma de acceder al punto R, el TA establecerá un canal B con el MP/RPDCP cuando se detecten las condiciones adecuadas de interfaz que se indican a continuación:

- ⇒ A).- En interfaces de la capa 1 X.25 - el paso de ABIERTO a CERRADO en el conductor de control (si se trata de procedimientos de circuitos arrendados X.21) ó en el circuito 108 (si se trata de procedimientos de interfaz X.21 bis o de la serie V).
- ⇒ B).- En interfaces X.21 - señal de llamada directa ( C = CERRADO). El ETD esperará a que I=CERRADO para iniciar la transmisión.

##### **2.- Acceso por selección totalmente con conmutación de circuitos.**

El procedimiento de selección totalmente con conmutación de circuitos (Recomendaciones X.21, X.21 bis o V.25 bis) puede emplearse en el interfaz ETD/TA para pedir el establecimiento de la conexión de canal B con una RPDCP o un MP. El TA establecerá la conexión. Es posible utilizar la dirección proporcionada para identificar el puerto de la RPDCP, debiéndose seguir procedimientos completos de la X.25, tras el establecimiento del canal B para identificar el ETD en modo paquete al que se llama.

En caso de selección totalmente con conmutación de circuitos, los modos de operación en el interfaz ETD/TA que a continuación se indican, correspondientes a las Recomendaciones X.21, X.21 bis y V.25 bis, harán que el TA establezca el canal B con el MP/RPDCP.

⇒ C).- En interfaces con conmutación de circuitos X.21 - la fase de control de llamada X.21.

CONDICIÓN	ESPECIFICACIÓN DE CAPA 1 DE ETD/TA	SUCESOS EN EL PUNTO DE REFERENCIA R	PROCEDIMIENTO REGÚN:
Acceso por línea directa especial	X.25 Cursado anunciado X.21 X.21 bis	El ETD pasa C - CERRADO	Recomendación X.25
		El ETD pasa el circuito 108 - CERRADO	Recomendación X.25
	Interrupción de la serie V Commutación de circuitos X.21	El ETD pasa el circuito 108 - CERRADO	Recomendación X.25
		El ETD señala llamada directa	Recomendación X.21
	Llamada directa X.21 bis	El ETD señala llamada directa	Recomendación X.21 bis
	Llamada directa V.25 bis	El ETD anuncia el estado de llamada directa	Recomendación V.25 bis
Acceso totalmente con conmutación de circuitos	Llamada por selección X.21 bis	El ETD pasa a la fase de control de la llamada	Recomendación X.21
	Llamada por selección X.21 bis	El ETD efectúa una llamada por selección programada (de dirección)	Recomendación X.21 bis
	Llamada por selección V.25 bis	El ETD anuncia el estado de llamada por selección (de dirección)	Recomendación V.25 bis

FIGURA 4-11: ESPECIFICACIONES Y PROCEDIMIENTOS DE CAPA 1 DE ETD/TA PARA INICIAR EL ESTABLECIMIENTO DEL CANAL B

#### OPCIONES PARA TRANSFERIR LA DIRECCIÓN DESDE EL PUNTO RPDCP AL TA

Existen cuatro posibilidades para el tratamiento de la información de direcciones del puerto RPDCP en el TA:

a).- Canal B semipermanente en el punto de referencia S/T.

El TA no necesita información de dirección; es decir, no hace falta ninguna funcionalidad en el TA para obtener una dirección.

b).- La dirección se transporta a través del punto de referencia R.

c).- La dirección se transporta a través del interfaz hombre/máquina del TA.

Siguiendo procedimientos manuales (por ejemplo, mediante un teclado) en el interfaz hombre máquina del TA, puede introducirse la dirección cada vez que se solicite el canal B. Es posible como alternativa, almacenar la dirección en el TA (por ejemplo, en el caso de funcionamiento por línea directa especial en el punto de referencia R).

d).- La dirección es telecargada por la red a través del punto de referencia S/T.

**NOTA.** La información de dirección puede ser, por ejemplo, una dirección RDSI completa y una dirección RDSI abreviada, utilizada en los procedimientos de acceso por línea directa especial al punto de referencia S/T, o una dirección abreviada, interpretada por el TA y ampliada hasta constituir una dirección abreviada RDSI, empleando información previamente registrada en el TA.

## CORRESPONDENCIA DE PROCEDIMIENTOS

En el cuadro de la **FIGURA 4-12** se recapitulan las combinaciones soportadas y los procedimientos adecuados. Tras el establecimiento de la conexión, el TA debe poner el punto de referencia R en la condición necesaria para la transferencia de datos en capa 1.

FUNCIONES DEL TA		DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS	
Condiciones para iniciar el establecimiento del canal B	Transferencia de información de dirección al TA		
1	Condición a	Opción a	Canal B (sin) provisionado. No hacen falta funciones de establecimiento por capa 1 en el AT.
2	Condición b1 A	Opción C	Si el TD pone C = CERRADO o cursor: 108 = CERRADO. Cuando se cursor C (o el cursor 108) y se haya efectuado la selección manual en el TA, debe usarse, siguiendo los procedimientos del canal D, el establecimiento de un canal B de RDSI para proporcionar una conexión con la RDSI. Una vez que el canal B está completamente establecido en el punto de referencia S/T, el TA pone I = CERRADO (o cursor: 107 = CERRADO).
3	Condición b1 B Véase la nota	Opción C	Cuando se haya efectuado la selección manualmente en el TA, debe usarse una llamada estruena en el punto de referencia R. Si el ETD acepta esta llamada estruena, el TA pone el punto de referencia R en estado ETCD sin esperar en capas 1 e inicia o reanuda, siguiendo los procedimientos de canal D, el establecimiento de un canal B de RDSI para proporcionar una conexión con la RDSI. Una vez que el canal B está completamente establecido en el punto de referencia S/T, el TA inicia el procedimiento para datos en el punto de referencia R.
4	Cualquier condición b2	Opción b	Cuando el ETD haya efectuado la estruena de capa 1 y haya proporcionado información de duración al TA, este usará, siguiendo los procedimientos de canal D, el establecimiento de un canal B de RDSI. Una vez que el canal B está completamente establecido en el punto de referencia S/T, el TA inicia el procedimiento para datos, iniciando el procedimiento adecuado en el punto de referencia R.
5	Condición b1	Opción a	En este caso se aplica mismo por línea directa especial o los puntos de referencia R y S/T. Por ello, el TA no necesita información de duración. Cuando el ETD presione la petición de llamada, el TA trata de establecer un canal B. Una vez que el canal B está establecido, el TA inicia el procedimiento para datos en el punto de referencia R.

NOTA: mediante manipulaciones en el interfaz hombre-máquina del TA (por ejemplo, accionando un botón) el usuario puede provocar un intento, por parte del TA, de establecer una conexión de canal B. A continuación, el TA puede cancelar la llamada estruena hacia el ETD.

**FIGURA 4-12: FUNCIONALIDAD DEL TA PARA CONTROLAR EL ESTABLECIMIENTO DEL CANAL B**

## **CORRESPONDENCIA DE LOS MENSAJES Q.931**

Los procedimientos entre el TA y la red son los mismos que se describieron anteriormente. La elección del servicio solicitado se hará mediante la adecuada codificación de la capacidad portadora. En el caso A, la dirección RDSI del puerto RPDCP se introducirá como destino en el mensaje Q.931; en cambio, en el caso B no se introduce dirección.

## **PROCEDIMIENTOS L.25**

En la fase de transferencia de datos, el TA puede ser transparente a las capas 2 y 3 de los procedimientos X.25. Sin embargo, algunas realizaciones de terminales X.25 pueden necesitar una terminación total o parcial de la capa 2 dentro del TA para hacer posible los procedimientos de establecimiento LAPs existentes.

## **LLAMADA ENTRANTE**

### **OPROCEDIMIENTO DE LLAMADA DE LA RECOMENDACIÓN Q.931**

Tanto en el caso A como en el caso B, la llamada entrante se ofrece siguiendo en primer lugar los procedimientos de la Recomendación Q.931 para el establecimiento de la conexión de canal B. El TA no acepta una llamada entrante procedente de la red a menos que el punto R se encuentre en alguno de los siguientes estados:

- el estado PREPARADO, para un punto de referencia R que se ajuste a los procedimientos de conmutación de circuitos de la Recomendación X.21;
- el estado PRÉPARADO o de ENVÍO DE DATOS, para un punto de referencia R que siga los procedimientos de circuitos arrendados de la Recomendación X.21;
- circuitos 125 y 108 en estado CERRADO y el 107 en ABIERTO, para un punto de referencia R que siga los procedimientos de la Recomendación X.21 bis.

Si el punto de referencia R está puesto, o puede ponerse, en alguno de los estados adecuados antes definidos, el TA responderá al mensaje de ESTABLECIMIENTO (en cuanto lo

verificación de compatibilidad haya sido positiva) devolviendo un mensaje CONEXIÓN y esperará entonces un mensaje de señalización ACUSE DE CONEXIÓN ó LIBERACIÓN procedente de la red (el TA puede también rechazar el mensaje ESTABLECIMIENTO respondiendo con un mensaje LIBERACIÓN COMPLETA).

**NOTA.** La recomendación Q.931 no obliga a que el TA retome un mensaje de ALERTA antes de retomar a uno de CONEXIÓN.

Si el punto de referencia R no está puesto, ni puede ponerse, en alguno de los estados adecuados antes definidos, el TA responderá al mensaje ESTABLECIMIENTO según los procedimientos de respuesta negativa a llamada entrante definidos en el párrafo anterior.

La recepción de un mensaje ACUSE DE CONEXIÓN hace que el TA inicie los procedimientos apropiados, descritos en las Recomendaciones X.30 e I.461, con los que finalmente el punto de referencia R quedará en la condición adecuada para la transferencia de datos, y hace también que comience la transmisión de información por el canal B.

**NOTA.** El interfaz ETD/TA no se pondrá en estado de transferencia de datos mientras el canal B no esté completamente establecido en el punto de referencia S/T.

### **PROCEDIMIENTOS DE LA RECOMENDACIÓN X.25**

En la fase de transferencia de datos, el TA puede ser transparente a las capas 2 y 3 de los procedimientos de la Recomendación X.25. Sin embargo, algunas realizaciones de procedimientos de la Recomendación X.25 pueden necesitar terminación total o parcial de la capa 2 dentro del TA, para hacer posible los procedimientos de establecimiento LAPB existentes.

### **LIBERACIÓN DE LLAMADA**

Antes de iniciar la liberación del canal B es preciso haber detectado la liberación de la última llamada virtual por este mismo canal. La liberación del canal B puede ser detectada por tres distintos participantes en el proceso:

- 1).- el ETD, que inicia la liberación por conducto del punto de referencia R;
- 2).- la red (MP o UA), que inicia la liberación a través del punto de referencia S/T;

3).- el usuario, que inicia la liberación manualmente, mediante el interfaz hombre/máquina.

La liberación del canal B debe ir precedida por la liberación de la conexión de capa 2, entre la red y el ETD.

#### **INDICACIÓN DE LIBERACIÓN DE LLAMADA POR EL ETD**

Las condiciones en el punto de referencia R que hacen que el TA trate de desconectar la conexión de canal B son:

- en interfaz con conmutación de circuitos X.21 - una señal de PETICIÓN DE LIBERACIÓN del ETD;
- en interfaz de circuito arrendado X.21 - el paso de estado CERRADO a ABIERTO del conductor de control;
- en interfaz X.21 bis - una señal de PETICIÓN DE LIBERACIÓN por el ETD (paso del circuito 10B de CERRADO a ABIERTO).

Cuando se dé alguna de estas condiciones, el TA desconectará la conexión interna de adaptación de velocidad entre los puntos de referencia R y S/T e intentará desconectar el canal B

#### **INDICACIÓN DE LIBERACIÓN DE LLAMADA POR LA RED**

La red aplica los procedimientos de liberación de llamada en el punto de referencia S/T, para liberar el canal B. La recepción de un mensaje de DESCONEXIÓN o de LIBERACIÓN hará que el TA desconecte la conexión interna de adaptación de velocidad entre los puntos de referencia R y S/T y que ejecute en el punto de referencia R la acción que corresponda según se indica a continuación:

- en interfaz con conmutación de circuitos X.21: señalar INDICACIÓN DE LIBERACIÓN por el ETD;
- en interfaz de circuito arrendado X.21: señalar condición de ETD PREPARADO;
- en interfaces X.21 bis: poner el circuito 107 en ABIERTO.

**NOTA.** Un mensaje LIBERACIÓN puede ser una respuesta habitual a un mensaje CONEXIÓN cuando existe más de un terminal en modo paquete en las instalaciones del abonado y la

llamada entrante se ha ofrecido, de manera global, siguiendo los procedimientos de conexión de punto a multipunto de la Recomendación Q.921.

### **INDICACIÓN DE LIBERACIÓN DE LLAMADA POR EL USUARIO**

Después de que el usuario notifique manualmente la liberación de la última llamada virtual, el TA desconecta la conexión interna entre los puntos de referencia R y S/T y aplica los procedimientos de liberación de llamada en el punto de referencia S/T, para liberar el canal B. En el punto de referencia R ejecuta la acción que corresponda, según se indica a continuación:

- en interfaz con conmutación de circuitos X.21: señalar INDICACIÓN DE LIBERACIÓN por el ETC/D;
- en interfaz de circuito arrendado X.21: señalar condición de ETC/D PREPARADO;
- en interfaz X.21 bis: poner el circuito 107 en ABIERTO.

### **ACCESO A TRAVÉS DEL CANAL D**

En esta parte se definen las funcionalidades que debe soportar un TA cuando se emplea acceso por canal D. Las definiciones son de aplicación únicamente en el caso B (acceso al servicio de circuito virtual RDS1).

### **ADAPTACIÓN DE VELOCIDAD**

La adaptación de velocidad es inherente al mecanismo de resolución de contendidas para acceder al canal D. En particular, la transmisión de banderas consecutivas percibida en el punto de referencia R no será repetida en el punto de referencia S/T.

### **CORRESPONDENCIA DADA EN UNA TERMINACIÓN COMPLETA DE LOS PROTOCOLOS DE LA CAPA DE ENLACE**

En la figura 4-13 se muestra la arquitectura para el establecimiento de la correspondencia entre el enlace LAPB en el punto de referencia R y el enlace lógico LAPD en el punto de referencia S/T, en la hipótesis de terminación total de ambos protocolos de capa de enlaces en el TA. Con esta figura se desea describir la funcionalidad que ha de proporcionar el TA. No deberá suponer, sin embargo, una limitación para cualquier otra realización determinada.

Las tramas de supervisión y las tramas no numeradas de los procedimientos LAPS y LAPD tienen significado local (es decir, sólo son trascendentes para su propio enlace), por lo que no es preciso buscarles correspondencia en el otro enlace. No obstante, es posible que la recepción de una trama de supervisión o no numerada dé lugar a la transmisión de una trama análoga por el otro enlace, por ejemplo una trama SABM(E) (cuando ambos enlaces están en estado desconectado) o una trama RR, pueden dar lugar a la transmisión de una trama equivalente en el otro enlace.

Si ambos enlaces están en fase de transferencia, habrá de establecer la correspondencia de las tramas de transferencia de información. Cabe distinguir las siguientes funciones de correspondencia para estas tramas:

- A). Correspondencia del campo de dirección.
- B). Correspondencia del campo de control.
- C). Recalculación de la secuencia de verificación de trama.

