

71
28



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ A R A G O N ”

FALLA DE ORIGEN

**“ANALISIS DE LA ADAPTACION DE
APLICACIONES X, 25 A LA RDSI
(RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS)”**

T E S I S

**Que para obtener el Título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P r e s e n t a :

SERGIO SORIANO VELAZQUEZ

Asesor: Ing. David Estopler Bermudez



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS.

Con profundo amor y respeto a mis padres

Jorge y Ma. Concepción.

Por todos estos años de sacrificios.

Con cariño a mi hermano Jorge y a mi cuñado Omar.

Por brindarme su amistad.

Con agradecimiento a mi asesor ing. David Estopier Bermudez.

Por el apoyo y tiempo dedicados a la realización de éste trabajo.

**Y muy especialmente con inmenso cariño y gratitud a mi hermana
Marisela por todos sus consejos y palabras de aliento.**

Índice.

	página
I.- Objetivo.	1
II.- Introducción.	1
III.- Contenido:	
Capítulo I:	
Generalidades sobre la RDSI.	4
I.1.- Bosquejo histórico: desarrollo hacia una red digital.	4
I.2.- La evolución telefónica en México.	6
I.3.- Introducción a la RDSI.	8
I.3.1.- Evolución de la tecnología.	8
I.3.2.- El concepto de la RDSI	10
I.3.3.- Ventajas y desventajas.	11
I.3.4.- Servicios prestados.	13
I.3.5.- Interfaces usuario-red.	16
I.3.6.- Modelo de referencia.	17
Cápítulo II:	
El procesamiento digital de señales de voz.	21
II.1.- Telefonía analógica.	21
II.2.- Teoría de PCM.	25
II.2.1.- Capacidad de la información.	26
II.2.2.- Principios fundamentales.	28
II.2.3.- Proceso de muestreo.	29
II.2.4.- Proceso de cuantificación.	32
II.2.5.- Proceso de codificación.	37
II.3.- Estructura de trama.	41
II.3.1.- Multiplexación.	41
II.3.2.- Sistema americano.	43

II.3.3.- Sistema europeo.	44
II.4.- Códigos de línea.	48
Capítulo III:	
El procesamiento digital de datos.	55
III.1.- Las redes de ordenadores.	55
III.2.- La norma X.25.	56
III.3.- Niveles de X.25.	56
III.4.- El protocolo HDLC.	58
III.4.1.- Formato de la trama del protocolo HDLC.	59
III.5.- Opciones de conexión a X.25.	67
III.6.- Interconexión de redes.	69
III.6.1.-Protocolo de empaquetamiento/desempaquetamiento de datos.	69
III.6.2.-El protocolo X.75.	71
III.7.- Interfaces de nivel físico.	72
III.7.1.-Interfaz RS-232-C.	72
III.7.2.-Interfaz V.24.	75
III.7.3.-Interfaz X.21.	76
III.7.4.-Interfaz V.35.	78
III.8.- Planes de numeración para redes de datos.	78
III.8.1.- Plan internacional de numeración para redes de datos públicas.	78
III.8.2.- Plan internacional de numeración para redes privadas.	80
Capítulo IV:	
Normas internacionales.	81
IV.1.- Organizaciones de normalización internacionales.	81
IV.2.- Unión internacional de telecomunicaciones.	81
IV.3.- Infraestructura general del CCITT.	81
IV.3.1.-Conclusiones del CCITT.	82
IV.4.- El CCIR.	83
IV.5.- La OSI.	84
IV.6.- La conferencia europea de servicios postales y de telecomunicaciones.	84
IV.7.- Otras organizaciones internacionales.	84
IV.8.- Organizaciones estadounidenses.	85

Capítulo V:	
Sistemas de señalización.	87
V.1.- Señalización analógica.	87
V.1.1.- Señalización E y M.	90
V.1.2.- Señalización Wink Start.	91
V.2.- Señalización digital.	91
V.2.1.- Señalización R-1.	92
V.2.2.- Señalización R-2-MFC.	93
V.3.- Sistema de señalización No. 7.	99
V.3.1.- Señalización por canal común.	99
V.3.2.- Sistema de señalización No. 7.	100
V.3.3.- Estructura de la red SCC-7.	100
V.3.4.- Unidades de señalización.	103
V.3.5.- Funciones de la red SCC-7 (nivel 3).	105
V.3.6.- Funciones de la terminal de enlace de señalización (nivel2).	106
V.3.7.- Funciones del enlace de datos de señalización (nivel 1).	107
V.3.8.- Parte de usuario (nivel 4).	107
Capítulo VI:	
Adaptación de X.25 a RDSI.	108
VI.1.- El acceso básico.	108
VI.1.1.- Configuraciones de acceso a la RDSI.	108
VI.1.2.- Descripción general del acceso básico.	109
VI.1.3.- Adaptación de velocidad a 64 Kbps.	111
VI.2.- El acceso primario.	123
VI.2.1.- Interfaz a 1544 Kbps.	123
VI.2.2.- Interfaz a 2048 Kbps.	124
VI.3.- El protocolo LAPD.	124
VI.3.1.- Funcionamiento de LAPD.	124
VI.3.2.- Estructura de trama de LAPD.	130
VI.3.3.- Adaptación de aplicaciones X.25.	133
VI.3.3.1.- adaptación de velocidad de terminales X.25.	135
VI.3.3.2.- adaptación de protocolo para la conexión por canal B.	135
VI.3.3.3.-Adaptación de protocolo para la conexión por	

canal D.	136
VI.4.- Medios de transmisión soportados.	145
VI.4.1.- Cables coaxiales.	145
VI.4.2.- Pares simétricos de cobre.	145
VI.4.3.- Características físicas del interfaz S/T en LAPD.	149
VI.4.4.- Configuraciones de cableado para interfaces de nivel físico.	151
VI.5.- Características del controlador R8071.	153
VI.5.1.- Introducción.	153
VI.5.2.- Características.	154
VI.5.3.- Funcionamiento	157
VI.5.3.1.- Procesador de transmisión de datos.	159
VI.5.3.2.- Procesador de recepción de datos.	159
VI.5.3.3.- Administrador de memoria.	159
VI.5.3.4.- Controlador de circuito.	160
VI.5.3.5.- Interfaz en serie hacia el transceptor R8070.	160
VI.5.4.- Organización de memoria.	161
VI.5.5.- Características eléctricas.	165
IV.- Apéndice A.	166
V.- Conclusiones.	170
VI.- Bibliografía.	172

Objetivo:

Presentar un estudio de la forma como se puede implementar el acceso de equipos terminales que funcionen bajo la norma X.25 a la RDSI.

Introducción.

Dada la creciente necesidad de optimización e integración en los recursos y en los medios de transmisión, las Organizaciones de Normalización a nivel Internacional propusieron en la década de los 80's el concepto de Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

Sin embargo, previamente ya se conocían redes digitales para transmisión de información, las cuales habían sido estandarizadas en los 70's. Tal es el caso de las redes X.25, mismas que encontraron su máximo desarrollo cuando la Red Digital de Servicios Integrados apenas iniciaba sus propuestas formales de integración.

Por lo anterior y dado que a la fecha es una realidad que ambos caminan en un sólo medio, es sumamente importante conocer cómo es que X.25 se ha adaptado a la Red Digital telefónica.

Es por eso, que el presente trabajo permitirá conocer los principios de operación de la RDSI, así como los de X.25, en primera instancia por separado, para más adelante analizar el proceso de integración de ambas tecnologías.

Asimismo se da a manera de ejemplo, una breve explicación de los principios de un dispositivo que permite llevar a cabo una parte del proceso de integración, con lo cual se permite tener una visión tanto teórica como práctica de los tópicos en cuestión.

Para lograr éste objetivo, el texto está dividido en 6 capítulos cuyo contenido se detalla a continuación.

En el capítulo 1, se presenta una introducción de la RDSI, comenzando con aspectos del desarrollo de las redes digitales y de la tecnología digital en general. Continúa con definiciones y conceptos básicos de la RDSI.

En el capítulo II, se verá el tema del tratamiento de señales de voz en tecnología digital, incluyendo un estudio de la técnica de modulación por impulsos codificados, PCM. También se trata la manera como se forman las tramas de información que operan bajo normas americanas y europeas.

En el capítulo III, se trata el tema de las redes de ordenadores que interactúan bajo la norma X.25, se revisa la estructura de trama del protocolo HDLC en sus diferentes modos de funcionamiento y en los niveles 1, 2 y 3 de la capa OSI.

También se presentan las interfaces más usadas para conectar los equipos terminales con las terminales de red.

El capítulo IV presenta los diferentes organismos internacionales de normalización que tienen que ver con RDSI, describiendo la forma como se organiza el CCITT. En el apéndice A se presentan las recomendaciones que se consultaron para la realización de éste trabajo y que además son las más sobresalientes para aplicaciones RDSI.

En el capítulo V, se presentan los diferentes tipos de señalización que son necesarios para a cabo llevar el intercambio de información entre dos equipos terminales.

Dentro de éste capítulo se habla brevemente del sistema de señalización No. 7, el cuál es fundamental para el funcionamiento de la RDSI.

El capítulo VI es el punto culminante del trabajo donde se trata la adaptación de los equipos terminales X.25 a la RDSI.

Primero se da un panorama general de los diferentes tipos de acceso a la red, posteriormente, se trata el tema del proceso de la adaptación de la velocidad de los equipos terminales X.25 a la velocidad estándar de la red de 64 Kbps.

Asimismo, se muestra cómo es la adaptación del protocolo HDLC al protocolo de señalización LAPD.

En éste mismo capítulo, se dan a conocer los medios de transmisión usados para soportar el acceso básico a la red.

Al finalizar el capítulo, se presenta la propuesta de un controlador que es capaz de realizar esta adaptación revisando su funcionamiento en diagramas de bloques (el controlador es el Rockwell R8071).

Por último se dá una referencia bibliográfica suficiente para aquellos que quieran profundizar en cada uno de los temas aquí desarrollados.

Capítulo I: Generalidades sobre la RDSI.

I.1.- Bosquejo histórico: Desarrollo hacia una red digital.

La mayor parte de las invenciones se realizan por la necesidad de resolver problemas y paradójicamente la mayoría de las invenciones acarrear problemas que no se sospechaban siquiera. Asimismo, tales invenciones no se pueden considerar por sí solas, porque para su implementación exitosa dependen del soporte tecnológico adecuado. Este entre otros, es el caso del desarrollo de los sistemas de transmisión digital.

La historia antigua de la transmisión digital se une al desarrollo del telégrafo eléctrico dado a inicios del siglo XVII, aunque los sistemas de comunicaciones no eléctricas nos remontan a más de 2000 años. Así por ejemplo, nos encontramos con un sistema de antorchas implementado por los griegos en el año 300 a.c., los aztecas con su sistema de tambores ó teponaxtlis, los indios americanos con sus señales de humo, los romanos con su semáforo, más tarde los franceses también con un semáforo.

Se puede considerar al año de 1837 como el despegue de la transmisión digital con el lanzamiento del telégrafo eléctrico cuyo sistema de codificación culminó en 1843 con el código Morse, el cuál se basa en códigos secuenciales de longitud variable punto- raya-espacio. En un principio este telégrafo realizaba la transmisión en paralelo, más adelante en su evolución se realizó la transmisión en serie en modo simplex (Comunicación en un sólo sentido), más tarde en duplex (Comunicación en ambos sentidos) y finalmente la multiplexación con sincronización.

Con la invención del aparato telefónico en 1876 por Alejandro Graham Bell comenzó el período de estancamiento en la evolución de la transmisión digital, esto debido a que en ese entonces era más personal, cómoda, rápida y conveniente la comunicación por la transmisión de voz analógica y no de datos ó códigos y el aparato telefónico era accesible para toda la población. Quince años más tarde comenzaron las conversaciones telefónicas a lo largo del mundo. A partir de entonces el desarrollo y diseño de redes se hicieron para manejar señales analógicas y sólo como extensión la señal digital del telégrafo, aún este mismo se tuvo que adaptar para sistemas analógicos. Para 1950 casi todas las comunicaciones del mundo eran analógicas con excepción de los circuitos telegráficos y algunos sistemas de radio.

Sin embargo las técnicas digitales no desaparecieron del todo, antes al contrario, en esta época fueron estimuladas, ya que las señales telefónicas para su transmisión eran muy sensibles al ruido y a la distorsión lo que fomentó el estudio en el área digital.

A principios de la década de 1930, se realizaron diversos estudios referentes a como se podían tomar muestras de las señales analógicas entre los que destacaron los de Nyquist, Kotelnikof y Shannon.

Al principio se pensó que la transmisión por modulación en amplitud la cuál presentaba muy alta sensibilidad al ruido, podía ser sustituida por la técnica de modulación en frecuencia, sin embargo aunque mejoró, no fue lo que se esperaba; es entonces, 20 años después de los trabajos de Nyquist y Shannon, que se fueron apreciando las ventajas de las varias formas de modulación digital.

Para el año de 1938, un ingeniero de Standard Telecommunications Laboratories de Harlow, A.H. Reeves, propuso una técnica para muestrear, cuantificar y transmitir señales codificadas. El invento de la modulación por impulsos codificados conocida como PCM (Pulse Code Modulation), para la transmisión digital de señales de variación rápida hizo posible transmitir señales múltiples via un sólo circuito utilizando técnicas multiplexadoras en el dominio del tiempo.

Sin embargo este invento era muy adelantado a su tiempo. Los sistemas de transmisión PCM no se comercializaron hasta aproximadamente 1961, debido al invento de circuitos semiconductores y a la demanda creciente de servicios telefónicos. Debido al constante crecimiento de esta demanda, se pensó en aumentar la capacidad de cableado existente, pero hasta el momento se habían hecho intentos en una escala limitada, dado que los cables se habían diseñado para la transmisión de señales de audio y esto impedía el aumento de la capacidad instalada, debido fundamentalmente al ruido y a la interferencia.

Con la introducción de las técnicas digitales de procesamiento de señales, se inició una nueva era en las telecomunicaciones ya que inmediatamente se aumentó notablemente la capacidad de transmisión de las redes existentes, al ya no ser las señales transmitidas señales continuas que pueden tomar cualquier valor en el tiempo, sino trenes de pulsos que solamente pueden tomar valores discretos. Este hecho produjo un aumento en la demanda

de servicios por parte del público usuario, lo que se tradujo en la necesidad de contar con mayores velocidades de transmisión. La introducción de estas técnicas digitales introdujo también la posibilidad de ofrecer a través de la red ya existente, nuevos servicios tales como: fax, transmisión de datos entre computadoras, correo electrónico, etc.

La importancia de contar con estos servicios se notó rápidamente en diversas empresas, especialmente en bancos, casas de bolsa y compañías aéreas que de esta manera cuentan con un medio rápido de procesar la información en tiempo real para así ofrecer un mejor servicio a los clientes.

De esta forma se puede observar que las tendencias de las nuevas tecnologías de comunicaciones convergen hacia una red que aparte de ofrecer los servicios de voz, también sea capaz de resolver problemas de transmisión de video, documentos a alta velocidad, y un sin fin de nuevas aplicaciones. Esta nueva red será la Red Digital de Servicios Integrados, RDSI, que surge como una evolución de la Red Digital Integrada actualmente en operación.

1.2.- La evolución telefónica en México.

En 1878, dos años después de que Bell patentara su aparato telefónico, éste llegó a México. En ese año, la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas otorgó a la Compañía Telefónica Mexicana la primera concesión para el establecimiento del servicio público telefónico, y se efectuó la primera comunicación telefónica en México, estableciéndose un enlace entre el Distrito Federal y Tlalpan. Para 1883, el servicio telefónico se va extendiendo gradualmente en todo el país; en 1891 se establece el servicio telefónico local entre las ciudades de Guadalajara, Puebla, Oaxaca, Mérida y Veracruz. Durante el período de 1882 a 1900, la Compañía Telefónica Mexicana se mantuvo como principal empresa concesionaria del servicio de telefonía, bajo los auspicios de la Bell Telephony Company, existiendo otras empresas menores que posteriormente serían absorbidas.

Los años fueron pasando y con ellos la telefonía fue experimentando progresos tecnológicos. En la década de 1920, se introdujo en el país la tecnología de centrales automáticas, de las cuales fué pionera la Central Roma. El 23 de diciembre de 1947 se constituyó Teléfonos de México, iniciando sus operaciones el 1o de enero de 1948 con los bienes y concesiones de la Compañía Ericsson y de la Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana.

La consolidación de Telmex se realizó en forma gradual. Primero se llevó a cabo la ampliación y modernización en general, y más tarde se emprendieron estudios cuidadosos para programar el crecimiento la mejora y el perfeccionamiento de las centrales, redes, plantas diversas y circuitos de larga distancia, formateándose en este último capítulo la instalación de canales múltiples de alta frecuencia sobre circuitos físicos y posteriormente de microondas.

Un hecho relevante lo constituyó la instalación de las primeras centrales automáticas, éste equipo fué capaz de permitir que los suscriptores marcasen directamente los números de larga distancia y que el importe de su llamada se facturara automáticamente con todos los detalles que actualmente se proporcionan en las conferencias solicitadas con intervención de operadora.

El 6 de Septiembre de 1979, aparece la primera central de tecnología digital instalada en el país, que opera en el sistema Tlahuac-Milpalta con capacidad para 6700 líneas.

El 6 de Febrero de 1980, el Secretario de Comunicaciones y Transportes Emilio Carrillo, expone que Telmex ha dado los pasos necesarios para evolucionar hacia la tecnología digital, la cuál maneja señales producto de una codificación binaria, en vez de las tradicionales señales analógicas. La nueva tecnología ofrece grandes ventajas: menores costos de inversión y de mantenimiento, mejor calidad de servicios, reducción del ciclo de expansión y facilidad para una red integrada.

Tres elementos ha propiciado el advenimiento de la técnica digital:

- 1) El propicio concepto de transmisión digital con el cuál se logra multiplicar el usos de las facilidades existentes.
- 2) El concepto de las funciones de las centrales por medio del procesamiento de datos.
- 3) El desarrollo de los semiconductores y la integración de circuitos a gran escala.

El estudio de la técnica digital se realizó bajo la premisa de que cualquier decisión en el intercambio tecnológico ha de producir una reducción

significativa en los costos de inversión por línea y costos de operación, proporcionando nuevos y mejores servicios a los suscriptores.

Para el año de 1988, se puso en operación la Red Digital Integrada RDI de Telmex, con la infraestructura de las centrales y medios de enlace de tecnología digital. Con esta red, Teléfonos de México ha dado el primer paso en la evolución de su sistema telefónico, al proporcionar un elevado nivel de calidad con los sistemas más adelantados de conmutación y transmisión.

La Red Digital Integrada suministra un medio de transporte de señales digitales conmutadas y de punto a punto, con todas las modalidades de transmisión de información como voz, datos, textos e imágenes en un sólo sistema para construir redes corporativas e institucionales a niveles local y de larga distancia nacional e internacional de la más alta calidad. Asimismo, incorpora una red multiusuario de satélite para la interconexión de localidades remotas ó aisladas que requieren ser integradas a los servicios de la red digital terrestre; así como una red para retransmisión de datos en paquetes para bajos volúmenes de información en tiempos cortos.

Para 1992 se implementan millón y medio de líneas con tecnología digital, de las cuales 900 fueron totalmente nuevas y el resto corresponde a sustitución de tecnología obsoleta. También se ponen en operación 450 nuevas centrales, 100 centros de operación y mantenimiento y 40 nuevas oficinas comerciales.

Así pues, la RDI constituye la primera etapa en la implementación de la Red Digital de Servicios Integrados que marca la tendencia de comunicación del futuro.

1.3.- Introducción a la RDSI.

1.3.1.- Evolución de la tecnología.

Hasta la mitad de los años 70's los servicios de las telecomunicaciones estuvieron limitados a la comunicación por medio de la escritura. El teléfono y el Télex utilizaban medios específicos de transmisión y de conmutación y cada servicio disponía, por tanto de su propia red.

Debido a la rápida evolución de los equipamientos de las empresas y de los hogares en medios modernos en tratamiento ó gestión de la información, la última década ha visto nacer nuevas necesidades en servicios de Telecomunicaciones, designadas globalmente como servicios telemáticos. La satisfacción de estas necesidades ha conducido a utilizar la red telefónica analógica para transmitir datos en la banda vocal con la ayuda de módems y a crear redes especializadas mejor adaptadas a la demanda. Han aparecido así redes de datos por conmutación de circuitos ó de paquetes, redes digitales de líneas alquiladas ó conmutadas, terrestres ó por satélite.

Los servicios telemáticos prosiguen su crecimiento y diversificación: aparecen nuevas aplicaciones, y el conjunto de usuarios se extiende día a día, conduciendo a difundir estos servicios de transmisión de datos (videotex, fax, microordenadores, las primeras redes videocomunicantes, etc.).

La satisfacción de las distintas necesidades mediante un grán número de redes especializadas presenta una serie de inconvenientes tanto para el cliente, como para la compañía ó la administración que se ocupa de su gestión y explotación.

En cuanto a los usuarios, las limitaciones que aparecen están relacionadas esencialmente con:

-El costo: cada red necesita un conector físico particular y, a menudo, terminales específicos. El costo medio de la conexión es tanto o más caro cuanto más pequeña sea la red.

-La eficiencia: el funcionamiento en conjunto de las redes suele acumular los defectos de cada una de ellas.

-La comodidad de utilización: los procedimientos de acceso son particulares para cada red especializada, esto acarrea problemas entre los usuarios por las múltiples maniobras que se deben realizar para poder trabajar con un sistema determinado.

-Las relaciones comerciales: existen tantos trámites de facturación y de mantenimiento como redes diferentes.

Para las empresas ó entidades beneficiadas con los servicios de la red, la pluralidad de las mismas y la diversidad de los equipos inducen un sobrecoste

notable en inversión a la vez que en funcionamiento e implican un personal más numeroso teniendo que adaptarse a normas de explotación muy distintas. También se pierden los beneficios inherentes a una red, de una planificación más cómoda de la inversión y de una facilidad para introducir rápidamente un nuevo servicio. Estos fenómenos condujeron a la creación de una nueva Red Universal simplificada para la transformación de la información.

I.3.2.- El concepto de RDSI.

Según la Recomendación I.110 del CCITT, una RDSI es una red que ha evolucionado en general a partir de una Red Digital Integrada para telefonía y que proporciona una conectividad digital de extremo a extremo para soportar una amplia gama de servicios de vocales y no vocales, a los cuales los usuarios tienen acceso mediante un conjunto limitado de interfaces polivalentes normalizadas usuario-red.

Ampliando este concepto, la Recomendación I.120 dice:

"Las RDSI soportan aplicaciones diversas, entre las cuales están las conexiones conmutadas y no conmutadas. Las conexiones conmutadas y no conmutadas en una RDSI, comprenden conexiones con conmutación de circuitos, conexiones con conmutación de paquetes, y sus concatenaciones.

En la medida que sea posible, los nuevos servicios que se introduzcan en la RDSI deberán disponerse de modo que sean compatibles con las conexiones conmutadas a 64 Kbps.

Una RDSI contendrá inteligencia suficiente para asegurar las características de servicio, y las funciones de mantenimiento y gestión de la red. Es posible que esta inteligencia no sea suficiente para algunos nuevos servicios y sea necesario suplementarla mediante inteligencia adicional dentro de la propia red, o lo que también es posible, mediante una inteligencia compatible en los terminales del usuario.

Para la especificación del acceso a una RDSI se debe utilizar una estructura estratificada de los protocolos. El acceso de usuarios a recursos de la RDSI puede variar según el usuario requerido y el estado de la RDSI de cada país."

La definición de la RDSI se sustenta sobre tres elementos fundamentales:

-La conectividad digital para la transferencia de la información: las señales de cualquier naturaleza son transmitidas de forma digital de terminal a terminal a través de la RDSI.

-La conectividad de señalización en modo mensaje: el término señalización designa el intercambio de señales entre las distintas entidades funcionales de una red, (conmutadores, servidores, terminales, etc.), necesarias para el establecimiento de liberación de las comunicaciones ó para la gestión de los recursos. En la RDSI, la señalización será transmitida sobre el conjunto de la red y los terminales en forma de mensajes: secuencias digitales que comprenden direcciones, información y elementos de procedimiento.

-La polivalencia del acceso de usuario frente a los servicios de telecomunicación: la conexión a la RDSI permite al usuario disponer de servicios tan diversos como la telefonía, la telemática ó la videocomunicación a través de un mismo acceso.

1.3.3.- Ventajas y desventajas.

Una vez teniendo una idea del concepto de la RDSI, podemos enumerar el conjunto de ventajas que se pueden obtener mediante su implementación.

Dentro del conjunto de servicios prestados que se pueden considerar como ventajas tenemos:

-La obtención del tono para marcar de manera casi instantanea en el momento de descolgar.

-Reenvío temporal.

-Marcaje abreviado.

-La posibilidad de que la red avise a un usuario en comunicación la llegada de una nueva llamada con la indicación eventual del número que llama, el abonado podrá entonces dejar la primera comunicación tomar la nueva llamada y volver con la primera.

-La posibilidad de utilizar claves de acceso, palabras de paso, ó en el caso de videotex, acceder directamente a la información buscada sin pasar por las páginas de guía. El usuario tendrá también la posibilidad de negociar enteramente la utilización de un canal y de sincronizar el cambio de aplicación.

-Durante la fase de aviso acústico, se podrá transmitir también la identidad del usuario que llama y, en su caso, el motivo de la llamada. Se podrá transmitir también, un breve mensaje en caso de falta de respuesta ó de señal de ocupado.

-Se innova un nuevo tipo de comunicación: La comunicación multimedia, dos personas que se comunican por teléfono pueden en el curso de la conversación, transmitirse gráficos, imágenes fijas ó incluso verse, con la condición de disponer de los terminales adecuados.

Todos estas ventajas pueden traducirse en:

-Diversificación de servicios y mejoramiento del nivel social.

-Economía en la construcción de redes de comunicación y su desarrollo.

-Incremento de cooperación de los países altamente desarrollados en la construcción de la infraestructura de los países del tercer mundo.

Del mismo modo podemos encontrar desventajas en la implementación de la RDSI, como los que se mencionan a continuación:

-Incremento de diferencias entre las empresas de acuerdo a su capacidad de aprovechamiento de la información-

-Desarrollo de la integración industrial que contradice a la ley del antimonopolio.

-Endurecimiento de la estructura industrial.

-Aumento de riesgos por una mayor competencia y el dinamismo excesivo de las nuevas actividades industriales.

-Debilitamiento de la vitalidad humana.

-Dependencia excesiva de un sistema en la vida cotidiana.

Aunque se puedan encontrar deficiencias ó bien consecuencias negativas en la implementación de la red, las ventajas que ofrece la justifican.

La RDSI aporta la polivalencia del acceso a la red para el conjunto de los servicios: las informaciones relativas tanto a la señalización como al sonido, los datos ó las imágenes, son presentados en el acceso en forma de un multiplexor digital.

El CCITT ha aprovechado la existencia de este multiplexor en el acceso del usuario para prolongar la multiplexación de las señales en la instalación y unificar la conexión de los terminales, mediante la definición de un estándar aplicable a todo terminal, independientemente de su función. Gracias a esto, los usuarios de las telecomunicaciones verán su sueño realizado: un conector único para la utilización de la red, igual que en el caso de la distribución de la energía eléctrica.

I.3.4.- Servicios prestados.

El objetivo principal de la RDSI es procurar servicios de comunicación a los usuarios. Estos servicios pueden servir tan sólo para relacionar dos usuarios, ó bien para realizar complejas funciones para el tratamiento de la información, todo ello previsto o no de intercambios de señalización relativos al establecimiento, a la modificación del estado, a la ruptura de una comunicación o a cualquier otra negociación de explotación.

Desde el punto de vista del usuario, la noción de servicios comprende la prestación global mediante la asociación de todos ó de una parte de los elementos contributivos siguientes:

-Una red de telecomunicaciones que proporciona la función esencial de transporte de información adaptada al servicio.

-Un terminal.

-Un eventual conjunto de funciones específicas al servicio.

-Un conjunto de principios de explotación y de comercialización de los elementos precedentes.

Los servicios prestados por una RDSI se dividen en servicios de telecomunicación y servicios complementarios.

Los servicios de telecomunicación pueden ser servicios portadores ó teleservicios, según se limiten o nó a cubrir las capas inferiores del modelo de la red. Este modelo se explicará más adelante.

Los servicios de telecomunicación, así como los servicios suplementarios están especificados en la Recomendación I.130 del CCITT.

Un servicio portador es un servicio de transferencia de información que corresponde a un caso concreto de la noción de servicio de red en el sentido del modelo mencionado anteriormente, y por tanto utilizando sólo las funciones de las capas inferiores de este modelo.

Los servicios portadores deben cumplir con una serie de atributos definidos en la Recomendación I.120 del CCITT, entre los que se incluyen los siguientes: el canal de transporte debe ser totalmente transparente a la información que conduce; el servicio permitirá el transporte de una señal de voz codificada en forma digital; la red puede efectuar operaciones que afecten la señal, como una conversión analógica-digital, ó una codificación de línea.

Un teleservicio es un tipo de servicio que interesa potencialmente a un gran número de usuarios de una RDSI, está caracterizado no por el servicio ó los servicios de red que utilice, sino más bien por el servicio ofrecido al usuario, que corresponde en el modelo de la red, a las prestaciones ofrecidas por la capa 7.

La RDSI ofrece teleservicio según cuatro configuraciones que son:

-limitandose a relacionar dos terminales RDSI.

-relacionando una terminal RDSI con una función de nivel superior interna a la RDSI.

-relacionando dos terminales RDSI que utilicen un teleservicio según características técnicas distintas, vía una función de nivel superior interna a la RDSI que realice conversiones de protocolo.

-Uniendo un terminal a una función de nivel superior que está dentro de una red especializada.

La Recomendación I.240 del CCITT, define un conjunto de teleservicios que pueden ser ofrecidos por una RDSI, estos son: telefonía, Teletex, Telefax, Videotex y Telex. Los cuatro primeros servicios utilizan servicios portadores de tipo circuito a 64 Kbps, en cuanto a los dos últimos, su descripción está todavía incompleta, pero ofrecen la posibilidad de utilizar un canal B ó un canal D en el acceso.

Un servicio suplementario es una prestación adicional que completa ó modifica las funciones de un servicio de telecomunicación. La clasificación propuesta por el CCITT en su Recomendación I.250, presenta brevemente los servicios suplementarios reconocidos en la actualidad por este organismo.