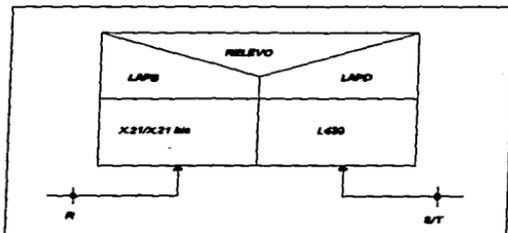


FIGURA 4-13: ARQUITECTURA DE LA FUNCIÓN DE CORRESPONDENCIA

#### AL CORRESPONDENCIA DEL CAMPO DE DIRECCIÓN DE LA TRAMA DE INFORMACIÓN

La longitud de la dirección LAPS es de un octeto.

La longitud de la dirección LAPD es de dos octetos.

### **81. CORRESPONDENCIA DEL CAMPO DE CONTROL DE LA TRAMA DE INFORMACIÓN**

La numeración secuencial LAPB de las tramas  $I$  es, por lo general, de módulo 8, si bien también puede ser de módulo 128. La numeración secuencial LAPD de las tramas  $I$  es de módulo 128.

Los números secuenciales  $N(S)$  y  $N(R)$  en los enlaces LAPB y LAPD son mutuamente independientes. Si el tamaño 8 de ventana del LAPD satisficiera, por ejemplo, las exigencias de caudal, el número máximo de tramas que se deben almacenar en memoria tampón en la función relevo del TA sería de 7 en cada sentido.

El empleo del bit (P/F) en el enlace LAPB es independiente de su utilización en el enlace LAPD.

### **82. RECALCULACIÓN DE LA SECUENCIA DE VERIFICACIÓN DE TRAMA DE INFORMACIÓN**

Los valores de la secuencia de verificación de trama (SVT) en los enlaces LAPB y LAPD son mutuamente independientes. Los valores de la SVT deben calcularse para cada trama.

### **83. CORRESPONDENCIA BASADA EN LA TERMINACIÓN MÍNIMA DE LA CAPA DE ENLACE**

Es posible además una realización más simple de la correspondencia LAPB-LAPD sin incorporar el procedimiento de control de flujo ni el de recuperación tras error. En estas condiciones, el TA tiene que realizar como mínimo las siguientes funciones de correspondencia:

- ◊ Reconocimiento del tipo de trama;
- ◊ Correspondencia del campo de dirección;
- ◊ Correspondencia del campo de control;
- ◊ Administración de las variables de estado  $V(S)$  y  $V(R)$  en ambos interfaces];
- ◊ Tratamiento de la SVT.

### **84. REALIZACIÓN**

En esta parte se definen las funcionalidades que debe soportar el TA para establecer, mantener y liberar un enlace lógico LAPD, IPAS=16 con el MP en el punto de referencia S/T y un enlace LAPB en el punto de referencia R. Esas funcionalidades exigen grados distintos de aptitud por parte del TA debido a las diferentes realizaciones de los procedimientos X.25 en el ETD.

Se pueden distinguir varios tipos, según cuál sea, el criterio para la iniciación del establecimiento de la llamada en el punto de referencia R.

**TIPO 1:** establecimiento de un enlace lógico, IPAS=16, en el canal D al detectarse la recepción de una trama SABM;

**TIPO 2:** ídem a la recepción de una trama I;

**TIPO 3:** ídem a la recepción de un paquete de petición de llamada.

**NOTA.** Alternativamente, la iniciación del establecimiento de llamada puede hacerse de forma manual, por ejemplo, apretando un botón en el TA.

El tipo 1 es el más sencillo, ya que conlleva el establecimiento de un mínimo de correspondencia entre el LAPB y el LAPD en el TA.

### **LLAMADA SALIENTE**

Con la llamada saliente, el TA inicia el establecimiento de un enlace IPAS=16 de canal D con el MP. El establecimiento del enlace por el canal D se hace de acuerdo con los procedimientos para que el canal D proporcione una conexión que permite al terminal del usuario de la RDSI tener acceso a una función MP de la RDSI.

### **CONDICIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN ENLACE LÓGICO ENTRE EL ETD Y EL MP**

Hay dos situaciones en relación con las cuales se califican las condiciones que hacen que el TA intente establecer un enlace lógico IPAS=16 por el canal D.

#### **a).- Enlace lógico semipermanente**

En este caso el enlace lógico está siempre disponible. No se precisa funcionalidad de TA para iniciar el establecimiento de ese tipo de enlace.

#### **b).- El establecimiento del canal lógico se inicia por acciones en el punto de referencia R**

El interfaz de capa 1 en el punto de referencia R es coherente con los procedimientos de interfaz X.21, X.21 bis o V.25 bis. A continuación, el ETD establecerá el enlace LAPB en el punto de referencia R y, como consecuencia de ello, el TA activará el enlace LAPD (IPAS=16) en el punto de referencia S/T.

**NOTA.** En principio también es posible activar el enlace entre el ETD y el MP por actuación manual en el TA.

### **CORRESPONDENCIA DE PROCEDIMIENTOS DE ENLACE**

En párrafos anteriores ya se ha descrito el establecimiento de la correspondencia entre el enlace lógico LAPD en el punto de referencia S y el enlace LAPB en el punto de referencia R.

### **PROCEDIMIENTOS 3.25**

Tras el establecimiento de un enlace LAPD en el punto de referencia S/T y de un enlace LAPB en el punto de referencia R y la concatenación de ambos enlaces mediante una función de correspondencia en el TA, son posibles los procedimientos de la capa 3 X.25 entre el ETD y el MP. El TA es transparente a estos procedimientos.

### **LLAMADA ENTRANTE**

#### **OTFCIMIENTO DE LLAMADA 3.31**

Cuando es de aplicación la notificación de llamada entrante, ésta se ofrece en primer lugar siguiendo los procedimientos de selección de canal mediante oftecimiento de llamada.

El TA acepta la llamada entrante cuando el punto de referencia R se halla o puede ponerse, en alguna de las siguientes condiciones:

- estado de PREPARADO o de ENVÍO DE DATOS, en el caso de punto de referencia R que se ajusta a los procedimientos X.21;
- circuitos 125 y 108 en estado de CERRADO y circuito 107 ABIERTO si se trata de un punto de referencia R conforme con los procedimientos X.21 bis y V.25 bis.

El TA responde al oftecimiento de llamada de acuerdo con la selección de canal mediante oftecimiento de llamada. Después de un procedimiento de llamada entrante exitoso, el MP inicia el establecimiento de un enlace LAPD con IPAS=16 entre el MP y el TA. El enlace LAPB en el punto de referencia R se establecerá al mismo tiempo, siguiendo los procedimientos de correspondencia de LAPB-LAPD, descritos anteriormente.

Las capas que intervienen en el enlace están ahora en la fase de transferencia de datos.

### **PROCEDIMIENTOS L25**

Tras el establecimiento de un enlace LAPD en el punto de referencia S/T y de un enlace LAPB en el punto de referencia R, y la concatenación de ambos enlaces mediante una función de correspondencia en el TA, son posibles los procedimientos de la capa 3 X.25 entre el ETD y el MP.

El TA es transparente a estos procedimientos.

### **DESCONEXIÓN DEL ENLACE DE DATOS**

Para iniciar la liberación de un enlace lógico con IPAS=16 por canal D, es preciso detectar la liberación de la última llamada virtual por ese enlace lógico. Esa detección puede hacerse por dos participantes:

- a):- el MP, que inicia la liberación del enlace lógico LAPD;
- b):- el ETD, en cuyo caso, la liberación se inicia por acciones en el punto de referencia R.

**NOTA.** En principio es posible liberar el enlace entre el ETD y el MP como resultado de una acción manual en el TA.

### **DESCONEXIÓN POR EL MP**

El MP libera el enlace lógico LAPD siguiendo los procedimientos de desconexión del canal D. Como consecuencia de la función de correspondencia entre el enlace lógico LAPD y un enlace LAPB en el punto de referencia R, la liberación del primero irá seguida de la liberación del segundo, aplicando los procedimientos LAPD adecuados. Después de liberar el enlace LAPB, el TA desconectará el interfaz de la capa 1 en el punto de referencia R:

- bien pasando del estado CERRADO al de ABIERTO el cable I, en el caso de interfaz X.21; el ETD ha de responder pasando el cable C también de CERRADO a ABIERTO. Después de esto, el interfaz queda en estado preparado, o bien
- pasando del estado de CERRADO al de ABIERTO el circuito 107 en el caso de interfaz X.21 bis o V.25 bis; el ETD ha de responder pasando de CERRADO a ABIERTO en el circuito 108.

## DESCONEXIÓN POR EL ETD

El ETD indica al TA que debe liberarse el enlace lógico entre el TA y el MP mediante la liberación, asimismo, del enlace LAPB en el punto de referencia R entre el ETD y el TA.

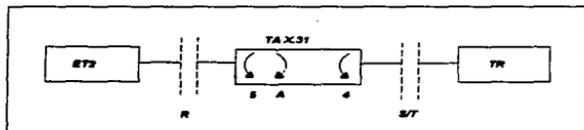
Son aplicables los correspondientes procedimientos LAPB. Tras la acción del ETD, el TA liberará su enlace lógico con el MP.

Una vez concluido el procedimiento de desconexión del enlace LAPB, el ETD desconecta el interfaz de capa 1 en el punto de referencia R:

- bien pasando del estado CERRADO al ABIERTO el conductor C en el caso de un interfaz X.21; el TA ha de responder pasando el conductor I también de CERRADO a ABIERTO. Después de esto, el interfaz queda en estado preparado, o bien
- pasando del estado CERRADO al ABIERTO el circuito 108 en el caso de interfaz X.21 bis o V.25 bis; el TA ha de responder pasando de CERRADO a ABIERTO el circuito 107.

## MANTENIMIENTO

El concepto de mantenimiento del TA estará de acuerdo con el concepto, a los efectos del mantenimiento, del acceso e instalación de abonado a la RDSI, que se define en las Recomendaciones de la serie I.600 y en la I.430. En la **figura 4-14** se muestran los lugares en que se establecen los bucles de prueba dentro del TA. Los bucles 4 y A se establecerán próximos al punto de referencia S/T y el bucle 5, próximo al punto de referencia R.



**FIGURA 4-14: LUGARES EN QUE SE ESTABLECEN LOS BUCLES DE PRUEBAS**

**MECANISMO DE ACTIVACIÓN /DESACTIVACIÓN DE BUCLES**• **Bucle de prueba 4**

El bucle de prueba 4, controlado desde el lado red del TA, se activa mediante un protocolo de capa de aplicación por el canal B o el D o mediante un mensaje de capa 1 por el canal B seleccionado, después de que se haya establecido una conexión entre el punto de control y el TA. La selección del canal B en el que se establece el bucle forma parte del procedimiento de establecimiento de llamada. Mientras permanezca establecido el bucle, serán de aplicación los siguientes estados en el punto de referencia R(X.21):

hacia el terminal, R=0/1 ..., I=ABIERTO (ETCD no preparado controlado).

• **Bucle de prueba 5**

Para la Activación/Desactivación del bucle de prueba 5 vale lo dicho en el anterior apartado. Puesto que el bucle de prueba 5 está próximo al punto de referencia R, el punto de establecimiento del bucle se halla en la circuitería del punto de referencia y no dentro del canal B. Es posible que la composición del tren de bits recibido en el TA y la del retornado en bucle por el canal B no sean idénticas en el punto de referencia S/T, debido al mecanismo de adaptación de velocidad. No obstante, en el punto de establecimiento del bucle, si son idénticos los trenes de bits entrante y saliente (retornado en bucle).

Mientras permanezca establecido el bucle, serán de aplicación los estados definidos en X.21 para el bucle 2b.

• **Bucle de prueba A**

El bucle de prueba A se Activa/Desactiva según los procedimientos definidos en las recomendaciones X.21 y X.21 bis.

**NOTA.** La Activación /Desactivación de los tres bucles de prueba anteriores se puede hacer manualmente, como alternativa, si se desea.

## 4.2 TA DE INTEL

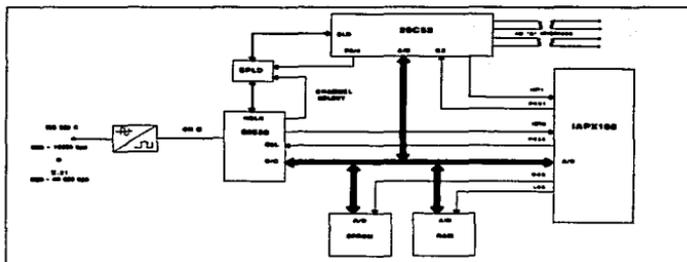
Existen varias empresas que han diseñado diversa variedad de circuitos de Adaptadores de Terminal y en modalidades diferentes, como son, en cassetes negros que tienen una fila de seis leds en el extremo inferior derecho y cada uno de ellos debidamente rotulados; otros son muy parecidos a los módems, tienen un display y su respectivo teclado, pueden ser de tres ó cuatro botones ó hasta tener de 15 a 20 teclas, dependiendo de si tiene integrado algún otro tipo de aditamento (como por ejemplo, un Terminador de Red, NT) ó, debido a la velocidad que manejen; hay otros disponibles en la modalidad de tarjeta que se pueden insertar en uno de los slots libres de la PC.

De éstos Adaptadores de Terminal generalmente todo usuario sólo conoce sus dimensiones físicas y, por supuesto, las características propias que le brinda el aparato de acuerdo a sus necesidades de conectividad, sin embargo, el usuario desconoce el funcionamiento interno. En ésta sección se explica el funcionamiento interno de un Adaptador de Terminal que ha sido diseñado por INTEL. Es un diagrama que consta de seis circuitos integrados. En la **figura 4-15** podemos observar el modo de conexión entre ellos.

Esta configuración electrónica (figura 4-15 ) nos ayudará a explicar y entender el funcionamiento del Adaptador de Terminal (TA).

Un Adaptador de Terminal es el enlace (ó se encuentra en el enlace) que existe entre equipos terminales no RDSI, como el facsímil ó impresoras, y la red RDSI (de ahí su nombre de Adaptador). La función de ésta aplicación es hacia el reemplazo efectivo de equipo, como lo es el módem, y el proceso de datos es de una RS-232 ó X.21 a una interfaz "S" a 4 hilos (para el caso específico de éste diseño, pero existen otras modalidades en las interfaces del equipo terminal no RDSI que se utilizan).

El diseño de la **figura 4-15** está basado sobre un transceiver 29C53 para la conexión a RDSI y un microprocesador 80188 en combinación de un controlador de comunicaciones 82530 para la conexión de datos.



**FIGURA 4-18: CONFIGURACION ELECTRONICA DE UN TA DE INTEL**

El levantamiento ó amarrar del enlace es como sigue:

El usuario levanta la llamada de datos (ó el enlace) en la misma manera como se usa un módem HAYES, un comando es transferido al Adaptador de Terminal (TA) vía la interfaz RS-232. Los comandos toman forma de un conjunto de códigos ASCII en los cuales los primeros dos caracteres son "AT" (códigos de atención).

El 80188 (microprocesador) acepta los comandos y comienza el procedimiento de levantamiento de la llamada (ó del enlace) para comunicar las llamadas al Terminador de Red (NT). Esto es llevado a cabo por el paso (la aprobación) de los mensajes de llamada que han sido levantados ó amarrados al protocolo de nivel de enlace el cual es transferido al Terminador de Red (NT) por el nivel físico (bus "S").

Observando las tareas de cada uno de los circuitos, el funcionamiento del TA es como sigue:

El 82530 utiliza un modo de transmisión Full-Dúplex y es un Controlador de Comunicaciones Serial de canal dual con capacidad en modo asíncrono, en modo de bit ó de bytes síncronos. El 82530 recibe los comandos desde las interfaces RS-232 ó X.21 (tal como se describió en el Capítulo 1, sección 1.2.4) y la terminal y éstos pasan al microprocesador 80188.