A continuación se explican algunos de estos servicios:

-Selección directa a la llegada.- Permite a un usuario que llama acceder directamente a otro usuario situado en un PABX (conmutador privado) sin intervención de la operadora.

-Identificación de la llamada.- Permite al receptor de la llamada conocer el número del usuario que llama.

-Secreto de identificación del llamante.- Mantiene en secreto la identidad del llamante.

-Transferencia de llamada por llamada.- Permite a un usuario, que está en la fase de comunicación, transferir la llamada en curso hacia un tercero, pudiendo ser el usuario que hace la transferencia el origen ó el destino de la comunicación original.

-Llamada de conferencia.- Permite a un usuario entrar en comunicación simultáneamente con varios usuarios distintos, los cuales pueden comunicarse entre sí por el mismo principio.

-Llamada de tres.- Permite a un usuario en curso de comunicación poner en espera esta llamada, establecer otra llamada y después comunicar alternativamente con una u otra.

-Información sobre el coste.- Permite al usuario facturado por una comunicación ser informado sobre los elementos de coste correspondientes (en el momento de la llamada, durante la comunicación ó al finalizar la misma).

1.3.5.- Interfaces usuario-red.

Como se ha visto en el concepto de la RDSI, su objetivo principal es la integración de una gran variedad de servicios y aplicaciones que se van a apoyar en un pequeño número de interfaces usuario-red compatibles, que constituyen un elemento clave para lograrlo.

La filosofía general referente a la descripción de las distintas configuraciones se describe en configuraciones de referencia. Estas configuraciones se describen sobre la base de dos nociones:

Las agrupaciones funcionales y los puntos de referencia.

Las agrupaciones funcionales son conjuntos de funciones que a veces es necesario reunir para el acceso de los usuarios a la RDSI. Estas funciones pueden ser proporcionadas por uno ó varios equipos.

Los puntos de referencia son los puntos teóricos que separan a las agrupaciones funcionales. Según la implementación adoptada, el punto de referencia puede corresponder a una interfaz física ó no.

Las configuraciones de referencia para las interfaces usuario-red RDSI definen los puntos de referencia y las funciones que pueden ser proporcionadas entre estos puntos.

La figura 1.3.5.a, presenta las configuraciones de referencia.

En el siguiente punto se da la definición de las agrupaciones funcionales y de los puntos de referencia.

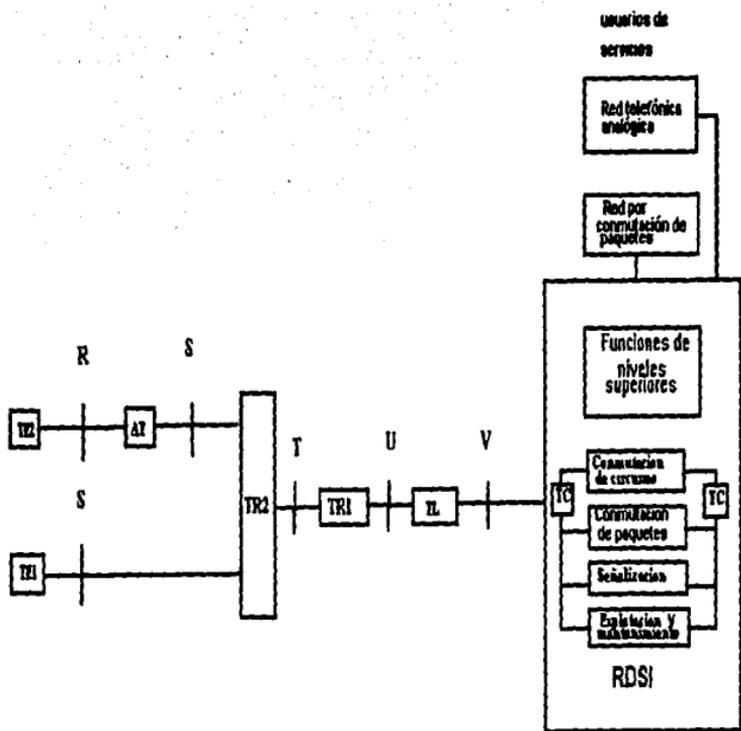


Figura 1.3.5.a.

I.3.6.- Modelo de referencia.

Los diseñadores de la RDSI utilizaron los principios de la Interconexión de Sistemas Abiertos (ISA), establecida por la Organización de Estándares Internacionales (OSI), ó bien, International Standardization Organization, ISO para los países de habla inglesa.

El suministro de servicios de telecomunicación muy diversos a los usuarios, en las mejores condiciones de accesibilidad y de costo, requiere considerar algunos preceptos:

- Optimización de los intercambios entre terminales ó máquinas.
- Independencia entre el servicio y la red de interconexión.
- Limitación de las modificaciones relacionadas con la evolución de un servicio a las únicas funciones implicadas, entre todas las necesarias para ofrecer este servicio.

Para satisfacer estos preceptos, la ISO ha optado por repartir el conjunto de funciones relativas a los servicios de comunicación en subconjuntos, en capas funcionales sobre la base de los siguientes criterios:

- Homogeneidad de las funciones en el interior de una misma capa.
- Definición de capas de manera que sus interacciones sean tan limitadas como sea posible y la identificación de estas fronteras entre capas puede conducir a una normalización de interfaz.
- Limitación del número de capas funcionales a un valor razonable para evitar que la descripción de los servicios sea demasiado compleja.

El resultado de estos trabajos, objeto de las Recomendaciones de la serie X.200 del CCITT, es un modelo de siete capas funcionales, entre las cuales suelen distinguirse las capas inferiores, 1 a 3 y las capas superiores, 4 a 7.

Las capas inferiores se refieren a las funciones necesarias para garantizar, con el rendimiento solicitado, la transferencia de información entre dos terminales a través de una red de telecomunicaciones.

La capa 1 (capa física) se ocupa de los aspectos físicos de la conexión de los terminales a las líneas de comunicación: interfaces mecánicas y eléctricas y protocolo de intercambio de elementos binarios.

La capa 2 (capa de enlace) corresponde a la transferencia de información sobre las líneas de comunicación; eventualmente incluye mecanismos de protección contra los errores de transmisión.

La capa 3 (capa de red) garantiza el establecimiento y la interrupción de las comunicaciones, así como el encaminamiento de la información del usuario a través de la red.

Las capas superiores se refieren a funciones más específicas de las aplicaciones utilizadas por los usuarios (telex, fax, video, etc); funciones que son tratadas en los equipos de los extremos terminales ó servidores, y eventualmente en la red misma.

La capa 4 (capa de transporte) garantiza el control de la transferencia de información de extremo a extremo a través de la red.

La capa 5 (capa de sesión) define la organización de los intercambios y la estructuración del diálogo entre aplicaciones.

La capa 6 (capa de presentación) define la sintáxis de la información intercambiada como puede ser el alfabeto, la presentación de información gráfica sobre la pantalla, etc.

La capa 7 (capa de aplicación) contiene los mecanismos habituales que pueden ser desarrollados para diferentes servicios (programas, base de datos, etc). La figura 1.3.6.a, presenta el diagrama del modelo en capas de la ISO.

A continuación se proporcionan las definiciones de las distintas agrupaciones funcionales.

TR1 (terminal de red 1): Proporciona las funciones de la capa 1, del lado de la red en el punto de referencia T y el tratamiento del sistema de transmisión de la línea del usuario; realiza también funciones complementarias de protección, de alimentación, de control de calidad de la transmisión.

TR2 (terminal de red 2): Proporciona las funciones de las capas 1, 2 y 3 de la interfaz usuario-red.

Los puntos de referencia de un TR2 son, S del lado del terminal y T del lado de la red. El punto de referencia T, es en ciertos casos, la línea de demarcación entre los dominios privado y público. Las principales funciones de un TR2 son la gestión del tráfico interno de la instalación del usuario y del acceso a la red pública. En la práctica, la agrupación funcional TR2 incluyen equipos PABX, dispositivos de intercomunicación ó incluso redes locales de empresa.

TE (equipo terminal): El acceso a la red de terminales RDSI, es por el punto de referencia S.

TE1: Proporciona las funciones de las capas 1, 2 y 3 del lado del usuario de la interfaz usuario-red. así como las funciones específicas de la aplicación que debe realizar.

TE2: Proporciona las funciones específicas de su aplicación más el tratamiento correspondiente a una interfaz que no es la interfaz usuario-red de la RDSI.

AT (adaptador de terminal): Proporciona las funciones de adaptación que permite que un terminal del tipo TE2 sea servido por la interfaz usuario-red de la RDSI.

El punto de referencia R, es el primer lugar para llegar a acceder al punto de referencia S, lo cuál implica un adaptador R/S.

Los puntos de referencia S y T, ocupan un lugar particularmente importante, en estos puntos es en donde se definen los caudales, los tipos de canales de transmisión y los protocolos de acceso de los usuarios, características de las que dependerán las posibilidades de la RDSI en cuanto a los servicios ofrecidos.

Para responder a los objetivos de desarrollo de la RDSI a partir de las redes de distribución existentes, la definición de los accesos de los usuarios debía tener en cuenta los rendimientos previsibles de las técnicas de transmisión digital acerca de los soportes de transmisión existentes sobre la red local, en cuanto a alcance y a caudal. La elección se ha inclinado finalmente para el acceso de usuario llamado acceso básico, por un caudal útil de 144 Kbps. Además, para dar servicio a las instalaciones de abonados de gran

capacidad se ha fijado un nuevo acceso, se trata del acceso primario, en el que el caudal útil es de 2048 ó 1544 Kbps. Estos dos valores corresponden a las normas en vigor en el CCITT para los multiplexores digitales de caudal primario

Es evidente que, según su capacidad, las instalaciones podrán utilizar uno ó varios accesos a 2048 Kbps ó 1544 Kbps.

Estas dos multiplexaciones están estructuradas en canales de dos tipos principales:

Un canal designado canal B con un caudal de 64 Kbps, valor que viene directamente del canal correspondiente a la voz codificada en PCM. Un canal B será utilizado por la telefonía, los datos vía modem, el fax, el teletex modo mixto, el videotex fotográfico a 64 Kbps.

El otro canal está designado como canal D y es utilizado en todos los casos para la señalización usuario-red, pero también previsto para transportar datos de usuario de bajo caudal ó de carácter esporádico (telecontrol, telediagnóstico, informática interactiva, etc).

Por lo tanto, la estructuración de acceso básico es 2B+D, con un caudal total de 144Kbps. El caudal del canal D es en éste caso de 16 Kbps.

En cuanto al acceso primario, su estructura será: 30B+D, ó 23B+D, un caudal total de 2048 Kbps ó 1544 Kbps, siendo esta vez el caudal del canal D de 64 Kbps.

Las características del punto de referencia S son idénticas a las del punto de referencia T en cuanto a estructura y caudal.

El punto de referencia U, señala la división entre TR1 y terminal de línea (TL) del lado del conmutador de conexión. El punto V, diferencia el terminal de línea y el de conmutación.

En el capítulo VI se muestra la estructura bit a bit de la trama 2B+D y de la trama 30B+D.

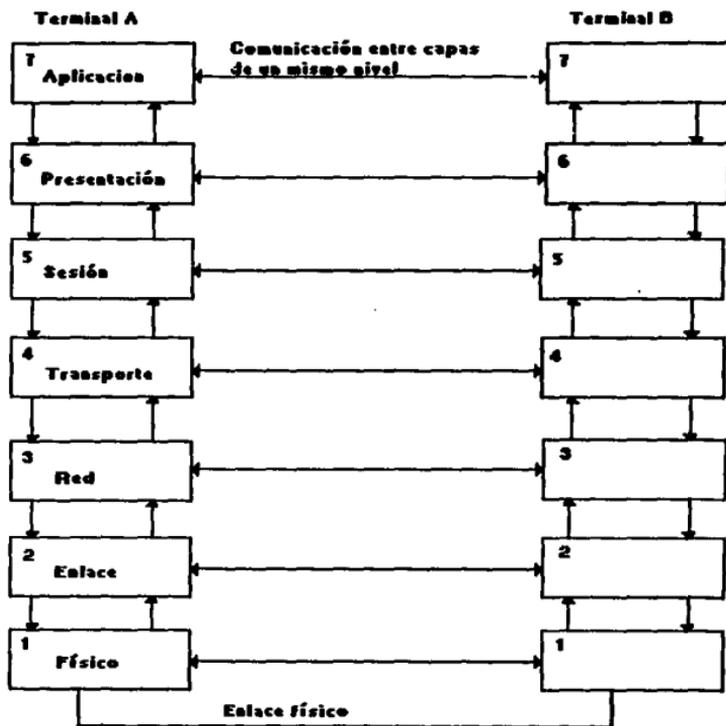


Figura 1.3.6.a.

Capítulo II: El procesamiento digital de señales de voz.

II.1.- Telefonía analógica.

Las redes telefónicas analógicas para el procesamiento de señales de voz están constituidas por los siguientes elementos básicos: una línea de transmisión de señales, una central de comunicación para enrutar las diversas líneas que operan en la red, los nodos de retransmisión para cuidar que los niveles eléctricos y de potencia especificados en normas sean los correctos, los aparatos terminales de cada usuario.

Las líneas de transmisión básicamente están conformadas por un par de alambres denominados Tip y Ring que son los encargados de transportar las señales de voz hasta su destino. Generalmente se usan calibres 22 y 24 de la norma AWG para los alambres de los circuitos.

La impedancia característica entre los cables es de 600 ohms, observándose una diferencia de potencial de -48 volts de corriente directa en condiciones de inactividad, ó sea cuando el teléfono tiene un estado de colgado; en estado descolgado la diferencia de potencial registrada es de -17 volts de corriente directa, presentándose el estado activo.

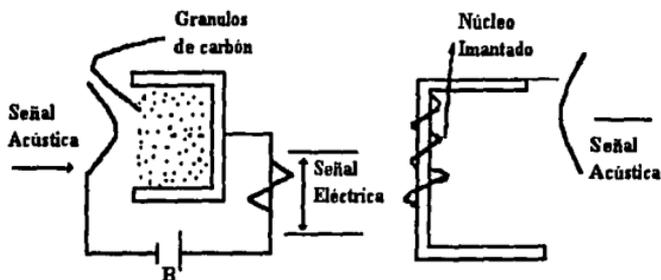
La conexión telefónica que se establece con el equipo de conmutación está terminada en sus extremos con el aparato telefónico. Con el teléfono se transmiten dos tipos de información diferentes: el primer tipo consiste de señales eléctricas que se utilizan para controlar a distancia los procesos de conmutación en las centrales telefónicas que dan por resultado el establecimiento de la conexión entre el usuario que llama y el solicitado. El segundo tipo de información es la voz.

El teléfono actúa como transmisor receptor modulando una corriente directa con el mensaje, originalmente en forma acústica que se desea transmitir. El mismo aparato demodula la señal que recibe regresándola a su forma acústica.

Para que el teléfono realice adecuadamente su función de transmisión debe llevar a cabo dos tareas. La primera tiene por objeto iniciar el establecimiento de una conexión, consiste en convertir los números marcados en el disco dactilar ó las teclas presionadas, si se trata de un teléfono de teclado, en señales eléctricas apropiadas para que el equipo de conmutación

pueda realizar su función. Normalmente estas señales eléctricas consisten de trenes de pulsos de corriente directa. La segunda tarea se realiza durante la conversación. Por medio del micrófono las señales acústicas correspondientes al mensaje se convierten en señales eléctricas, y a su vez, el receptor ó audífono convierte las señales eléctricas que recibe, en señales acústicas.

La siguiente figura, muestra la operación del micrófono de carbón y del audífono electromagnético:



Estos dispositivos conocidos como transductores se encuentran incorporados como una unidad integrada en el aparato. Es importante hacer notar la batería B en el circuito de la figura anterior, cuya corriente directa es necesaria para que el micrófono realice su función de conversión de energía acústica a energía eléctrica para que pueda ser adecuadamente transmitida por la conexión establecida en el sistema telefónico. Por otro lado, el núcleo del electroimán del audífono debe ser imantado con el objeto de tener un campo magnético que proporcione una posición de referencia de la membrana a partir de la cual pueda vibrar. Con esto se logra fidelidad y eficiencia.

La figura II.1.a, muestra el funcionamiento del sistema del aparato telefónico.

A continuación se explican los procesos que llevan a cabo en él

Cuando se decuelga el teléfono, se produce una diferencia de potencial entre los alambres Tip y Ring. Esto hace que se habilite el optoacoplador, ya que se hace pasar una corriente por el diodo emisor de luz activando luego, al transistor de salida del optoacoplador.

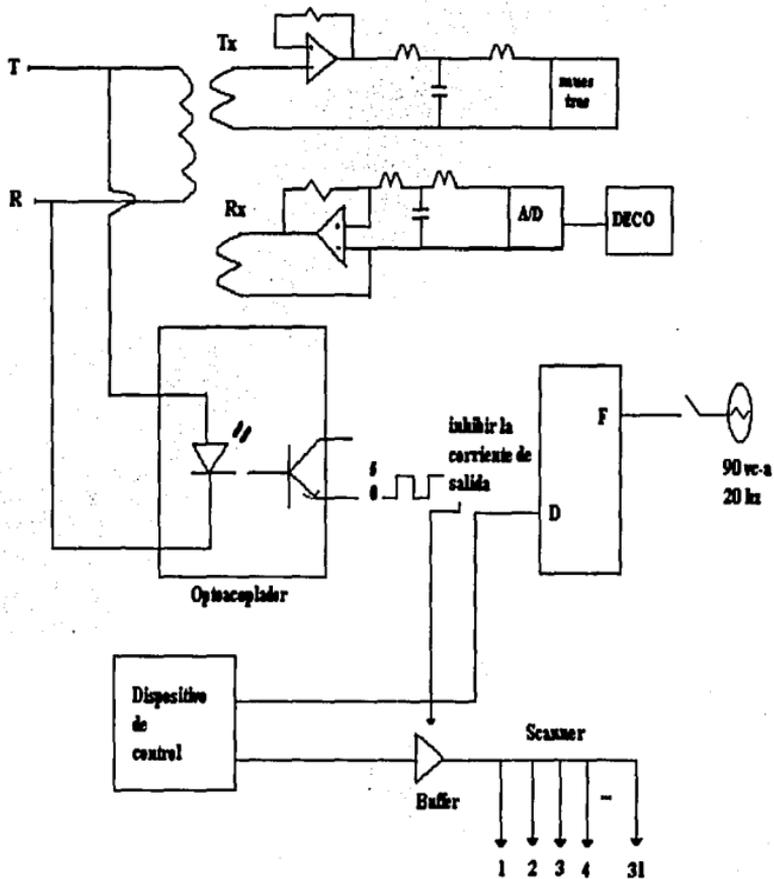


Figura II.1.a.

Según se habilite o no el optoacoplador, se tendrá en su salida un nivel lógico alto ó un nivel lógico bajo.

Estos estados activan a un buffer el cuál se encuentra normalmente en un nivel lógico alto (estado de colgado) y cambia al nivel bajo, éste nivel le es proporcionado de un dispositivo de control de la central.

Este nivel lógico bajo indica a un circuito muestreador de canales libres que una llamada se podría producir.

El dispositivo de control manda pulsos de reloj a un flip-flop a cuya salida se haya directamente el generador de corriente de llamada. Esta corriente corresponde a una fuente de voltaje de alterna de 90 volts a 20 hertz de frecuencia. El flip-flop habilita mediante el tren de pulsos de la salida del optoacoplador. Los tonos de audio digitales de la señal de línea llegan al aparato telefónico mediante un proceso de codificación que se selecciona del procesador central.

Así, la acción necesaria por parte del usuario (levantar el microteléfono) se emplea para iniciar el proceso de conmutación. Al final de la llamada, cuando el usuario cuelga, se interrumpe el flujo de la corriente de llamada, avisándole al procesador central que un canal empieza a liberarse.

Cuando el usuario marca un número para establecer una conexión gira el disco en sentido de las manecillas del reloj. Los pulsos de selección ó información numérica se producen al regreso del disco.

La información numérica se genera por "abres" y "cierres" de los contactos al regreso del disco, para asegurar la transmisión de pulsos de igual duración, independientemente de la velocidad con la que el usuario marque.

Así, si el usuario marca "tres", la corriente se interrumpe tres veces sucesivamente y el dígito se convierte en un tren de tres pulsos. Dichos pulsos se reciben en la central, y se retransmiten al sistema de avance del selector. La mayoría de los discos de los teléfonos actuales producen pulsos con duración de 100 milisegundos, con relación abre-cierre de 40/60, es decir, el período de no corriente es de 60 milisegundos y el período de corriente de 40 milisegundos.

Mediante el pulso interdigital (período mayor de corriente), al final de cada tren de pulsos, se puede capacitar al sistema para detectar trenes de pulsos correspondientes a dos dígitos consecutivos. El pulso interdigital debe durar cuando menos medio segundo; pero su duración también depende de que tan rápido marque el usuario.

Otro elemento importante en las redes telefónicas son las centrales. Existen dos grandes tipos de centrales: las centrales públicas y las centrales de conmutación privadas denominadas PBX por sus siglas en inglés.

Las PBX fueron desarrolladas como dispositivos de conmutación telefónica para oficinas, debido a que representaban un medio ideal para enlazar con la central telefónica local y con el resto de la red. Además ofrecen la posibilidad de integrar servicios de voz y datos.

Las líneas telefónicas que conectan un centro de conmutación ó central con otro se conocen como troncales. Las líneas telefónicas que conectan a un usuario con su central se conocen como circuitos de usuario. Los abonados tienen acceso al resto de la red por medio de la central a la que están conectados. Una central tiene cierta área de servicio y todos los abonados localizados en esa área obtienen su servicio a través de dicha central.

Las conexiones entre las distintas centrales locales se realizan a través de un sistema llamado central tandem. Una central tandem interconecta las centrales locales que no poseen enlaces directos con otras.

Dentro de la infraestructura de la red existe un orden jerárquico, su función es la de reducir las salidas (y entradas) de los grupos de troncales de un conmutador a una cantidad razonable, permite el manejo de altas intensidades de tráfico en ciertas rutas donde sea necesario y permite tener tráfico de desbordamiento.

Cada una de las centrales tiene un lugar en la red de acuerdo al orden de importancia y al alcance de la misma. De esta forma tenemos que las centrales que gozan de mayor jerarquía son las centrales regionales que cubren una gran área de extensión. Mientras que las centrales que cubren una menor área de extensión son las centrales locales.

La figura II.3.6.b, presenta los diferentes tipos de centrales.

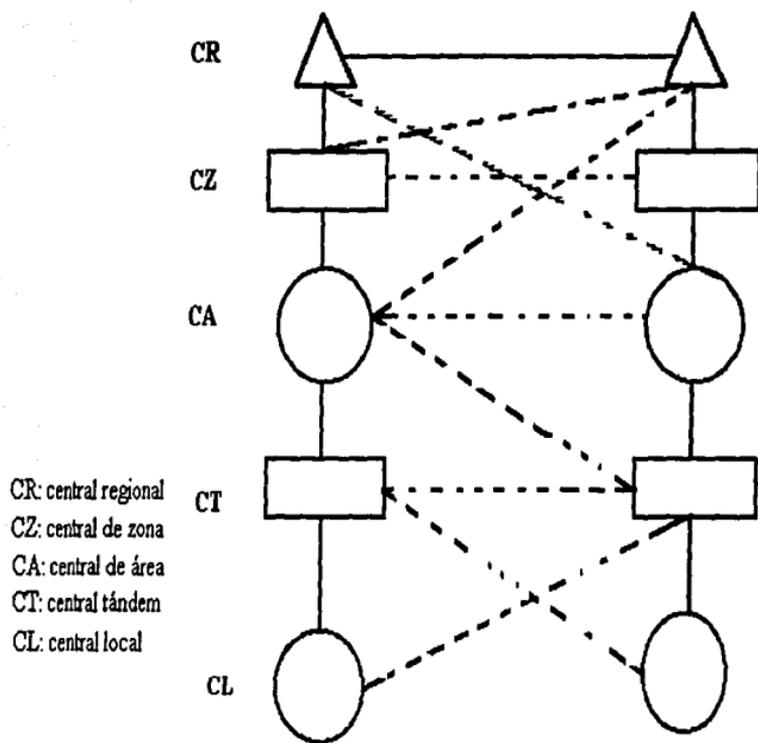


Figura II.3.6.b.

Las líneas continuas representan las vías finales ó la ruta que debe seguir la información cuando no están disponibles otros caminos que pudieran acortar la ruta.

Las líneas punteadas representan líneas de alta capacidad que transportan la mayor parte del tráfico, y se utilizan cuando el volumen de llamadas justifica el establecimiento de canales de gran capacidad entre dos centrales.

II.2.- Teoría de PCM.

El rápido desarrollo de las computadoras en las últimas décadas ha revolucionado a la sociedad, especialmente a la telefonía.

El primer paso en esta dirección fué la introducción de centrales controladas por computadora con selectores analógicos hace unos 20 años. El paso siguiente fué digitalizar todo el proceso de conmutación en las centrales. Pronto se comprobó que tales centrales podrían hacerse muy competitivas, tanto económica como técnicamente, en comparación con las centrales analógicas.

Un requisito previo para usar centrales digitales es que las señales de habla se conviertan a forma digital y esto se hace mediante la técnica de PCM. Ese hecho ha facilitado la introducción de sistemas PCM y está detrás del auge de la técnica a finales de los setentas.

El crecimiento del tráfico telefónico ha aumentado la necesidad de circuitos entre centrales. Los requerimientos de mayor número de cables tendidos que se tenía hace varias décadas muchas veces no podía ser cumplido debido a la falta de infraestructura.

Puesto que el tender muchos cables en redes urbanas normalmente es antieconómico y a veces impracticable, es muy importante tener acceso a un sistema de transmisión multicanal que pueda usar cables antiguos aislados por papel como un medio de transmisión. PCM es un sistema de éste tipo.

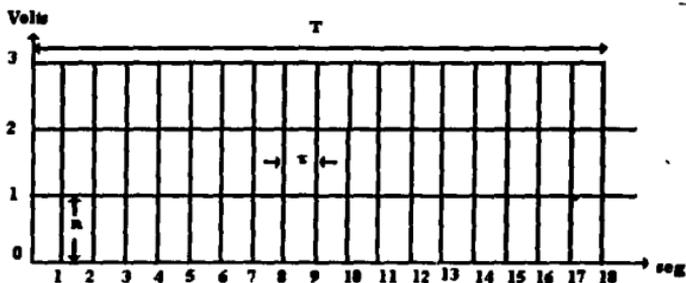
El éxito de la técnica de PCM es por el hecho de que el sistema resuelve problemas actuales y constituye al mismo tiempo una inversión orientada hacia el futuro.

II.2.1.- Capacidad de la información.

La transmisión de la información está relacionada con las señales que se modifican en el tiempo y cuyo cambio es impredecible. La aleatoriedad justifica a los sistemas de comunicación.

Suponiendo que se tiene un intervalo de T segundos de duración en el cuál se transmitirá información y una amplitud máxima de voltaje (a causa de las limitaciones de potencia) que puede emplearse. Hay un tiempo t mínimo que se requiere para que la energía cambie y una variación n mínima detectable de la amplitud. Cuando la señal varíe menos que n , no podrá ser distinguida entre las variaciones indeseables de ruido que se introduce en el sistema.

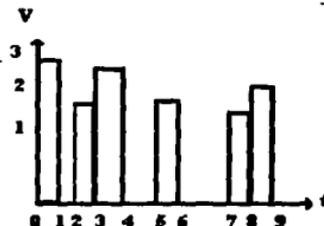
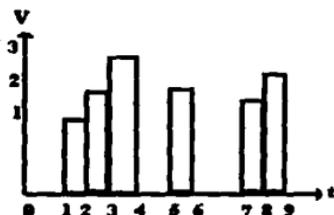
La siguiente figura, muestra lo anterior:



Por cantidad de información transmitida en T segundos se entiende el número de combinaciones diferentes y distinguibles de amplitudes de la señal que pueden transmitirse en ese tiempo. Esta variable debe ser medible en términos de t y de n (el número de niveles de amplitud) distinguibles.

Una medida cuantitativa de la capacidad del sistema puede deducirse si se supone que la información transmitida en el intervalo T , está directamente relacionada con el número de combinaciones diferentes de amplitud de la señal que se pueden producir en ese tiempo.

Si se transmiten dos señales diferentes como las que se muestran a continuación:



Son diferentes en los dos primeros intervalos y coinciden en amplitud en los restantes ocho intervalos.

Hay cuatro combinaciones de valores para el primer intervalo, y para cada uno de ellos existen cuatro en el segundo, lo que produce un total de $4^2 = 16$ posibilidades para dos intervalos.

Si en lugar de 4 se tuviesen n niveles y en lugar de 1 segundo, intervalos de t segundos, el número de combinaciones en T segundos será de $n^{T/t}$, que representa la máxima capacidad de información en un canal.

El contenido de información transmitida en el canal, puede hacerse proporcional a T tomando el logaritmo de $n^{T/t}$, de lo cual resulta:

$$\text{Información transmitida en } T \text{ segundos} = T/t \log n.$$

El factor de proporcionalidad dependerá de la base del logaritmo empleado. Para información digital se usa base 2, teniendo como unidad de información el bit.

La capacidad del sistema se puede definir como la máxima velocidad de transmisión de información, dada por la siguiente expresión:

$$C = \text{Información} / T = 1/t \log_2 n,$$

y sus unidades son bits por segundo.

La capacidad del sistema es entonces inversamente proporcional al mínimo intervalo de tiempo t en que pueden cambiar las señales y es proporcional al logaritmo de n .

II.2.2.- Principios fundamentales.

PCM es un método de modulación mediante el cual la señal fuente analógica se convierte en forma digital. El PCM se utiliza para efectuar la transmisión de la palabra u otro tipo de información en forma codificada por medio de impulsos. La información se transporta en una secuencia definida de un número determinado de impulsos para formar un tren de estos. Estos trenes de impulsos poseen dos estados significativos: la presencia ó la ausencia de ellos.

El sistema se caracteriza por tres procesos fundamentales: Muestreo, cuantificación y codificación.

Los dos últimos forman el concepto de conversión analógico-digital (A/D). El elemento básico es la señal de fuente analógica, como se muestra en la figura II.2.2.

Muestreo significa que de la señal fuente se sacan a intervalos regulares, muestras muy cortas, como se observa en ésta figura. La duración es tan corta que el valor de la señal puede considerarse como constante.