El microprocesador 80188 después de haber recibido la información desde teclado, establece el enlace vía el transceiver 29C53 canal D para luego enviar ó mandar el mensaje del destino del enlace de acuerdo al CCITT (tal como se explicó en el capítulo 3, acerca de LAP-D). La generación de la estructura del establecimiento de la comunicación la describe la recomendación 1.451 del CCITT. La parte superior del Procedimiento de Acceso al Enlace (especificado en la recomendación 1.440 del CCITT) está soportando:

- Múltiples canales lógicos
- Control de secuencia
- Corrección de error (retransmisión)
- Control de flujo

El EPLD tiene las siguientes funciones:

- Conversión de Interfaz. Serial hacia/desde SLD
- Asignamiento de canal B

El 29C53 (transceiver) se compone de:

- Interfaz de nivel físico (recomendación 1.430)
- Parte inferior del procedimiento de Acceso al enlace
  - ⇒ Inserción/Supresión de cero
  - ⇒ Verificación y generación del CRC
  - ⇒ Detectando y anexando la bandera
- Almacenamiento de mensajes en memoria intermedia del canal D

El 80188 pasa los mensajes de información por el canal D vía el bus paralelo hacia el interior del FIFO's del 29C53.

El Terminador de Red (NT) concede un canal B ó D (si está disponible) hacia el Adaptador de Terminal (TA) y el canal está ahora listo para la transferencia de datos.

Una indicación para iniciar la transferencia de datos es dando a la terminal del usuario un puerto vía RS-232 ó X.21 para que realice el comienzo de la comunicación (esto es, después de

cumplir el establecimiento de la llamada a nivel de capa física). Subsecuentemente cualquier dato, desde la terminal, es tratado como sigue:

Los datos desde la terminal pasan del 82530 a la RAM vía uno de los canales DMA del 80188.

El 80188 trae los datos de la RAM, desempaquetándolos y empaquetándolos, esto antes de enviarlos de regreso al 82530 donde un protector del protocolo HDLC es añadido (esto permite el ajuste del HDLC usado por X.25 al utilizado por LAP-D).

Desde el 82530 los datos llegan al EPLD para ser insertados hacia el canal B1 ó B2 sobre el bus SLD. El 29C53 envía éstos datos hacia afuera por la interfaz "S" (vea la sección 3.2).

#### **CONSTRUCCIÓN DE UN TELÉFONO PARA RDSI EN UN TA**

La **figura 4-16** ilustra el concepto de un teléfono RDSI con montaje para terminales estándares Sync/Async, lo cual nos permite observar que no se requiere cambiar la terminal para hacerla compatible con la RDSI.

El diseño está basado en un transceiver 29C53 para la conexión a la RDSI, un 29C48 para la conexión de voz y un microprocesador 80188 en combinación con un controlador de comunicaciones 82530 para la conexión de datos. Los beneficios de la aplicación son:

- VELOCIDAD DE DATOS: Levantamiento de datos a una velocidad de 19.2 kbps usando una interfaz RS-232 ó a 48 kbps usando una interfaz X.21.
- DISEÑO COMPACTO Y BAJO COSTO.
- TRANSMISIÓN LIBRE DE ERRORES VIRTUALMENTE.
- INTEGRACIÓN DE VOZ Y DATOS.

#### **ENLACE**

##### **APLICACIÓN DE AMBOS ENLACES PARA VOZ Y DATOS.**

El 80188 acepta los comandos y comienza el procedimiento de establecimiento de llamada para comunicar el destino de las llamadas hacia el NT (ó CO). Esto es llevado a cabo por el

conjunto de mensajes de llamada que pasan a un protocolo de nivel de enlace, el cual es pasado al NT bajo el nivel físico (bus S). La partición de las tareas es como sigue:

**8279:** El 8279 controla el teclado y display explorando el pad (block) del número telefónico y soportando un display pequeño telefónico. Las llamadas son iniciadas cada una directo al teclado de la terminal usando el set de comandos de un Módem Smart (Inteligente) Hayes ó vía el pad (block) de número telefónico.

**82530:** Controlador de comunicaciones serial de canal dual y transmisión Full-Dúplex con capacidad de trabajar en modo asíncrono, bit ó byte síncrono. El 82530 recibe comandos desde las terminales con Interfaz RS-232 ó X.21 y ellos pasan al 80188.

**80188:** Después de haber recibido la información marcada desde cada teclado, el 80188 levanta la llamada vía el 29C53 canal D, enviando el mensaje apropiado y levanta el enlace.

El 80188 realiza también las funciones siguientes:

- Generación del bloque de mensajes de llamada (CCITT 1.451)
- Porción superior del procedimiento de acceso al enlace (LAP) (CCITT 1.440) soportando:
  - ⇒ Canales lógicos múltiples
  - ⇒ Control de secuencia
  - ⇒ Corrección de error (retransmisión)
  - ⇒ Control de flujo

#### **EPLD**

- Conversión de Interfaz, serial hacia/desde SLD
- Asignación del canal B

#### **29C53**

- Interfaz de nivel físico (CCITT 1.43D)
- Porción baja del procedimiento de acceso al enlace (LAP):
  - ⇒ Inserción/borrado de zero
  - ⇒ Generación del CRC y chequeo



- El 80188 trae los datos desde la RAM, desempaqueta y empaqueta éstos antes de enviarlos de regreso al 82530 donde un protector de protocolo HDLC es añadido.
- Desde el 82530, los datos llegan al EPLD para ser insertados dentro del canal B1 ó B2 en el bus SLD. El 29C53 envía éstos hacia afuera por la interfaz "S".

### 4.3 TA DE INTEL

El punto de referencia R (figura 4-17), es en donde las terminales con interfaces no RDSI (TE2) accesan a dicha red. Las terminales de datos en éste punto tienen que cumplir con las recomendaciones "pre RDSI" para interfaces de equipo de comunicación de datos: X.20, X.20 bis, X.21 y X.21 bis y, algunas recomendaciones de la serie V. Las recomendaciones I.460, I.461, I.462 e I.463 (vea el apéndice B) especifican cómo esas interfaces de datos no-RDSI tienen que ser adaptadas a velocidad síncrona de 64 Kbps para cumplir con la RDSI.

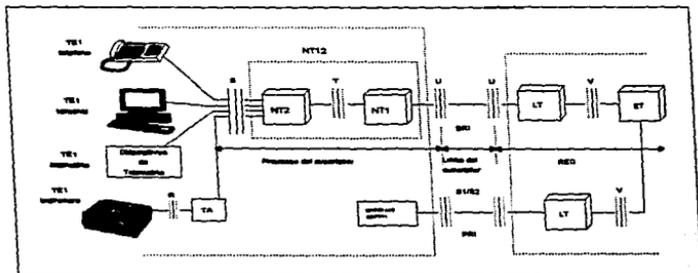


FIGURA 4-17: CONFIGURACION DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

En la figura 4-18 se ilustra el diagrama a bloques del adaptador de terminal diseñado con tecnología MITEL. El cual se compone de:

- un microcontrolador,
- un PAD (empaquetador-desempaquetador),
- un MH89500 que es un RIM (Módulo de Interfaz R) y
- un MT8930 que es un Circuito Interfaz de Red de Usuario.

El MH89500 realiza la adaptación de velocidad de acuerdo a las recomendaciones 1.460, 1.461 e 1.463 y que se ha explicado en la sección 4.1 y 4.2.

La información de la adaptación de velocidad es transferida hacia y desde un Bus ST, donde la información está disponible para cualquier otro componente de Bus ST RDSI.

El MH89500 requiere un reloj de 4096 Khz y un pulso de trama, usando los canales del Bus ST, el canal 0, 2 ó 3 (éstos canales 2 y 3, son compatibles con los canales B).

La Recomendación 1.460 especifica que los canales de velocidad baja múltiples (8 Kbits/s, 16 Kbits/s) y 32 Kbits/s tienen que ser multiplexados dentro de un canal B de 64 Kbit/s.

Cualquier velocidad de bit abajo de 8 Kbit/s solamente necesita un bit en un canal de 8 bits ST-BUS :

- \* 8 para una velocidad de 16 Kbit/s necesita 2 bits,
- \* 16 para una velocidad de 32 Kbit/s necesita 4 bits, y
- \* 32 para una velocidad de 64 Kbits/s necesita 8 bits.

El MH89500 (un dispositivo de canal 1) permite la especificación de los bits en el canal ST-Bus que están en uso.

Esta capacidad permite levantar hasta ocho MH89500 conectados en paralelo, información submultiplexada dentro de un canal común.

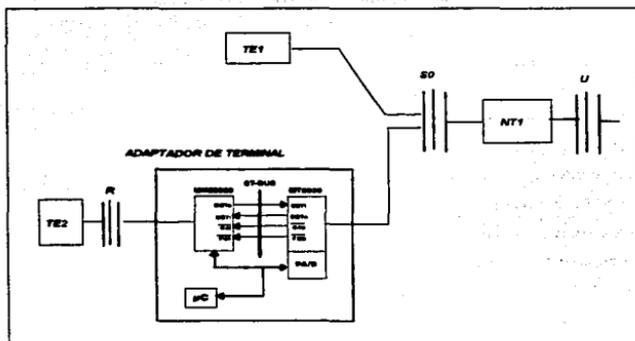


FIGURA 4-18: DIAGRAMA A BLOQUES DE LA CONFIGURACION ELECTRONICA DE UN ADAPTADOR DE TERMINAL DE MITEL

#### 4.4 ACOPLAMIENTO DE IMPEDANCIAS

Este acoplamiento se lleva a cabo mediante un circuito híbrido, el cual efectúa la conversión de dos a cuatro hilos, que es la que se requiere entre la línea de dos hilos del abonado y la sección de codificación de cuatro hilos.

Esta conversión es necesaria para el circuito de teléfono en un TA, de INTEL, que se explicó en la sección 4.4. En las figuras siguientes se ilustra, a manera de ejemplo, un circuito híbrido explicando su funcionamiento.

La sección más sencilla de los circuitos es la del lado de recepción, que aparece en la figura 4-19. Como la línea telefónica estándar requiere una terminación de  $600 \Omega$  de impedancia y la impedancia de salida de los amplificadores (amp) de potencia es extremadamente baja, se debe cargar el transformador. De acuerdo con esto, se utilizan dos

resistores de  $300\ \Omega$  en lugar de uno de  $600\ \Omega$  para mantener un buen balance longitudinal. Las señales se transmiten del amp de potencia al teléfono, pero las señales que llegan del teléfono no afectan el lado de recepción de filtro, debido a la baja impedancia de salida del amp de potencia. Esto completa una parte de la conversión de 2 a 4 hilos.

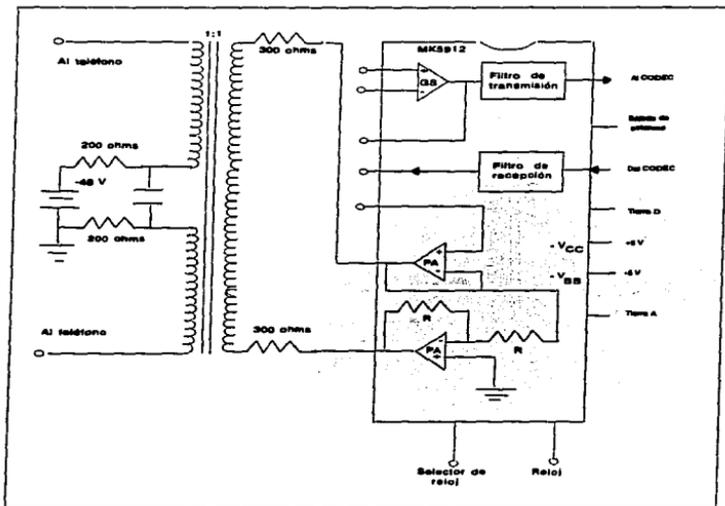


FIGURA 4-18: CIRCUITOS RECEPTORES PARA INTERFAZ DE LÍNEA TELEFÓNICA

La figura 4-20 incluye los circuitos de transmisión. Estos son algo engañosos, ya que la entrada del filtro de transmisión debe "escuchar" al teléfono, pero no la salida de los amplificadores de potencia. Esto se logra con la resistencia  $R_5$  al balancear la entrada al



## 4.5 MODO DE CONEXIÓN DEL TA EN LA RED

La serie de configuraciones que a continuación se muestran constituye la base sobre la cual se normaliza el soporte de los ETD X.25 por la RDSI, y muestra una posible configuración de referencia para la conexión de los ETD basados en la Recomendación X.21 con la RDSI.

La figura 4-21 ilustra un ejemplo de configuración de acceso al cliente utilizando la interfaz X.21, así como también la X.21 bis y la X.20 bis.

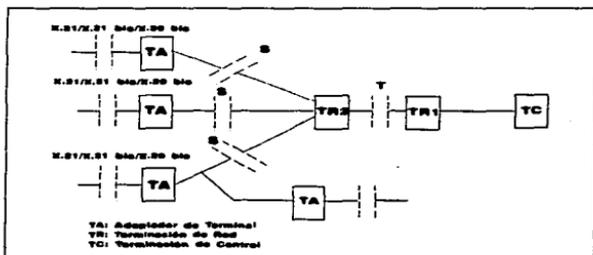


FIGURA 4-21: EJEMPLO DE CONFIGURACION DE ACCESO DE CLIENTE

La figura 4-22, muestra un ejemplo de configuración de interfuncionamiento de redes para las clases de servicio de usuario 3 hasta el 7.

Como ya se ha descrito en la sección 4.1, las funciones realizadas por los TA X.21, TA X.21 bis y X.20 bis, en la figura 4-22 pueden existir los siguientes casos de interfuncionamiento entre éstos TA (TA a TA) y entre TA y ETD que se conectan a la RPDCC<sup>4</sup> y la RTPC<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> RPDCC= Red Pública de Datos con Conmutación de Circuitos.

<sup>5</sup> RTPC= Red Telefónica Pública Conmutada.

Los casos de interfuncionamiento pueden ser:

- (1) TA X.21 TA X.21
- (2) TA X.21 TA X.21 bis
- (3) TA X.21 bis TA X.21 bis
- (4) TA X.21 ETD X.21
- (5) TA X.21 ETD X.21 bis
- (6) TA X.21 ETD de la serie V
- (7) TA X.21 bis ETD X.21 bis
- (8) TA X.21 bis ETD X.21 bis
- (9) TA X.21 bis ETD de la serie V

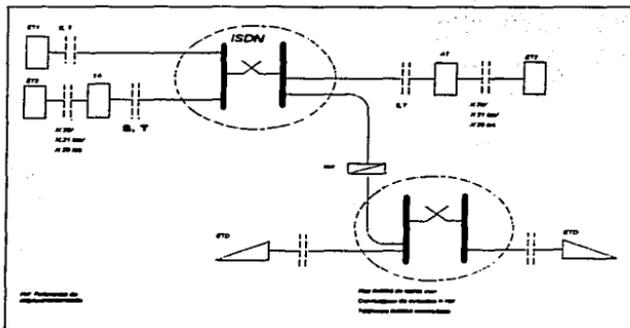


FIGURA 4-23: EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN DE INTERFUNCIONAMIENTO DE REDES

La **figura 4-23** se refiere al servicio del caso A, lo que indica un tratamiento transparente de llamadas por paquetes a través de una RDSI. El acceso sólo es posible por el canal B. En este contexto, el único soporte que la RDSI proporciona a las llamadas por paquetes es un tipo de

conexión física de red transparente, semipermanente en modo circuitos, a 64 Kbit/s ó por demanda, entre el puerto adecuado de la RPDCP y el ETD X.25 con su TA ó ET1 en las instalaciones del cliente.

En el caso de acceso semipermanente, el ETD X.25 con su TA ó el ET1 se conectan al correspondiente puerto RDSI en la RPDCP (UA). El TA, si está presente, sólo realiza la necesaria adaptación de la velocidad de canal físico entre la del usuario en el punto de referencia R y la del canal B de 64 Kbit/s. Los mensajes de la Recomendación Q.931 no se utilizan en este caso.

En el caso de acceso con conmutación a la RPDCP, situación que se ilustra en la parte superior de la figura 4-23, el ETD X.25 con su TA ó el ET1 se conectan a un puerto de unidad de acceso a la RDSI en la RPDCP (UA). La UA puede también establecer los canales físicos a 64 Kbit/s a través de la RDSI.

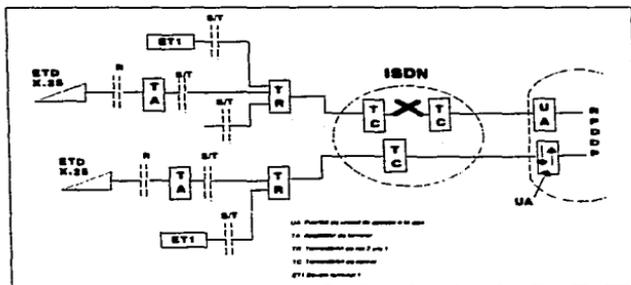


FIGURA 4-23: CONFIGURACION PARA EL ACCESO A LOS SERVICIOS DE LA RPDCP

La configuración de la figura 4-24, se refiere al caso en que la función de manejo de paquetes (MP) se efectúa dentro de la RDSI. Esta configuración ilustra el caso de procedimientos de capas de enlaces y paquetes X.25 transportados a través del canal B. La llamada por







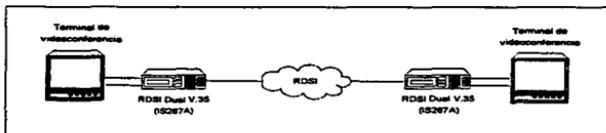


FIGURA 4-28: CONFIGURACION DE UN ADAPTADOR DE TERMINAL RDSI, DUAL V.32 Y V.36

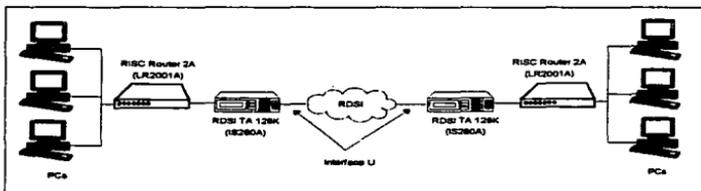


FIGURA 4-29: CONFIGURACION DE UN ADAPTADOR DE TERMINAL RDSI, 128K



**CAPÍTULO 5**

**ANÁLISIS  
COSTO-BENEFICIO**

El presente capítulo se estructura en tres temas, el primero es un ejemplo de la forma en que los usuarios evalúan un proyecto a implementar, en éste caso particular, el de acceder a la RDSI. Se mencionan las pautas que se toman en cuenta para realizar un análisis de éste tipo, y se emite un modelo genérico.

En el segundo tema, se muestra de manera general, los costos del adaptador de terminal, siendo este tema sólo una parte del análisis completo Costo-Beneficio.

Y en el tercer tema se exponen 3 ejemplos de usuarios que han accedido a la RDSI y que reportan los beneficios que han obtenido.

## **5.1 MODELO GENÉRICO DE ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA RDSI**

Generalmente cualquier usuario considera el valor de lo que utiliza (o de algún servicio que desea adquirir) en relación al costo incurrido en recibir un beneficio.

En una evaluación de utilización de RDSI en un conjunto de negocios los usuarios tendrán que comparar los costos y beneficios de su actual método de operación con el de utilizar RDSI. Entonces si la RDSI tiene sentido para su situación en particular, es decir, que el conectarse a ella sea la solución más óptima en cada una de sus circunstancias, siendo así, un cambio significativo en productividad.

Para ayudar en ésta decisión se ha formado un grupo de personas, denominado NIUF (Foro de usuarios de RDSI de Norteamérica) que lo integran miembros de diversas compañías, como son: Northern Telecom, Motorola, AT&T, Bell Labs., IBM, UNISYS, BellCore y EDS entre otras. Ellos han preparado un conjunto de pautas para que los usuarios sepan los costos y beneficios asociados con la utilización de la RDSI, dichas pautas se basan en el trabajo realizado de Marzo de 1990 a Octubre de 1992. El esfuerzo se concentró en una identificación de las categorías de elementos de costos de aplicación y en pro de la clase de gastos que tienen los negocios.

Generalmente hay pérdidas monetarias para los usuarios y por supuesto para la compañía si se requiere de un sistema NUEVO en su totalidad de RDSI, que, para una aplicación

"superpuesta". Entendiéndose éste término, como el que la compañía desee adquirir sólo los elementos necesarios para adaptar su sistema actual al de la RDSI.

De manera similar los beneficios de una línea BRI ( Interfaz Basic Rate) de RDSI se van incrementando al utilizar los demás servicios y aplicaciones que por un sólo BRI.

Evaluando las pérdidas monetarias que conlleva el conectarse a la RDSI y los beneficios obtenidos, se insta a que los usuarios analicen éstos puntos con sus coordinadores de tarifa para concluir, teniendo en las manos el informe de "Análisis Costo-Beneficio".

Por supuesto los usuarios tienen que incorporar a éste análisis los elementos costo/beneficio del ciclo de vida del sistema sobre una base realista, comúnmente de 5 a 6 años para tener en mira el panorama exacto de gastos y de beneficios para el usuario.

El NIUF desarrolló una lista que indica los elementos generales a ser considerados bajo las categorías de beneficios costeables e incosteables, los costos a eliminar ó evitar. Los usuarios también deben considerar la situación de incluir otros costos potenciales y ver la manera de ahorrar gastos, al igual que considerar aplicaciones superpuestas ó superpuestas.

La lista se observa en la **figura 5-1**, donde indica el potencial en costos y beneficios de la RDSI. Esta lista es un modelo genérico del análisis.

## **5.2 COSTOS DEL TA<sup>1</sup>**

En el mercado de las comunicaciones de datos existe una gran variedad de marcas que presentan una amplia línea de productos y que a través de exposiciones, catálogos ó visitas de sus ejecutivos de ventas, muestran al usuario que sus productos son sencillos, confiables y de bajo costo y que están justo a la medida tanto de las aplicaciones como del presupuesto del cliente. Luego entonces a éste le corresponde "elegir" entre toda ésta gama de productos el que realmente cubra sus necesidades de conectividad y presupuesto.

<sup>1</sup> Los datos obtenidos de los costos se hicieron en el mes de Diciembre de 1995.

<b>BENEFICIOS</b>			
Ta de datos a mayor velocidad con infraestructura básica			
Ta de datos hacia otros ambientes			
Telefonos inalámbricos			
Acceso a tratamientos de paquetes de datos			
Distribución automática de llamadas			
Identificación de Número Automático (ANI) desde un FTS2000 de la Red Pública			
ANI desde usuarios privados			
Procedimiento de activación telefónica más rápida			
Nuevas aplicaciones			
Menor tiempo de transferencia de señales			
Incrementación de llamadas completas			
Reducción de "colas de tráfico"			
Menor tiempo de resolución de "peticiones"			
Acceso más rápido a información			
Ciudadanos más satisfechos			
Servicio más rápido y mayor			
Reducción del costo de uso en transición			
Ahorro en productividad			
Administración de red en ambientes grupales (WAN)			
Variables			
• Incremento estimado en productividad (%)		Menor	
• Número de trabajadores afectados			
• Promedio de costo por Trabajador x Hora			
Total potencial de productividad y beneficios tangibles		\$0	
Periodo de Amortización de Costos por Servicio			Menor
Costos Eliminados/Abatidos			
• Carga por servicio		Menor	
• Equipo			
• Cableado			
• Salarios			
• Espacio de Piso			
• Ambiente			
• Servicio Eléctrico			
• Aterrizamiento			
• Movimentación y Cambio			
• Costos de Largo Plazo			
Total Menor de Costos Eliminados/Abatidos		\$0	
Costos de Implementación RDSI		Menor	Menor
Cableado, incluyendo Conectores			
Diseño de Cableado, Certificación			
Carga por terminación de Contrato			
Equipo de Terminación de Red (NT), etc.)			
Instalación de Teléfonos			
Clave			
Inspección de Administración por Telecom			
Entrenamiento Técnico por Telecom			
Entrenamiento para la Atención en la Central			
Entrenamiento al Usuario			
Servicio Básico			
Monitoreo de Línea			
Servicio Especialista (Análisis de Troncales, etc.)			
Tiempo de Administración			
Entrenamiento para el Atención a Contratistas			
Monitoreo Logístico			
Costos Manuales		\$0	
Costos de Equipo		\$0	
Costos Mensuales		\$0	DFV/0
Equivalente Mensual de Costos por Servicio		\$0	DFV/0
Total Menor de Costos para Implementar RDSI		\$0	
Total Menor de Productividad y Beneficios Tangibles		\$0	
Total Menor de Costos Eliminados / Abatidos		\$0	
Total Menor Menor de Costos para Implementar RDSI		DFV/0	
Total de Ahorro por Año		DFV/0	

FIGURA 5-1: MODELO GENÉRICO DE ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA RDSI

En este trabajo de tesis presentamos las especificaciones, a manera de ejemplo (sin tener preferencia por ninguno), de adaptadores de terminal que salen al mercado por las siguientes empresas: RAD Data Communications, Black Box y Motorola.

### **RAD Data Communications**

#### **ITA**

#### **ADAPTADOR MINIATURA PARA TERMINAL RDSI (ver figura 5-2)**



**Figura 5-2**

- Conecta un DTE V.24/RS-232 a los 64 kbps
- Adaptador de velocidades para aplicaciones RDSI
- Velocidades hasta 19.2 kbps
- Asíncrono ó Síncrono
- Compatible con las normas CCITT 1.460 (V.110)
- Interfaz de 64 kbps: X.21 ó V.35

El ITA, de tamaño miniatura, permite la conexión de equipos DTE (Data Terminal Equipment) de baja velocidad serie V a adaptadores de terminal RDSI, cumpliendo con la norma CCITT V.110. El ITA opera en formato síncrono ó asíncrono, realizando la conexión entre velocidades de DTE de hasta 19.2 kbps a la velocidad de canal B de 64 kbps.

El TA puede también ser utilizado en aplicaciones no RDSI como adaptador de velocidad e interfaz en cualquier aplicación que requiera conversión de las bajas velocidades V.24/RS-232 a un canal de alta velocidad (64 kbps) V.35 ó X.21.

Las señales de control se transfieren de extremo a extremo, cumpliendo con las normas CCITT 1.463 (V.110) e 1.460. Dos LEDs indican que hay alimentación y pérdida de sincronismo. El TA requiere una fuente de alimentación de pared.

Nota. se deben utilizar en pares.

### **BLACK-BOX**

#### ♦ **ADAPTADOR DE TERMINAL RDSI A 128K** (ver figura 5-3)



**Figura 5-3**

El TA128k es flexible, económico, rápido y fácil de usar. Corre a altas velocidades sync ó async. Coloca los datos sync a 128 kbps y, los async a 115.2 kbps. En velocidades de datos superiores a 64 kbps, aporta una multiplexación inversa proporcionando ancho de banda que esté en demanda.

El TA tiene interfaces RS-232, RS-366, RS-530A y V.35. Este es ideal para sus aplicaciones de mainframe y red Wan.

La marcación se realiza desde el panel frontal del TA, ya sea almacenando números ó con el uso de comandos AT. Para aplicaciones de videoconferencia y Fax, use la interfaz RS-366. También, desde el panel puede configurar, probar y monitorear.

• **ESPECIFICACIONES.**

**ESTÁNDAR:** Northern Telecom DMS-100, AT&T 5ESS central office switches; CCITT (ITU) V.120, T-Link.

**PROTOCOLO:** DTE: Asynchronous y synchronous; BRI: 2B1Q

**VELOCIDAD:** Async to 115.2 kbps; sync to 128 kbps.

**INTERFAZ:** RS-530A ó V.35, RS-366

**CONECTORES:** (2) DB25 female, (1) V.35 female, (1) RJ-45

**POTENCIA:** 115 VAC, 60 Hz, 8 watts

**DIMENSIONES:** 2.3"Hx 8.8"Wx11"D (5.8x22.4x27.9cm)

**PESO:** 3lb. (1.4 kg)

• **COSTO<sup>2</sup>.**

TIPO	PRECIO
RDSI Terminal adapter 128k	\$ 1495.00
RS-232 cable	\$ 23.00 = \$93/m
V.35 Interfaz cable	\$ 97.93 = \$1.45/m

• **ADAPTADOR DE TERMINAL DUAL 232 Y V.35 (ver figura 5-4)**



*Figure 5-4*

Corre 2 dispositivos sync a 64 kbps ó uno a 128 kbps. Bajo tecnología RDSI, con un sólo adaptador.

<sup>2</sup> Todos los precios están en Dólares Americanos y las cuotas son para comparación únicamente en E.U.A.

Estos modelos permiten el uso simultáneo de los canales B a velocidades de 64 kbps. Si se usa el protocolo BONDING de Northern Telecom se obtiene un canal a 112 ó 124 kbps y si se usan los dos modelos proporciona una velocidad a 128k con éste protocolo.

Esto hace que éstos adaptadores sean ideales para videoconferencia, la marcaclón que levanta su conferencia es con V.35 bis ó usando comandos AT. Estos adaptadores soportan una variedad de equipo DTE. El display mantiene siempre a la vista la configuración y el estado.

• **ESPECIFICACIONES.**

**ESTÁNDAR:** Northern Telecom DMS-100, AT&T 5ESS central office switches; CCITT (ITU) V.120, T-Link.

**PROTOCOLO:** DTE:synchronous; BRI: 2B1Q

**VELOCIDAD:** SYN to 64 kbps; with BONDING, 112 OR 128 KBPS; Async to 57.6 kbps.

**INTERFAZ:** RS-232 (V.24), RS-232, V.35

**CONECTORES:** IS262A:(2) DB25 female RS-232; IS267A:(2) M.34 female V.35

**POTENCIA:** 115 VAC  $\pm$  10%, 60 Hz.

**DIMENSIONES:** 2.5"Hx 7"Wx10"D (6.4x17.8x25.4cm)

**PESO:** 5lb. (2.3 kg)

• **COSTO.**

TIPO	PRECIO
232	\$ 1495.00
V.35	\$ 1495.00
NTU-1	\$ 595.00
NTU-1 PS (Power Supply)	\$ 225.00
RS-232 cable	\$ 25.00 + \$ 95/m
V.35 Interfaz cable	\$ 97.95 + \$1.45/m

• **ADAPTADOR DE TERMINAL DE VOZ (ver figura 5-5)**

Atribuye una alta velocidad a sus dispositivos y teléfonos vía RDSI.

El adaptador RDSI se complementa totalmente con el más avanzado formato de conmutación digital CO (Northern Telecom DMS-100 y AT&T 5ESS). Sus llamadas viajan rápidamente -38.4 kbps (Async) y 64 kbps (Sync)-.



Figura 5-5

Se coloca rápidamente. El plug (conector) es el justo para su PC y su teléfono analógico es fácilmente instalado dentro de cualquiera de los adaptadores RDSI. Puede obtener simultáneamente comunicación de voz y datos bajo un sólo enlace RDSI. Opera con botones de tecla y el manejo de la programación es simple. Puede monitorear una variedad de pruebas de diagnóstico.