Después cada muestra se cuantifica, es decir, se mide la amplitud de la muestra por medio de la división de escala, como se puede observar en la figura II.2.2, estableciendo así las líneas de la escala ante las que está la muestra. No obstante no es necesario establecer la posición exacta dentro de éste intervalo.

Cuantificación significa que en la continuación del proceso la amplitud de la muestra se supone que está situada a medio camino entre las líneas de escala, independientemente de donde esté en realidad. Una muestra solamente puede tomar ciertos valores fijos. Una señal cuantificada puede tomar un número finito de valores, lo contrario de una señal analógica que puede tomar un número infinito de valores.

Después la señal cuantificada es codificada, lo que significa que a cada valor cuantificado se le asigna una designación, normalmente un número binario, como se muestra en la figura II.2.2. El orden en que asignan los números no tiene importancia, el único requisito es que a cada nivel se le dé un número único. La figura II.2.2, muestra la secuencia de palabras de código que corresponden a la secuencia de muestras codificadas.

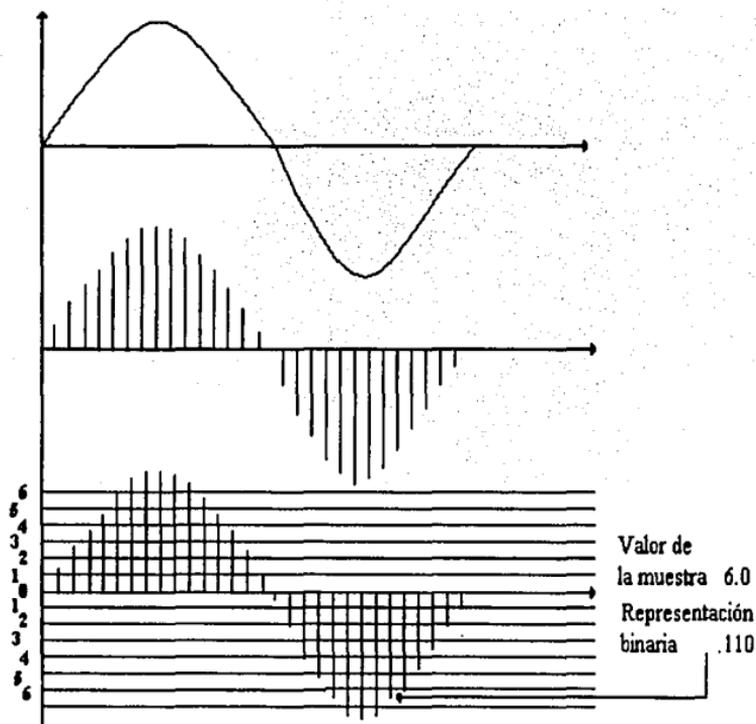


Figura 11.2.2.

La señal fuente se ha convertido ahora en forma digital. La señal digital se convierte luego en un tren de pulsos que se emite por un medio de transmisión a un receptor.

El receptor tiene un decodificador que puede interpretar las palabras digitales y volver a crear la señal cuantificada, que finalmente se transforma de modo que se parezca lo más posible a la señal fuente original. Las Recomendaciones de la serie G.700 del CCITT tratan el estudio de la Técnica de PCM.

11.2.3.- Proceso de muestreo.

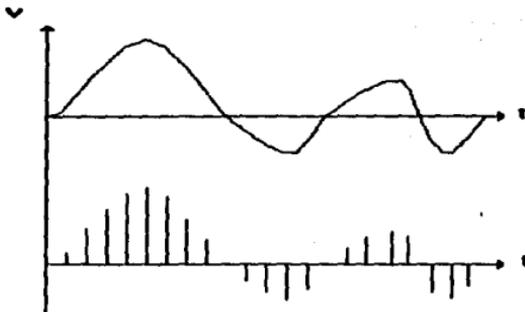
El muestreo es el primer paso hacia una conversión de la señal de habla a forma digital.

La teoría del muestreo dice que si una forma de onda posee un espectro de frecuencias limitado a un rango finito, no es necesario conocer sus valores a cada instante con el fin de especificarla completamente. La razón para lo anterior es que, dado que el espectro de la señal se encuentra limitado en frecuencia, la velocidad a la que la amplitud de la señal puede variar también está limitada. De lo anterior se observa que, si los intervalos a los que se muestrea la señal están suficientemente cercanos, entonces la señal analógica original puede ser descrita completamente por una serie de funciones discontinuas.

Dicho lo anterior, se puede enunciar el teorema de Nyquist:

"Si una función continua $f(t)$ contiene componentes de frecuencia no mayores a F hertz, entonces la función puede ser completamente descrita por sus valores a intervalos no mayores a $1/2F$ segundos".

La figura mostrada a continuación, muestra esquemáticamente la relación entre una función continua y las muestras de esa señal.



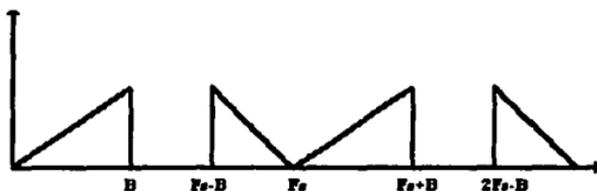
Puede verse que después del muestreo, la señal ya no es continua, pero aún es analógica donde cada muestra representa la magnitud de la señal original en cada instante de muestreo.

A este proceso se le llama también Modulación por Amplitud de Pulsos, PAM. La Recomendación G.704 especifica que, para el canal telefónico cuya frecuencia máxima del ancho de banda es de 4 KHz, la velocidad de muestreo será de 8000 veces por segundo, cuyo período será de 125 microsegundos.

El espectro en frecuencia de la señal original se presenta en la siguiente figura:



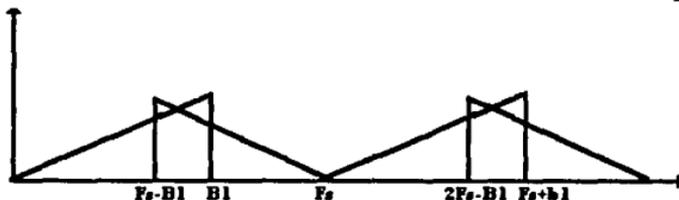
En la figura mostrada en la página siguiente, se presenta el espectro en frecuencia de la señal muestreada, cuando se cumple la condición F_s dos veces mayor que F , siendo F_s la frecuencia de muestreo.



El tercer subespectro es idéntico al primero, pero trasladado en F_s hertz en frecuencia, el segundo es una imagen reflejada del tercero en F_s , y así sucesivamente de forma indefinida.

Puesto que el espectro de la señal muestreada coincide con el de la señal fuente en la banda $F_s + F$, se puede sacar la conclusión de que la señal muestreada contiene toda la información sobre la señal fuente, a condición de que F_s sea mayor que $2F$.

Si no se cumple esta condición, surgirá la situación mostrada en la siguiente figura:



Los subespectros de la señal muestreada se superpondrán, ocasionando pérdida de la información sobre la señal fuente original.

La figura 11.2.3, muestra un circuito que ejemplifica el principio que utilizan los circuitos de muestreo.

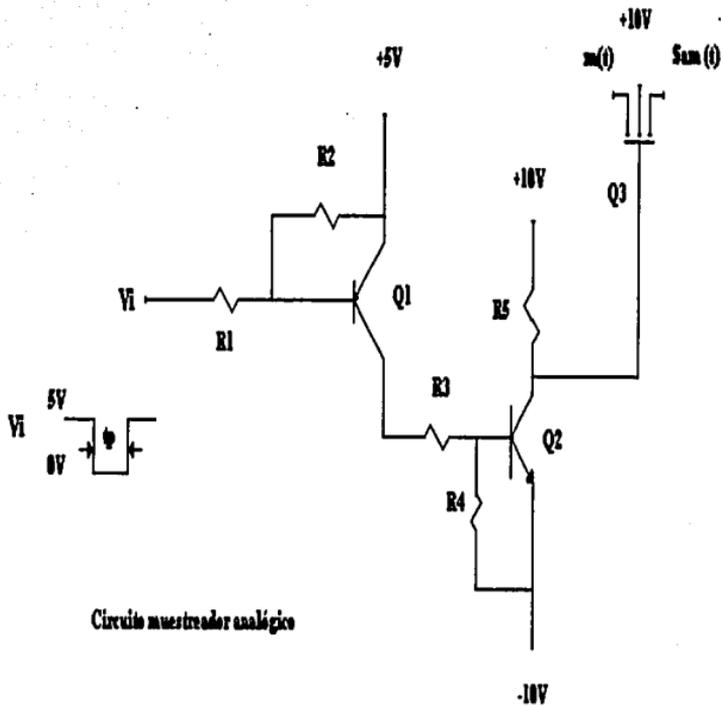


Figura 11.2.3.

Se tiene que el funcionamiento es a base de transistores NPN, PNP y un transistor MOS-FET que sirve como conmutador. Cuando en la base del transistor Q1 se tiene un nivel lógico alto, éste estará cortado y por el colector no circulará corriente alguna ya que no existe diferencia de potencial entre base y colector, entonces el potencial de polarización de Q1 pasa a la entrada de Q2, lo que ocasiona que se ponga en funcionamiento teniendo a la salida del mismo un voltaje positivo debido al arreglo del circuito.

Este voltaje positivo va a dar a la puerta del MOS-FET y hace que la región de oclusión del canal P se haga máxima lo cual impide el paso de la corriente de drenador-surtidor, interpretándose esta acción como que se abre el switch.

En éste instante, la señal de entrada al MOS-FET que es la señal de voz analógica continua deja de tener esa continuidad.

Para cuando la base del transistor Q1 presenta un nivel lógico bajo, existirá un flujo de corriente en el colector, pero con un potencial de saturación muy bajo. Esto hace que el transistor Q2 se corte y a la salida del mismo haya un voltaje de valor negativo. Este voltaje se transporta a la entrada del MOS-FET, el cual disminuirá la región de vaciamiento permitiendo el paso de la corriente drenador-surtidor. Esta acción se interpreta como el cierre del switch y la toma de las muestras.

Debido a que el ancho de banda B de la señal de voz en telefonía se considera de 4 KHz, el pulso del reloj a la entrada del circuito debe ser de al menos de 125 microsegundos para señales de voz ($1/(2(4\text{kHz})) = 125$ microsegundos).

II.2.4.- Proceso de cuantificación.

En virtud de que las muestras de amplitud de la señal original van a ser representadas por números binarios, es necesario establecer la cantidad de valores que podrán ser descritos. Esto significa, en la práctica que se establecerán ciertos límites entre los cuales la señal será representada por un sólo número binario asignado por el codificador.

Al estudiar una muestra aislada, encontramos que puede tomar un número infinito de valores dentro de la gama de amplitud de la señal analógica. Para describir su valor exactamente tenemos que tener acceso a una palabra

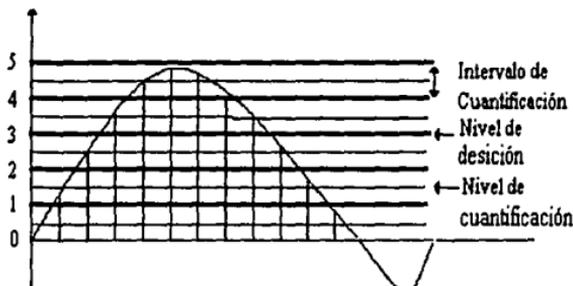
digital de longitud de palabra infinita, lo que exigiría un medio de transmisión de ancho de banda infinito. Puesto que no se dispone de tales medios, hay que limitar la longitud de la palabra y al determinar los valores de muestra en forma digital nos hemos de confinar a aproximaciones.

El procedimiento de aproximación se denomina cuantificación y significa que la gama de amplitud se divide en un número de subintervalos denominados intervalos de cuantificación.

Si estos intervalos tienen la misma longitud, el proceso se define como cuantificación lineal. Al otro caso de cuantificación se le llama cuantificación no lineal.

La siguiente figura, muestra una señal dividida en intervalos de cuantificación.

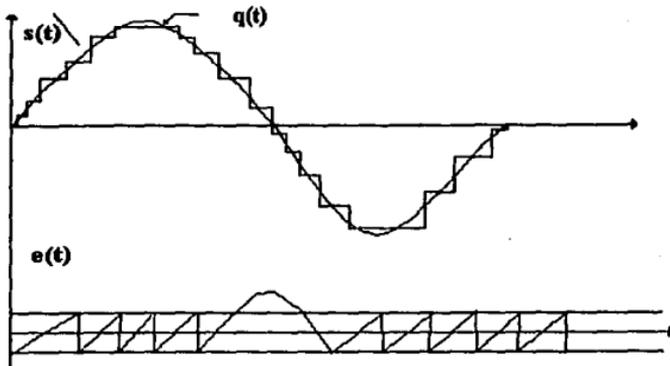
Al límite de cada intervalo se le llama nivel de decisión. Al punto central de cada intervalo se le llama nivel de cuantificación:



Una señal analógica muestreada y cuantificada es sujeto de distorsión.

Se puede considerar que la señal cuantificada, consiste en dos señales superpuestas.

La siguiente figura, muestra lo anterior, en ella la señal $s(t)$, representa a la señal original, la señal $q(t)$ es la señal cuantificada y la señal $e(t)$ es la señal de error:



Por consiguiente la señal de error se define como:

$$e(t) = s(t) - q(t).$$

A continuación se establece una expresión para la relación señal a ruido de cuantificación, siendo en el transmisor cuantificada en un total de M niveles y con un espaciamiento de a volts entre los niveles adyacentes. Con una excursión máxima de la señal entre valores positivos y negativos de P volts, ó con una excursión máxima (positiva ó negativa) de V volts.

En la figura II.2.4 se muestra lo anterior; quedando relacionado como:

$$a = P/M = 2V/M.$$

(la señal continua se supone que tiene un valor promedio 0, ó que no tiene componente de corriente continua). Las amplitudes cuantificadas se presentan en $+ a/2, + 3a/2, \dots, + (M-1)(a/2)$, y las muestras cuantificadas cubrirán un intervalo de $A = (M-1)(a)$ volts.

El proceso de cuantificación introduce un error irreducible a causa de que las muestras que se tienen en el receptor en los voltajes cuantificados A_j volts podrían haberse debido a cualquier voltaje $A_j - a/2$ a $A_j + a/2$ volts. Esta región de incertidumbre se muestra en la figura de la página siguiente:

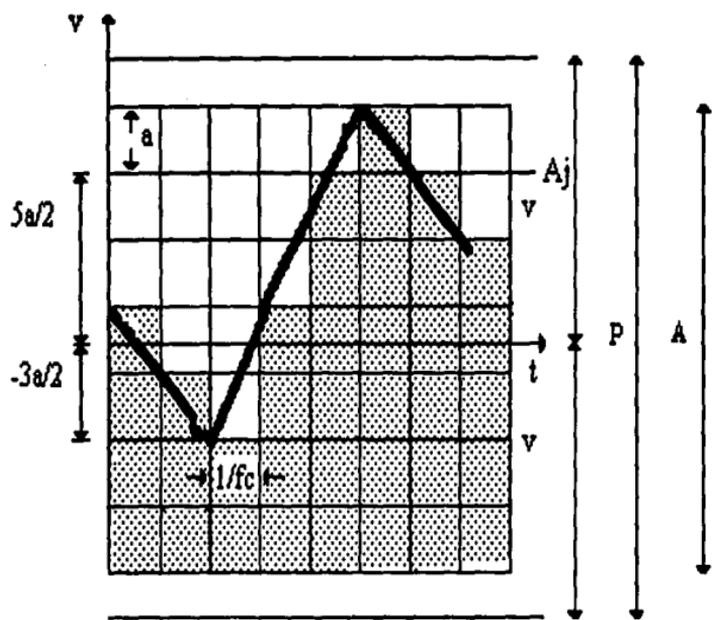
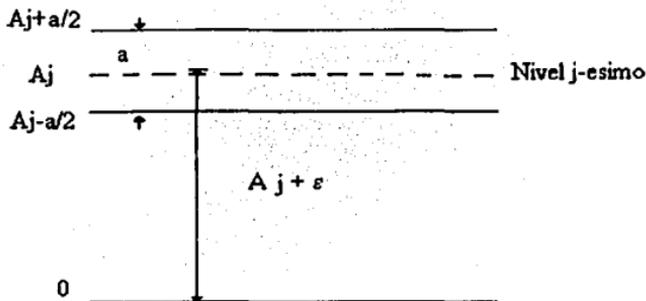


Figura II.2.4.



Se puede definir una relación señal a ruido de cuantificación (SNR) en terminos de la señal pico, V volts. Como $V = aM / 2$ es la excursión pico de la señal, la relación entre el voltaje máximo y el ruido rms será de:

$$S_0 / N_0 = V / (a / (2\sqrt{3})) = \sqrt{3} M.$$

La relación de potencia correspondiente es:

$$S_0 / N_0 = 3 M^2.$$

ó en decibeles: $(S_0 / N_0) \text{ db} = 4.8 + 20 \log M.$

La relación de potencia crece rapidamente con el cuadrado del número de niveles.

Como M , el número de niveles empleados, determina el número de pulsos en los cuales se codifica la señal cuantificada antes de ser transmitida, al aumentar M se incrementa el número de pulsos de codificación y por lo tanto el ancho de banda.

Es posible entonces relacionar el ancho de banda con la SNR, lo cuál se realiza considerando que $M = n^m$, donde m es el número de pulsos del grupo de codificación y n es el número de niveles de codificación.

Con esta relación las ecuaciones anteriores se transforman en:

$$S_0 / N_0 = 3 n^{2m}$$

$$y (S_0 / N_0) \text{ db} = 4.8 + 20 m \log n.$$

Como el ancho de banda es proporcional a m , el número de pulsos del código, la SNR de salida se incrementa exponencialmente con el ancho de banda. Para un sistema de 128 niveles $S_0 / N_0 = 47 \text{ db}$ y los grupos de pulsos transmitidos en la codificación binaria son de 7 elementos, lo que exige un ancho de banda siete veces superior.

Es necesario hacer notar que siempre existirá un cierto valor al cuál se le asigne el valor binario máximo, a éste valor se le denomina capacidad de carga del codificador.

Se tiene que limitar la amplitud máxima de la señal a codificar, pues si la señal excede la capacidad de carga del codificador, entonces el error de cuantificación no se limitará a la mitad de un intervalo de cuantificación y podrá ser mayor aún. En la práctica, en los sistemas de PCM se utilizan 8 bits, lo que nos genera 256 posible valores para la señal muestreada. Estos 256 niveles están organizados en 128 niveles positivos y 128 niveles negativos.

Para los valores pequeños de la señal, el error relativo será mayor que para los niveles altos.

Las amplitudes pequeñas en el lenguaje humano se presentan con más frecuencia que las amplitudes altas, esto se ha determinado en forma estadística, por lo tanto las amplitudes medias y pequeñas deberán ser muestreadas con mayor periodicidad que las grandes; esto no se logra desde luego con una cuantificación lineal, dado que la relación señal a ruido será muy desventajosa.

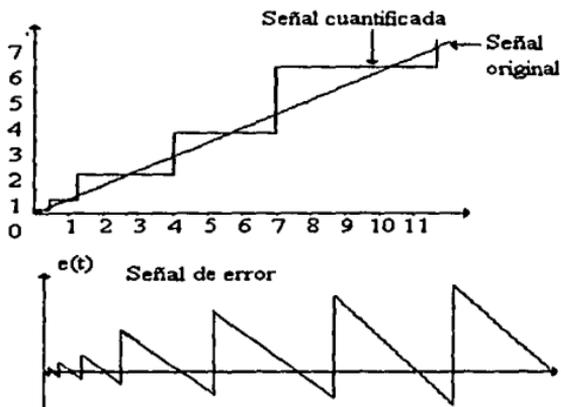
Para compensar lo anterior y disminuir el efecto del ruido de cuantificación, se usa la cuantificación no lineal.

El proceso de cuantificación no lineal se ilustra en la figura de la siguiente página, donde se observa la diferencia de amplitud entre los diferentes niveles de cuantificación.

Por supuesto, la cuantificación y la codificación se pueden realizar de

esta manera mientras tengamos un receptor para interpretar la señal entrante de acuerdo con la misma norma.

Así la cuantificación no lineal se emplea para formar una relación señal ruido como una función de nivel de entrada de forma que mejore la transmisión de habla. La función de transmisión no lineal específica se denomina ley del compansor.



La expresión compansión se deduce de la unión de dos palabras: compresión y expansión.

Esto significa que en el lado de transmisión las señales se comprimen y en el lado de recepción se expanden de manera que el efecto neto sobre la señal sea lineal.

El transmisor consiste en un compresor con función de transmisión no lineal que se coloca antes de un convertidor analógico digital de 8 bits. El receptor consiste en un convertidor digital analógico de 8 bits y de un expansor cuya función es opuesta al compresor.

11.2.5.- Proceso de codificación.

A la cuantificación sigue la codificación en el proceso total de la conversión de la señal analógica a digital. Codificación significa que a cada nivel de cuantificación, se le da una designación inequívoca en valor binario. La

palabra binaria que va a representar el valor cuantificado de la muestra comprende 8 bits.

Cada palabra de información está organizada de la siguiente manera: La primera posición de bit más significativo es de valor lógico "1" para todos los niveles positivos y "0" para los negativos.

Los demás bits se generan mediante numeración binaria a partir del valor cero. Por lo tanto, se dice que el código binario consta de un bit de polaridad y un número de bits de valor absoluto. El número binario de la parte de valor absoluto es directamente proporcional al nivel de decisión más bajo del intervalo de cuantificación. Cada palabra de código representa un intervalo de cuantificación completo.

Existen dos leyes de codificación para el proceso de compansión, especificadas en la Recomendación G.711 del CCITT. Estas leyes ó reglas de denominan ley μ y ley A.

La ley μ , tiene como curva característica la mostrada en la figura II.2.5.a.

En ésta, x' representa la señal de entrada y γ 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 cuál 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 μ es la siguiente:

$$g(x) = (\ln(1 + \mu x)) / (\ln(1 + \mu)); \quad 0 < x < 1.$$

El valor de μ 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 y 0-negativo). Los próximos tres indican el número de segmento que corresponde a la muestra. Los últimos cuatro indican a la parte dentro del segmento.

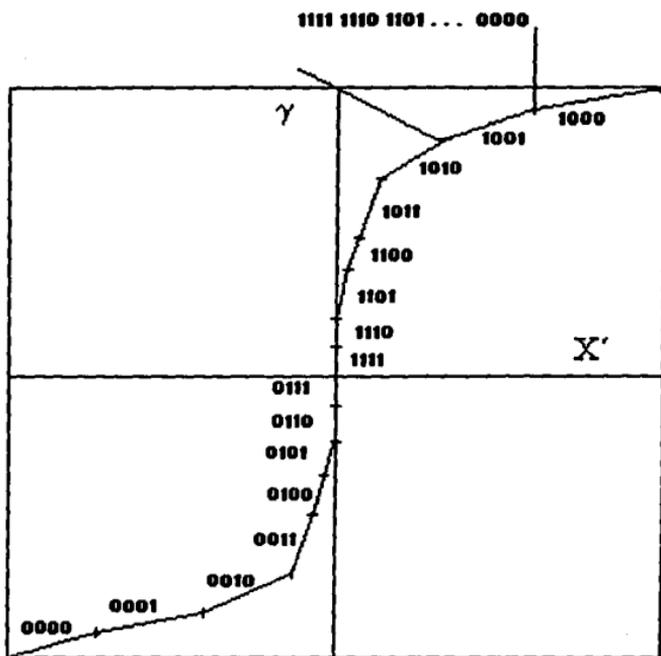


Figura II.2.5.a.

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 cero, se tiene la secuencia 1111; y 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 II.2.5.b.

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

La longitud del segmento número 7, a lo largo del eje Y es cuatro veces la de los otros segmentos. Existen un total de ocho segmentos para la parte positiva y otros 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:

$$Y = Ax / (1 + \log A), \quad 0 < X < 1/A.$$

El valor de A es de 87.6.

De los 8 bits que conforman la palabra digital, el más significativo se utiliza para determinar la polaridad de la muestra (1-positiva ó 0-negativa). Los 7 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 cuál 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 a intervalo en el que cayó la entrada.

La figura mostrada en la siguiente página, ejemplifica el principio anterior.

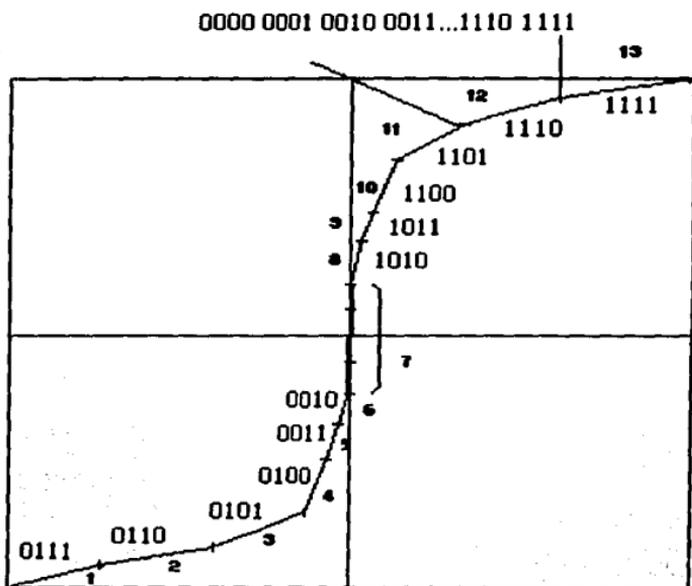
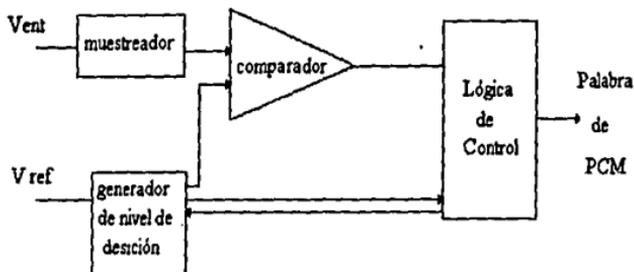


Figura 11.2.5.b.

Un circuito más detallado para el proceso de la cuantificación se muestra en la figura 11.2.5.c, donde los voltajes correspondientes a los segmentos y los niveles se pueden obtener mediante arreglos de capacitores:



A continuación se da un ejemplo en el que se muestra el funcionamiento del circuito, asumiendo que en el instante de muestreo, $V_{entrada}$ es positivo y corresponde a la parte 8 del segmento 5.

Muestreo y determinación del signo:

El switch S_{X0} está a tierra y los switches S_{X1} a S_{X8} están conectados al voltaje de entrada $V_{entrada}$ mediante S_{Xa} . Después de que se toma la muestra, S_{X0} se abre y S_{Xa} se pone a tierra, haciendo a $V_x = -V_{entrada}$. La señal de V_x es sensada por el comparador, cuyo estado determina el signo de $V_{entrada}$. La información es enviada a la lógica, relacionando una referencia de positivo ó negativo a los buses V_{ref} según si la señal de entrada $V_{entrada}$, fué sensada como positiva ó negativa. Para éste ejemplo fue positiva, el primero de los 8 bits de la palabra PCM, corresponde al signo de la señal de entrada de la parte del segmento.

Determinación del segmento:

El switch S_{X1} , se pone a V_{ref} , haciendo que V_x se incremente por ΔV correspondiente al primer segmento. Puesto que V_x no cambia de signo después de esto, el siguiente switch S_{X2} se pone a V_{ref} , y luego el tercero, y así sucesivamente hasta que el comparador

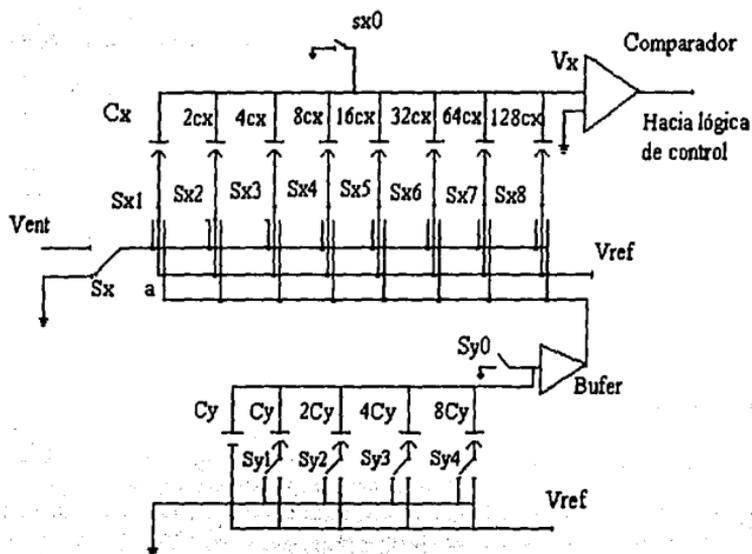


Figura II.2.5.c.

registre un cambio de signo en V_x , lo cuál pasa justo después que S_{x5} se pone a V_{ref} . Esta información es interpretada por la lógica de control como que el segmento correspondiente debe ser el quinto.

Determinación de la parte ó nivel dentro del segmento.

El sistema puede ahora determinar dentro de cuál de los 16 niveles dentro del quinto segmento corresponde a $V_{entrada}$. Para esto, S_{x5} es puesto hacia el buffer y fracciones de V_{ref} se obtendrán del arreglo que aparece en la parte baja de la figura mostrada. Esto se hace mediante una secuencia de aproximaciones sucesivas.

Primero, todos los capacitores de dicho arreglo están descargados puesto que todos los switches están a tierra. Después S_{y0} se abre y S_{y4} se pone a V_{ref} haciendo $V_y = V_{ref} / 2$. Como consecuencia V_x descende, pero no lo suficiente para hacer que cambie de signo.

Esto se podría interpretar por la lógica como que $V_{entrada}$ podría encontrarse en la primera mitad del segmento. Para determinar en que cuarto del segmento se encuentra, S_{y4} se regresa a tierra y S_{y3} se pone a V_{ref} , haciendo $V_y = V_{ref} / 4$. Esto hace que V_x cambie de signo significando que $V_{entrada}$ está en el segundo cuarto del segmento. S_{y3} sigue en V_{ref} y S_{y2} también se pone a V_{ref} . No ocurre un cambio de signo en V_x , significando que $V_{entrada}$ está en el cuarto cuartodel segmento.