Lo puede programar desde su PC pues éstos adaptadores son compatibles con los comandos AT. Los LEDs le permiten verificar el estado de sus conexiones.

• **ESPECIFICACIONES.**

**ESTÁNDARES:** Northern Telecom DMS-100, AT&T 5ESS central office switches; ITU V.120, T-link

**PROTOCOLO:** DTE: Asynchronous and Synchronous; BRI: 2B1Q

**VELOCIDAD:** Async: up to 38,400 bps; Sync: 1200 to 64,000 bps

**DIAGNÓSTICO:** 2B + D loopback, bilateral loopback, NT1 B1 loopback, NT1 B2 loopback, NT1 B1 and B2 loopback, NT1 self-test, nailed-up tests for B1 and B2

**INTERFAZ:** IS250A, IS252A: EIA 232; IS255A, IS257A: ITU V.35

**CONECTORES:** IS250A, IS252A: D825 female; IS255A, IS257A: 34-pin M block; Analog phone: RJ-11 female; S/T Interfaz: RJ-45

**POTENCIA:** 115 VAC  $\pm$  10%, 60 Hz, 6 watts

**DIMENSIONES:** 2.2"hx 7"wx10"D (5.6x17.8x25.4 cm)

**PESO:** 5.5 lb. (2.5 kg)

• **COSTO.**

TIPO	PRECIO
232 Terminal Adapter	\$2095.00
232 Terminal Adapter	\$1945.00
V.35 Terminal Adapter	\$2095.00
V.35 Terminal Adapter	\$1945.00
NTU-1	\$595.00
NTU-1 PS (power supply)	\$225.00
RS-232 cable	\$25.00 = 0.95/m
V.35 Interfaz cable	\$97.95 = 1.45/m

**MOTOROLA**

• **PCTA120** (ver figura 5-6)



Figura 5-6

Conexión a RDSI BRI (2B+D) y emulación de terminal en una tarjeta.

El PCTA120 de Motorola es un adaptador de terminal de alta velocidad con una interfaz multiprotocolo síncrono/asíncrono. Diseñado para proporcionar una transición simple de métodos de corriente analógica de voz y transmisión de datos a la Red Digital de servicios Integrados (RDSI), el PCTA120 está disponible como una tarjeta que se ajusta dentro de un slot libre en su PC.

**COMO UN ADAPTADOR DE TERMINAL**

El PCTA120 proporciona acceso a 2 canales B de 64 kbps y un canal D de 16 kbps para llamadas de datos en conmutación de circuitos, soporta teléfono POTS y soporta paquetes X.25.

El PCTA120 proporciona una conexión desde una PC y desde el set estándar telefónico a la interfaz S/T de la RDSI para la comunicación simultánea de voz y datos, sobre una sola línea de acceso a velocidad básica, usando una u otra llamada: conmutación de circuitos ó paquetes X.25. El PCTA120 esta "atado" con el software Call Manager, el cual proporciona la función y las características de un actual teléfono RDSI.

Es compatible con AT&T 5ESS, Northern Telecom DMS-100 y con la central de conmutación telefónica National ISDN One. El PCTA120 es suficientemente versátil para conocer los requisitos en muchos sitios diferentes y proporciona compatibilidad con varios tipos de servicios de conmutación digital.

El PCTA120 permite la transferencia de datos desde 300 bps a 38.4 kbps y la transferencia de datos síncronos desde 1200 bps hasta 64 kbps.

El puerto estándar asincrono COM y el puerto síncrono DMA son seleccionados por el usuario con hardware ó registros programables.

El canal de voz soporta los servicios de llamada disponible en más sistemas telefónicos, tal como las Call Waiting y Three Way Calling.

Proporciona una llamada entrante de notificación. Una fuente de poder que se monta externamente es proporcionada para mantener el servicio telefónico aunque la PC esté apagada.

Con el canal D soporta paquetes X.25, el PCTA120 procesa datos asincronos usando internamente las recomendaciones del CCITT X.3, X.28, X.29 obedeciendo al PAD (empaquetar/desempaquetar) para transmisión con el protocolo LAP-D. Un gran número de facilidades X.25 son soportadas, incluyendo grupos de usuarios cerrados y reverse Charging (cambio de acuse).

El PCTA120 proporciona el set de comandos estándar para llamadas asincronas de voz y datos. La marcación de comandos Sync-up y V.25 bis son proporcionados para llamadas síncronas.

### COMO UN EMULADOR DE TERMINAL

La interfaz multiprotocolo síncrono del PCTA120 proporciona las comunicaciones para micro-circuito-mainframe. Cuando se instale con el software apropiado, el PCTA120 y su PC puede emular un número de SNA y terminales bisíncronas, controladores e impresoras. Los software's de CQ Communications SNA 3270, 3770, 5251 ó BSC están disponibles por Motorola. Una variedad de emulaciones y aplicaciones de software están disponibles, ambos por Motorola y Compañías de Software Third-party.

• **ESPECIFICACIONES.**

**VELOCIDAD DE DATOS:** 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 bps asynchronous; 1200, 2400, 4800, 9600, 48000, 56000, 64000 bps synchronous.

**ADAPTACIÓN DE VELOCIDAD:** CCITT V.120; clear channel (European CCITT V.110)

**COMPATIBILIDAD:** AT&T 5ESS central office switch; National ISDN One central office switch (European ETSI NET3)

**TIPO DE LÍNEA:** RDSI S/T Interfaz.

**TEMPERATURA:** Operating 0° to 50° C; storage -40° to 70° C

**TAMAÑO:** Standard IBM ISA Bus

**POTENCIA:** PC provided or optional external wall-mount supply

• **UT4220** (ver figura 5-7 y figura 5-7a)

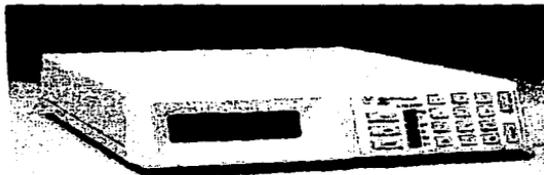


Figura 5-7

---

**Adaptador de Terminal RDSI, con NT1 integrado.**

El UTA220 de Motorola es un Adaptador de Terminal de alta velocidad con una interfaz U integrada diseñado para proporcionar al usuario un acceso simple a la RDSI por medio de la interfaz de velocidad básica. Esto proporciona acceso a los dos canales B de 64 kbps por Conmutación de circuitos ó llamadas "nailed-up" y a un canal D de 16 kbps para la transferencia de información de señalización. El canal D también proporciona acceso al servicio de paquetes por el canal D.

El UTA220 le permite conectarse a 4 terminales, Pc's u otro equipo terminal de datos a la RDSI para la comunicación de datos bajo una sola línea de Acceso a Velocidad Básica, usando uno ó otro: Conmutación de circuitos ó X.25. La configuración Básica a 2 puertos soporta datos síncronos ó asíncronos utilizando una variedad de protocolos. La configuración opcional es a 4 puertos. Le proporciona 2 adicionales asíncronos ó puertos EIA-366 que pueden ser usados en un número de direcciones, incluyendo conmutación de paquetes X.25 y supervisión de control. Son compatibles con centrales de conmutación telefónica como AT&T 5ESS, Northern Telecom DMS-100, todos los conmutadores National ISDN-1 y con múltiples protocolos de adaptación de velocidad, el UTA220 le proporciona la versatilidad que usted necesita.

El UTA220 permite la transferencia de datos asíncronos de 300 bps a 115.2 kbps y transferencia de datos síncronos desde 1200 bps a 128 kbps. Las interfaces EIA-232, EIA-366 y CCITT V.35 están disponibles para sus requerimientos de conexión.

Con el canal D soporta paquetes X.25, el UTA220 procesa datos asíncronos usando el PAD Internacional (CCITT X.3, X.28 y X.29) para la transmisión con el protocolo LAPD sobre el canal D.

Equipado con un panel LCD de 32 caracteres, las selecciones del menú del UTA220 se realizan con botones de tecla (YES, NO, HOME) en respuesta al menú listo. Este modelo tiene un teclado completo, el cual puede usarlo para la marcación directamente y también simplifica la entrada de selección del menú. El UTA220 está disponible en 2 modalidades: en caja, como el de la **figura 5-7** y en el de tarjeta.

**• ESPECIFICACIONES.**

**VELOCIDAD:** 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bps asynchronous; 1200,2400,4800, 9600, 19200, 48000, 56000, 64000, 112000, 128000 bps synchronous.

**ADAPTACIÓN DE VELOCIDAD:** CCITT V.120; T-link: CCITT V.110; BONDING

**COMPATIBILIDAD:** AT&T 5ESS central office switch; Northern Telecom DMS-100 central office switch

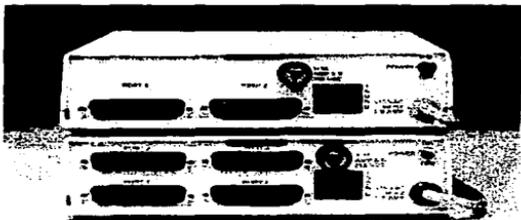
**TIPO DE LÍNEA:** RDSI U Interfaz (ANSI T1.601-1992)

**TEMPERATURA:** operating 0° to 50° C; storage -40° to 70°C

**TAMAÑO:** Width 7.0 inches; height 2.5 inches; depth 9.6 inches

**POTENCIA:** 115 VAC  $\pm$  10%, 50/60 Hz ó 230 VAC  $\pm$  10%, 50/60 Hz.

Con RDSI se pueden transmitir grandes cantidades de datos, voz y señales de vídeo sobre una sola línea telefónica, a altas velocidades, y a menor costo, que cualquier otro servicio digital ó módem análogo. Por lo tanto ¿la RDSI es económica?, TOTALMENTE, el desarrollo creciente y la continuidad de los precios a la baja se espera que continúen en el próximo siglo. La tabla de la **figura 5-8** realiza una comparación de los costos de RDSI y otros servicios de alta velocidad, herramienta que permite distinguir claramente que utilizando RDSI, resulta totalmente económico.



*Figura 5-7a*

SERVICIO	VELOCIDAD	CARGOS MENSUALES	CARGOS POR MINUTO	COSTO TOTAL AL MES (PROMEDIO DE 3 HORAS AL DÍA)
ALQUILADO 56 DDS	56 Kbps	\$900.00	\$0.00	\$900.00
DIALUP MODEM (DEFINIENDO DEL MODEM Y CALIDAD DE LA LÍNEA)	hasta 28.8 Kbps	\$18.00	\$0.20	\$810.00
CONMUTADO 56 DDS	56 Kbps	\$60.00	\$0.10	\$456.00
RDSI (R*B-D)	64 Kbps	\$38.00	\$0.05	\$236.00
LÍNEA RDSI (R*B-D)	128 Kbps	\$38.00	\$0.10	\$434.00

FIGURA 5-8 : GRÁFICA DE COMPARACIÓN DE COSTOS

## 5.3 EJEMPLOS<sup>3</sup>

### EJEMPLO 1.

"Centro Médico que usa la RDSI para mejorar servicios y reducir costos".

El Centro Médico Stanislaus (SMC) en Modesto CA, ha proporcionado servicios a pacientes que no están hospitalizados ó que no han tenido alguna emergencia para 240,000 gentes al año, en 7 diferentes localidades, y en 5 diferentes ciudades en California.

Una alternativa que contempló el Centro Médico, es usar la RDSI para mejorar la comunicación de voz y datos entre las clínicas con éste Centro Médico.

Dentro de poco, el hospital y 4 de las 6 clínicas usarán la RDSI. El Medical Arts Building, el primer sitio en Modesto que instala la RDSI, proporciona servicios pediátricos, dentales y cuenta con un centro para mujeres. La oficina médica en Ceres hace posible un séptimo día a la semana de no requerir cita previa, con la facilidad de que ese centro abra cuando un hospital local está cerrado. El Centro Médico también tiene una clínica de consulta familiar en Modesto, una clínica en Hughson y clínicas de cuidado pre-natal en Oakdale y Turlock. Hughson y Oakdale están sólo en sitios donde actualmente no se usa la RDSI.

<sup>3</sup> Todos los ejemplos son de países extranjeros

El Centro Médico comienza a ver las ventajas en la RDSI cuando se haya alcanzado la capacidad sobre éstas PBX (central pequeña privada). Una línea RDSI puede hacer el trabajo de 2 líneas regulares, y los costos de Tx (transmisión) son bajos. Debido a que de la central, al Centro Médico, no se tiene que pagar unidades de mensaje entre el hospital y las clínicas, usando RDSI se aplica el menor-costo de velocidad de estación a estación (ó de central a central) entre las clínicas.

La presente línea múltiple de la RDSI tiene la capacidad de fomentar el incremento del ahorro en los costos. En algunos lugares, el centro médico tiene una línea primaria con 12 líneas presentes. "Antes, teníamos que pagar por 12 líneas, para ahorrar mucho dinero y no sacrificar llamadas de protección" dijo Barbara Lindsey, Directora de Admisión y Telecomunicaciones.

En suma a las consideraciones económicas, otro factor que ha influenciado el cambio a la RDSI fue el deseo de hacer avances de aplicaciones, especialmente educacionales como es la videoconferencia. El Hospital es una institución de enseñanza con 26 residentes físicas y un programa de 3 años de medicina de consulta familiar afiliada con la Universidad de California en Davis.

El Hospital y las clínicas transmiten muchos datos administrativos y clínicos por la RDSI, incluyendo facturación, registros, calendario de compromisos e información de pacientes. "Por ejemplo, doctores en las clínicas pueden ahora marcar dentro de la Mainframe al Hospital y ver el expediente de los pacientes, averiguar el resultado de las pruebas y los exámenes de rayos X", dijo Lindsey. "Esta comunicación nos provee mejor y más aumento de servicios".

"Con la RDSI y la nueva mainframe, estamos mejorando la capacidad para proveer servicios donde la gente vive", dijo Lindsey. El cuidado local es particularmente importante para el Centro Médico, el cual, como una institución ciudadana, ayuda mucho a la gente en desventaja-económica. "El problema tal como la transportación y el cuidado de los niños son más importantes para cada una de las personas, pero especialmente para la gente de bajos recursos económicos" añadió Lindsey.

Eventualmente, el Centro Médico estará capacitado para proveer un programa centralizado. Por ejemplo, pacientes que llamen al hospital podrán ser referidos a una clínica SMC<sup>4</sup> más cercana. Esto significará mejoras en el servicio y ayuda al balance de la capacidad de los hospitales entre las diferentes localidades.

El Centro Médico actualmente usa 180 teléfonos Fujitsu y espera eventualmente usar 200 bloques de teléfonos más. La mayor parte del grupo de teléfonos son SRS-1050s; tres SRS-2000s son usadas en las oficinas administrativas.

"El conjunto de teléfonos de Fujitsu incrementa mucho más su rendimiento que los teléfonos que usábamos anteriormente", dijo Lindsey. El personal está a gusto con las características físicas y con la capacidad de llamadas múltiples del altoparlante (speaker-phone).

"El campo de cuidado de salud está cambiando rápidamente, y necesitamos para nuestra posición a competir, una administración de ambiente de cuidado", dijo Lindsey. "Por lo que necesitamos una red de comunicaciones que garantice el fácil acceso a nuestros pacientes y nos habilite para obtener la información que necesitamos para servirles apropiadamente. La RDSI y el conjunto digital Fujitsu son partes integrales de nuestro plan total de comunicaciones".

### **EJEMPLO 2.**

Direccionamiento sobre la "carretera de información" usando la RDSI: Lawrence Livermore Lab Hooks Up.

La RDSI es una de las mejores vías para navegar en Internet. El World Wide Web (WWW) se convierte cada vez más en una gráfica compleja todo el tiempo. Cuando usted considere sostener sonido y video, 14.4 kbps es muy lento.

Todavía la velocidad de datos de 128 kbps de la RDSI no es suficiente para hacer un tiempo-real, de pantalla completa de video. Pero para usar claramente el WWW, es requerida una línea RDSI.

El año pasado los empleados del Laboratorio Lawrence Livermore tenían que ser capaces de acceder a la Internet vía la línea RDSI, debido a las necesidades surgidas. Ahora el Laboratorio es

---

<sup>4</sup> SMC= Centro Médico Stanislaus

capaz de conectar a los empleados y extender ésta LAN usando líneas telefónicas RDSI. Este proceso tiene probado ser exitoso y confiable.

El Laboratorio extiende ésta red abierta a algunas casas de los empleados, usando las cajas Combinet. Esas cajas actúan como convertidores desde Ethernet a RDSI y viceversa. El Laboratorio tiene un banco de cajas Combinet y cada casa tiene una. Una caja Combinet en el Laboratorio entonces llama a la caja de la casa y se realiza una conexión a la red. Esta conexión procesada toma de 3 a 10 segundos, después el protocolo TCP/IP se interrumpe. Sin embargo la acción especial no necesita ocurrir en el Software de la computadora local. La conexión RDSI espera hasta que no existan paquetes transmitidos. El Combinet está usualmente colgado (como el teléfono). Si 5 ó más minutos han pasado y hay existencia de transmisión de paquetes entonces la conexión es automática y transparente al Software de la red; aunque la línea se tiene que cerrar definitivamente, el usuario estará solamente atento a unos segundos extras de retraso cuando él ó ella necesiten próximamente la red.

Si un archivo largo comienza a ser transferido y largos números de paquetes se empiezan a enviar, la caja Combinet llamará en el segundo canal de la línea RDSI y los datos comenzarán a fluir en ambos canales. El "Combinet" también comprime los datos en los paquetes comenzando en la línea RDSI, siguiendo el levantamiento de la velocidad a 250,000 bps en la transferencia del archivo largo. Esto proporciona estar en un camino efectivo y disponible para extender la red LAN del Laboratorio dentro de las casas. La configuración del Software del computador de casa local es simple. La máquina usa el Software normal, éste puede usarse para conversar ó hablar en una red Ethernet. La seguridad es provista por "passwords" en la caja Combinet, además del uso de la característica Call-Back con el Laboratorio y escogiendo el número a llamar, basado en el ID (número de identificación) de la caja que llamó.

Primeramente la caja Combinet y la línea RDSI son instalados y propiamente configurados, para trabajar en casa; ésta opción es efectiva para la transferencia de largos archivos que comienza a darse. La conexión automática trabaja invisiblemente todo el tiempo. Usando el "mosaico" para acceder a las páginas del World Wide Web es fácil y efectivo en una línea a

128,000 kbps. Siempre las gráficas de páginas Web pueden cargarse en unos cuantos segundos a la velocidad RDSI, haciendo así posible ver el efecto completo de las páginas Web.

### **EJEMPLO 3.**

"Universidad del Sur de California y su red Médica y Académica".

En 1990, la Universidad del Sur de California (USC) conmutó bajo sus POTS desde el Centro Pacific Bell's, servicios al conmutador digital AT&T 5ESS de nuestra Universidad. El conmutador está compuesto de un sistema host y 2 módulos remotos estratégicamente localizados en 2 "campos" (edificios y terreno como una escuela) de la USC. Ellos dan servicio a aproximadamente 11,000 líneas.

Unas 2,800 líneas de 15 nodos definitivamente AT&T G3r PBX fue instalada después, al igual que el servicio de red de sus estudiantes en casa de unidades sobre campos, además de unidades localizadas a un radio de 6 millas desde el campus.

Las unidades de Telecomunicaciones de la Universidad tienen que estar moviéndose de un lugar a otro pues ésta tecnología va desde POTS hasta un grupo de vídeo de tres líneas BRI en multiplexores de ascendencia inversa (Ascend Inverse Multiplexers), con equipo portable Picture Tel, y para una extensa red de conmutación de paquetes RDSI en el campus. Esta red RDSI fue diseñada para tener acceso al sistema financiero, administrativo y al sistema de registro de estudiantes, que residen en más de 23 mini hosts en ambiente LAN. Las aplicaciones de la red de paquetes son text-based (textos básicos), bursty in nature.

La Universidad recientemente instaló éste primer servicio PRI desde Pacific Bell a uno de los conmutadores 5ESS en la University Park Campus. El segundo PRI está en lista para la parte posterior de Diciembre de 1994, y será terminado en un 5ESS módulo remoto localizado en el Campus Health Science de la Universidad.

Teniendo servicios PRI (Interfaz Rate Primary) en el conmutador, la Universidad provee acceso a la RDSI en su sistema interno desde el otro lado (exterior) de la red. Los 2 grupos que ellos están enfocando sobre ésta facultad, incluyen estudiantes desde casa y oficinas remotas. Algunas de las aplicaciones que ellos están apuntando para éste ambiente son:

- Video Personal usando el sistema AT&T Vistium
- Aprendizaje a distancia con equipo Picture Tel.
- Acceso a la red de conmutación de paquetes
- Acceso a Internet/World Wide Web
- Acceso a usuarios LAN's sobre el campus

La Universidad está también instalando un PRI entre su conmutador digital 5ESS y su PBX G3r. Teniendo éste enlace se provee la habilitación a estudiantes residentes y acceso al total de la USC por el conmutador digital 5ESS al Pacific Bell y a la red de conmutación de circuitos RDSI de AT&T.

Las unidades de Telecomunicaciones de la Universidad están también involucradas en soportar uno de los proyectos de la red California Research and Education Network (CalREN). El proyecto es una red de Telemedicina ATM (Asynchronous Transferred Mode) familiarizándose al consorcio de Desarrollo Biotécnico (ABC -Advanced Biotechnical Consortium) de la USC. La red incluye una conmutación multínodo ATM backbone (Un enlace backbone de conmutación ATM multínodo) enlazándose con USC, JLP Cray facilidades, Children's Hospital y Pacific Bell.

Una red WAN frame-relay y redes RDSI, se extienden dentro de los sitios de ambos campos y casas de físicos (physicians' homes) serán también integradas dentro de la red. Los miembros del consorcio incluyen la escuela de medicina de USC, Jet Propulsión Laboratory, Northrup-grumman, Picker International, CEMAX, Hewlett-Packard y AT&T.

Esta red cuando se complete, hará innecesario el moverse de un lugar a otro para examinar rayos-x. Las líneas de alta velocidad tienen la capacidad de transferir imágenes digitales, tales como MRIs, Cr's, PETs y ultrasonidos digitales, saliendo a través de la red USC, en menos de 1 segundo. Con el uso de la computadora, es posible ahora la visualización volumétrica en 3D de imágenes de un cráneo humano.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de tecnologías digitales ha permitido la implantación de una red que ofrece muchos servicios (voz, datos, video, texto, etc.) a través de "una sola red" con capacidad de "interconectarse entre redes" ofreciendo al usuario una gama más amplia de servicios mediante "un solo acceso", así mismo, la creciente demanda por tener una comunicación mejor (fácil acceso a información como las bases de datos, implementación del servicio de videoconferencia, seguridad, mayor velocidad en la transmisión de los datos, etc.) han permitido que cada vez más empresas contemplen la posibilidad en sus instituciones de implementar la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI e ISDN, por sus siglas en español e inglés respectivamente). Pero la empresa que ha decidido implementar un servicio ó varios servicios con ésta Red (entre los diversos factores de análisis que hay que revisar) requiere adaptar el equipo ya existente (200, 400, 600, 1200, 3600 o 4200 bps) a la velocidad de la RDSI (64 Kbps).

Este trabajo denominado "PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN ADAPTADOR DE TERMINAL (TA) PARA LA ISDN" ha explicado el funcionamiento del Adaptador de Terminal desde la perspectiva de comunicaciones, como es el flujo de datos, la adaptación de velocidad y el modo de conexión en la red; así como desde la perspectiva electrónica como el acoplamiento de impedancias y la configuración electrónica.

Como es sabido, hay muchos usuarios con aplicaciones X.25, asíncrono, etc., por lo que es de gran importancia la información contenida en esta tesis, ya que aunque tan sólo sea el análisis de un elemento en la configuración de la gran estructura de la RDSI, este elemento permite la interconexión de los usuarios citados. Por lo que el presente trabajo proporciona una herramienta de consulta para entender la filosofía de operación de éstos adaptadores.

Otro elemento muy importante es el Análisis Costo-Beneficio, al cual se le dedicó todo un capítulo, pues contemplamos los diversos factores que hay que tomar en cuenta para implementar la tecnología RDSI y la gran utilidad de servicio (en materia económica) de que disfruta la empresa prestadora y el usuario final.

Tomando en consideración la perspectiva de que la RDSI está empezando a estar en auge en nuestro país a nivel de empresa pública (en el ámbito privado ya dos o tres empresas están implementándola), éste trabajo, como ya se mencionó, es un complemento en el estudio de la Red Digital de Servicios Integrados.



**APÉNDICES**  
**A, B, C, D.**

## APÉNDICE A

### CHEQUES DE REDUNDANCIA CÍCLICA (CRC-16) DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DEL SST<sup>1</sup>

Sea N el número total de bits en el mensaje y K el número de bits de datos, entonces N-K es el número de bits en la SVT.

El código de mensaje es derivado de dos polinomios, los cuales son representaciones de dos palabras binarias, el polinomio generador P(x) y el polinomio de datos G(x).

Dado un polinomio de datos G(x) y un polinomio generador P(x), el objetivo es construir un polinomio del mensaje F(x), que sea precisamente divisible por P(x), siguiendo los pasos:

1.- Multiplicar los datos G(x) por  $X^{N-K}$

donde N-K es el número de bits en la SVT.

2.- Dividir el producto resultante de  $X^{N-K} G(x)$  por el polinomio generador P(x).

3.- Se suma el residuo C(x) y se obtiene finalmente el polinomio  $F(x) = X^{N-K} G(x) + C(x)$

El residuo C(x) es precisamente la secuencia de verificación. El polinomio del mensaje F(x) es transmitido.

La estación receptora dividirá por el mismo polinomio generador, y si no existe un error, el residuo obtenido será igual a una secuencia de verificación fija. De acuerdo a las recomendaciones del CCITT el campo de secuencia de verificación de trama SVT es una secuencia de 16 bits. El siguiente procedimiento estrictamente se realiza en el transmisor. Será el complemento a uno de la suma módulo 2 de:

A). El residuo de la división módulo 2 (operaciones OR exclusivas)

de  $[X^6] (X^{14} + X^{14} + X^{13} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^7 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 + X + 1)$

por el polinomio generador  $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$

<sup>1</sup> Sistema de Estandarización de Telecomunicaciones, antes CCITT.

Dónde K es el número de bits de la trama entre, pero no incluidos, el último bit de la bandera de apertura y el primer bit de la secuencia de verificación de trama, excluidos los bits insertados (BITS STUFFING) para asegurar la transparencia.

B). El residuo de la división módulo 2 (operaciones OR exclusivas) por el polinomio generador

$$X^{16} + X^{12} + X^6 + 1$$

Del producto de  $X^{16}$  por el contenido de la trama entre, pero no incluidos, el último bit de la bandera de apertura y el primer bit de la secuencia de verificación de trama, excluidos los bits insertados para asegurar la transparencia.

En un caso práctico en el receptor, el contenido inicial de registro se fija en "todos unos". El residuo final después de la multiplicación por  $X^{16}$  y de la división en módulo 2 por el generador de la serie de bits entrantes protegidos y la secuencia de trama, será de << 0001 1101 0000 1111 >> ( $X^{15}$  a  $X^0$ , respectivamente) en ausencia de errores de transmisión.

EJEMPLO:

Si se desea transmitir el dato  $X^{15} = 1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000$ , la SVT en el transmisor resulta del complemento a uno de la suma módulo 2 de A y B.

A.

$$\begin{array}{r} \text{RES } \underline{1111 \ 1111 \ 1111 \ 1111 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000} = \\ \phantom{\text{RES }} \phantom{\underline{1111 \ 1111 \ 1111 \ 1111 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000}} \phantom{=} \\ \phantom{\text{RES }} \phantom{\underline{1111 \ 1111 \ 1111 \ 1111 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000}} 1 \ 0001 \ 0000 \ 0010 \ 0001 \\ \phantom{\text{RES }} = 0001 \ 1101 \ 0000 \ 1111 \end{array}$$

B.

$$\begin{array}{r} \text{RES } \underline{1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000} = \\ \phantom{\text{RES }} \phantom{\underline{1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000}} \phantom{=} \\ \phantom{\text{RES }} \phantom{\underline{1000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000}} 1 \ 0001 \ 0000 \ 0010 \ 0001 \\ \phantom{\text{RES }} = 0001 \ 1011 \ 1001 \ 1000 \end{array}$$

**SUMA MÓDULO 2**

0001 1101 0000 1111  
0001 1011 1001 1000  
 0000 0110 1001 0111

El complemento a 1 es la SVT: 1111 1001 0110 1000, entonces se debe de evitar entre banderas, la siguiente trama:

1000 0000 0000 0000 1111 1001 0110 1000

Para la verificación de la trama en el receptor se realiza el mismo procedimiento que en el transmisor, sólo que ahora los datos a considerar toman en cuenta la SVT enviada desde el transmisor.

A.

RES (1111 1111 1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000) =  
 1 0001 0000 0010 0001  
 = 1000 0100 1100 0000

B.

RES (1000 0000 0000 0000 1111 1001 0110 1000 0000 0000 0000 0000) =  
 1 0001 0000 0010 0001  
 = 1001 1001 1100 1111

**SUMA MÓDULO 2**

1000 0100 1100 0000  
1001 1001 1100 1111  
 0001 1101 0000 1111

La secuencia 0001 1101 0000 1111 resulta en los casos en dónde no se presentan errores de transmisión ó de formato.

Usando el mencionado polinomio generador y longitudes de mensajes de varios cientos de bits se obtiene un buen control de errores.

Este procedimiento puede detectar todos los errores de 1, de 2 y de 3 bits, todos los errores de ráfaga ( errores consecutivos) de 16 bits o menos, y todos los errores de ráfaga con un número impar de errores.

Existen ciertas combinaciones de errores que causan que el residuo se convierta en la misma secuencia de bits iniciales, esto engañará al mecanismo de control de error.

Sin embargo la probabilidad de que esto ocurra es de un paquete cada  $10^{16}$  paquetes.

## **APÉNDICE B**

### **NORMATIVIDAD DE LA RDSI**

#### **RELACIÓN CON OTRAS RECOMENDACIONES REFERENTES A LA RDSI.**

Algunas de las actuales Recomendaciones sobre la red telefónica y otras redes de servicios especializados son también directamente aplicables a la RDSI. En el siguiente cuadro se encuentran referencias a otras Recomendaciones del CCITT relacionadas con la RDSI y/o utilizadas para elaborar Recomendaciones de la serie I, vea el **CUADRO B-1**.

#### **RECOMENDACIONES SOBRE RDSI DEL CCITT.**

Se proporciona un resumen descriptivo de la normalización de la RDSI por el CCITT que se ha denominado como "Recomendaciones Serie I, vea los **CUADROS B-2**."