Finalmente, para saber en cuál 16avo del segmento está, $V_{entrada}$, S_{y3} y S_{y2} siguen en V_{ref} agregandoseles S_{y1} , el cuál no hace que ocurra un cambio de signo en V_x .

Al final, $V_{entrada}$ está representado por los valores $V_{referencia} / 2$ y $7V_{ref}/16$, por lo tanto estará en la octava parte del segmento. Los últimos 4 bits son determinados por la lógica y la conversión se completa.

II.3.- Estructura de trama.

II.3.1.- Multiplexación.

La mayoría de los sistemas de comunicaciones de pulsos actualmente en uso transmiten muchas señales en forma simultánea en lugar de transmitir sólo

una. Es evidente en el proceso de muestreo, con una muestra muy angosta de segundos que se toma cada T segundos, que la mayor parte del tiempo no se esta transmitiendo información alguna por el sistema. Es posible entonces transmitir otras señales de información provenientes de otras fuentes en los intervalos vacíos.

La transmisión de muestras de información desde varios canales de señal en forma simultánea a través de un sólo sistema con diferentes muestras de los canales, distribuidas secuencialmente en el tiempo, se llama multiplexación por división de tiempo (TDM).

En un sistema de multiplexación típico, las diversas señales que se van a transmitir se muestrean secuencialmente y se combinan en un sólo canal para ser transmitidas. Todas las señales que van a ser multiplexadas deben ya sea tener el mismo ancho de banda, ó bien, el muestreo debe realizarse a una velocidad determinada por el ancho de banda máximo de la señal.

La figura II.3.1.a, explica el proceso de multiplexación:

El ancho de banda necesario para la transmisión aumenta con el número de señales multiplexadas, porque el ancho de banda de transmisión es proporcional al recíproco del ancho de banda de los pulsos transmitidos.

Como ya hemos visto, la velocidad del muestreo es de 125 microsegundos, es decir, se toman 8000 muestras cada segundo, si cada muestra consta de 8 bits, entonces tenemos que cada segundo se transmiten $8000 * 8 = 64$ Kbits / segundo, siendo esta la velocidad base para un sistema PCM para cada canal.

Un ejemplo de un circuito de multiplexación en el tiempo, se presenta en la figura II.3.1.b.

El sistema utiliza dos flip-flops, y transistores MOS de canal P para que funcionen como switch.

Cuando a la entrada de los transistores se tiene un voltaje negativo, la región de oclusión se hace mínima, y entonces permite el paso de las diferentes señales analógicas de los canales a muestrear; en el caso contrario, cuando a la puerta de los transistores se tienen voltajes positivos, la región de oclusión crece e impide el paso de la corriente operando entonces como interruptor.

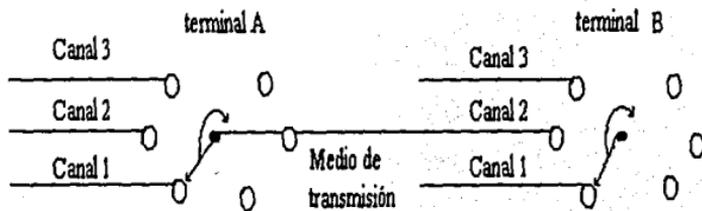
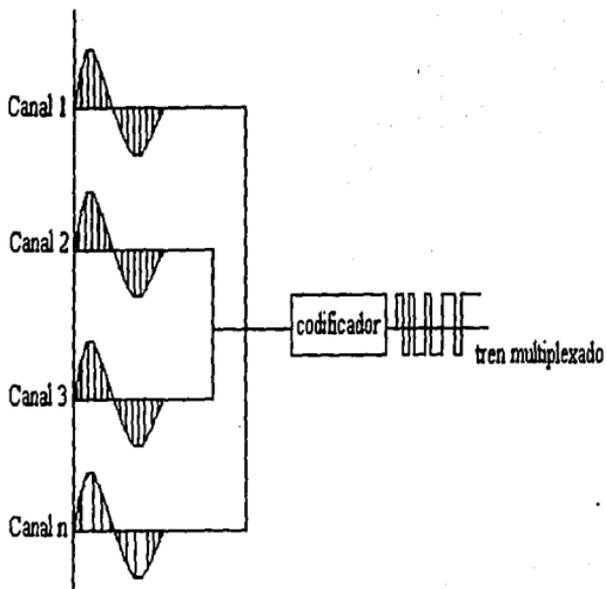


Figura II.3.1.a.

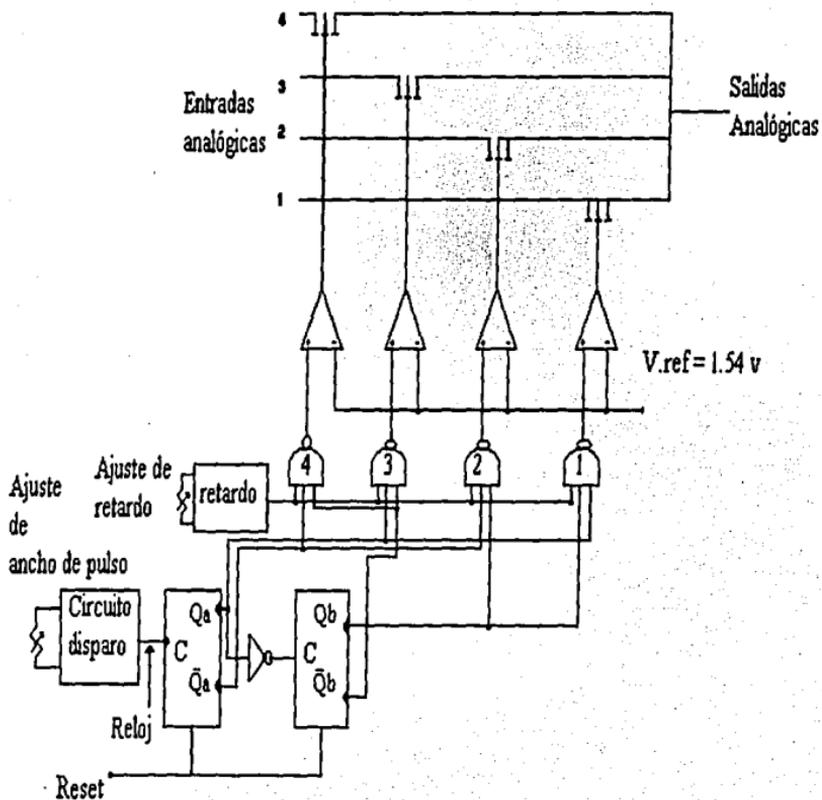


Figura II.3.1.b.

Estos voltajes positivos y negativos se obtienen de unos comparadores que tienen a sus entradas señales que corresponden, una a un voltaje de referencia y a la otra entrada valores lógicos binarios de compuertas NAND. Cuando todas las entradas de las compuertas están en "1", las salidas estarán en "0", causando que los transistores de canal P actúen como baja impedancia.

La siguiente tabla, muestra la manera como se van muestreando los diferentes canales en forma secuencial dados los estados del flip-flop.

Q_a	Q_b	Canal muestreado
0	0	4
1	0	3
0	1	2
1	1	1

El flip-flop A, es del tipo D, en el que la salida Q_a toma el valor de la entrada del reloj C. El flip-flop B, es del tipo T, en éste, el valor de Q_b será el mismo que el de Q_b complementado, siempre y cuando la entrada C de el mismo sea 0, en caso contrario se complementará. La entrada C, proviene de un pulso de reloj que ajusta el ancho de la muestra.

11.3.2.- Sistema americano.

Una vez que los canales han sido multiplexados, la información resultante se ordena en estructuras de trama. Una trama es una estructura que ordena y agrupa la información de los diferentes canales que han sido multiplexados.

Los americanos implementaron el sistema T1 el cuál consiste en multiplexar 24 canales de información, llevando un total de información de 192 bits ya que cada canal lleva 8 bits de información. La recomendación G.704 del CCITT, define y especifica la estructura de trama T1.

La velocidad a la que viaja la totalidad de los 24 canales es de 1.544 Mbits / segundo (Mbps).

Para no tener que manejar un canal de señalización de estados (mejor conocida como sincronización), se requiere crear el concepto de multitrama.

Una multitrama consta de 12 tramas que por cada trama de 24 canales (192 bits), se agrega un bit para el concepto de sincronización. La sincronización se utiliza para fines tales como la alineación de trama, la supervisión de la calidad del funcionamiento y el suministro de un enlace de datos.

Dentro de la multitrama existen tramas pares e impares. Para tramas impares (1,3,5,7,9,11), la palabra de sincronización será: $F = 101010$, donde cada bit corresponde a un determinado número de trama. Las tramas pares (0,2,4,6,8,10), tienen la siguiente palabra de sincronización: $F = 001110$. El bit de sincronización se encuentra colocado al inicio de cada trama.

Cada palabra de información tiene la siguiente estructura: Las palabras constan de 8 bits, el primer bit se usa para definir la polaridad de la señal, y el octavo bit se sacrifica en favor de la señalización ó comunicación entre redes (por ejemplo T5 y T11).

La figura II.3.2.a, muestra la estructura de trama T1, así como la estructura de los bits de señalización.

II.3.3.- Sistema europeo.

El sistema europeo denominado E1, está compuesto de 30 canales multiplexados.

Cada trama E1, consta de una muestra de cada uno de los canales multiplexados de información de una longitud de 8 bits, más 2 canales también de 8 bits que transportan la información de sincronización y de señalización. La estructura de trama E1 también está especificada en la Recomendación G.704 del CCITT.

La velocidad de transmisión por cada canal es de 64 Kbps. La velocidad de transmisión de la totalidad de la trama es de 2.048 Mbps, que es la velocidad de transmisión de los sistemas de primer orden de 30 canales.

Haciendo un paréntesis se puede mencionar que, debido a la tecnología que opera en México y el decidido apoyo del CCITT al sistema europeo, la totalidad de los enlaces en nuestro país operan bajo éste sistema.

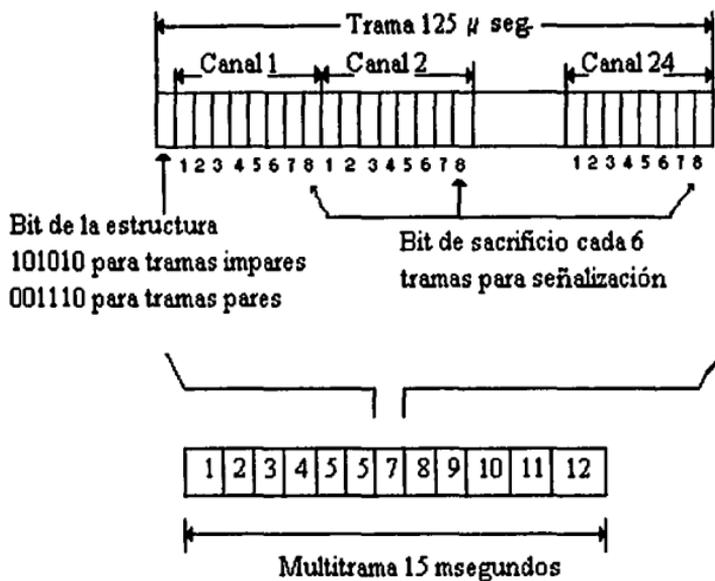


Figura II.3.2.a.

El sistema europeo presenta ventajas determinantes sobre el sistema americano, entre las que se encuentra el hecho de que en el T1, se tiene que sacrificar un bit de información dentro del canal de usuario para los conceptos de señalización, siendo que en el E1 se tiende a aprovechar al máximo los canales de información.

Aún así, países como Estados Unidos (que fué el precursor del sistema desarrollado por Bell Laboratories), Australia y Japón, decidieron seguir con el sistema T1, aunque ya se están haciendo estudios para adoptar el otro sistema.

Los 32 canales dentro de la trama se numeran de 0 a 31, y se les conoce cómo intervalos de tiempo, (IT).

El intervalo de tiempo 0 tiene la finalidad de llevar la información de sincronización en cada trama. Una palabra de código fija de 8 bits, llamada palabra de sincronización de trama, se coloca en éste intervalo, para definir el comienzo de la trama.

Para transportar la información de señalización se utiliza el IT 16. Este IT contiene sólo 8 bits, con tal cantidad de bits no se alcanza a cubrir a toda la trama asignando un bit por cada canal. Tal disposición requiere un intervalo de tiempo más largo. El intervalo elegido se denomina multitrama.

Una multitrama es un conjunto de 16 tramas y tiene una duración de 2 milisegundos, que se obtienen de multiplicar el número de tramas por la duración de cada una de ellas. Las tramas dentro de una multitrama se numeran del 0 al 15.

A continuación se explicará la disposición de la información de señalización y de sincronización dentro de la multitrama.

Las palabras en el IT 0 en tramas pares se llaman "palabras de sincronización de trama 1", y las de las tramas impares se llaman "palabras de sincronización de trama 2".

La palabra de sincronización de trama 1 tiene la siguiente estructura:

b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈
0	0	1	1	0	1	1	

b₁ está reservado para futuro uso internacional sujeto a modificación posterior

La palabra de sincronización de trama 2 tiene la siguiente estructura.

b₁	b₂	b₃	b₄	b₅	b₆	b₇	b₈
			1	1	1	1	1

b₁ está reservado para uso futuro internacional sujeto a modificación posterior.

b₂ = 1 siempre.

b₃ para transmisión de información acerca de condiciones de alarma:

1 = alarma

0 = no alarma.

Para saber si la trama está debidamente sincronizada, se deben seguir los pasos que se dan a continuación:

Se selecciona arbitrariamente una palabra de 8 bits de la señal entrante, si la palabra observada no es la palabra de sincronización de trama 1 (0011011), se intenta de nuevo un bit más adelante. Cuando se considera encontrada la palabra deseada, se hace un control para asegurarse de que la palabra no es una imitación. Este control significa que se estudia la palabra de sincronización de trama 2 en la trama siguiente. Si el bit **b₂** en ésta última palabra es cero (**b₂**=0), la palabra 0011011 encontrada una trama antes era una imitación, y la búsqueda comienza desde el principio. Si se encuentran una palabra 00110011 y luego, una trama más tarde, se encuentra que **b₂**=1, se hace un control para asegurarse de que estos dos eventos no son imitaciones. Esto significa que una trama más tarde controlamos la palabra de sincronización de trama 1 para ver si está donde debe. Si para entonces la palabra 0011011 no se encuentra, la cadena de eventos precedente ha sido causada por imitaciones, y la búsqueda comienza de nuevo.

Si se ha encontrado dos veces la palabra de sincronización de trama 1, y si la palabra de sincronización de trama 2 se encuentra entre estos dos eventos,

entonces se considera que se ha obtenido sincronización de trama. La probabilidad de encontrar imitaciones en todo el trayecto es muy pequeña.

Cuando el receptor alcanza el estado de sincronización de trama, su única función es asegurar que la palabra de sincronización de trama 1 aparezca donde tiene que aparecer y a intervalos regulares.

La razón por la cuál el período de espera comprende tantas como seis tramas, es que puede ocurrir que un bit en la palabra de sincronización de trama se distorsione en la transmisión y sería bastante innecesario resincronizar el sistema cada vez que esto ocurra. Si para tomar cualquier medida se espera que hayan tres palabras de sincronización incorrectas, conseguiremos un sistema de sincronización muy estable, con un alto grado de insensibilidad a las perturbaciones. De hecho no se necesitará ninguna resincronización en la operación normal.

La sincronización de multitrama puede parecer más complicada que la de trama, ya que la palabra de sincronización sólo aparece una sola vez cada 16 tramas, y por lo tanto es más difícil de encontrar. No obstante el sistema realiza primero la sincronización de multitrama y luego la de trama. La lógica de sincronización de multitrama recibe información sobre el punto de arranque de la trama de la lógica de sincronización de trama. En el intervalo de tiempo 16 de la trama 0 se encuentra la palabra de arranque para iniciar una multitrama.

La estructura de la palabra de sincronización de multitrama es cómo sigue:

b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6 b_7 b_8

Los cuatro primeros bits serán siempre "0", son usados para sincronización de multicuadros. El bit b_6 se usa para transmitir información acerca de condición de alarma (1 = alarma, 0 = no alarma). Los bits b_5 , b_7 y b_8 , son de uso nacional. Cuando no se ocupan están en "1".

El proceso de sincronización de multitrama es bastante simple. El sistema queda sincronizado en multitrama en cuanto se encuentra una palabra de sincronización de multitrama correcta es decir, bajo la siguiente condición:

$$b_1 = 0, b_2 = 0, b_3 = 0, b_4 = 0.$$

En comparación con la sincronización de trama, éste proceso no tiene ningún elemento importante de inercia. La causa de esto es que el riesgo de imitación es prácticamente inexistente, ya que conocemos el punto de arranque de la trama (y del intervalo de tiempo) y ya que la combinación 0000 nunca ocurre en otras tramas más que en la número 0. La sincronización de multitrama se considera perdida si han habido dos palabras de sincronización consecutivas incorrectas. Esto significa que tenemos un elemento de inercia que hace posible evitar una resincronización innecesaria en conexión con errores de bit aislados.

En el intervalo de tiempo 16 de todas las tramas (excepto la 0), viaja la información de señalización de canal asociado. Esta palabra de 8 bits se divide en dos: los cuatro bits más significativos llevan la información correspondiente a los canales 1 al 15 y los cuatro bits menos significativos llevan la información que corresponde a los canales 16 al 30. En la trama 1 va la información del canal 1 y del 16, en la trama 2 va la de los canales 2 al 17, y así sucesivamente de manera que las 15 tramas son suficientes para llevar la información de los 30 canales. A cada uno de los cuatro bits de señalización se les denomina a,b,c,d respectivamente. Aquí es importante notar la redundancia de la información de señalización, ya que para cada canal ésta no cambia en toda una multitrama con duración de 2 milisegundos, lo cual es un tiempo largo relativamente. Los bits a,b,c,d proporcionan el estado de un canal.

La figura II.3.3.a, muestra la estructura completa de la trama y de la multitrama.

II.4.- Códigos de línea.

El último de los procesos por los que pasa una señal de información en el PCM antes de ser transmitida, es el de códigos de línea.

Una vez que se tiene constituida la señal digital, es necesario adecuarla a las características del medio de transmisión. Para lo anterior se hace una transformación en el código de la señal pasando a un código de línea. El objetivo de éste código de línea es modificar algunas de las características eléctricas de la señal como las siguientes:

-Eliminar la componente de directa, ya que la señal debe pasar a través de transformadores de acoplamiento que no permiten el paso de señales de directa.

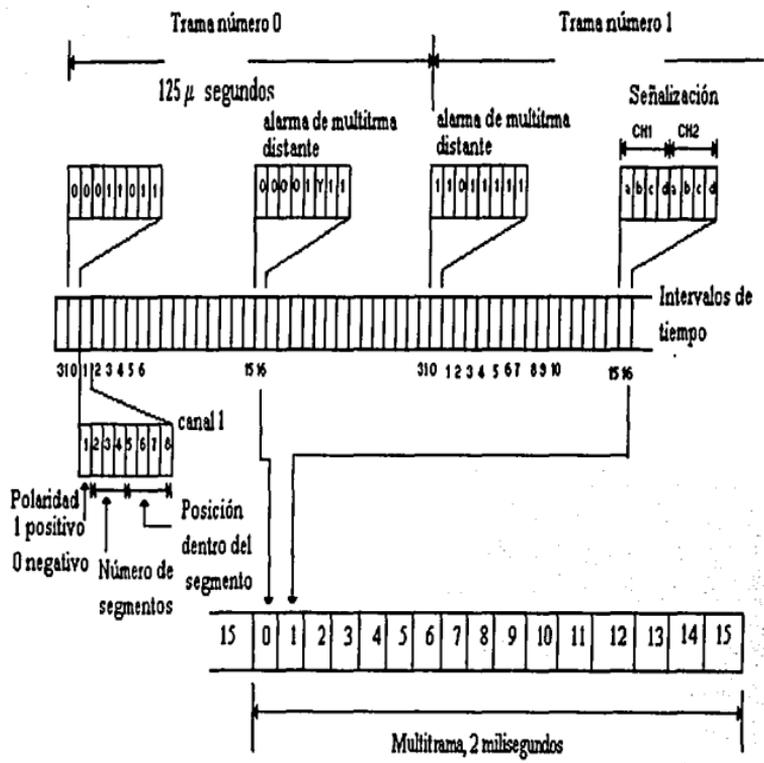


Figura II.3.3.a.

-Eliminar la posibilidad de una secuencia grande de ceros, para evitar problemas en la sincronización.

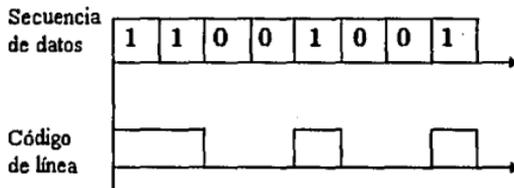
-Adecuar el espectro de la señal para una mejor respuesta ante la atenuación.

-Para la detección de errores.

-Sincronizar las tramas en trayecto.

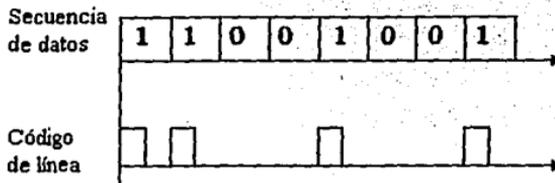
La señal generada por el codificador es una señal binaria de tipo No retorno a cero (NRZ), el cuál es un código donde la señal contiene componentes de directa y, por lo tanto, no es utilizable para las líneas de transmisión. La característica de éste código es que cuando se presentan dos "1"s consecutivos, estos se unen sin tener el regreso a cero en medio de los dos. El pulso abarca todo el tiempo asignado al bit.

La siguiente figura muestra el código NRZ.



Para remediar algunos de los problemas que presenta el NRZ, se implementó otro código de tipo RZ ó sea Retorno a cero. La característica de éste código es el tener un retorno al nivel "0" entre dos "1"s, cuando estos se presentan consecutivamente.

La siguiente figura muestra éste código:

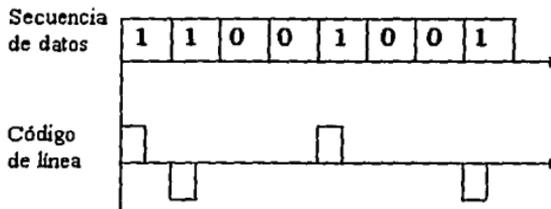


Entre los tipos de código RZ podemos contar el AMI el HDB3 y el B8ZS

El código AMI (Inversión de cada dos "1"s), es bipolar, es decir, con impulsos positivos, negativos y cero. La estructura del código es muy simple.

Se hace alternativamente positivos y negativos los pulsos con nivel "1" y se acortan al 50% de la duración total del bit. Así se logra un factor del 50% , lo cuál garantiza que el espectro de la señal contenga siempre la frecuencia fundamental, independientemente de la configuración del sistema.

La siguiente figura muestra éste código:



AMI fué el primer código de línea que se puso en uso, más tarde pasó a dominar un código llamado HDB3 (densidad bipolar alta). Este código reduce el número de ceros consecutivos en una palabra dada. En la práctica pueden ocurrir largas secuencias de ceros especialmente si se usan uno ó más intervalos de tiempo para transmisión de datos en lugar de para transmisión de habla.

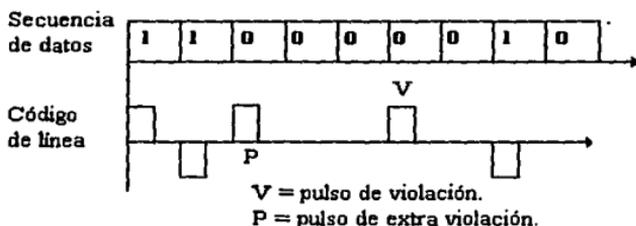
La cifra 3 en el HDB3 representa el número máximo de ceros consecutivos que se permiten. La norma principal de la codificación HDB3 es la misma que se aplica a AMI, es decir, que se invierte cada segundo uno.

La norma se aplica mientras el número de ceros consecutivos no exceda de 3. Si se llega un cuarto cero se sustituye por un impulso de violación, es decir, un impulso que rompa la norma de AMI.

Por consiguiente éste impulso tendrá la misma polaridad que el anterior.

Para que el código HDB3 sea sin tensión continua, hay que procurar que cada segundo impulso de violación sea positivo y los demás negativos. Si dadas las circunstancias, se presenta que un impulso de violación en una secuencia de ceros, es más bien un impulso de código AMI, se coloca un impulso de violación extra en el primer cero de la secuencia.

La siguiente figura muestra éste código:



El código HDB3 se utiliza en los sistemas de codificación europeos; para los sistemas americanos se utiliza otro código denominado B8ZS.

El código B8ZS, sustituye una secuencia de ocho "0"s consecutivos con pulsos de violación, como ocurre en el código HDB3.

Dos reglas específicas son usadas dependiendo de la polaridad del pulso inmediatamente anterior a la secuencia de ocho "0"s consecutivos.

Si este pulso tiene polaridad positiva, el código escoge para la secuencia de ocho "0"s la siguiente:

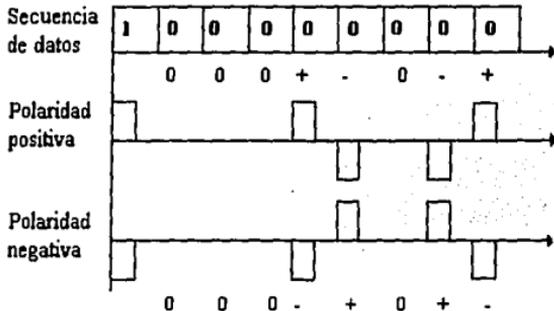
0 0 0 + - 0 - +.

Si el pulso tiene polaridad negativa, se escoge la secuencia siguiente:

0 0 0 - + 0 + -.

En cada caso, el código contiene una violación del código AMI en las posiciones 4 y 7.

La siguiente figura muestra este código:



Es importante comentar que en la RDSI se utilizan los códigos 4B3T y 2B1Q para la interfaz de acceso básico 2B+D, así como códigos pseudoternarios. Estos últimos se explicaran posteriormente.

El código 4B3T, como los demás códigos ternarios, se crearon con el fin de aprovechar al máximo el canal de comunicación, ya que por ejemplo para un palabra de 8 bits se tendrán $3^8=6561$ posibilidades diferentes de palabra, en lugar de los $2^8=256$ posibilidades del código binario.

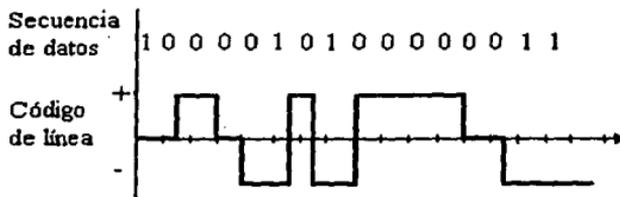
Este código agrupa 4 bits binarios dentro de tres dígitos ternarios. Se requieren de 16 de las 27 posibilidades de las palabras de tres dígitos para representar las palabras binarias de 4 bits.

A continuación se presenta la tabla de éste código:

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

Las palabras ternarias 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.

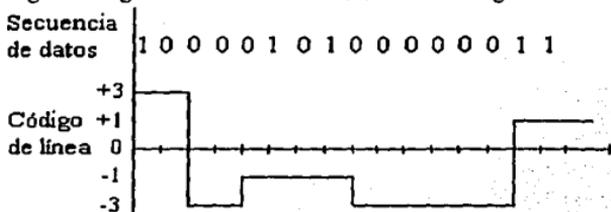
A continuación se presenta da un ejemplo de como se utiliza éste código:



El código 2B1Q es un código cuaternario que transmite palabras de 4 bits en un palabra de un dígito cuaternario. Este código debe respetar la siguiente ordenación de los bits.

Palabra binaria	estado cuaternario
00	-3
01	-1
10	+3
11	+1

La siguiente figura muestra la estructura de éste código:



Capítulo 3: El procesamiento digital de datos.

III.1.- Las redes de datos.

Una red de datos, es un grupo de computadoras ó de terminales en general, interconectados a través de uno ó varios medios de transmisión.

Las redes tienen una finalidad concreta: transferir e intercambiar datos entre computadoras y terminales. Es el intercambio de datos lo que permite funcionar a los múltiples servicios telemáticos como: cajeros automáticos, telex, teletex, telefax, vidcotex, etc.

Mediante una red puede conseguirse que todos esos ordenadores se intercambien información, y que los programas y datos necesarios estén al alcance de todos los miembros de una organización.

Normalmente la comunicación en una red se lleva a cabo entre un equipo terminal de datos (ETD) y un equipo de terminación de circuito de datos (ETCD) que a veces funciona como un equipo de conmutación de datos.

Un ETD puede ser un gran procesador ó una máquina más pequeña como una computadora personal. La misión de un ETCD es la de conectar los equipos ETD a la línea ó canal de comunicaciones. Un ejemplo de ellos es un módem.

Los ETD y los ETCD pueden conectarse en configuración punto a punto, en la cuál sólo existen dos dispositivos ETD por cada línea ó canal de comunicación, o bien, la configuración punto a multipunto, en la cuál hay más de dos dispositivos conectados a un mismo canal.

Los ETD y los ETCD intercambian tráfico de forma semiduplex, es decir, la transmisión puede ser en ambos sentidos, pero sólo en uno cada momento.

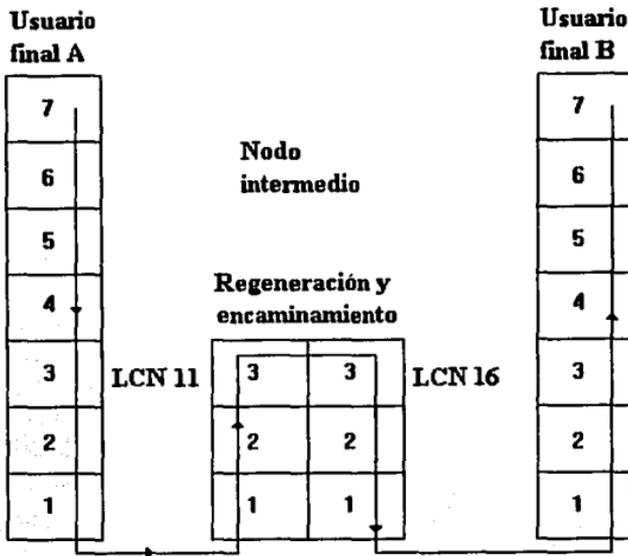


Figura III.1.a.