<p><b>Acceso, suscripción (serie 1.400)</b> - Q.220 y Q.230</p> <p><b>Adaptación, terminal (serie 1.400)</b> - N.30 y N.31 - V.110 y V.120</p> <p><b>Servicios Periódicos</b> - X.25, X.26 y X.260 - G.111</p> <p><b>Transmisión (1.141, 1.200)</b> - E.03 y serie Q.200</p> <p><b>Comunicación digital</b> - serie Q.500</p> <p><b>Transmisión digital</b> - serie G.700, serie G.500 y serie G.900</p> <p><b>Control local digital</b> - Q.211 a Q.217</p> <p><b>Interfuncionamiento: Análogos digitales</b> - G.402</p> <p><b>Interfuncionamiento, RDSI y otros redes (serie 1.500)</b> - X.1, X.2, X.10, X.15, X.25, X.30, X.31, X.71, X.75 y X.81 - X.100, X.101 y serie X.300 - V.110 y V.120 - U.12 y U.202 - Q.021 y Q.031</p> <p><b>Interfuncionamiento, sistemas de señalización</b> - Q.120 a Q.100, Q.231 a Q.300, Q.310 a Q.400 - serie Q.002 y serie Q.700 - X.75</p> <p><b>Gasos y mantenimiento (serie 1.000)</b> - M.20, M.21, M.22, M.24, M.30, M.36, M.40 - M.122 y M.125 - M.250, M.251, M.550, M.555 y M.557 - M.770 y M.782 - G.001, serie G.700, G.021 y serie G.900 - Q.512, Q.542 y Q.540</p> <p><b>Medidas (serie 1.120, serie 1.140 y serie 1.200)</b> - Q.05, Q.71, Q.00, serie Q.500 y serie Q.700 - X.200 y X.200 - serie Z.100</p> <p><b>Normativa (serie 1.200)</b> - E.103, E.104, E.105, E.106 y E.107 - F.00 - X.121, X.122 y X.200 - Q.021, Q.031 y Q.032 - F.00</p> <p><b>Intercambio de parámetros (1.515)</b> - V.32, V.100, V.110 y V.120 - G.725 - X.21, X.21 bis, X.23, X.20 y X.31 - Q.031, Q.032 y Q.704</p>	<p><b>Calidad de funcionamiento (serie 1.500)</b> - serie G.100 - G.021, G.022, G.023 y G.024 - F.00, F.00 y F.04</p> <p><b>Presentación</b> - R.20 - R.22 - R.23</p> <p><b>Encaminamiento (1.335)</b> - E.104, E.170 a E.172 y G.002 - G.001 - X.110 - serie Q.000, serie Q.700, Q.030, Q.031</p> <p><b>Señalización, usuario-red (series 1.400 a 1.450)</b> - Q.220 a Q.240</p> <p><b>Señalización, entre control (007)</b> - Q.701 a Q.714, Q.701 a Q.700 y Q.771 a Q.774</p> <p><b>Configuración de la palabra</b> - G.711, G.721, G.722, G.723 y G.725</p> <p><b>Servicios complementarios (serie 1.200)</b> - G.022 - Q.71 a Q.00 - X.2</p> <p><b>Comunicación</b> - serie Q.500</p> <p><b>Telefonía, calidad de transmisión</b> - serie G.100</p> <p><b>Teléfono (serie 1.240)</b> - serie E - serie F - serie X - serie Y - U.201 - G.711 y G.722</p> <p><b>Terminales (1.470)</b> - F.00 - E.330 y E.331 - F.31 - V.110, V.120 y V.230</p> <p><b>Tonos y avisos (1.530)</b> - E.104 - V.25</p> <p><b>Transmisión</b> - serie G.700, serie G.500 y serie G.900</p> <p><b>Vocabulario (1.112, 1.113)</b> - G.701</p>
--	---

CUADRO B-1: REFERENCIA A OTRAS RECOMENDACIONES DEL CCITT RELACIONADAS CON LA RDSI

## 1980 CCITT Recommendations on ISDN

Number	Title	Description
I.110	Feasible and General Structure of the I-Series Recommendations	Provides a broad outline of the structure of the I-Series Recommendations and their relationships to other Recommendations.
I.111	Relationship with Other Recommendations Related to ISDN	Lists other Recommendations relevant to ISDN and their relationship to other Recommendations.
I.112	Vocabulary of Terms for ISDN	Defines terms considered essential to the understanding and application of the principles of ISDN.
I.113	Vocabulary of Terms for Broadband Aspects of ISDN	Defines terms considered essential to the understanding and application of the principles of B-ISDN.
I.120	Integrated Services Digital Networks	Defines the principles used to develop ISDN; describes the evolutionary path to be taken.
I.121	Broadband Aspects of ISDN	Serves as a guideline for evolving Recommendations on B-ISDN during the study period 1980-1982. Includes principles, service aspects, and basic architectural model.
I.122	Framework for Providing Additional Packet Mode Bearer Services	Establishes an architectural framework that allows for the description of additional packet mode services, also provides a general description on interworking requirements between I.122-based services and I.122-based services for PSPDNs.
I.123	Method for the Characterization of Telecommunication Services Supported by an ISDN and Network Capabilities of an ISDN	Defines an absolute method for characterizing ISDN services and capabilities, which can be used to frame comparability among all ISDN Recommendations.
I.140	Attribute Techniques for the Characterization of Telecommunication Services Supported by an ISDN	Introduces the attribute technique, describes attributes, and lists attribute values. Attributes characterize services and network capabilities of

Number	Title	Description
	and Network Capabilities of an ISDN	an ISDN. Serves as a library of all services and attribute values used in other I-Series Recommendations.
I.141	ISDN Network Changing Capabilities Attributes	Discusses the method for identifying the network changing capabilities and provides a list of attributes.
I.200	Guidance to the I.200 Series of Recommendations	General introduction to the I.200 Series.
I.210	Principles of Telecommunication Services Supported by an ISDN and the Means to Describe Them	Provides classification and a description of basic telecommunication services to be supported by an ISDN as defined in I.200. Gives a basis for defining network capabilities required by ISDNs.
I.220	Common Dynamic Description of Basic Telecommunication Services	Dynamic descriptions provide the dynamic description of basic telecommunication services. Provides terminology for uniformity of extraction.
I.221	Common Specific Characteristics of Services	Identifies and describes specific characteristics of services that are common to both individual services and have a relationship between services.
I.230	Definition of Bearer Service Categories	Defines a recommended set of bearer service categories that may be supported by an ISDN together with an overall presentation.
I.231	Circuit Mode Bearer Service Categories	Identifies eight bearer service categories and defines their attributes, values, and dynamic descriptions.
I.232	Packet Mode Bearer Service Categories	Defines a recommended set of packet mode bearer service categories and their presentation to ISDNs.
I.240	Definition of Teleterminals	Defines a recommended set of teleterminals supported by an ISDN.
I.241	Teleterminals Supported by an ISDN	Defines service characteristics for telephones, telefax, video, a mixed mode, videofax, and videotele.
I.250	Definition of Supplementary Services	Defines supplementary services to be used in association with basic bearer services and with basic teleterminals.

Number	Title	Description
1.231	Number Identifying Supplementary Services	Describes supplementary number identification services.
1.232	Call Offering Supplementary Services	Describes and defines call offering supplementary services.
1.233	Call Completion Supplementary Services	Describes call completion supplementary services.
1.234	Multiparty Supplementary Services	Describes multiparty supplementary services.
1.235	Continuity of Interest Supplementary Services	Describes Continuity of Interest Supplementary services.
1.236	Charging Supplementary Services	Describes Charging Supplementary Services.
1.237	Additional Information Transfer	Describes Additional Information Transfer services.
1.310	ISDN—Network Functional Principles	Outlines the functional principles of the network aspects of ISDNs.
1.330	ISDN Physical Reference Model	Describes the reference model used to model the information flow within ISDN.
1.334	ISDN Network Architecture	Describes the components and capabilities of the basic architectural model of an ISDN.
1.351	Reference Configuration for ISDN Connection Types	Describes the development of reference configurations for ISDN connection types and what form reference configurations should take. Gives specific reference configurations for 64-kbps, packet, and broadband circuits.
1.356	Reference Configurations for Relative Network Resource Requirements	Evaluates relative network resource requirements. Describes minimum requirements for international cross-country connections.
1.330	ISDN Numbering and Addressing Principles	Provides the concepts, principles, and requirements of the ISDN numbering plan.
1.331	Number Plan for the ISDN Era	The ISDN numbering plan and addressing principles.
1.332	Numbering Principles for Interworking Networks	Represents a framework by which progress on numbering plans inter-

Number	Title	Description
1.334	ISDNs and Dedicated Networks with Different Numbering Plans	working in Study Groups may be coordinated.
1.333	Terminal Selection in ISDN	Defines terminal selection and out-of-office selection procedures and responsibilities.
1.334	Principles Relating ISDN Numbers/Subscribers to the ISN Reference Model Network Layer Addresses	Specifies concepts and terminology relating ISDN numbers and subscribers to the ISN reference model network layer addresses.
1.335	ISDN Routing Principles	Describes basic routing principles, defining the relationship between ISDN interconnection services and ISDN network capabilities.
1.340	ISDN Connection Types	Describes the set of connection types to be used to support ISDN services.
1.330	General Aspects of Quality of Service and Network Performance in Digital Networks, Including ISDN	Defines, describes, and states purpose of quality of service and network performance and how their concepts are applied in digital networks, including ISDN.
1.351	Recommendations in Other Services Concerning Network Performance Objectives that Apply at Reference Point T of an ISDN	Single a reference to G.821 and G.822.
1.352	Network Performance Objectives for Connection Processing Delays in an ISDN	Provides network performance objectives and values for connection processing delays that can be used to design objectives in network planning and system design.
1.410	General Aspects and Principles Relating to ISDN User/Network Interfaces	Provides the general aspects and principles to be used in defining the user network interfaces of ISDNs. Emphasizes the concept of having a limited set of such interfaces.
1.411	ISDN User/Network Interfaces—Reference Configurations	Defines the various reference configurations to be used at the ISDN user network interface.

Number	Title	Description
1402	ISDN User-Network Inter- face—Interface Structure and Access Capabilities	Defines limited set of channel types and interface structures for ISDN.
1403	Basic User-Network Inter- face	Simply a list of 1400 Series Recommen- dations that specify the basic user-network interface.
1401	Primary Rate User-Network Interface	Simply a list of 1400 Series Recommen- dations that specify the primary user-network interface.
1430	Basic User-Network Inter- face—Layer 1 Specifica- tion	Defines the Layer 1 characteristics of the basic user-network interface to be applied at the S or T reference point.
1431	Primary Rate User-Network Interface—Layer 1 Specifica- tion	Defines the Layer 1 characteristics of the primary user-network interface to be applied at the S or T refer- ence point.
1400	ISDN User-Network Inter- face Data Link Layer— General Aspects	A cross-reference to Q.920, which provides a broader description of the ISDN LMP data link layer.
1441	ISDN User-Network Inter- face Data Link Layer Specification	A cross-reference to Q.911, which provides a specification of the LMP protocol.
1438	ISDN User-Network Inter- face Layer 3—General As- pects	A cross-reference to Q.930, which provides a definition of the ISDN layer 3 signaling service.
1451	ISDN User-Network Inter- face Layer 3 Specification for Basic Call Control	A cross-reference to Q.911, which provides a specification of the ISDN layer 3 user-network signaling protocol.
1453	Generic Procedures for the Control of ISDN Supple- mentary Services	Defines the generic procedures ap- plying to the control of outside network services at the user-net- work interface.
1440	Multiplexing Rate Adapta- tion, and Support of Link- ing Interfaces	A description of how ISDN will sup- port other terminals by means of rate adaptation. Defines methods for multiplexing multiple broad- band information streams onto a 64-kbps channel.
1461	Support of X.21, R.21 and X.20 bis Based DTIs by an ISDN	Covers the connection of X.21, X.21 bis, and X.20 bis terminals to ISDN operating in accordance with (in-

Number	Title	Description
		Cult-switched or leased circuit ser- vices.
1462	Support of Packet Mode Terminal Equipment By an ISDN	Defines the aspects of the packet- mode services provided to ISDN users in accordance with ISDN layer services.
1463	Support of DTIs with V-Series Type Interfaces By an ISDN	A description of the functions needed to support synchronous V-series terminals on an ISDN.
1464	Multiplexing Rate Adapta- tion, and Support of Link- ing Interfaces for Re- stricted Rate Transfers Capability	A description of the method of sup- porting a 56-kbps rate on an ISDN.
1465	Support By an ISDN of DTIs with V-Series Type Interfaces with Provisions for Sequential Signaling	A cross-reference to Q.920, which covers the connection to ISDN of terminals with interfaces for V-ser- ies protocols.
1470	Relationship of Terminal Functions to ISDN	Provides direction to the general functional requirements that must be necessary for any specific termi- nal to be compatible with ISDN.
1500	General Structure of ISDN Interworking Recommendations	Explains the organization of the 1500 series of Recommendations.
1510	Definitions and General Principles of ISDN Inter- working	Establishes the definition and general principles for interworking between ISDNs, between ISDNs and other networks, and internal to an ISDN.
1511	ISDN-to-ISDN Layer 1 In- ternetwork Interface	Defines the Layer 1 aspects of the ISDN interworking, including refer- ence configurations and interwork- ing functions.
1515	Parameter Exchange for ISDN Interworking	Provides parameter exchange princi- ples and functional descriptions for ISDN interworking.
1520	General Arrangements for Network Interworking Be- tween ISDNs	Identifies the general arrangements for ISDN-ISDN interworking and defines the functions and other re- quirements for the ISDN-ISDN in- terface.

Number	Title	Description
1.310	Network Interworking Between an ISDN and a PSTN	Describes the interworking functions and requirements to support interworking between an ISDN and a PSTN.
1.340	General Arrangements for Interworking Between CSPDNs and ISDNs for the Provision of Data Transmission	Describes the general arrangements for interworking between CSPDNs and ISDNs.
1.350	General Arrangements for Interworking Between PSPDNs and ISDNs for the Provision of OMA Transmission	Describes the general arrangements for interworking between PSPDNs and ISDNs.
1.360	Requirements to Be Met in Providing the Video Service Within the ISDN	Outlines configuration needs for the integration of the video service into ISDN.
1.601	General Maintenance Principles of ISDN Subscriber Access and Subscriber Installation	Outlines general aspects and principles relating to reference configuration and general architecture.
1.602	Application of Maintenance Principles to ISDN Subscriber Installation	Presents the possible elementary functions for the maintenance of the subscriber installation.
1.603	Application of Maintenance Principles to ISDN Basic Access	Covers maintenance part of the ISDN subscriber basic access, controlled by the network.
1.604	Application of Maintenance Principles to ISDN Primary Rate Access	Describes the minimum functions required to maintain the subscriber primary access.
1.605	Application of Maintenance Principles to Static Multiplexed Basic Access and describes the operation and maintenance aspects of the $V_{12}$ interface defined in Q.512.	Covers the maintenance of the static multiplexed basic access and describes the operation and maintenance aspects of the $V_{12}$ interface defined in Q.512.

## 1990 CCITT Interim Recommendations on ISDN

Number	Title	Description
1.317	ISDN Frame Mode Bearer Services	Describes the frame mode bearer services for the order-preserving bit-directional transfer of LAP-D frames from one 1 or 1 reference point to another. The two services are frame-relay bearer service and frame-switching bearer services.
1.320	ISDN Protocol Reference Model	Revised version of 1.320, to include a discussion of protocol blocks.
1.324	ISDN Network Architecture	Revised version of 1.324, to include the aspects of private networks.
1.325	Reference Configurations for ISDN Connection Types	Revised version of 1.325, to include the aspects of private networks and definitions of network fabric, position, and boundaries.
1.333	Terminal Selection in ISDN	Revised version.
1.351	Key Considerations in Other Series Concerning Network Performance Objectives That Apply to Reference Phase T of an ISDN	This revised recommendation now describes the relationships among the 14 existing or planned ISDN performance-related recommendations.
1.351	Network Performance Objectives for Connection Processing Delay in an ISDN	Revised version of 1.351, to include consideration of national and inter-national networks/GNs.
1.35a	Availability Performance for 64 kbps ISDN Connection Types	Specifies service availability performance parameters for circuit-mode and packet-mode ISDN bearer services.
1.35e	Reference Events for Defining ISDN Performance Parameters	Defines the performance model, consistent with 1.325, to be used in the ISDN performance description.
1.35p	Network Performance Objectives for Packet-Switched Communication in an ISDN	Defines speed, accuracy, and dependability performance parameters and performance objectives for packet-mode information transfer in an ISDN.

Number	Title	Description
I.3m	Congestion Management for the Frame-Relaying Broadband Service	Describes user-plane congestion management strategy and mechanisms for frame-relaying broad-band service. It covers both network and end-user mechanisms and response facilities to avoid or recover from periods of congestion.
I.464	Multiplexing, Rate Adaptation, and Support of Existing Interfaces for Reshaped 64 kbps Transfer Capability	Adds an appendix to I.464 that describes an HDLC-based approach to rate adaptation.
I.515	Parameter Exchange for ISDN Interworking	Addition to I.513 that describes optional out-of-band protocol selection procedures for use by multi-ported terminal adapters.
I.520	General Arrangements for Network Interworking Between ISDNs	Minor revision to Table 4 of I.520.
I.530	Network Interworking Between an ISDN and a PSTN	Amendments to I.530 to include packet-mode interworking and the special requirements for the 7-Mb/s audio bearer service.
I.5xx	FMBS Interworking	Provides the guidelines and functional requirements across interfaces for interworking between the two frame mode bearer services and other services.

CUADRO B-2

## APÉNDICE C

### DEFINICIÓN DE LOS CIRCUITOS DE ENLACE DE UNA INTERFAZ X.21

#### 1. CIRCUITO G - Tierra de señalización ó retorno común.

Este conductor establece el potencial común de referencia de la señal para los circuitos de enlace asimétricos de doble corriente cuyas características se ajustan a la Recomendación V.28. En el caso de circuitos conformes a las Recomendaciones V.10 y V.11 conecta los puntos de referencia de tensión cero de un generador y un receptor para, en caso necesario, reducir la interferencia de la señal por el medio ambiente.

En el interior del ETCD<sup>2</sup>, este conductor debe terminar en un punto, la tierra de protección, mediante una pletina metálica. Esta pletina se puede conectar ó retirar durante la instalación, según sea necesario, para reducir al mínimo la entrada de ruido en los circuitos electrónicos ó para respetar las normas en vigor.

*Nota* - Cuando se emplea un cable de interconexión blindado en el interfaz, el blindaje se puede conectar al circuito G o a la tierra de protección, de acuerdo con las disposiciones nacionales. La tierra de protección puede conectarse, además, a tomas de tierra exteriores, conforme a las disposiciones de seguridad aplicables en materia de electricidad.

En el caso de circuitos de enlace asimétricos con características eléctricas que se ajustan a las disposiciones de la Recomendación V.10, se requieren dos conductores de retorno común, uno para cada sentido de señalización, que se conectan a tierra solamente en el lado del interfaz en que está el generador. Siempre que se empleen, se denominarán circuitos G<sub>a</sub> y G<sub>b</sub>, y su definición es la siguiente:

---

<sup>2</sup> ETCD = Equipo Terminal de Comunicación de Datos

***CIRCUITO Ga - Retorno común del ETD<sup>3</sup>***

Este conductor se conecta al retorno común del circuito del ETD y se emplea como potencial de referencia para los receptores del ETCD provistos de circuitos de enlace asimétricos de tipo X.26.

***CIRCUITO Gb - Retorno común del ETCD***

Este conductor se conecta al retorno común del circuito del ETCD y se emplea como potencial de referencia para los receptores del ETCD provistos de circuitos de enlace asimétricos de tipo X.26.

***2. CIRCUITO T - Transmisión***

Sentido: hacia el ETCD

Por este circuito se transfieren al ETCD las señales binarias procedentes del ETD que hayan de transmitirse por el circuito de datos, durante la fase de transferencia de datos, a uno ó más ETD distantes.

También se transfieren por él las señales de control de la llamada procedentes del ETD que se hayan de transmitir al ETCD durante la fase de establecimiento de la comunicación y otras fases de control de la llamada, como se especifica en las Recomendaciones pertinentes sobre las características de procedimiento del Interfaz.

El ETCD supervisa este circuito para detectar los fallos de tipo eléctrico, de acuerdo con las especificaciones de las características eléctricas del Interfaz. El ETCD interpretará un fallo del circuito como se especifica en la Recomendación sobre las características de procedimiento del Interfaz.

***3. CIRCUITO R - Recepción***

Sentido: del ETCD

Por este circuito se transfieren al ETD las señales binarias procedentes del ETCD, tal como se hayan recibido de un ETD distante durante la fase de transferencia de datos.

---

<sup>3</sup> ETD = Equipo de Terminación de Datos

También se transfieren por él las señales de control de la llamada procedentes del ETCD, tal como se hayan recibido durante la fase de establecimiento de la comunicación y otras fases de control de la llamada, como se especifica en las Recomendaciones pertinentes sobre las características de procedimiento del Interfaz.

El ETD supervisa este circuito para detectar los fallos de tipo eléctrico, de acuerdo con las especificaciones de las características eléctricas del Interfaz. El ETD interpretará un fallo del circuito como se especifica en la Recomendación sobre las características de procedimiento del Interfaz.

#### 4. CIRCUITO C - Control

Sentido: hacia el ETCD

Las señales transmitidas por este circuito controlan el ETCD para un determinado proceso de señalización.

La representación de las señales de control requiere una codificación adicional del circuito T (Transmisión), como se especifica en la oportuna Recomendación sobre las características de procedimiento del Interfaz. Este circuito permanecerá en el estado CERRADO durante la fase de datos. El estado de este circuito durante la fase de control de la llamada será el que se especifica en la Recomendación pertinente sobre las características de procedimiento del Interfaz.

Nota - Después de seleccionar adecuadamente las facilidades especiales de usuario (todavía por definir), podría ser preciso el paso al estado CERRADO una vez iniciada la fase de datos, de acuerdo con las normas en vigor sobre el empleo de éstas facilidades. Esta cuestión debe estudiarse aún.

El ETCD supervisa este circuito para detectar las averías de tipo eléctrico, de acuerdo con las especificaciones de las características eléctricas del Interfaz. El ETCD interpretará una avería del circuito como se especifica en la Recomendación sobre las características de procedimiento del Interfaz.

### 5. CIRCUITO 1 - Indicación

Sentido: del ETCB

Las señales transmitidas por este circuito indican al ETD el estado del proceso de control de la llamada.

La representación de las señales de control requiere una codificación adicional del circuito R (Recepción), como se especifica en la pertinente Recomendación sobre las características de procedimiento del interfaz. Cuando este circuito está en el estado CERRADO, ello significa que las señales por el circuito R contienen información procedente del ETD distante. El estado ABIERTO significa que existe un estado de señalización de control definido por la secuencia de bits en el circuito R, como se especifica en la Recomendación sobre las características de procedimiento del interfaz.

El ETD supervisa este circuito para detectar los fallos de tipo eléctrico, de acuerdo con las especificaciones de las características eléctricas del interfaz. El ETD interpretará un fallo del circuito como se especifica en la Recomendación sobre las características de procedimiento del interfaz.

*Nota - Para facilidades especiales de usuario (todavía por definir), podría ser preciso utilizar el estado ABIERTO una vez iniciada la fase de transferencia de datos, de acuerdo con las normas en vigor sobre el empleo de estas facilidades. Esta cuestión debe estudiarse aún.*

### 6. CIRCUITO 5 - Temporización para los elementos de señal

Sentido: del ETCB

Las señales transmitidas por este circuito proporcionan al ETD información de temporización para los elementos de señal. El estado del circuito será CERRADO y ABIERTO durante periodos de tiempo teóricamente iguales. No obstante, para funcionamiento isócrono en ráfagas, pueden admitirse para el estado ABIERTO periodos de tiempo mayores, iguales a un número impar de periodos nominales del estado CERRADO, como se especifica para las características del procedimiento del interfaz.

El ETD presentará una señal binaria por el circuito T (Transmisión) y, en el circuito C (Control), un estado en el que las transiciones se produzcan teóricamente al mismo tiempo que las transiciones del estado ABIERTO al CERRADO de este circuito.

El ETCD presenta una señal binaria por el circuito R (Recepción) y, en el circuito I (Indicación), un estado en el que las transiciones se produzcan teóricamente al mismo tiempo que las transiciones del estado ABIERTO al CERRADO de este circuito.

La transición del estado CERRADO al estado ABIERTO indicará, teóricamente, el centro de cada elemento de señal en el circuito R.

El ETCD transferirá por este circuito, a través del interfaz, información de temporización para los elementos de señal, mientras la fuente de la temporización sea capaz de generar dicha información.

#### 7. CIRCUITO B - Temporización para los bytes (véase la Nota 2)

Sentido: del ETCD

Las señales transmitidas por este circuito proporcionan al ETD información de temporización para los bytes de 8 bits. Este circuito se mantendrá teóricamente en el estado ABIERTO durante el periodo de estado CERRADO del circuito S (Temporización para los elementos de señal), que indica el último bit de un byte de 8 bits, y en el estado CERRADO en todos los otros instantes del periodo del byte de 8 bits.

Durante las fases de control de la llamada se alinearán correctamente, con las señales del circuito B los caracteres de control de la llamada y los estados estacionarios utilizados para todas las transferencias de información, en uno u otro sentido, entre el ETCD y el ETD.

El ETD presentará el comienzo del primer bit de cada carácter de control de la llamada al circuito T (Transmisión), teóricamente en el momento de producirse la transición del estado ABIERTO al CERRADO del circuito S, que sigue a la transición del estado ABIERTO al CERRADO del circuito B.

Puede producirse un cambio de estado del circuito de C (Control) en cualquier transición del estado ABIERTO al CERRADO del circuito S, pero tal cambio se habrá muestreado en el ETCD en

el momento de la transición del estado ABIERTO al CERRADO del circuito B, por ejemplo, para evaluar el siguiente carácter de control de la llamada en el circuito T.

El ETCD presentará al circuito R (Recepción) el centro del último bit de cada carácter de control de la llamada, teóricamente en el momento de la transición del estado ABIERTO al CERRADO del circuito B.

El cambio de estado en el circuito I (Indicación) se producirá teóricamente en el momento de la transición del estado ABIERTO al CERRADO del circuito S, que sigue a la transición del estado ABIERTO al CERRADO del circuito B.

El ETCD transferirá por este circuito, a través del interfaz, información de temporización para los bytes todas las veces que la fuente de temporización sea capaz de generar dicha información.

*Nota 1* - Durante la fase de transferencia de datos, los ETD que comuniquen mediante un código de 8 bits pueden utilizar la información de temporización de bytes para la alineación mutua de caracteres.

La conservación de la alineación de caracteres, una vez que la comunicación ha entrado en la fase de transferencia de datos, y la obtención de la sincronización de la alineación de un interfaz con la alineación del otro interfaz, son requisitos previos a la obtención de esta característica. (Esto sólo es posible en algunas conexiones).

Además, cuando se disponga de esta característica, los cambios de estado en el circuito C, que se han definido anteriormente, pueden producir un cambio equivalente en la alineación relativa del circuito I en el interfaz distante.

*Nota 2* - En algunas Recomendaciones sobre características de procedimiento del interfaz (por ejemplo, X.21), el uso y terminación de este circuito por el ETD no es obligatorio, incluso cuando esté previsto en el ETCD.

## APÉNDICE B

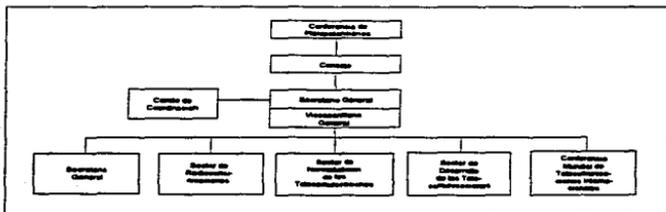
### ESTRUCTURA DE LA UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

#### (UIT)

Tras un análisis de tres años de duración, efectuado por los países miembros encaminado a determinar lo que necesitaba la UIT para atender los requisitos en avance constante de las telecomunicaciones modernas, la Conferencia de Plenipotenciarios adicional celebrada en 1992, reafirmó los objetivos básicos de la Unión y reformó su estructura.

La conferencia reestructuró a la UIT en tres Sectores para mejorar la coordinación, y la interconexión con los usuarios y otras organizaciones colaboradoras, y para asegurar un análisis continuo de la estrategia y la planificación.

Ahora la estructura de la UIT es la que se muestra en el cuadro D-1.



CUADRO D-1: ESTRUCTURA DE LA UIT



# BIBLIOGRAFIA

## **BIBLIOGRAFÍA**

- **ADUNTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**  
RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS
  
- **CATÁLOGO BLACK BOX**  
TODO PARA CONECTIVIDAD  
1995 Y 1997
  
- **CATÁLOGO DE PRODUCTOS PARA LA COMUNICACIÓN DE DATOS**  
RAD DATA COMMUNICATIONS  
1995
  
- **COMUNICACIONES Y REDES DE PROCESAMIENTO DE DATOS**  
NESTOR GONZÁLEZ SAINZ  
EDITORIAL MCGRAW-HILL
  
- **DIGITAL HIGHWAY NEWS**  
VOL. 1, No. 1  
FEBRUARY, 1995
  
- **DISPOSITIVOS PLL DE FUENTES REGULADAS**  
ARTHUR B. WILLIAMS  
EDITORIAL MCGRAW-HILL
  
- **FOLLETOS DE EQUIPO DE COMUNICACIONES MOTOROLA**
  
- **INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORKS, ARCHITECTURES, PROTOCOLS AND STANDARDS**  
HERMAN J. HELGERT  
EDITORIAL ADISON WESLEY PUBLISHING Co.
  
- **ISDN AND BROADBAND ISDN**  
STALLING WILLIAM  
EDITORIAL MCMILLAN

- **SDN YELLOW PAGES**  
1994 INTERNATIONAL EDITION  
INFORMATION GATEKEEPERS
- **LIBROS AZULES DEL CCITT DE LA SERIE I**
- **LIBRO AZUL DEL CCITT SERIE G**
- **LIBRO AZUL DEL CCITT SERIE X, 21 Y X, 25**
- **MICROCOMMUNICATIONS**  
VOL. I & APPLICATIONS  
INTEL, 1990
- **MICROELECTRONICS DATA BOOK**  
ISSUE 5  
MITEL
- **MODULATION**  
F. R. CONNOR  
EDITORIAL EDWARD ARNOLD
- **REDES DE COMPUTADORAS: NORMAS, PROTOCOLOS E INTERFACES**  
UYLESS BLACK  
EDITORIAL MACROBIT
- **REDES DE ORDENADORES**  
TANENBAUM, S. ANDREW  
EDITORIAL PRENTICE HALL
- **SISTEMAS DE COMUNICACIONES**  
JOSÉ MANUEL HUIDABRO  
EDITORIAL PARAMINTO
- **TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN, MODULACIÓN Y RUIDO**  
MISCHA SCHWARTZ  
EDITORIAL MCGRAW-HILL