III.2.- La norma X.25.

La norma X.25, recomendada por el CCITT, establece la señalización y la interfaz de comunicación entre un ETD y un ETCD, para redes de paquetes y conectadas a redes públicas de datos por circuitos especializados.

En 1974, el CCITT emitió el primer borrador de X.25 (el libro gris). Este original fué revisado en 1976, 1978 y 1980, y de nuevo en 1984, para dar lugar al texto definitivo, el libro rojo, publicado en 1985. Cabe mencionar que la publicación en el libro rojo, también puede ser encontrada en el libro azul que trata un estudio más profundo de redes digitales. En la actualidad, X.25 es la norma de interfaz orientada al usuario de mayor difusión de 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 estos 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.

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.

Las redes utilizan la norma X.25 para establecer los procedimientos mediante los cuales dos ETD que trabajan en modo de paquete se comunican a través de la red. La idea que nace en este estándar consiste en proporcionar procedimientos comunes de establecimiento de sesión e intercambio de datos entre un ETD y una red de paquetes ETCD.

III.3.- Niveles de X.25.

La figura III.3.a, muestra la relación existente entre el nivel de red X.25 y los sistemas de encaminamiento ó retransmisión.

El tráfico pasa del ETD A a un nodo intermedio, que podría ser el nodo de entrada del usuario a la red (en X.25, el ETCD).

En éste nodo, para atender al usuario A se involucra al nivel físico, al nivel de enlace y al nivel de red. En esta ilustración el usuario A se identifica de cara a la red mediante el número de canal lógico (LCN) 11.

A continuación, los datos se entregan a un determinado programa, el cuál lleva a cabo las funciones de encaminamiento. Los datos regresan a X.25 (y a los niveles inferiores y se transmiten desde el nodo intermedio (que podría ser el nodo de red ETCD correspondiente al usuario B) hacia el ETD B.

La recomendación X.25 para el nivel de paquetes coincide con una de las recomendaciones del tercer nivel del modelo ISO. En realidad X.25 abarca el tercer nivel, y los dos niveles más bajos.

El interfaz recomendado entre el ETD y el ETCD es el X.21 (que se especifica en la Recomendación del mismo nombre del CCITT), a nivel físico. En muchos países se toma en cuenta el interfaz RS-232 para esta función. 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.

Para el nivel de enlace se utiliza el protocolo LAPB. Este protocolo de línea es un subconjunto del HDLC (como X.25 de nivel 3).

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

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

Para funcionar bajo el entorno X.25, LAPB utiliza un subconjunto específico de funciones de HDLC que se verán posteriormente.

III.4.- El protocolo HDLC.

HDLC (High Level Data Link) ó Control de Enlace de Alto Nivel, es una norma publicada por OSI que ha conseguido afianzarse en todo el mundo. Proporciona una amplia variedad de funciones y cubre un amplio espectro de aplicaciones. Está considerada en realidad como un ámbito que engloba a muchos otros protocolos.

El protocolo HDLC puede instalarse de muy diversas maneras. Admite transmisiones dúplex y semidúplex, configuraciones punto a punto y punto a multipunto, y canales conmutados ó no conmutados. Una estación HDLC puede funcionar de una de las siguientes maneras:

- La estación principal controla el enlace de datos ó canal. Esta estación envía tramas de comando a las estaciones secundarias del canal, de las cuales a su vez recibe tramas de respuesta.

Si el enlace es multipunto, la estación principal es responsable además de mantener una sesión independiente con cada una de las estaciones conectadas al canal.

- La estación secundaria funciona como esclava de la principal. Envía mensajes de respuesta a los comandos procedentes de la estación controladora. Sólo mantiene la sesión en curso con la estación principal, y no interviene en el control de enlace.

- La estación combinada transmite comandos y respuestas, y también los recibe de otras estaciones combinadas. Mantiene una sesión con otra estación combinada.

Mientras una estación permanezca en modo de transferencia de información, podrá emplear para comunicar cualquiera de los tres modos que a continuación se mencionan. Todos estos modos pueden ser activados ó desactivados en cualquier momento a lo largo de la sesión, lo cuál confiere una gran flexibilidad a las comunicaciones entre diferentes estaciones.

En el modo de respuesta normal (NRM), se obliga a la estación secundaria a esperar la autorización explícita de la estación primaria antes de ponerse a transmitir. Una vez recibido éste permiso, la estación secundaria comenzará una transmisión de respuesta, que podrá contener datos y que podrá constar de una ó varias tramas, enviadas a lo largo de todo el período en el que la estación utilice el canal.

En el asíncrono equilibrado (ABM), se emplean estaciones combinadas, las cuales pueden iniciar sus transmisiones sin autorización previa de las otras estaciones combinadas.

En el modo de respuesta asíncrono (ARM), una estación secundaria puede iniciar una transmisión sin autorización previa de la estación principal, generalmente cuando el canal está desocupado.

III.4.1.- Formato de la trama del protocolo HDLC.

En HDLC se usa el término trama para referirse a una entidad independiente de datos que se transmiten de una estación a otra a través del enlace.

Una trama consta de cinco a seis campos. Toda trama comienza y termina con los campos de señalización ó banderas. Las estaciones conectadas al enlace deben monitorear en todo momento la secuencia de señalización en curso.

La secuencia de bits de bandera es: 01111110. Entre dos tramas HDLC pueden transmitirse de forma continua señalizaciones.

También pueden enviarse las siguientes opciones: siete "1"s consecutivos para indicar que existe un problema en el enlace; quince "1"s seguidos hacen que el canal permanezca inactivo. En el momento en que una estación detecta una secuencia que no corresponde a una señalización, sabe que ha encontrado el comienzo de una trama, una condición de error ó de presencia de un problema ó una condición de canal desocupado. Cuando encuentre la siguiente secuencia de señalización, habrá llegado la trama completa.

El campo de dirección en una trama sigue a la bandera y se utiliza para identificar a la estación principal ó secundaria que interviene en la transmisión de una trama determinada. Cada estación tiene asociada una dirección específica. En las configuraciones equilibradas, cada trama de comando contiene la dirección de destino, y cada trama de respuesta incluye la dirección de la estación que la envía. La palabra de dirección contiene 8 bits, pero sólo se ocupan los dos últimos. Lo anterior puede apreciarse en la siguiente figura, donde las claves 01 y 03 se deben utilizar en forma binaria, la letra A corresponde a un equipo terminal, y la letra B corresponde a un equipo de conmutación de datos.

Dirección		
Dirección	Comando	Respuesta
DTE----DCE	01 (B)	03 (A)
DCE----DTE	03 (A)	01 (B)

En la figura III.4, se observa su localización en la trama.

El campo de control, contiene tanto los comandos y las respuestas como los números de secuencia que se utilizan para llevar la contabilidad del flujo de datos que atraviesa el enlace entre la estación primaria y secundaria.

El campo de control define la misión de la trama. De acuerdo a esto, existen tres tipos de tramas:

- Las tramas con formato de información sirven para transmitir datos entre dos dispositivos.
- Las tramas con formato de supervisión realizan funciones diversas, como aceptar ó confirmar tramas, ó solicitar una interrupción temporal de la transmisión de las mismas. El uso concreto de estas tramas depende del modo de funcionamiento del enlace (respuesta normal, modo equilibrado asíncrono ó modo de respuesta asíncrona).

- Las tramas con formato no numerado también realizan funciones de control. Sirven para inicializar un enlace, para desconectarlo, ó para otras funciones de control de canal.

La extensión total del campo de control es de 8 bits. Este campo identifica los comandos y respuestas utilizados para gobernar el flujo de tráfico por el enlace. La estructura de éste campo se muestra en la siguiente página. La localización de éste campo dentro de la trama se puede observar en la figura III.4.

El formato más sencillo es el de información. El bit 1 siempre estará en "0" y los 7 bits restantes son de información. El número N (S) (número de secuencia de envío), indica el número de orden asociado a la trama enviada. El número N (R) (número de secuencia de recepción) indica cuál es el siguiente número de secuencia que espera el receptor. N (R) sirve como asentamiento de las tramas anteriores.

Así, por ejemplo, si el campo N (R) ha tomado el valor 4, la estación, al recibir N (R) = 4, entenderá que sus transmisiones de las tramas 0, 1, 2 y 3 han sido recibidas correctamente, y que la estación con la que se está comunicando esperará que la siguiente trama lleve un 4 como número de secuencia.

El bit P de comando, se usa de la siguiente forma:

- La estación principal utiliza el bit P para solicitar a la secundaria información acerca de su estado.
- La estación secundaria responde a un bit P enviando una trama de datos, junto a un bit F de final.

El bit P/F se denota como P cuando es la estación principal la que lo utiliza, y como bit F cuando es la secundaria.

El bit P/F se puede emplear e interpretar de las siguientes formas:

1.- En NRM, la estación secundaria no puede transmitir hasta que le llegue un comando con el bit P puesto a "1". La estación principal puede solicitar tramas de información enviando una trama cuyo bit P valga 1.

2.- En ARM y ABM pueden transmitirse tramas de información que no hayan sido supervisadas previamente por un comando con el bit P puesto a "1".

3.- En ARM y ABM, justo después de recibir un comando con el bit P puesto a "1", se envía una trama con el bit F puesto a "1".

En cuanto a los comandos y respuestas en los diferentes tipos de tramas antes mencionados, tenemos que:

Para las tramas de información, sólo existirá el comando de información I, que indica que los datos del usuario se van a transmitir ó a recibir.

Para las tramas de supervisión se tienen los siguientes comandos y respuestas:

- RR (receptor preparado).- Funciona como comando y respuesta que indica que la estación primaria ó secundaria está lista para recibir una trama de información; también señala a través de su campo N(R), la aceptación de tramas recibidas con anterioridad.

-RNR (receptor no preparado).- Es la señal que emplea una estación para indicar que está ocupada. Indica a la estación emisora que el receptor es incapaz de aceptar más datos.

La trama RNR puede también acusar recibo de tramas anteriores, a través de su campo N(R).

- REJ (Rechazo).- Se emplea como comando ó respuesta para solicitar la retransmisión de todas las tramas posteriores a la trama N(R). Todas las tramas hasta la N(R), quedan aceptadas automáticamente.

- DM (Desconectar modo).- Funciona como respuesta. Una estación secundaria transmite ésta trama para indicar que desconecta el modo actual (es decir, queda no operativa).

- SABM (Activar modo asíncrono equilibrado).- Con éste modo, ambas estaciones tienen la misma jerarquía; no es necesario sondear, porque cada nodo es una estación combinada.

- UA (Reconocimiento no numerado).- Funciona como respuesta. Una estación secundaria entrega ésta trama cuando detecta una trama errónea.

El campo de comprobación de secuencia de trama (FCS), sirve para saber si ha aparecido algún error durante la transmisión de la trama entre dos estaciones. La estación emisora lleva a cabo un cálculo sobre los datos del

Trama Tipo	Comando	Respuesta	Codificación								
			8	7	6	5	4	3	2	1	
Información	I (Información)		N (R)	F	N (S)	0					
Supervisión	RR (Rec lista)	RR (Rec lista)	N (R)	F	F	0	0	0	0	1	
	RNR (Rec no lista)	RNR (Rec no lista)	N (R)	F	F	0	1	0	0	1	
	REJ (Rechazo)	REJ (Rechazo)	N (R)	F	F	1	0	0	0	1	
No numerada		DM (Modo Desconex)	0	0	0	F	1	1	1	1	1
	SABM (Poner modo asinc. balanc.)		0	0	1	F	1	1	1	1	
	DISC (Desconexión)		0	1	0	F	0	0	1	1	
		UA (Reconocimiento no numerado)	0	1	1	F	0	0	1	1	1
		FRMR (Rechazo de Trama)	1	0	0	F	0	1	1	1	1

Figura III.4.1.

usuario, y añade a la trama el resultado de éste computo, colocándolo en el campo FCS. Por su parte, la estación receptora efectúa un cálculo idéntico, y compara el resultado con el del campo FCS recibido. Si ambos coinciden, es casi seguro que la transmisión no ha sufrido ningún error; si no es así, habrá surgido algún error, por lo que la estación receptora devolverá un reconocimiento para exigir la retransmisión de la trama.

El cálculo cuyo resultado arroja el valor de FCS se conoce como comprobación por redundancia cíclica, (CRC).

A continuación se presentan las reglas para efectuar la operación del cálculo de redundancia cíclica.

1.- El residuo de la división en módulo 2 (operaciones OR-exclusiva) del polinomio $x^k (x^{15} + x^{14} + \dots + x + 1)$, por el polinomio generador definido como $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, donde el exponente k representa al número de bits de la trama que se localiza entre (pero no incluidos) el último bit de la bandera de apertura y el primer bit del campo de comprobación de secuencia FCS, sin incluir los bits insertados por concepto de códigos.

Inicialmente, el contenido de registro x^k se fija en "1"s, corrigiéndose después con la división.

2.- El residuo de la división en módulo 2 por el polinomio generador $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, del producto de $x^{15} + x^{14} + \dots + x + 1$, por el contenido de la trama que se localiza entre (pero no incluidos) el último bit de la bandera de apertura y el primer bit del campo FCS, excluyendo los bits de relleno por concepto de código.

3.- A la suma en módulo 2 de los residuos mencionados en los incisos anteriores, se le toma el complemento a "1" y se envía junto a los bits de la trama arriba mencionada en forma del campo FCS hacia el receptor.

4.- Para la verificación en el receptor se realiza el mismo procedimiento que el transmisor, sólo que ahora los datos a considerar toman en cuenta la trama de FCS enviada desde el transmisor. La secuencia de verificación de trama en el receptor será: 000110100001111 en ausencia de errores en la transmisión.

A continuación se presenta un ejemplo de la manera en que se comunican dos equipos ETD, utilizando la trama HDLC.

En la siguiente figura, se muestra el proceso de la comunicación. En ésta se pueden observar los eventos que se llevan a cabo a cada instante determinado

(n, n+1, etc) Los símbolos que aparecen dentro de la ranura de tiempo indican el contenido de la trama HDLC enviada por las estaciones A y B en un momento dado:

n	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5	n+6	n+7	n+8
B, SABM, P		B,I, S=1, R=0	B,I, S=2, R=0, error	B,I, S=3, R=0	B,I, S=2, R=0	B,I, S=3, R=0	B,I,P, S=4, R=0,	
	B, UA, F			B, REJ, F, R=2				B, RR, F, R=6

Este es el significado de los símbolos:

A;B Dirección de la estación, situada en la cabecera de la trama.

I Trama de información.

N(S) = x La secuencia de envío vale x.

N(R) = x La secuencia de llegada vale x.

RR, SABM

REJ Comandos y respuestas.

P/F El bit de Comando-Respuesta.

Estos son los instantes y acontecimientos mostrados en la figura anterior:

n La estación A transmite un Comando SABM.

n+1 La estación B contesta con la devolución de un UA.

n+2,3,4 La estación A envía las tramas de información 1, 2, y 3. La estación B detecta un error en la trama 2, e inmediatamente devuelve una trama de rechazo simple (REJ) con un 2 como número de secuencia.

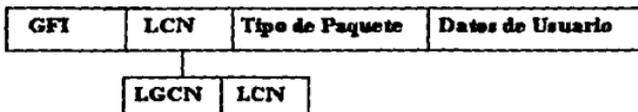
La estación B no espera a que le llegue una solicitud de comprobación, sino que envía directamente el REJ como respuesta, con el bit F puesto a 1. Si la estación B hubiese enviado el REJ como comando, (es decir, con la dirección de A en el campo de dirección), la estación A se vería obligada a responder con RR, RNR ó REJ. Sin embargo como el REJ enviado tiene formato de respuesta, la estación A transmitirá inmediatamente la trama errónea.

n+5,6,7 La estación A retransmite las tramas 2 y 3, y en el instante n+7, pone a "1" el bit P.

n+8 La estación B acusa de recibo las tramas 3, 4 y 5, mediante un RR y un número 6 de secuencia.

El **campo de información**, como su nombre lo indica, lleva la información propiamente dicha del usuario.

Para la red X.25, la información es transmitida y recibida en forma de paquetes de datos. Todo paquete que atraviese el interfaz ETD/ETCD con la red debe incluir al menos tres octetos, los de la cabecera del paquete, aunque ésta pueda incluir también otros octetos adicionales. La figura mostrada a continuación contiene la disposición de éste campo:



La figura III.4, muestra su localización dentro de la trama así como los diversos tipos de paquetes.

El primer subcampo denominado GFI ó identificador general de formato, indica el formato general que tendrá el resto del encabezamiento, consta de 4 bits.

El siguiente subcampo se denomina LCN ó número de canal lógico. Este se divide en dos partes: la primera se llama LGCN ó número de grupo de canal lógico; consta de 4 bits, debe aparecer en cada paquete, excepto en los paquetes de arranque, de diagnóstico y de registro. Para cada canal lógico, éste número tiene un significado local en el interfaz ETD/ETCD. La segunda parte del subcampo, se denomina LCN ó número de canal lógico, proporciona los 12 bits que constituyen la identificación completa del canal lógico. Son 4095 los canales lógicos posibles. El LCN 0 está reservado para las funciones de control (paquetes de diagnóstico y de reiniciación). Los números de canal lógico sirven para identificar al ETD frente al nodo de paquetes ETCD. El siguiente subcampo es el que identifica al tipo de paquete, cuando éste no es de datos, en caso contrario ese octeto es de secuenciamiento.

Dentro de los paquetes de establecimiento y liberación de llamadas tenemos:

Un diodo emisor de luz (LED), producirá luz cuando se encuentre energizado. En cualquier unión p-n polarizada directamente, dentro de la estructura, ocurre una recombinación de huecos y electrones, ésta requiere que la energía que posee un electrón libre no ligado se transfiera a otro estado; una parte de ésta energía se convertirá en calor y otro tanto en forma de fotones. En el silicio y el germanio, el mayor porcentaje se transforma en calor y la luz emitida es insignificante. En otros materiales, como el fosfato de arseniuro de galio (GaAsP) o el fosfato de galio (GaP), el número de fotones de la energía luminosa emitida es suficiente para crear una fuente luminosa muy visible.

En general los LED operan a niveles de voltaje dentro del intervalo de 1.7 a 3.3 V, lo que los hace compatibles con los circuitos de estado sólido. Tienen una rápida respuesta de tiempo (nanosegundos) y ofrecen buenas proporciones de contraste para la visibilidad. Los requerimientos de potencia se encuentra por lo general entre 10 y 150 mW con una vida de servicio de 100,000 horas. Su construcción de semiconductor contribuye con un importante factor de solidez.

Algunos LEDs no siempre emiten una luz visible, sino que emiten luz infrarroja invisible al ojo humano. Desde luego, tales LED deben utilizarse con fotodetectores que sean visibles a la radiación infrarroja. Los LED infrarrojos son más eficientes que los LED de luz visible, Convierten más cantidad de su energía eléctrica en luz y menos en calor.

Call request/Incoming Call (solicitud de llamada/llamada entrante).- El ETD envía un paquete de solicitud de llamada al ETCD, el cuál responde con un paquete de llamada entrante.

Call accepted/call connected (llamada aceptada/llamada conectada).- Si el ETD receptor decide aceptar y contestar la llamada, entregará a la red un paquete de llamada aceptada. La red transportará entonces éste paquete al ETD que llama en forma de llamada conectada.

Clear request/Clear confirmation (Solicitud de liberación/Confirmación de liberación).- Para concluir la sesión, cualquiera de los dos ETD pueden enviar una señal de solicitud de liberación. Esta indicación es recibida y se confirma mediante un paquete de confirmación de liberación.

Dentro de los paquetes de datos e interrupciones tenemos:
Data (datos).- Representa a los paquetes de datos.

Interrupt/Interrupt Confirmation (Interrupción/Confirmación de interrupción).- El procedimiento de interrupción permite que un ETD envíe a otro un paquete de datos sin número de secuencia, sin necesidad de seguir los procedimientos normales de control de flujo establecidos por X.25 El procedimiento de interrupción es útil en aquellas situaciones en las que una aplicación necesita transmitir datos en condiciones poco habituales.

Dentro del grupo de paquetes de Control de flujo y reinicialización, tenemos:

Receive ready/no ready (receptor preparado/no preparado).- Estos paquetes funcionan de forma similar a los que operan en el campo de control. Controlan el flujo de información del usuario.

Reset request/Reset confirmation (solicitud y confirmación de reinicialización).- Estos paquetes sirven para reinicializar un circuito virtual permanente ó conmutado. El procedimiento de reinicialización elimina, en ambas direcciones, todos los paquetes de datos y de interrupción que pudieran estar en la red.

Reject (Rechazo).- Sirve para rechazar de forma específica un paquete recibido.

Dentro de los paquetes de reinicio, tenemos:

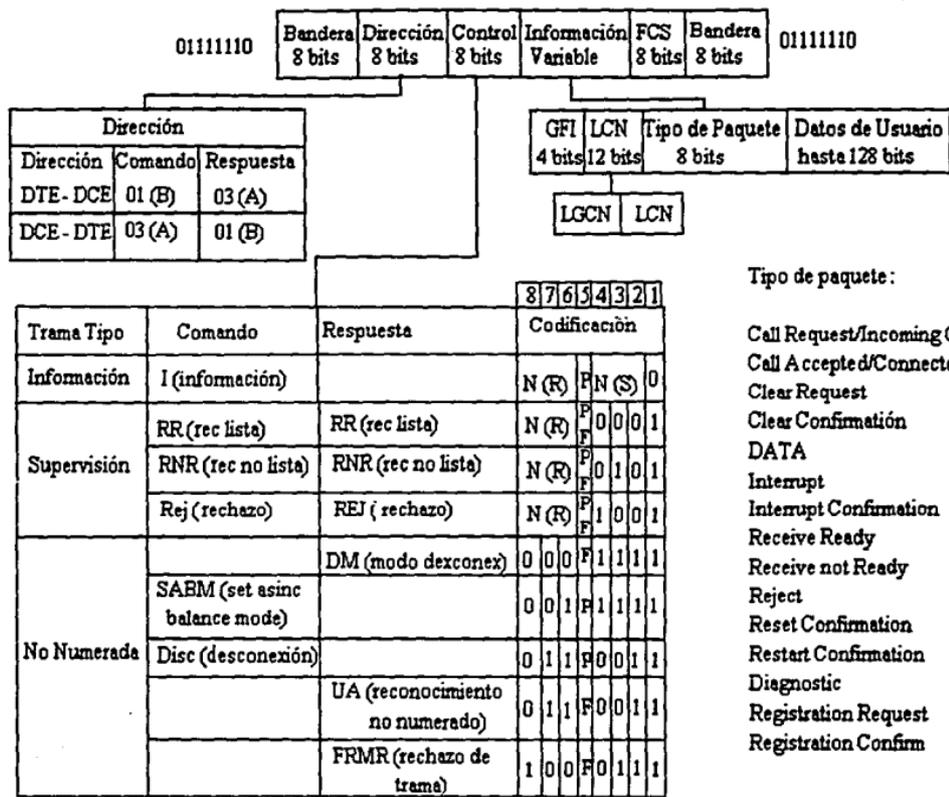


Figura III.4.

Restart request/Restart confirmation (Solicitud de reinicio/Confirmación de reinicio).- Reinician el interfaz ETD/ETCD. Puede afectar hasta a 4095 canales lógicos de un puerto físico. Este procedimiento reinicializa todos los circuitos virtuales permanentes del interfaz y libera todas las llamadas virtuales.

Como paquetes adicionales, tenemos:

Diagnostic (diagnóstico).- Se utiliza en algunas redes para señalar determinadas condiciones de error no cubiertas por otros métodos de indicación.

Registration request/Registration confirmation (Solicitud de registro/Confirmación de registro).- Se usan para invocar ó confirmar las facilidades de X.25.

Por último tenemos el subcampo de los datos de usuario que puede tener hasta 128 bits de extensión. La figura III.4, incluye la extensión de cada uno de los campos y subcampos.

III.5.- Opciones de conexión a X.25.

X.25 establece ofrece distintas opciones de establecimientos de sesión entre ETD dotados de las capacidades de X.25.

- **Circuito virtual permanente:** Un circuito virtual permanente es algo parecido a una línea alquilada de una red telefónica; el ETD que transmite tiene asegurada la conexión con el ETD que recibe a través de la red de paquetes. En X.25 antes de empezar la sesión, es necesario que se haya establecido un circuito virtual permanente. Por tanto antes de reservarse un circuito virtual permanente, ambos usuarios han de llegar a un acuerdo con la compañía explotadora de la red. Una vez hecho esto, cada vez que un ETD emisor envíe un paquete a la red, la información identificativa de ese paquete (el número de canal lógico, LCN) indicará a la red que el ETD solicitante posee un enlace virtual permanente con el ETD receptor. Entonces la red establecerá la conexión con el ETD receptor sin ningún otro trámite.

- **Llamada virtual.** Una llamada virtual recuerda en cierta forma algunos procedimientos con las líneas telefónicas habituales. Se sigue el siguiente proceso. El ETD de origen entrega a la red un paquete de "solicitud de llamada" con un 11 como número de canal lógico. La red dirige ese paquete de solicitud de llamada al ETD de destino, el cuál lo recibe como paquete de

llamada entrante procedente de su nodo de red, esta vez con un LCN de valor 16.

La numeración de canal lógico se lleva a cabo en cada extremo de la red; lo más importante es que en la sesión entre los dos ETD esté identificada en todo momento con los números LCN 11 y 16. Los números de canal lógico sirven para identificar de forma unívoca las diversas sesiones de usuarios que coexisten en el circuito físico en ambos extremos de la red.

Si el ETD receptor decide aceptar y contestar la llamada, entregará a la red un paquete de "llamada aceptada". La red transportará entonces este paquete al ETD que llama en forma de "llamada conectada". Después del establecimiento de la llamada, el canal entrará en estado de transferencia de datos. Para concluir la sesión, cualquiera de los dos ETD puede enviar una señal de solicitud de liberación. Esta indicación es recibida y se confirma mediante un paquete de "confirmación de liberación"

- Llamada de selección rápida.: La filosofía básica de las llamadas de selección rápida es la de eliminar la sobrecarga que suponen los paquetes de establecimiento y liberación de la sesión. La selección rápida ofrece dos alternativas: la llamada con selección rápida y la selección rápida con liberación inmediata.

En la primera de ellas, un ETD puede solicitar esta facilidad al nodo de la red (ETCD) mediante una indicación al efecto en la cabecera del paquete. La facilidad de llamada rápida admite paquetes de solicitud de llamada de hasta 128 octetos. El ETD llamado puede, si lo desea, contestar con un paquete de "llamada aceptada", que a su vez puede incluir datos de usuario. El paquete de "solicitud de llamada/llamada entrante" indica si el ETD remoto ha de contestar con un paquete de "solicitud de liberación", ó con un "llamada aceptada". Si lo que se transmite es una aceptación de la llamada, la sesión X.25, sigue su curso, con los procedimientos de transferencia de datos y de liberación del enlace habituales en las llamadas virtuales conmutadas.

En la otra opción, una solicitud de llamada puede incluir también datos de usuario. Este paquete se transmite, a través de la red, al ETD receptor, el cuál una vez aceptados los datos, envía un paquete de liberación de llamada que a su vez incluye datos de usuario. Este paquete es recibido por el nodo de origen, el cuál lo interpreta como una señal de liberación del enlace, ante la cuál devuelve una confirmación de desconexión, que no puede incluir datos de

usuario. En resumen, el paquete enviado establece la conexión a través de la red, mientras que el paquete de retorno libera el enlace.

III.6.- Interconexión de redes.

III.6.1.- Protocolo de empaquetamiento/ desempaquetamiento de datos.

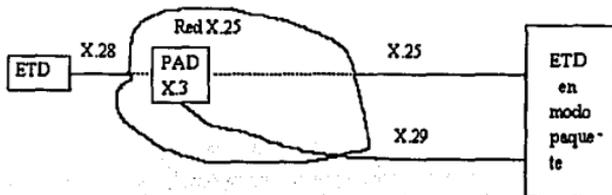
Durante el desarrollo de la Recomendación X.25, los organismos de normalización advirtieron que la mayoría de los terminales en funcionamiento eran dispositivos asíncronos no inteligentes. Evidentemente se hacía necesario un interfaz que conectase a estos equipos con las redes de paquetes. Con el fin de hacer frente a esta exigencia, se desarrollaron estándares para dotar a los terminales asíncronos de capacidades de conversión de protocolos y de ensamblado/desensamblado de paquetes (PAD).

La idea del PAD es ofrecer una conversión de protocolos entre un equipo terminal ETD y una red de paquetes, junto a otra conversión complementaria en el extremo receptor de la red. Se trata de conseguir un servicio transparente al usuario.

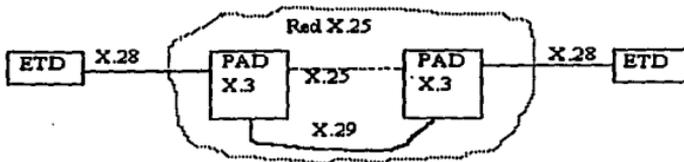
La Recomendación X.3 del CCITT y sus normas accesorias X.28 y X.29 sólo están pensadas para dispositivos asíncronos.

Los estándares del PAD permiten diversas configuraciones:

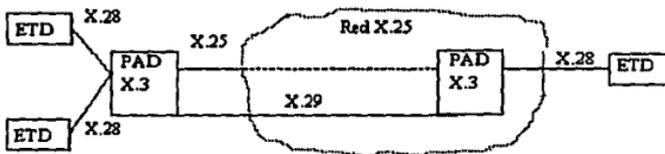
- La conexión entre un ETD de usuario no generador de paquetes y otro ETD capaz de operar en modo paquete, como se muestra en la siguiente figura:



- La conexión entre dos ETD asíncronos, como se muestra a continuación:



- Un PAD que funciona como una red X.25 situado fuera de la propia red, como se muestra a continuación.



La Recomendación X.29 del CCITT, indica al PAD y a la estación remota como deben intercambiar información de control dentro de una llamada X.25. En el contexto X.29 una estación remota puede ser un PAD ó un ETD X.25 en modo paquete.

La Recomendación X.3 establece las funciones y características que deben poseer los PAD. Entre estas se encuentran las siguientes:

- Ensamblado de caracteres en paquete.
- Desensamblado de paquetes en caracteres
- Manejo de los procedimientos en conexión, desconexión, reinicio e interrupción.
- Control de envío de caracteres.
- Mecanismos para la modificación de los parámetros del PAD.
- Señalización.

El PAD posee ciertos parámetros que determinan su funcionalidad y que son totalmente ajustables a los requerimientos del ETD.

Algunos son:

- Eco.

- Caracteres de emisión de paquete.
- Temporizador de envío.
- Delimitación de línea.
- Velocidad de terminal.
- Edición.
- Tratamiento de la paridad.

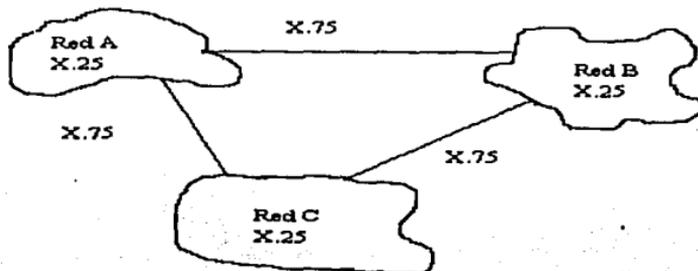
La recomendación X.28 del CCITT, especifica el protocolo encargado de regular la transferencia de información entre el ETD asincrónico y el PAD. Establece el procedimiento de conexión de las interfaces físicas a través de la red telefónica conmutada y de la red pública de datos. Define la manera de como debe ser el intercambio de datos de usuario entre el PAD y el ETD.

III.6.2.- El protocolo X.75.

La norma X.25 está pensada para que los usuarios se comuniquen a través de una determinada red. Sin embargo, a veces existen usuarios situados en distintas redes que necesitan establecer una comunicación para compartir sus recursos e intercambiar datos. Este es el objetivo de la norma X.75.

Este protocolo está definido para lograr este objetivo en la Recomendación X.75 del CCITT. La misión de X.75 es permitir la interconexión de redes; servir de puente para el usuario que intente comunicarse con otro usuario a través de diversas redes. En este estándar se asume que las redes involucradas utilizan los procedimientos de X.25.

La figura mostrada en la siguiente página, ilustra lo anterior:



III.7.- Interfaces de nivel físico.

Las interfaces de nivel físico se utilizan para conectar dispositivos de usuario al circuito de comunicaciones. Para llevar a cabo esta importante función, en la mayoría de las especificaciones relativas a estas interfaces, se describen cuatro atributos del interfaz.

Los atributos eléctricos son los que determinan los niveles de tensión (ó corriente) y la temporización de los cambios eléctricos que representan los "1"s y los "0"s. Muchos de los protocolos de nivel físico clasifican estas funciones en cuatro grupos: control, sincronismo, datos y tierra.

Los atributos mecánicos describen los conectores y los hilos del interfaz

Por lo general todas las líneas de datos, de señalización y de control están en un mismo cable, y se conectan a enchufes terminadores situados en ambos extremos del cable. La misión de estos conectores es similar a la de los otros tipos de enchufe, aunque con diferente función. Los atributos procedimentales describen lo que deben hacer los conectores, y la secuencia de eventos necesaria para llevar a cabo la transferencia efectiva de datos a través del interfaz.

Entre los tipos de interfaces con que cuenta la red X.25, tenemos: RS-232-C, V.24, X.21 y V.35; ésta última ha quedado relegada.

III.7.1.- Interfaz RS-232-C.

Los ETD y los ETCB suelen conectarse mediante el interfaz estándar RS-232-C. La C que aparece en la denominación del interfaz se refiere a la cuarta versión aprobada en 1981. El CCITT ha editado un estándar similar denominado V.24 que se verá posteriormente. En las especificaciones del Interfaz se describen cuatro funciones del mismo:

- Definición de las señales de control que atraviesan el interfaz.
- Movimiento de los datos del usuario a través del interfaz.
- Transmisión de las señales de tiempo necesarias para sincronizar el flujo de datos.
- Confirmación de las características eléctricas concretas del interfaz.

RS-232-C transmite los datos que lo atraviesan mediante cambios en los niveles de la tensión, un bit "0" binario se representa como un nivel de tensión comprendido entre +3 y +12 volts, mientras que un bit "1" binario se expresa como un nivel de tensión comprendido entre -3 y -12 volts. La longitud del cable RS-232-C depende de las características eléctricas del mismo, aunque algunos fabricantes prohíben longitudes superiores a unos 16 metros.

Los circuitos de éste interfaz utilizan un conector llamado DB-25, ya que cuenta con 25 canales ó pines. No se utiliza la totalidad de los canales, bastando sólo de cuatro a ocho. En la figura III.7.1, se presenta la estructura del conector.

A continuación se enlistan los canales usados más importantes:

Canal 1.- Circuito AA. Masa (tierra) de protección: el conductor está conectado eléctricamente al chasis del equipo.

Canal 7.- Circuito AB. Masa de señal: masa común a todos los circuitos. Establece la referencia del potencial de masa para el resto de las líneas. Sólo es un circuito de referencia común.

Canal 2.- Circuito BA. Datos transmitidos: señales de datos que se transmiten desde el ETD hasta el ETCD. Estas son las que representan los datos de usuario propiamente dichos.

Canal 3.- Circuito BB. Datos recibidos: señales de datos de usuario que se transmiten desde el ETCD hasta el ETD.

Canal 4.- Circuito CA. Petición de transmisión (RTS- Request to Send): señal dirigida desde el ETD hasta el ETCD. Este circuito notifica al ETCD que el ETD dispone de datos para transmitir. El circuito CA se emplea también en líneas semidúplex para controlar el sentido de la transmisión de datos.

Canal 5.- Circuito CB. Permiso para transmitir (CTS- Clear to Send): señal procedente del ETCD, con la que se indica al ETD que ya puede transmitir sus datos.

Canal 6.- Circuito CC. Equipo de datos preparado (DSR- Data Send Ready): señal procedente del ETCD con la que se indica una de las siguientes condiciones: a) que la máquina está descolgada, es decir, conectada al canal de una línea conmutada; b) que el ETCD está en modo de transmisión de datos; c)

que el ETCD ha completado las funciones de sincronización y responde con tonos.

Canal 20.- Circuito CD. Terminal de Datos Preparado (DTR- Data Terminal Ready): señal procedente del ETD, con la que el terminal ú ordenador están encendidos, que no se detecta ningún indicio de mal funcionamiento y que no se encuentra en modo de pruebas. Por lo general la línea CD permanecerá activada siempre que el equipo esté listo para transmitir ó para recibir datos.

Canal 8.- Circuito CF. Detector de recepción de señal en línea: señal procedente del ETCD con la que se indica que éste ha detectado la señal portadora generada por el módem remoto.

Canal 21.- Circuito CG. Detector de calidad de la señal: señal procedente del ETCD, con la que se indica que la señal recibida tiene la calidad suficiente para suponer que no ha aparecido ningún error.

Canal 23.- Circuito CR y CI. Selector de velocidad binaria de la señal: señales procedentes del ETD y del ETCD, respectivamente, que indican la velocidad de señalización de los datos en las máquinas dotadas de velocidad duál.

Canal 17.- Circuito DD. Temporización del elemento de señal del receptor: señales procedentes del ETCD que proporcionan al ETD la temporización necesaria para las señales de datos que estén siendo recibidas por el circuito BB.

Además de éstos, existen otros circuitos designados como canales secundarios, otros como circuitos de prueba y para otras funciones que dependen del fabricante.

La interfaz RS-232-C está clasificada como un interfaz no equilibrado, ya que los niveles de tensión se detectan en el receptor comprobando la diferencia de tensión existente entre el circuito de señal y una masa de señal (circuito AB). Para que el interfaz pueda ser utilizada por X.25, debe cumplir con los siguientes requisitos: los circuitos CA, CD, CC, CB y CF, deben estar activados. Los datos estarán activados por los circuitos BA y BB. Si estos circuitos están desactivados, X.25 supondrá que el nivel físico se encuentra inactivo, y ninguno de los niveles superiores (de enlace ó de red) funcionará.

III.7.2.- Interfaz V.24.

V.24 es otro interfaz estándar que se utiliza en muchas partes del mundo. Esta norma está incluida en la Recomendación V.24 del CCITT e incluye las definiciones de los canales que unen los ETD y los ETCD. En V.24 están definidos más canales que en RS-232-C, ya que existen otros interfaces estándar que también emplean la norma V.24. En cierto sentido, RS-232-c, puede considerarse como un subconjunto de V.24. Esta interfaz utiliza también el conector DB25.

A continuación se enlistan los principales circuitos usados por V.24:

Circuito 102.- Masa de la señal ó retorno común.

Circuito 103.- Datos transmitidos. Las señales de datos originadas por el ETD, en respuesta a las señales procedentes de otra estación recibidas por el canal de datos, ó en respuesta a las señales de pruebas de mantenimiento procedentes del ETD, se transfieren al ETD a través de éste circuito.

Circuito 105.- Solicitud de transmisión. Señales que controlan la función de transmisión del canal de datos del ETCD. Si esta señal se activa, el ETCD entrará en modo de transmisión de datos a través del canal. Si está desactivada, ETCD asumirá el modo de no transmisión de datos a través del canal. Esto sucederá cuando hayan sido transmitidos todos los datos transferidos a través del circuito 103.

Circuito 106.- Preparado para transmitir. Señales que indican si el ETCD está preparado para aceptar señales para su transmisión por el canal. También se emplean para funciones de pruebas y de mantenimiento bajo el control del ETD. Si ésta señal está activada, indica que el ETCD está listo para aceptar señales de datos del ETD. Si está desactivada, indica que el ETCD no está preparado para aceptarlas.

Circuito 107.- Equipo de datos preparado. Señales que indican si el ETCD está preparado para intercambiar señales de control con el ETD para iniciar la transferencia de datos. Si ésta señal está activada, y el circuito 142 de operaciones de mantenimiento también, indica que el ETCD está preparado para intercambiar señales de datos con el ETD para misiones de verificación. Si está desactivada, indica que el ETCD no está listo para funcionar.

Circuito 108/1.- Conexión del equipo de datos a la línea. Señales que controlan la conmutación (puesta en línea y desconexión de la misma) del convertidor de

señal ó de algún otro equipo similar. Si esta señal se activa, el ETCD conectará a la línea del convertor de señal, ó el dispositivo similar. Si se desactiva, el ETCD desconectará de la línea el equipo de conversión de señal ó similar, hecho que sucederá cuando se haya completado la transmisión a la línea de todos los datos previamente entregados a través del circuito 103 y/ó de algún otro equipo similar.

Circuito 108/2.- Terminal de datos preparado. Señales que controlan la conmutación (puesta en línea ó desconexión de la misma) del convertor de señal ó de algún otro equipo similar.

Si ésta señal se activa, el ETCD se preparará para conectar a la línea el convertor de señal ó equipo similar, y está conexión se mantendrá mientras haya quedado establecida por algún otro medio suplementario. El ETD puede preseleccionar la condición de activado del circuito 108/2 cuando esté dispuesto a transmitir ó recibir datos. Si éste circuito se desactiva, el ETCD desconectará de la línea el convertor de señal ó equipo similar, hecho que sucederá cuando se haya completado la transmisión a la línea de todos los datos previamente entregados a través del circuito 103.

Circuito 109.- Detector de la señal de línea recibido por el canal de datos. Estas señales indican si las señales de línea recibidas por el canal de datos se encuentran dentro de los límites apropiados. Si ésta señal está activada, significa que la señal recibida no entra dentro de tales límites.

Circuito 110.- Detector de calidad de la señal de datos. Señales que indican una probabilidad de error razonable en los datos recibidos. Si ésta señal está activada indica que existe una probabilidad razonable de que no haya errores. Si está desactivada, existe una probabilidad razonable de que hayan aparecido errores.

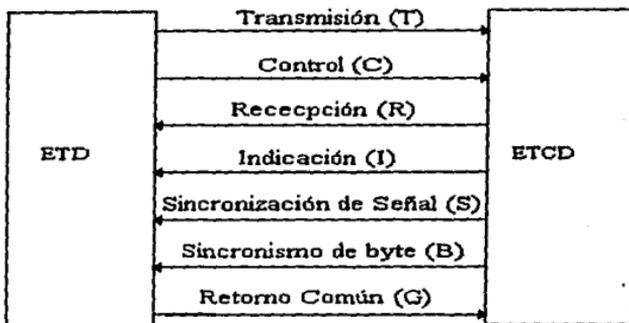
La red X.25 necesita que los circuitos 105, 106, 107, 108/2 y 109 permanescan activos.

III.7.3. Interfaz X.21.

X.21 es otro de los interfaces estándar que ha sido objeto de una considerable atención en el sector; queda especificado en la Recomendación X.21 del CCITT. A diferencia del RS-232-C, X.21 emplea un conector de 15 canales llamado DB15, con seis circuitos de intercambio.

En la figura III.7.3, se muestra el conector DB15.

La siguiente figura, muestra los circuitos más importantes:



Los circuitos T y R sirven para transmitir y recibir datos a través del interfaz. Los datos pueden ser de usuario ó señales de control. Los circuitos C, entregan a la red una señal de activación/desactivación, y el circuito I entrega esa señal al ETD. Estos dos circuitos sirven para activar y desactivar las sesiones de interfaz en ETD y ETCD. Los circuitos S y B se encargan de la sincronización de las señales que intercambian el ETD y el ETCD. El circuito G es el retorno común ó masa de la señal.

X.21 funciona a base del concepto de estados.

Para establecer la llamada, tanto el ETCD como el ETD señalan el estado de Preparado (estado 1). A partir de éste estado, el ETD entra en el estado de Solicitud de llamada (estado 2), a lo que el ETCD contesta entrando en el estado de Proceder con la Selección (estado 3). A continuación, el ETD presenta sus dígitos de identificación (estado 4). En el otro extremo, el ETCD remoto genera una señal para su ETD, entrando en el modo de Llamada entrante (estado 8), y el ETD responde con el estado de Llamada aceptada (estado 9). De aquí en adelante, los distintos componentes atraviesan estados opcionales. El ETD y el ETCD podrán esperar las llamadas (estados 5, 6A, 6B). También está disponible otro estado adicional, Conexión en curso (estado 11), con el fin de admitir un retardo de red adicional. Los ETCD

Conector DB25. Norma V.24.

Asignación de Pines.

- 1.- Tierra de Protección.
 - 2.- Datos transmitidos
 - 3.- Datos Recibidos.
 - 4.- Solicitud de Transmisión.
 - 5.- Permiso para Transmitir.
 - 6.- Equipo de Datos preparado.
 - 7.- Tierra de Señal.
 - 8.- Detección de Portadora.
 - 9,10 y 11.- Reservado.
 - 12.- Detección de Portadora Secundaria.
 - 13.- Permiso para Transmitir Secundario.
- Asignación de Pines.
- 14.- Datos Secundarios Transmitidos.
 - 15.- Reloj de Transmisión.
 - 16.- Datos Recibidos Secundarios.
 - 17.- Reloj de Recepción.
 - 18.- No asignado.
 - 19.- Solicitud de Transmisión Sec.
 - 20.- Terminal de Datos Preparado.
 - 21.- Detector de Calidad de Señal.
 - 22.- Timbre Indicador.
 - 23.- Selector de Velocidad de Datos.
 - 24.- Reloj de Transmisión.
 - 25.- No Asignado.

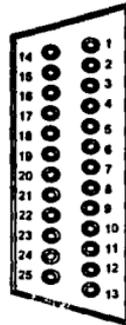


Figura III.7.1.

Conector DB15 Norma X.21.

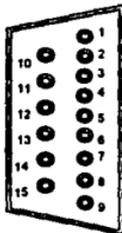
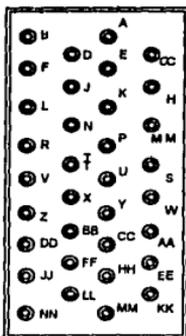


Figura III.7.3.

Asignación de Pines más usados.

- 1.- Tierra Común.
- 9.- Tierra de Protección.
- 10.- Permiso para Transmitir.
- 11.- Nivel de Recepción de Datos.
- 12.- Recepción de Datos.
- 13.- Transmisión de Datos.
- 15.- Terminal de Datos Preparada.

Conector M34. Norma V.35.



Asignación de Pines más usados.

- A.- Tierra de Protección.
- AA.- Reloj de Transmisión.
- B.- Tierra de Señal.
- C.- Permiso para Transmitir.
- D.- Liberación de Terminal.
- E.- Equipo de Datos Preparado.
- F.- Detección de Señal de Línea Recibida.
- P.- Datos Transmitidos.
- R.- Datos Recibidos.
- S.- Datos Transmitidos.
- T.- Datos Recibidos.
- U.- Reloj de Terminal.
- V.- Reloj de Recepción.
- W.- Reloj de Terminal.
- X.- Reloj de Recepción.
- Y.- Reloj de Transmisión.

Figura III.7.4.

entrarán ahora en el estado de Preparado para los datos (estado 12), y comenzará la Transferencia de los mismo, (estado 13).

III.7.4.- Interfaz V.35.

Aunque la interfaz definida en la Recomendación V.35 del CCITT ha sido superada por tecnologías más adelantadas, todavía quedan equipos que trabajan con éste tipo de interfaz. Se utiliza un conector denominado M-34 y que consta de 34 pines. La estructura de este conector se muestra en la figura III.7.4.

A continuación se definen algunos de los circuitos más importantes.

Circuito 102.- Tierra de señalización ó retorno común.

Circuito 102a.- Retorno común del ETD.

Circuito 102b.- Retorno común del ETCD.

Circuito 103.- Transmisión de datos.

Circuito 104.- Recepción de datos.

Circuito 105.- Petición de transmitir.

Circuito 106.- Preparado para transmitir.

Circuito 107.- Aparato de datos preparado.

Circuito 109.- Detector de señales de línea recibidas por el canal de datos.

Circuito 113.- Temporización para los elementos de señal en la transmisión (origen ETD).

Circuito 114.- Temporización para los elementos de señal en la transmisión (origen ETCD).

Circuito 115.- Temporización para los elementos de señal de recepción (origen ETCD).

Circuito 140.- Conexión en bucle / Prueba de mantenimiento.

Circuito 142.- Indicador de prueba.

III.8.- Planes de numeración para redes de datos.

III.8.1.- Plan internacional de numeración para redes de datos públicas.

La recomendación X.121, ha establecido un plan internacional de numeración para redes de datos públicas con el fin de ofrecer un mecanismo de direccionamiento universal, que permitirá a los usuarios comunicarse entre sí a

través de distintas redes. En X.121 se establece un esquema normalizado de numeración para las redes de todos los países y para cada uno de los usuarios individuales de estas redes.

Cada ETD integrado dentro de una red de datos pública, queda identificado mediante una dirección internacional de redes de datos, formada por un Código de Identificación de la red de Datos (CIRD), seguido de un Número de Terminal dentro de la Red (NTR).

Otra opción consiste en establecer un número internacional constituido por el Código de Datos del País (CDN) seguido de un Número Nacional.

Los cuatro códigos incluyen los siguientes identificadores: el CIRD consta de 4 dígitos, los tres primeros identifican al país y pueden considerarse como un código de datos del país. El cuarto dígito identifica una red concreta dentro de un país.

El bit P consta de un sólo dígito y puede tomar valores de 0 a 9; es un bit auxiliar en la identificación de un país.

El número de terminal dentro de una red puede estar formado por diez dígitos, o bien, si en lugar de una NTR se utiliza un número nacional, por 11 dígitos. A continuación se ilustra lo anterior:

Código de identificación de red de datos (CIRD):

Código de cuatro dígitos: XXX Y.

XXX = Zonas del mundo (Europa, Norteamérica, etc).

Y = Red específica.

El código XXX también se conoce como Código Nacional de Datos (CDN).

Primer método: P + CIRD + Número de Terminal dentro de la Red
(1) (4) (10)

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Segundo método: P + CDN + Número Nacional
(1) (3) (11)

III.8.2.- Plan internacional de numeración para redes privadas.

Para redes de datos privadas se recomienda un sistema de numeración basado en una dirección internacional de redes compuesto por el Código de Identificación de las Redes de Datos y un Número de Terminal dentro de la Red. Este último está compuesto de un Código de Identificación de la Red Privada (CIRP) y un Número de Terminal Final (NTF) que constan de 6 dígitos el primero y 4 el segundo.

P + CIRD + CIRP + NTF
(1) (4) (6) (4)

Capítulo IV: Normas internacionales.

IV.1.- Organizaciones de normalización internacionales.

A nivel mundial, las dos organizaciones más activas en materia de redes digitales son la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la Organización de Estándares Internacionales (OSI).

IV.2.- Unión internacional de telecomunicaciones.

La UIT es una organización especializada en comunicaciones a nivel mundial, actualmente cuenta con 161 miembros. El propósito de la UIT es el de promover la cooperación y el desarrollo en el campo de las telecomunicaciones en la prestación de servicios internacionales. Las conclusiones de las reuniones de trabajo de la UIT son publicados en forma de Recomendaciones de sus comités consultivos.

El alcance de la UIT cubre todo los aspectos de las telecomunicaciones incluyendo sistemas de información asociados. Sus alcances en éste campo se interrelacionan cada vez más con los de las demás organizaciones de normalización para sistemas de información.

Estructuralmente, la UIT consiste de una Conferencia Plenipotenciaria, un Consejo Administrativo, Conferencias Administrativas, el Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT), el Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR), el Registro Internacional de Banda de Frecuencia (RIBF), La Secretaria General, La Secretaria y la Dirección del CCITT, y la Secretaria y la Dirección del CCIR. La mayoría de las actividades relacionadas con la RDSI se comisionan al CCITT; análogamente los asuntos relacionados con los sistemas de radio son asignados al CCIR.

IV.3.- Infraestructura General del CCITT.

El CCITT está compuesto de una Asamblea Plenaria que efectúa reuniones cada cuatro años, y numerosos grupos de estudio establecidos por la asamblea. Los grupos de estudio en turno tienen sus propios encuentros plenarios divididos en mesas y equipos de trabajo y observadores. Los observadores son asignados para resolver algunos problemas que se presenten. Esta actividad es respaldada por la Secretaria del CCITT cuyas

oficinas están en Genova. El principal elemento del CCITT es el Director elegido por la asamblea plenaria, y los consejeros. Estos últimos dan asesoría cuando se presenta algún problema y son asignados a un grupo de estudio determinado para facilitar su trabajo.

La siguiente tabla define los grupos de estudio y sus actividades:

Grupo	Actividad
I	Aspectos de definición, operación y calidad en servicios de telegrafía, transmisión de datos y servicios telemáticos.
II	Operación de red telefónica y RDSI.
III	Principios generales sobre tarifas incluyendo informe de cuenta.
IV	Mantenimiento de líneas de transmisión, circuitos y partes de circuitos; mantenimiento de redes automáticas y semiautomáticas.
V	Protección contra daños y perturbaciones electromagnéticas.
VI	Fabricación exterior.
VII	Redes de comunicación de datos.
VIII	Equipo terminal para servicios telemáticos.
IX	Redes telegráficas y equipo terminal.
X	Lenguajes y métodos para aplicaciones de telecomunicación.
XI	Señalización y Conmutación para redes telefónicas y terminales.
XII	Respuesta en transmisión de redes telefónicas y terminales.
XIII	Sin conclusiones.
XIV	Sin conclusiones.
XV	Sistemas de Transmisión.
XVI	Sin conclusiones.
XVII	Transmisión de datos sobre la red telefónica.
XVIII	Redes digitales incluyendo RDSI.

IV.3.1.- Conclusiones del CCITT.

Las conclusiones del CCITT son las Recomendaciones. Cada campo de las telecomunicaciones (con excepción del radio) se representan con una letra del alfabeto, como se observa en la tabla mostrada en la siguiente página.

Serie

A Organización del CCITT.

- B** Significado de expresiones (definiciones, vocabulario, simbología, clasificación).
- C** Estadísticas generales de tarifas.
- D** Principios generales de tarifas.
- E** Operación telefónica, administración de red e ingeniería de tráfico.
- F** Operación telegráfica y tarifas.
- G** Líneas de transmisión, circuitos radio telefónicos.
- H.-** Utilización de líneas para telegrafía y foto telegrafía.
- J** Transmisiones de programas de radio y televisión.
- K** Protección contra interferencia.
- L** Protección contra corrosión.
- M** Mantenimiento de circuitos telefónicos y sistemas de portadora.
- N** Mantenimiento para transmisiones de televisión.
- O** Especificaciones de equipo de medición.
- P** Calidad en la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de línea local.
- Q** Señalización y conmutación telefónica.
- R** Canales telegráficos
- S** Aparatos alfabéticos para telégrafo.
- T** Aparatos de facsímil para telégrafo.
- U** Conmutación telegráfica.
- V** Transmisión de datos.
- X** Nuevas redes de datos.
- Z** Lenguaje de programación para Intercambios SPC.

Estas Recomendaciones son formalmente adoptadas en cada asamblea plenaria, y reconocidas por el color del empastado del conjunto de volúmenes y fascículos, por ejemplo, la Recomendación para el grupo de estudio VIII establecido en la asamblea plenaria de 1984 se conoce como el libro rojo, publicándose en 1988 como libro azul.

IV.4.- EL CCIR.

El Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR), es una organización de la UIT similar al CCITT. El trabajo del CCIR está encaminado a la propagación por radio y facilidades. El campo en el que el CCIR trata el tema de la RDSI, es en el de sistemas de satélite en circuitos RDSI.

IV.5.- La OSI.

Organización de Estándares Internacionales (OSI), es la agencia internacional especializada en estandarización, comprendiendo las diferentes organizaciones de estandarización en el mundo. El propósito de la OSI es el de promover el desarrollo de la estandarización y actividades relacionadas en el mundo encaminadas al intercambio internacional de facilidades de bienes y servicios, y a desarrollar la cooperación en las esferas intelectual, científica y tecnológica. Las conclusiones de la OSI son publicadas como estándares internacionales. La OSI ha sido el mayor foro para los estándares de sistemas de información, ya que la UIT no las tomaba mucho en consideración. Sin embargo, con la integración de estos sistemas, la actividad de la OSI se relacionó cada vez más con la UIT.

La OSI ofrece soluciones a los intereses de usuarios, proveedores, gobierno y comunidad científica en la preparación de estándares internacionales.

Estructuralmente, la OSI consiste de una Asamblea General que tiene reuniones cada tres años, un Consejo que se reúne cada año, un Presidente, un Vicepresidente, un Tesorero, un Secretario General, Comités Técnicos y si es necesario Divisiones Técnicas.

IV.6.- La Conferencia Europea de Servicios Postales y de Telecomunicaciones.

La Conferencia Europea de Servicios Postales y de Telecomunicaciones (CEPT), es la única organización regional europea importante que trata la RDSI. La CEPT es un mecanismo para coordinar las políticas de servicios postales y de Telecomunicaciones de los gobiernos europeos.

IV.7.- Otras Organizaciones Internacionales.

En adición a la UIT y a la OSI, hay otras organizaciones internacionales que han servido como escenario para decisiones sobre RDSI.

El Grupo Internacional de Usuarios de Telecomunicaciones (INTUG) es una asociación privada. Está representada por la comunidad de usuarios, principalmente por los usuarios en negocios internacionales. INTUG no sólo participa como un grupo de trabajo de la CCITT, sino que también organiza encuentros sobre RDSI e intercambia información entre sus miembros.

La Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite (INTELSAT) también cuenta con un comité consultivo participa en el CCITT como miembro reconocido. La actividad de INTELSAT sobre RDSI principalmente consiste de participaciones en encuentros del CCITT y del CCIR relativos al uso de sistemas de satélite en hipotéticos circuitos para RDSI.

Otras organizaciones internacionales como la Comisión Internacional de Electrotécnia (CIE), la Organización Internacional de Satélite para Uso Marítimo (INMARSAT) y la Sociedad para el Financiamiento Mundial de las Telecomunicaciones (SFMT) han tenido similares actividades en el CCITT en foros para RDSI.

IV.8.- Organizaciones Estadounidenses.

Una gran variedad de organizaciones en Estados Unidos están activas en materia de RDSI. Estos escenarios pueden agruparse en cuatro partes: gubernamentales, internacional preparatorio, estándares domésticos y coloquio profesional.

La comisión Federal de Comunicaciones (FCC es la agencia del gobierno en Estados Unidos responsable para la regulación de las comunicaciones en el sector privado.

La FCC autoriza a las compañías ó individuos para proveer servicios de portadoras ó uso de facilidades de radio ó cable.

La segunda organización de estándares más importante es la ANSI (Instituto de Estándares Americanos). Representa a las organizaciones privadas en Estados Unidos. Fué fundada en 1918, la ANSI ha desarrollado una gran cantidad de estándares desarrolladas por comités.

La ANSI representa a Estados Unidos en la OSI y en la CIE.

Otro de los foros de normalización más activos en éste país está el Instituto de Ingenieros Electricistas y en Electrónica (IEEE). La IEEE y sus muchas subdivisiones difunden información a través de sus publicaciones y reuniones, y desarrollan estándares en forma similar a las otras organizaciones. Es una de las más activas en el área de RDSI.

Cabe señalar que para el presente trabajo, se tomaron como referencia las Recomendaciones del CCITT para RDSI y específicamente las del libro azul en sus series X, V, Q e I, dado que estas son la versión completa que trata ésta red.

Dentro del desarrollo del trabajo, se dan los detalles de la referencia, así cómo en el apéndice A se da una lista de descripción de las principales Recomendaciones aquí utilizadas.

Capítulo V: Sistemas de señalización.

V.1.- Señalización analógica.

Se llama señalización a un conjunto de informaciones que se requieren para intercambiar comunicaciones de voz ó datos entre usuarios y equipos terminales, en forma de señales.

En las redes telefónicas, la señalización transporta la información necesaria para que un usuario se comunice con cualquier otro de esa red. Indica al conmutador que un usuario desea servicio, le proporciona los datos necesarios para identificar al usuario distante que se solicita y, enruta la llamada. La señalización da también al usuario cierta información de estado, como puede ser el tono de invitación a marcar, el tono de ocupado y timbrado entre otras.

En general, las funciones de la señalización son:

-Indicar el estado de la llamada a cada usuario, mediante:

- a) el tono de invitación a marcar.
- b) el tono de llamada y la corriente de llamada.
- c) el tono de ocupado ó el tono de número inaccesible.

(según la Recomendación Q.35 del CCITT, el tono de invitación a marcar debe ser un tono continuo con una frecuencia comprendida entre 400 y 450 hz; el tono de llamada debe ser de cadencia lenta en el que el período de tono es más corto que el de silencio. Los límites de duración del tono serán entre 0.67 y 1.5 segundos, su frecuencia debe estar entre 400 y 450 hz. El tono de ocupado y el de congestión (ó número inaccesible) deben ser tonos de cadencia rápida en el que el período de tono es igual al de silencio. La duración de ambos tonos es de 300 a 1100 milisegundos. Su frecuencia es la misma de las anteriores).

-Indicar al sistema lo que se debe hacer a continuación.

-Iniciar un procedimiento de tasación que permite a la administración telefónica local recaudar los ingresos necesarios para mantener el servicio.

Las señales intercambiadas entre troncales se les llama señales de línea, también se conoce como señalización de supervisión.

La señalización de supervisión proporciona información acerca de las condiciones de la línea.

Las señales de registro son aquellas que se generan mediante la marcación numérica, por disco ó por teclado de un usuario.

Los dígitos marcados son aceptados por su central local y con esa información dirige la llamada telefónica hacia su punto de destino.

Una señal mandada desde la central de salida ó de origen hacia la central de llegada ó de destino, se llama señal hacia adelante, en sentido contrario se llamará señal hacia atrás.

Haciendo una clasificación de los tipos de sistemas de señalización tenemos los siguientes:

- Señalización por interrupción de bucle.
- Señalización de multifrecuencia.
- Señalización por frecuencia de voz.
- Señalización por canal común.

La señalización por interrupción de bucle se refiere a la interrupción de la corriente que circula entre el usuario y la central a la que está conectado mediante la acción de un gancho en el aparato telefónico. Sin embargo, este tipo de señalización es inconveniente ya que se aplica a los aparatos de disco siendo la velocidad de marcación muy lenta por el envío de las señales.

La señalización de multifrecuencia se aplica para los teléfonos digitales de teclado, en vez de pulsos se mandan un conjunto de dos frecuencias vocales, escogiendo entre un grupo de cuatro frecuencias bajas ó inferiores y cuatro frecuencias altas ó superiores, como se indica en la Recomendación Q.23 del CCITT. Se utilizan un total de 16 señales siendo 10 de cifras decimales y 6 de señales de reserva para diversos usos.

Las frecuencias superiores son:

697, 770, 852 y 941 Hz.

Las frecuencias inferiores son:

1209, 1336, 1477 y 1633 Hz.

La siguiente figura muestra la atribución de frecuencias a los diferentes símbolos del teclado.

Hz	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

La señalización por frecuencia de voz puede ser fuera de banda ó dentro de banda.

La señalización dentro de banda es aquella que utiliza el canal de voz para transportarse en una frecuencia comprendida entre 300 y 3400 hz. Algunas veces se escoge una sola frecuencia FU (Frecuencia Unica) y otras conjuntos de frecuencias MF (Multifrecuencia).

El mayor problema de la señalización dentro de banda es la posibilidad de "corte de voz" que es la activación ó desactivación del equipo de supervisión por una secuencia accidental de los tonos de voz durante el uso normal del canal. De esta forma los equipos deben ser capaces de distinguir entre una forma de onda vocal y una señal.

En la señalización fuera de banda, la información de señalización también utiliza el canal de voz para transportarse, pero procura escoger una frecuencia que está fuera del rango de frecuencias de voz. Se debe transmitir a una frecuencia superior a los 3400 hz.

El corte por voz no se presenta, ya que toda la información de señalización pasa fuera de banda, lejos de la información de voz.

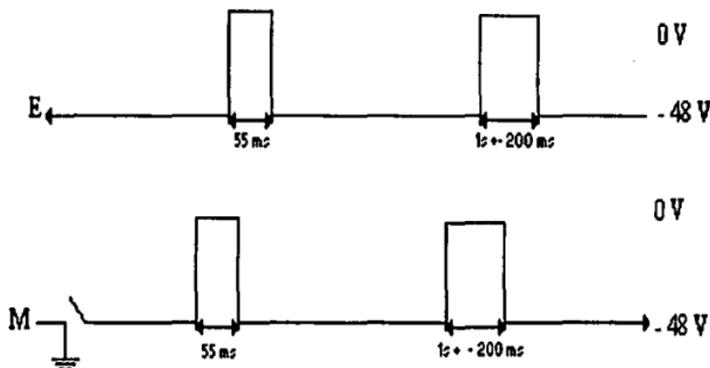
V.1.1.- Señalización E y M.

Una de las formas más comunes de señalización por frecuencia de voz es la señalización E y M. Se refiere a señalización entre centrales y relaciona dos hilos que transportan las señales.

Uno de los hilos llamado hilo "E" lleva la información de señalización hacia el equipo de conmutación conectado al usuario.

En un principio, cuando los dos usuarios que desean tener una conversación están en estado de colgado, los circuitos de comunicación están abiertos, es decir, no circula ninguna corriente por los hilos. Cuando uno de los usuarios descuelga el auricular de su telefono, se inicia el proceso de señalización, la central a la que está conectado le envía un tono de invitación a marcar. Una vez que lo recibió el usuario marca el número deseado le manda un pulso a la segunda central; en ese momento el circuito de comunicación entre las centrales se cierra y el nivel de tensión es de -48 V c-d . Cuando la segunda central recibe el pulso, envía otro pulso para reconocer al de la primera y se inicia la comunicación al nivel del voltaje antes mencionado. Cuando cualquiera de los usuarios cuelga, manda un pulso a la central opuesta para terminar la comunicación.

La siguiente figura muestra los eventos anteriores:

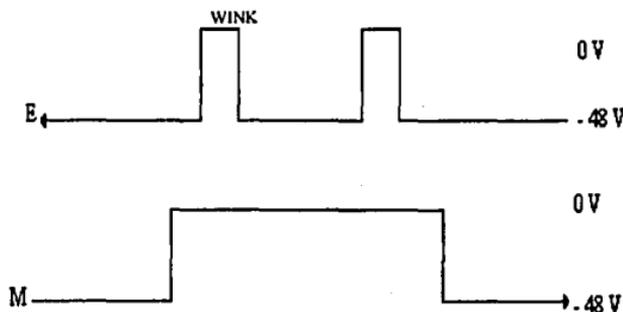


V.1.2.- Señalización Wink Start.

Otro tipo de señalización por frecuencia de voz es la Wink Start (WS), esta es similar a la señalización E y M, con la diferencia de que el nivel de tensión a que se lleva a cabo la conversación es de 0 volts.

Una vez que el usuario que llama recibe el tono de invitación a marcar, manda un pulso de reconocimiento hacia la central de destino, el pulso no se regresa a nivel de -48 Volts c-d, sino que se mantiene en 0 volts en el cuál se lleva a cabo la comunicación. Por su parte, la central del usuario llamado envía un pulso de reconocimiento denominado Wink ó contraseña. Al termino de la conversación, uno de los usuarios cuelga y, al hacer esto, envía a la otra central un pulso de liberación.

La siguiente figura muestra las características de la señalización Wink Start:



V.2.- Señalización digital.

Dentro de los sistemas de señalización por frecuencia de voz, podemos contar los sistemas digitales R-1 y R-2.

V.2.1.- Señalización R-1.

El sistema R-1 es el que utilizan los sistemas de comunicaciones americanos, es decir, los que tienen como estructura de trama al T1.

Como se vió en el capítulo, cada seis tramas se toma el último bit de la palabra de información para formar la señalización. Por ejemplo, el octavo bit de las tramas 5 y 11. De esta manera, se tienen dos bits denominados a y b. Estos bits toman valores binarios de acuerdo a como se vayan desarrollando los estados en la conversación.

Los estados de señalización son:

Idle ó estado libre.

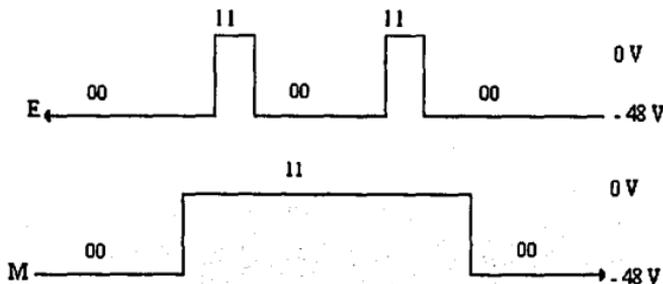
Seize ó estado de descolgado del usuario llamante ó toma.

Seize Acknowledge ó reconocimiento de toma.

Answer ó conversación.

Liberation ó liberación.

La tabla mostrada a continuación, hace una comparación con la señalización Wink Start y también le asigna valores binarios a cada uno de los estados.



Estado	Forward	Backward
Libre	00	00
Toma	11	00
Reconocimiento de toma	11	11/00
Conversación	11	11
Liberación	00	11
	00	00

En esta tabla se puede observar que, inicialmente ambos usuarios están en estado libre, sus aparatos están colgados. Posteriormente, un usuario descuelga su teléfono y recibe el tono de invitación a marcar mediante el estado de reconocimiento de toma. Marca el número y espera la contestación del otro usuario, hasta que alguno cuelga y llega el estado de liberación. Entre estos dos últimos acontecimientos existe un pulso de acuse de recibo de la central del usuario llamado en respuesta a las señales enviadas por la central del usuario que llama.

V.2.2.- Señalización R2-MFC.

El sistema de señalización R2 se divide en dos partes: Señalización de línea (PCM R2) y señalización de registro (MFC).

Analogamente al sistema R1, el sistema R2 es usado por los sistemas de comunicaciones europeos cuya estructura de trama es el E1. Como se vió en el capítulo, en el intervalo de tiempo 16 de la trama E1, es usado para la señalización, este espacio de tiempo consta de 8 bits que se subdividen a la vez en dos canales de señalización de 4 bits cada uno, a través de los cuales se pueden enviar la información de señalización de dos canales de voz respectivamente.

El sistema de señalización de línea PCM-R2 utiliza solamente 2 de los 4 bits disponibles para la señalización por el canal de voz en cada sentido de transmisión, estos bits se denominan "a" y "b".

A continuación se muestra la estructura del canal de señalización:

a b c d	a b c d
canal n	canal n+1

Los bits "c" y "d", tiene siempre el valor de "0" y "1" respectivamente.

La siguiente tabla muestra la descripción funcional de los bits de señalización:

Dirección	Bit	Descripción funcional
Señales hacia adelante	a _f	Estado de operación del equipo de conmutación de salida. 1 = estado de desconexión. 0 = estado de toma
Señales hacia adelante	b _f	Estado de operación del enlace. 1 = enlace indisponible 0 = enlace disponible
Señales hacia atrás	a _b	Estado de operación de la línea del usuario. 1 = estado de reposición 0 = estado de contestación
Señales hacia atrás	b _b	Estado de operación del equipo de conmutación de llegada. 1 = estado de llamada 0 = estado libre.

subíndices f = forward; b = backward.

La siguiente tabla muestra los diferentes estados de la señalización PCM-R2 asignando valores binarios a los bits "a" y "b".

Señal	hacia adelante		hacia atras	
	a_f	b_f	a_b	b_b
Libre	1	0	1	0
Toma	0	0	1	0
Acuse de recibo de toma	0	0	1	1
Señales de registro MFC	0	0	1	1
Contestación	0	0	0	1
Reposición	0	0	1	1
Desconexión	1	0	1	1
Retorno a libre	1	0	1	0
Bloqueo	1	0	1	1
Desbloqueo	1	0	1	0

En el estado de toma en el que el usuario que llama descuelga su teléfono, el estado en el extremo de salida cambia de $a_f = 1$ a $a_f = 0$; mientras que el extremo de llegada permanece en $a_b = 1$ y $b_b = 0$. El código $a_f = 0$, $b_f = 0$ debe mantenerse hasta que se identifica la señal de acuse de recibo de toma, de esta manera, el equipo de conmutación de salida sólo podrá emitir la señal de desconexión después de recibir la señal de recibo de toma. Una vez enviada la señal de toma, el extremo de salida deberá arrancar una supervisión de tiempo para el reconocimiento de la señal de acuse de recibo de toma, el cual deberá ser de un intervalo de tiempo de $150 + - 7.5$ mseg.

El estado de contestación implica que el usuario llamado ha descolgado su aparato, y entonces el extremo de llegada envía la condición $a_b = 0$, $b_b = 1$.

En el estado de reposición, la condición de colgado del gancho conmutador, de la línea del usuario llamado, hace que el extremo de llegada envíe $a_b = 1$, $b_b = 1$.

En el estado de desconexión, la condición de liberación del abonado que llama ó la liberación del equipo de conmutación de salida, produce normalmente el envío de $a_f = 1$, $b_f = 0$, el equipo de conmutación de salida no pasará al estado libre hasta el reconocimiento del código $a_b = 1$, $b_b = 0$. La

identificación de la señal de desconexión en el extremo de llegada, tiene por efecto la liberación del enlace. Una vez liberado completamente el equipo de conmutación de llegada, se establece el código $a_b = 1$, $b_b = 0$, con lo cual el extremo de salida pasará a estar disponible para otra comunicación.

El bloqueo de enlace en estado libre para las nuevas llamadas que puedan introducirse en el extremo de salida, debe tener lugar tan pronto se identifique $a_b = 1$, $b_b = 1$. La identificación de $a_b = 1$, $b_b = 0$, establece al enlace al estado libre.

A través de la señalización de registro se envía la información para el enrutamiento de una llamada, las señales de registro también se llaman señales de multifrecuencia (MFC). Las señales de registro se intercambian entre el emisor de código de salida y el receptor de código del extremo de llegada, en base a un código formado por la combinación de dos frecuencias a escoger entre seis, el cual se efectúa bajo el principio de secuencia obligada, en la cual el extremo de salida tiene que recibir la señal de acuse de recibo de la señal que está enviando para poder emitir la siguiente señal. El ciclo de secuencia obligada deberá tener una duración entre 200 y 300 milisegundos, lo que permite una velocidad de señalización de 3 a 5 ciclos por segundo.

El sistema de código de multifrecuencia permite obtener 15 señales hacia adelante y 15 hacia atrás, mediante la utilización de dos grupos de frecuencias, cada uno con la combinación de dos grupos de frecuencias entre seis.

La tabla mostrada a continuación presenta la distribución de frecuencias de señales hacia adelante y hacia atrás.

Las señales MFC también se conocen como señales de avance y señales de mando.

Las señales de avance están conformadas por el grupo de frecuencias de señales hacia adelante.

Las señales de mando están conformadas por el grupo de frecuencias de señales hacia atrás.

Señales hacia adelante *	1380	1500	1620	1740	1860	1980
Señales hacia atrás *	1140	1020	900	780	660	540
1	x	x				
2	x		x			
3		x	x			
4	x			x		
5		x		x		
6			x	x		
7	x				x	
8		x			x	
9			x		x	
10				x	x	
11	x					x
12		x				x
13			x			x
14				x		x
15					x	x

* frecuencias en Hz.

Las señales de avance se dividen en dos grupos (I y II) mientras que las señales de mando están divididas también en dos grupos (A y B).

Las señales del grupo I se emiten para mandar el número del usuario llamado ó información de destino.

De la señal I.1 a I.8 representan los dígitos del número del usuario, cuando se envía como primer dígito, dichas señales representan el primer dígito del número local llamado. La señal I.9 representa al dígito 9 del número de usuario, pero cuando está en la primera posición, da acceso al sistema interurbano de telefonía (servicio LADA).

La señal I.10, representa al dígito 0 del número de usuario llamado, cómo primer dígito da acceso al servicio especial seguido de otro dígito.

Las señales I.11 a I.15 están en reserva.

Las señales del grupo II se utilizan en llamadas urbanas e interurbanas para informar a la central sobre el tratamiento que debe recibir la llamada. Se envían como respuesta a la señal A3. Las señales II.1 y II.3 a II.15 están en reserva.

La señal II.2, indica que se trata de un usuario normal y que tiene acceso a todos los servicios excepto el de operadora.

Las señales del grupo A se utilizan para solicitar la información de destino necesaria para establecer la conexión y como señal de acuse de recibo de las señales de avance del grupo I.

La señal A.1 se utiliza como reconocimiento de cualquier señal del grupo I y solicita el próximo dígito del número del usuario llamado.

La señal A.2 solicita el primer dígito del número del usuario llamado así como para reconocer cualquier señal del grupo I.

La señal A.3 se utiliza para reconocer la recepción del último dígito del número llamado y solicita la categoría de la llamada y cambió para recepción de señales del grupo B.

La señal A.4 reconoce cualquier señal del grupo I, además inidica congestión en los circuitos y detección de fallas. En estos casos la señal A.4 envía tono de ocupado, de congestión ó realiza la desconexión de los circuitos hacia adelante. La señal A.5 a A.15, están en reserva.

Las señales del grupo B se utilizan para indicar al equipo de conmutación de origen, el estado de la línea del usuario llamado y como señal de acuse de recibo de las señales del grupo II.

La señal B.1 hace que los registros de salida establezcan condiciones de habla para que el usuario que llama pueda escuchar el tono de llamada.

La señal B.2 hace que los registros de salida liberen la cadena de circuitos hacia adelante, y si la condición de habla se ha establecido, se envía el tono de ocupado al usuario que llama.

La señal B.4 se envía como reconocimiento de las señales del grupo II cuando el usuario llamado se encuentra en estado de bloqueo, ó en proceso de marcación.

Las señales B.3 y B.5 a B.15 están en reserva.

V.3.- Sistema de señalización No. 7.

V.3.1.- Señalización por canal común.

Los sistemas de señalización que se han visto hasta ahora, son sistemas por canal asociado, es decir, utilizan el canal de voz para transportar la información de señalización, esto implica que mientras el canal está siendo utilizado para conversar, no puede efectuarse la señalización sin afectar la señal de voz.

Además el uso de circuitos adicionales de señalización que se van a usar en un tiempo relativamente corto (la señalización sólo se requiere al inicio y al final de las llamadas), implican costos innecesarios.

Con la implementación de los sistemas digitales en las redes telefónicas se abrió la posibilidad de ofrecer nuevos servicios que no podían realizarse por las redes analógicas. Así que se requería de un sistema de señalización que diera el respaldo a los nuevos servicios dentro de las redes ya existentes. Es por esto que nace la idea de un nuevo sistema de señalización que supere las limitaciones de las antiguas señalizaciones.

La señalización por canal común implica el enviar toda la información de control para todas las llamadas desde una central mediante un grupo de enlaces dedicados de alta velocidad. El tráfico de voz se realiza mediante enlaces separados. De esta manera es posible que la señalización pueda utilizarse durante una llamada sin afectar a las conversaciones.

V.3.2.- Sistema de señalización No. 7.

El sistema de señalización por canal común (SCC-7) es un estándar internacional creado por el CCITT para fomentar la compatibilidad internacional en materia de señalización. Las Recomendaciones de la serie Q.700 se encargan del estudio y definición del SCC-7.

Este estándar nace con la inquietud de conjuntar en una sola red todos los sistemas de señalización para servicios de voz y de no voz.

De esta manera el SCC-7 se crea a la par que la RDSI, de hecho el estándar SCC-7 es un requerimiento absoluto para permitir que la RDSI sea una red de alcance global.

La diferencia entre la señalización de las redes telefónicas tradicionales y el apoyo que el SCC-7 ofrece, es que en lugar de utilizar tonos analógicos ó pulsos digitales para llevar la información de señalización, se transfiere un grupo de paquetes digitales entre oficinas terminales para establecer la llamada.

V.3.3.- Estructura de la red SCC-7.

La red de señalización SCC-7, está compuesta de un conjunto de nodos de conmutación y proceso que tienen la capacidad de señalar por canal común llamados puntos de señalización (PS). Los PS están interconectados por enlaces bidireccionales que transportan la información de señalización llamados vías de señalización (VS). La red tiene un comportamiento parecido a las redes de datos.

Se establece una estructura jerárquica que comprende dos tipos de PS, los puntos de señalización terminal (PSX) y los puntos de señalización de transferencia (PST). Existe otro tipo que combina a los otros dos que son los puntos de señalización combinados.

Los PSX corresponden a los puntos de generación (punto de señalización de origen, PSO) ó recepción (punto de señalización de destino, PSD). Los PST corresponden al punto de señalización que efectúa la transferencia de un PS a otro PS. La siguiente figura, representa a los puntos de señalización:

Símbolo	Nomenclatura	Descripción
	PST	Punto de señalización de transferencia
	VS	Vía de señalización
	PSX	Punto de señalización

La descripción del sistema SCC-7, se efectúa en base a la especificación de las funciones del sistema y sus componentes considerando sus aspectos siguientes:

- a) niveles funcionales.
- b) protocolos de comunicación.

Los niveles funcionales se agrupan en dos partes:

- a) Parte de transferencia de mensajes (PTM) que comprende los niveles funcionales 1, 2 y 3 del sistema.
- b) Parte de usuario (PU) separadas para diferentes aplicaciones y constituyen elementos paralelos en el nivel funcional 4 del SCC-7. Las PU utilizan la capacidad de transporte de las PTM para establecer comunicación con otras PU.

El conjunto de reglas que rigen la transferencia de información entre funciones localizadas en los mismos niveles funcionales de la red SCC-7 se llaman Protocolo de Comunicación. Las características básicas de los niveles funcionales que integran al protocolo de comunicación son:

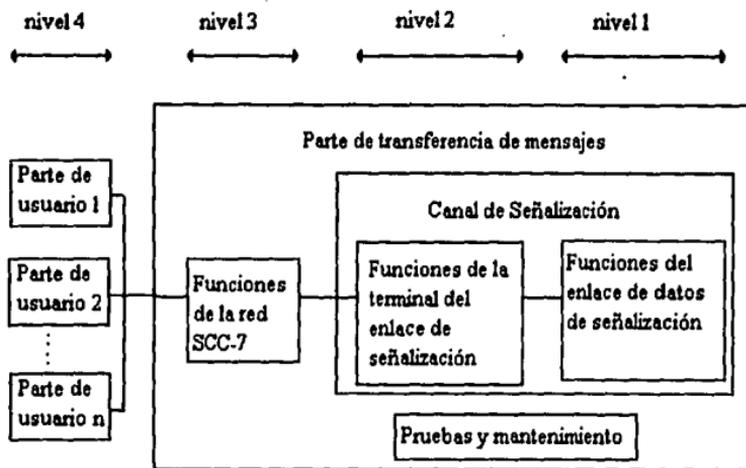
- a) Nivel 1. Funciones del enlace de datos de señalización. Se definen las características físicas, eléctricas y funcionales para un enlace de datos, así como los medios para accederlo.

b) Nivel 2 . Funciones de la terminal del enlace de señalización. Define las funciones y procedimientos para la transferencia confiable por un determinado enlace de datos de señalización.

c) Nivel 3. Funciones de la red SCC-7. Define las funciones y procedimientos para la transferencia de mensajes a través de la red SCC-7.

d) Nivel 4. Parte de Usuario. Define las funciones y procedimientos específicos para la aplicación de una PU determinada.

La figura mostrada a continuación, presenta la disposición de los niveles funcionales:



La forma en que se comunican los PS's tiene que ver con la ruta escogida por la vía de señalización. Los modos de señalización definen estas rutas. Existen modos asociados y modos no asociados.

En el modo asociado, los mensajes de señalización entre un PSO y un PSD son enviados en forma directa en estos dos puntos mediante una vía de señalización. En el modo no asociado, esto se hace a través de dos ó más grupos de VS's y PS's distintos a los PSO y PSD, secuenciados aleatoriamente.

V.3.4.- Unidades de señalización.

La forma como es transportada la señalización es mediante paquetes de información llamados unidades de señalización. Se consideran tres formatos de unidades de señalización:

- Unidad de señalización de mensajes (USM). Este formato contiene la información de señalización, cuando hay un error en la misma, se vuelve a transmitir.

La siguiente figura muestra la disposición de una USM.

Bandera	Bits de control de errores	Campo de información de señalización	Octeto de información de servicio	Indicador de longitud	Bit indicador directo	Número secuencial directo	Bit indicador inverso	Número secuencial inverso	Bandera	
01111110									01111110	
BAN 8	BCE 16	CIS nr8	OIS 8	2	IL 6	BID 1	NSD 7	BII 1	NSI 7	BAN 8

- Unidad de señalización de estado de enlace (USE). Este otro formato contiene información sobre el estado del enlace de señalización utilizado en la transmisión.

La USE no es retransmitida en caso de recepción con error.

La siguiente figura muestra la estructura de una USE.

Bandera	Bits de control de errores	Campo de estado	Indicador de longitud	Bit indicador directo	Número secuencial directo	Bit indicador inverso	Número secuencial inverso	Bandera
01111110								01111110
BAN 8	BCE 16	CE 8-16	IL 2 6	BID 1	NSD 7	BII 1	NSI 7	BAN 8

- Unidad de señalización de relleno (USR). Contiene únicamente información de protección contra errores y delimitación. Se transmiten sólo en caso de ausencia de USM's y USe's a transmitir.

La siguiente figura muestra la estructura de una USR:

Bandera	Bits de control de errores	Indicador de longitud	Bit indicador directo	Número secuencial directo	Bit indicador inverso	Número secuencial inverso	Bandera
01111110							01111110
BAN 8	BCE 16	IL 2 6	BID 1	NSD 7	BII 1	NSI 7	BAN 8

La bandera corresponde a un código binario de 8 bits identificados como 01111110, que indica el inicio y fin de una US.

El número secuencial, corresponde a un código binario de 7 bits que permite numerar a las US's. El número secuencial directo, establece la numeración ordenada de las US's transmitidas hacia adelante. El número secuencial inverso, lo hace con las US's transmitidas hacia atrás.

El bit indicador, junto con el número secuencial, permite el control de errores para efectuar funciones de control de secuencia de US's y funciones de acuse de recibo.

El indicador de longitud (IL), dice el número de octetos que preceden y anteceden a los bits de control de errores, y permite identificar el formato de una unidad de señalización.

El bit de control de errores, es un conjunto de 16 bits para fines de detección de errores.

El octeto de información de señalización (OIS), permite la asociación de la identificación de señalización con una determinada PU, sólo se encuentra en las USM.

El campo de estado, permite el manejo de indicaciones de estado de señalización cómo la alineación de la información, la puesta de servicio, ocupado.

La identificación de cada punto de señalización se lleva a cabo mediante un código, el cuál se usa para indicar el punto de destino ó de origen del mensaje de señalización. Este código está contenido en la etiqueta de enrutamiento en el CIS. también sirve para identificar la taréa específica a la que se refiere el mensaje.

V.3.5.- Funciones de la Red SCC-7 (nivel 3).

El nivel 3 define las funciones y procedimientos de la red SCC-7, las cuales se agrupan en dos categorías: manejo de mensajes de señalización y gestión de red.

El propósito del manejo de mensajes de señalización es asegurar que aquellos mensajes generados por una cierta PU, en un PSO, sean entregados al mismo tipo de PU en el PSD especificado. La transferencia puede realizarse en el modo asociado ó en el no asociado. Las funciones de manejo de mensajes de señalización se dividen en:

- a) Enrutamiento: Usado en cada PS para determinar la VS por la cuál va a enviarse el mensaje a su PSD.
- b) Discriminación: Cada PS determina si el mensaje recibido está destinado a él mismo, por lo cuál el mensaje es transferido a la función de distribución. En

caso contrario, el mensaje es transferido a la función de enrutamiento para darle transferencia hacia otro PS.

c) Distribución: Los mensajes recibidos y que son destinados a este PSD son entregados a la PU correspondiente.

Las funciones de gestión de red consideran las acciones y procedimientos requeridos para mantener operando la red SCC-7, así como su restauración a condiciones normales en caso de mal funcionamiento del equipo. La ocurrencia ó recuperación de fallas, por lo general resulta en un cambio de estado del equipo afectado. Para atender ese cambio de estado de gestión de red se cuenta con tres categorías de funciones:

a) **Gestión de tráfico.-** Se usa para desviar el tráfico de señalización de una VS ó ruta a otra VS ó ruta diferente, o para disminuir temporalmente el tráfico de señalización en caso de congestión en un determinado PS.

b) **Gestión de ruta.-** Se usa para distribuir la información referente al estado de la red SCC-7 para bloquear ó desbloquear las rutas de señalización.

c) **Gestión de VS's.-** Se usa para restaurar los canales de señalización averiados, activar los desocupados así como desactivar los que estén en funcionamiento.

V.3.6.- Funciones de la terminal de enlace de señalización (Nivel 2).

Las funciones de nivel 2 junto con las funciones del enlace de datos de señalización (nivel 1), proporcionan una transferencia confiable de mensajes entre dos PS conectados directamente. Los procedimientos para desarrollar las funciones de nivel 2, comprenden: alineación inicial, delimitación y alineación de US's, detección y corrección de errores, monitoreo de errores del canal de señalización y control de flujo.

El principio y fin de una US se indica mediante banderas como se vio en puntos anteriores. Cuando el canal de señalización se encuentra en estado de reposo, el nivel 2 deberá poder enviar unicamente banderas, por lo tanto, estas pasaran a ser el formato mínimo dentro del canal.

La pérdida de alineación ocurre cuando el procedimiento de delimitación detecta más de 6 "1"s consecutivos, cuando la longitud de la US es menor a seis octetos ó cuando la US sobrepasa cierta longitud máxima especificada.

La función de detección de errores se lleva a cabo mediante los 16 bits de control de errores (BCE) colocados al final de cada US y que anteceden a la bandera de cierre. Este procedimiento es igual al usado en las funciones del protocolo HDLC explicado anteriormente.

V.3.7.- Funciones del enlace de datos de señalización (nivel 1).

El nivel 1 define las características físicas, eléctricas y funcionales del enlace de datos de señalización y los procedimientos para accederlo.

El EDS debe estar dedicado exclusivamente para transferencia de información SCC-7 entre dos PS's. No deberá transmitirse por el mismo canal ninguna otra información diferente a SCC-7, el enlace de datos de señalización es el trayecto bidireccional compuesto por dos canales de transmisión que operan en direcciones opuestas y a la misma velocidad de transmisión. La técnica de transmisión puede ser digital ó analógica y el trayecto puede ser terrestre ó vía satélite.

V.3.8.- Parte de Usuario (nivel 4).

La parte de usuario define las funciones y procedimientos particulares para cada usuario de la PTM. En el contexto del SCC-7, el termino usuario se refiere a cualquier entidad funcional que utiliza la capacidad de transporte de la PTM. El intercambio de información entre PU's se lleva a cabo mediante USM's, en la que los campos OIS y CIS contienen formatos, códigos y elementos de información específicos para cada PU y que se traten en cada PU.

Capítulo VI: Adaptación de X.25 a RDSI.

VI.1.- El acceso básico.

VI.1.1.- Configuraciones de acceso a la RDSI.

Como se vió en el capítulo I, existe una configuración de acceso básico cuya figura se presentó en el punto I.3.5. En éste mismo punto se dan las definiciones de los grupos funcionales y de los puntos de referencia tratados en ésta configuración.

Basandose en ésta configuración básica, el CCITT en su Recomendación I.411 da distintas disposiciones posibles de acceso de un usuario a una RDSI, éstas ofrecen una flexibilidad considerablemente mayor.

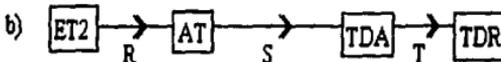
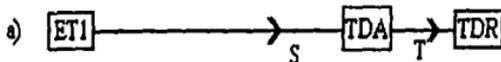
La figura VI.1.1.a, muestra ocho posibles configuraciones RDSI alternativas.

En las configuraciones a y b, las interfaces RDSI están colocadas en los puntos de referencia S y T.

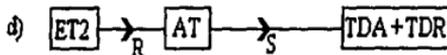
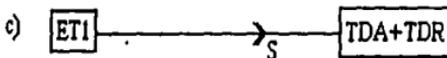
En las figuras c y d, los interfaces RDSI aparecen en el punto de referencia S. En las figuras e y f, el interfaz RDSI sólo está en el punto de referencia T.

Por último, en las figuras g y h, se muestra un sólo interfaz RDSI, y las referencias S y T están en el mismo lugar.

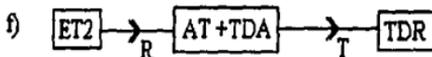
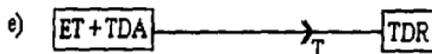
En los casos c y d, las funciones de las terminales TR2 y TR1 se combinan, en estos casos las funciones de terminales de línea se complementan con otras funciones de la interface RDSI. Esto se aplica cuando los usuarios no tienen servicios de telecomunicación, y en cambio el proveedor del equipo de la RDSI ofrece sistemas de redes de área local, conmutadores privados digitales y otras funciones del TR2 y todo lo integra al TR1. También es aplicable cuando en países como Estados Unidos, las funciones del TR1 no forman una parte integral de la RDSI y los vendedores de equipo LAN, PBX pueden integrar las funciones del TR1 a sus equipos.



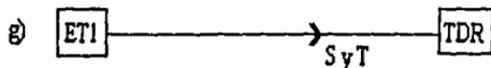
Configuraciones en que los interfaces físicos de la RDSI tienen lugar en los puntos de referencia S y T.



Configuraciones en que los interfaces físicos de la RDSI tienen lugar sólo en el punto de referencia S.



Configuraciones en los que los interfaces físicos de la RDSI tienen lugar sólo en el punto de referencia T.



Configuraciones en que un sólo interfaz físico de la RDSI tiene lugar donde coinciden los puntos de referencia S y T.

Figura VI.1.1.a.

En los casos e y f, las funciones del TR2 y del equipo terminal se combinan. Esto se aplica en sistemas computacionales que soportan a un gran número de usuarios pero sólo actúan como conmutados en redes de conmutación de paquetes que usan la RDSI como conducto.

En los casos g y h se omite el TR2 y los puntos de referencia S y T son coincidentes. Este caso se aplica para cuando un circuito de usuario tal como un teléfono puede conectarse directamente hacia la red respetando las especificaciones de interfaz, así como asegurando un buen funcionamiento.

Otro conjunto de configuraciones adicionales son sugeridas por el CCITT. Estas se usan en los casos en los que el usuario tiene uno ó más circuitos en un particular punto de referencia. Por ejemplo, podemos tener varios equipos terminales conectados a un mismo TR2 y después a un mismo TR1, o bien, que el conjunto de equipos terminales se conecten con su respectivo TR1 pasando a través de un TR2.

VI.1.2.- Descripción general del acceso básico.

Como se vió en el punto I.3.6, existen dos estructuras de acceso a la RDSI: la estructura de acceso básico y la estructura de acceso primario. Estos dos diferentes niveles de acceso están asociados a los puntos de referencia S y T de la configuración de acceso básico.

El interfaz de acceso básico, localizado en el punto S, se caracteriza por 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 estos canales, la RDSI proporciona el control de trama (bits de sincronización) y otros bits adicionales con los cuales se eleva el caudal a 192 kbps.

El interfaz de 144 kbps opera en forma síncrona en modo dúplex a través del mismo conector físico. La señal de 144 kbps proporciona los mecanismos de multiplexado por tiempo.

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 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. Pero el canal B no podrá transportar información de señalización.

El dispositivo por medio del cuál se alcanza la velocidad de base de 64 kbps es el adaptador de terminal AT.

El adaptador de terminal es en realidad un convertidor de protocolo que transforma las interfaces existentes (RS-232-c, X:21, V.24, V.35), en una interfaz RDSI. Las normas de la RDSI permiten combinar las funciones del AT con las de un ETD de usuario. Su principal función es la de ofrecer una conexión RDSI a un dispositivo ET2.

Muchos de los equipos de comunicaciones existentes no son compatibles con las interfaces, protocolos y velocidades de RDSI, y el adaptador de terminal debe acoplar estos equipos con la red, mientras los usuarios se deciden a cambiar sus equipos por otros compatibles con la red.

Entre las funciones del adaptador de terminal se encuentran los siguientes:

- Adaptación de velocidad.- Un flujo de datos a una velocidad menor a 64 Kbps, es convertido a un flujo de 64 Kbps.

- Conversión de señalización.- El sistema de señalización de la aplicación del usuario se convierte al sistema de señalización de la RDSI, llevado en el canal D.

- Conversión de protocolo X.25.- Las funciones de circuitos X.25 no compatibles a RDSI se convierten a canales B y canales D; esto implica adaptación de velocidad y conversión de sistemas de señalización.

- Conversión de interfaz física.- La interfaz RDSI consiste de dos pares de cables en los puntos S ó T. La interfaz no RDSI debe convertirse a esta interfaz física.

-Digitalización.- En el caso de circuitos analógicos se requiere conversión analógico-digital.

VI.1.3.- Adaptación de velocidad a 64 Kbps.

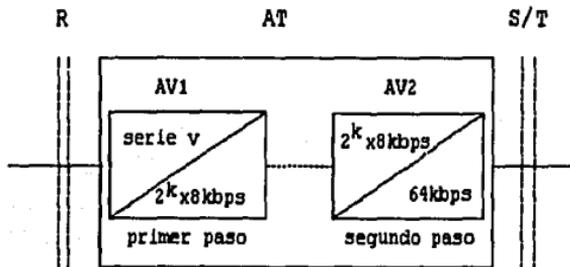
La adaptación de velocidad sincrona binaria de los usuarios que tienen su información en forma de paquetes de datos de aplicaciones X.25 se lleva a cabo en dos etapas. Ambas etapas se describen detalladamente en la Rec. V.110 del CCITT.

La primera llamada AV1 adapta la velocidad de señalización de datos de usuario a una velocidad intermedia adecuada expresada por $2^k \times 8$ Kbps (donde $K=0,1,2$).

La segunda fase llamada AV2 realiza la segunda conversión de estas velocidades intermedias a la velocidad de 64 Kbps.

La gama de velocidades de usuario para aplicaciones X.25 están en la Rec X.1 del CCITT, mencionándose posteriormente.

La siguiente figura ilustra el proceso de adaptación de velocidad de dos etapas:



El cuadro 6a, mostrado a continuación, presenta las velocidades intermedias utilizadas con cada una de las velocidades primarias de usuario:

Cuadro 6a:

Velocidad de usuario (en bits por segundo)	Velocidad intermedia		
	8 Kbps	16 Kbps	32 Kbps
600	X		
1200	X		
2400	X		
4000	X		
7200		X	
9600		X	
12000			X
14400			X
19200			X

Para la conversión de las velocidades descritas anteriormente a las velocidades intermedias se utiliza una trama de 80 bits.

La estructura de la trama se muestra en la siguiente figura:

Octeto	Número de bit							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	S ₁
2	1	D7	D8	D9	D10	D11	D12	X
3	1	D13	D14	D15	D16	D17	D18	S ₃
4	1	D19	D20	D21	D22	D23	D24	S ₄
5	1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
6	1	D25	D26	D27	D28	D29	D30	S ₆
7	1	D31	D32	D33	D34	D35	D36	X
8	1	D37	D38	D39	D40	D41	D42	S ₈
9	1	D43	D44	D45	D46	D47	D48	S ₉

El octeto 0 contiene todos los bits como "0"s binarios mientras que el octeto 5 consiste en un "1" binario seguido de siete bits "E", que se explicarán más adelante. Los octetos 1 a 4 y 6 a 9 constan de un bit "1" binario en la posición 1, un bit de estado ("S" ó "X") en el bit número 8 y

seis bits de datos (bits "D") en las posiciones 2 a 7. El orden de transmisión de los bits es de izquierda a derecha y de arriba a abajo.

Los bits de alineación ó sincronización de trama están constituidos por 17 bits: los ocho bits del octeto 0 (puestos a "0" binario) y el bit 1 de los nueve octetos siguientes (puesto a "1" binario).

Los bits de estado que son: S₁, S₃, S₄, S₆, S₈, S₉, y X, se utilizan para transportar la información de control del canal asociada a los bits de datos. Los bits S se disponen en dos grupos SA y SB, para transportar el estado de los circuitos de enlace. El bit X se utiliza para señalar el estado de sincronización de trama entre los AT.

El bit X puede utilizarse igualmente de forma facultativa para transportar información sobre el control de flujo entre los AT que atienden a equipos terminales asincronos. Para los bits S y X, un "0" corresponde al estado cerrado y un "1" al estado abierto.

Los bits E₁, E₂, y E₃ proporcionan la identificación de la velocidad de los datos de usuario. Esta velocidad se muestra en la tabla anteriormente presentada. La codificación de dichos bits se presenta en el cuadro 6b, mostrado a continuación:

Cuadro 6b.

Velocidades intermedias			E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇
8	16	32							
Bps	Bps	Bps							
600			1	0	0	C	C	C	1 0 0
1200			0	1	0	C	C	C	1
2400			1	1	0	C	C	C	1
		12000	0	0	1	C	C	C	1
3600	7200	14400	1	0	1	C	C	C	1
4800	9600	19200	0	1	1	C	C	C	1

Los bits E₄, E₅ y E₆, transportan información de reloj independiente de la red. (C = reloj).

El bit E7 lleva información de alineación de multitrama. Para la velocidad de usuario de 600 bps se codifica E7 de tal manera que permita una sincronización de multitrama de 4 x 80 bits. Con este fin, E7 se pone a 0 binario en la cuarta trama de 80 bits.

Los datos del usuario se transmiten en los bits D, es decir hasta 48 bits por cada trama de 80 bits.

De esta manera los bits de usuario son convertidos a una velocidad intermedia de 8, 16 ó 32 Kbps de acuerdo a lo establecido en el cuadro anterior.

La adaptación de velocidad de 600, 1200 y 2400 bps a la velocidad intermedia de 8 Kbps, figura en los cuadros 6a, 6b y 6c respectivamente.

Para la adaptación de las velocidades de 7200 y 14400 bps a las velocidades intermedias de 16 y 32 Kbps respectivamente, se utilizan las asignaciones de bits de datos que figuran en el cuadro 6d.

Para la adaptación de las velocidades de 4800, 9600 y 19200 bps, a las velocidades intermedias de 8, 16 y 32 Kbps respectivamente, se utilizan las mismas asignaciones de bits de datos que figuran en el cuadro 6e.

Para la adaptación de velocidades de usuario de 12000 bps a la velocidad intermedia de 32 Kbps se utilizan las asignaciones de bits de datos mostrados en el cuadro 6f.

Para las velocidades asincrónicas de usuario diferentes a las definidas en el cuadro 6a, se utiliza un paso de conversión asincrónica-síncrona para conseguir las velocidades síncronas definidas en el cuadro 6a. A esta etapa se le conoce como AV0 y produce un tren binario síncrono definido por la siguiente expresión:

$$2^k \times 600 \text{ bps (donde } k = 0 \text{ a } 5)$$

Estos procedimientos de adaptación de velocidad están contenidos en la Recomendación V.110 del CCITT.

A continuación se presenta los cuadros de adaptación de las velocidades de usuario a las velocidades intermedias:

Cuadro 6c, adaptación de la velocidad de usuario de 600 bps a la velocidad intermedia de 8 Kbps.

0	0	0	0	0	0	0	0
1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	S1
1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	X
1	D2	D2	D2	D2	D3	D3	S3
1	D3	D3	D3	D3	D3	D3	S4
1	1	0	0	E4	E5	E6	E7
1	D4	D4	D4	D4	D4	D4	S6
1	D4	D4	D5	D5	D5	D5	X
1	D5	D5	D5	D5	D6	D6	S8
1	D6	D6	D6	D6	D6	D6	S9

Cuadro 6d, adaptación de la velocidad de usuario de 1200 bps a la velocidad intermedia de 8 Kbps.

0	0	0	0	0	0	0	0
1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	S1
1	D2	D2	D3	D3	D3	D3	X
1	D4	D4	D4	D4	D5	D5	S3
1	D5	D5	D6	D6	D6	D6	S4
1	0	1	0	E4	E5	E6	E7
1	D7	D7	D7	D7	D8	D8	S6
1	D8	D8	D9	D9	D9	D9	X
1	D10	D10	D10	D10	D11	D11	S8
1	D11	D11	D12	D12	D12	D12	S9

Cuadro 6e, adaptación de la velocidad de usuario de 2400 bps a la velocidad intermedia de 8 Kbps.

0	0	0	0	0	0	0	0
1	D1	D1	D2	D2	D3	D3	S1

1	D4	D4	D5	D5	D6	D6	X
1	D7	D7	D8	D8	D9	D9	S3
1	D10	D10	D11	D11	D12	D12	S4
1	D13	D13	D14	D14	D15	D15	S6
1	D16	D16	D17	D17	D18	D18	X
1	D19	D19	D20	D20	D21	D21	S8
1	D22	D22	D23	D23	D24	D24	S9

Cuadro 6f, adaptación de la velocidad de usuario de $N \times 3600$ bps a la velocidad intermedia.

0	0	0	0	0	0	0	0
1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	S1
1	D7	D8	D9	D10	F	F	X
1	D11	D12	F	F	D13	D14	S3
1	F	F	D15	D16	D17	D18	S4
1	1	0	1	E4	E5	E6	E7
1	D19	D20	D21	D22	D23	D24	S6
1	D25	D26	D27	D28	F	F	X
1	D29	D30	F	F	D31	D32	S8
1	F	F	D33	D34	D35	D36	S9

F= bits de relleno. $N = 2$ ó 4 únicamente.

Cuadro 6g, adaptación de la velocidad de usuario de $N \times 4800$ bps a la velocidad intermedia.

0	0	0	0	0	0	0	0
1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	S1
1	D7	D8	D9	D10	D11	D12	X
1	D13	D14	D15	D16	D17	D18	S3
1	D19	D20	D21	D22	D23	D24	S4
1	0	1	1	E4	E5	E6	E7
1	D25	D26	D27	D28	D29	D30	S6
1	D31	D32	D33	D34	D35	D36	X
1	D37	D38	D39	D40	D41	D42	S8
1	D43	D44	D45	D46	D47	D48	S9

Cuadro 6h, adaptación de la velocidad de usuario de 12000 bps a una velocidad intermedia de 32 Kbps.

0	0	0	0	0	0	0	0
1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	S1
1	D7	D8	D9	D10	F	F	X
1	D11	D12	F	F	D13	D14	S3
1	F	F	D15	F	F	F	S4
1	D16	D17	D18	D19	D20	D21	S6
1	D22	D23	D24	D25	F	F	X
1	D26	D27	F	F	D28	D29	S8
1	F	F	D30	F	F	F	S9

F= bits de relleno.

Una vez que los datos de usuario están conformados en trenes de 8, 16 ó 32 Kbps, se adapta la velocidad a un tren binario de 64 Kbps que corresponderá a un canal B.

Cada bit proveniente de las velocidades intermedias es colocado en octetos binarios de manera que cumplan con las especificaciones de velocidad del canal B.

Por ejemplo, el tren de 8 Kbps manda sus bits que son colocados en un octeto cada uno, de manera que se tendrán 8 octetos a una velocidad de 8 Kbps cada uno y de 64 Kbps en total.

Los 7 bits restantes de cada octeto, son rellenos con bits "1" binario. En el lado receptor, estos bits de relleno se descartan y el bit de información es el único que se toma en cuenta.

Un proceso similar se lleva a cabo para las velocidades de 16 y de 32 Kbps.

El procedimiento descrito en la Recomendación 1.460 del CCITT, dice que las posiciones de bit en el octeto del canal B, se suponen numeradas del 1 al 8, siendo la posición del bit 1 la primera que se transmite.

El procedimiento descrito en esta recomendación exige que:

El tren a 8 Kbps, ocupe la posición de bit 1.

El tren a 8 Kbps, ocupe la posición de bit 1.

El tren a 16 Kbps, ocupe las posiciones de bit (1 y 2).

El tren a 32 Kbps, ocupe las posiciones de bit (1,2,3 y 4).

El orden de transmisión de los bits del tren de velocidad inferior sea idéntico antes y después de la adaptación de la velocidad.

Todas las posiciones de bit no utilizadas se pongan a UNO binario.

El cuadro 6i, mostrado a continuación, explica lo anterior:
Cuadro 6i.

b 1 1 1 1 1 1 1 1

flujo a 8 Kbps

b b 1 1 1 1 1 1 1 1

flujo a 16 Kbps

b b b b 1 1 1 1 1 1

flujo a 32 Kbps

Para multiplexar los trenes binarios de 8, 16 y 32 Kbps se utiliza la técnica de multiplexación por división de tiempo. Esto se realiza intercalando los trenes a velocidades binarias inferiores a 64 Kbps dentro de cada octeto del canal B.

Una vez que los datos del usuario están ya a una velocidad compatible con la RDSI, se deben ordenar en estructuras de trama de manera que sean más manejables y más controladas por la red.

Cómo ya se había mencionado, la estructura básica consiste en dos canales B de 64 Kbps, y un canal D de 16 Kbps que produce una carga de 144 Kbps.

La trama de acceso básico consta de 48 bits a 192 Kbps. La diferencia entre 144 Kbps y 192 Kbps, es debido a los bits de alineación y sincronía de trama. La trama de acceso básico es la representación de capa física (nivel 1) del transporte de información del usuario.

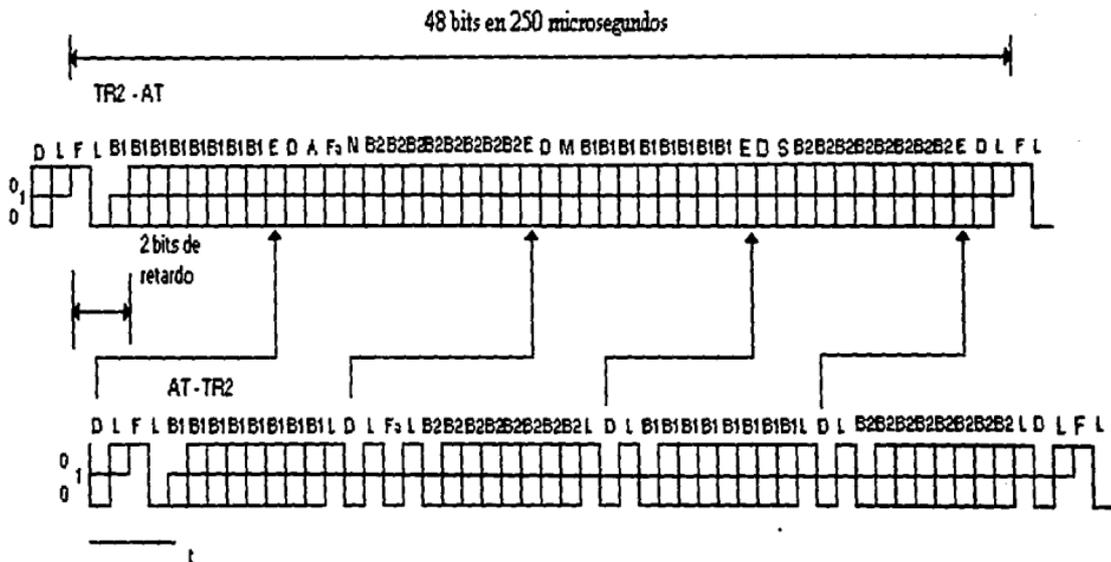
La repetición de cada trama se presenta cada 250 microsegundos.

La especificación de la trama de acceso básico y su funcionamiento, están indicados en la Recomendación I.430 del CCITT.

La figura VI.1.3.a, muestra la estructura de la trama de acceso básico, tanto en el sentido del AT al TR2, como en el sentido del TR2 al AT. A continuación se presenta un cuadro en el que se definen las posiciones de los bits en la trama:

En el sentido de TR2 a AT, se tiene que:

Posición de bit	Función
1 y 2	Señal de alineación de trama con bit de equilibrado.
3 a 10	Canal B1 (primer octeto).
11	E, bit de canal D de eco.
12	Bit de canal D.
13	Bit A utilizado para activación.
14	Bit auxiliar de alineación de trama, FA.
15	Bit cuya su codificación se define en el proceso de alineación de trama.
16 a 23	Canal B2 (primer octeto).
24	E, bit de canal D de eco.
25	Bit de canal D.
M	Bit de alineación de multitrama.
27 a 34	Canal b1 (segundo octeto).
35	E, bit de canal D de eco.
36	Bit de canal D.
37	S, la utilización de este bit se deja para estudio posterior.
38 a 45	Canal B2 (segundo octeto).
46	E, bit de canal D de eco.



F = bit de alineación de trama

L = bit de balance CD.

E = bit de eco de canal D.

Fa = bit auxiliar de multitrama

M = bit de multitrama

N = bit puesto a un valor binario complemento de Fa, en las tramas TDA-AT

B1 = bit del primer canal B.

B2 = bit del segundo canal B.

A = bit usado para activación.

S = bit sin asignación actual.

Figura VI.1.3.a.

47	Bit de canal D.
48	Bit de equilibrado de trama.

En el sentido AT a TR2, se tiene que:

Posición de bit Función

1 y 2	Señal de alineación de trama con bit de equilibrado.
3 a 11	Canal B1 (primer octeto) con bit de equilibrado.
12 y 13	Bit de canal D con bit de equilibrado.
14 y 15	Bit auxiliar de alineación de trama, F _A o bit Q, con bit de equilibrado.
16 a 24	Canal 2 (primer octeto) con bit de equilibrado.
25 y 26	Bit de canal D con bit de equilibrado.
27 a 35	Canal B1 (segundo octeto) con bit de equilibrado.
36 y 37	Bit de canal D con bit de equilibrado.
38 a 46	Canal B2 (segundo octeto) con bit de equilibrado.
47 y 48	Bit de canal D con bit de equilibrado.

Cada trama de 48 Kbps, incluye 16 bits de cada canal B (8 bits B1 y 8 bits B2), y 4 bits del canal D, el resto de los bits tiene la siguiente interpretación:

Considerando el sentido AT-TR2, cada trama inicia con un bit "F" que es un pulso positivo. Este es seguido de un bit "L" que sirve para balancear el nivel de corriente continua y es además un pulso negativo.

El patrón F-L actúa entonces para sincronizar al receptor al inicio de la trama.

El siguiente bit, "O" que se presente, será codificado a un pulso negativo.

Los siguientes 8 bits son del canal B1.

A continuación aparece otro bit de balance "L", después un bit del canal D seguido de un bit de balance, luego un bit auxiliar de trama el cuál es puesto a cero a menos que se utilice una multitrama.

Para el caso del sentido TR2-AT, la estructura es similar difiriendo en que algunos bits de balance "L" son reemplazados por un bit "E" de eco, el

cuál se utiliza para el control de acceso al canal D. El eco representa una retransmisión del TR del último dato recibido desde el ET.

Existe un bit "A" que es utilizado para activar ó desactivar el ET. En los adaptadores de terminal, la temporización en el sentido de transmisión del AT al TR2 se obtendrá de las tramas recibidas del TR2. La temporización en el sentido TR2-AT se obtendrá por el reloj de la red.

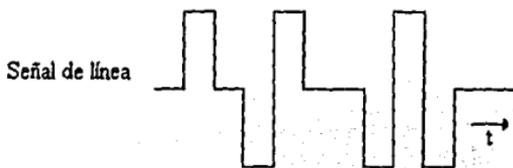
El primer bit de cada trama transmitida desde el AT hasta el TR2 se retardará, nominalmente dos períodos de bit con respecto al primer bit de la trama recibida de la TR2. Este retardo permite al AT la exacta sincronización de la trama recibida y permite la flexibilidad de alinear las transmisiones de múltiples equipos adaptadores de terminal en una configuración multipunto a una misma señal de reloj.

Como código de línea, para ambos sentidos de transmisión, se utiliza un código pseudoternario de tipo NRZ entre otros. La codificación se efectúa de tal forma que el "1" binario se representa por la ausencia de señal de línea, en tanto que el "0" binario se representa por un impulso positivo ó negativo.

El primer bit "0" que sigue a un bit de equilibrado del bit de alineación de trama es de la misma polaridad que el bit de equilibrado del bit de alineación de trama. Los "0"s binarios siguientes deben alternar en polaridad. Un bit de equilibrado será un "0" binario, si el número de ceros binarios que siguen al bit de equilibrado precedente es impar. Un bit de equilibrado será un bit "1" binario si el número de ceros binarios que siguen al bit de equilibrado precedente es par.

La siguiente figura representa al código de línea:

Valores binarios 0 1 0 0 1 1 0 0 1 1 1



Para el acceso básico existen 2 tipos de conexión: punto a punto y punto a multipunto.

El funcionamiento punto a punto supone que en un momento cualquiera, sólo hay una fuente emisora de datos y un receptor activos en cada sentido de transmisión en el punto de referencia S ó T.

El funcionamiento punto a multipunto, permite que uno ó más equipos terminales estén simultáneamente activos en un punto de referencia S ó T.

En esta última configuración, cuando dos ó mas equipos terminales tratan de acceder simultáneamente al canal D, uno de ellos pero sólo uno siempre completará la transmisión de su información. Este procedimiento permite a varios equipos terminales conectados en esta configuración acceder al canal D de manera ordenada.

Cuando un equipo terminal no tenga tramas de nivel 2 que transmitir enviará "1"s binarios por el canal D para rellenar el espacio del canal. Cuando el TR2 no tenga tramas que transmitir, enviará "1"s binarios por el canal D, o bién, repeticiones del octeto de bandera de las tramas HDLC. Cuando el relleno de tiempo este constituido por banderas, la bandera que define el final de una trama puede definir el principio de la trama siguiente. El siguiente procedimiento permite la alineación de la trama:

El primer bit de cada trama es el bit de alineación de trama ó bit "F", y es un bit "0" binario.

El procedimiento de alineación de trama se sirve del hecho de que, por definición, el bit de la alineación de trama se representa por un impulso de la misma polaridad que el impulso precedente (violación del código de línea).

Esto permite la rápida realineación de la trama.

De acuerdo con la regla de codificación, tanto el bit de alineación de trama, como el primer bit "0" binario siguiente al bit de equilibrado del bit de alineación de trama, producen una violación al código de línea. Para garantizar la seguridad de la alineación de trama, se ha introducido el par de bits auxiliares de alineación de trama "F_a" y "N" en el sentido TR2-AT, ó

bién, el bit auxiliar de alineación de trama " F_a " con el bit de equilibrado asociado "L" en el sentido AT-TR2. Se asegura así que haya una violación del código de línea a los 14 bits ó menos a partir del bit de alineación de trama F, pues F_a ó N tienen el valor "0" binario (en el sentido TR2-AT), ó por el hecho de que F_a es un bit "0" (en el sentido AT-TR2) si la posición del bit F_a no se refiere a una multitrama.

Los procedimientos de alineación de trama no dependen de la polaridad del bit de alineación de trama F, por lo que no son sensibles a la polaridad del cableado.

La regla de codificación para el par de bits auxiliares de alineación de trama F_a y N, en el sentido TR2-AT, es tal que N es siempre el complemento binario de F_a ($N = \text{COMP } F_a$). Los bits F_a y L en el sentido AT-TR2 se codifican siempre de tal manera que tengan los mismos valores binarios.

VI.2.- El acceso primario.

El acceso primario se localiza en el punto T de la configuración de referencia del RDSI.

El acceso a velocidad primaria sólo soportará el modo de conexión punto a punto.

La Recomendación I.431 del CCITT, determina que en el acceso primario el canal B es una función que proporciona el acceso bidireccional de señales de canal B independientes cada de las cuales tendrá una velocidad binaria de 64 Kbps.

Asimismo el canal D proporcionará la transmisión bidireccional de una señal de canal D a una velocidad binaria de 64 Kbps.

VI.2.1.- Interfaz a 1544 Kbps.

Existen dos opciones de acceso según se define en la Recomendación I.412. Una a velocidad primaria de 1544 Kbps y otra a velocidad primaria de 2048 Kbps.

La estructura de trama es idéntica a la estructura vista en el punto II.3.2. del capítulo II, con excepción del uso de LAPD en las tramas de velocidad primaria. Cada trama tiene una longitud de 193 bits y consta de un

bit "F" seguido de 24 intervalos de tiempo consecutivos, numerados del 1 al 24.

Cada intervalo de tiempo consta de 8 bits consecutivos, numerados de 1 a 8. Adicionalmente a la estructura de trama, se tiene definida la estructura de multitrama. Cada multitrama tiene una longitud de 24 tramas y viene definida por la señal de alineación de multitrama, que está formada por cada cuarto bit F, y que sigue la secuencia binaria (.001011..).

VI.2.2.- Interfaz a 2048 Kbps.

La estructura de trama para velocidades primarias de 2048 Kbps, es idéntica a la estructura de trama vista en el punto II.3.3 del capítulo II, con excepción del uso del protocolo de canal D. En ella se tienen 32 intervalos de tiempo de 8 bits cada uno, de los cuales el intervalo de tiempo 0 se utiliza para alineación de trama y sincronización, y el intervalo de tiempo 16 asigna la información de señalización sobre el canal D.

VI.3.- El protocolo LAPD.

VI.3.1.- Funcionamiento de LAPD.

El protocolo LAPD define al conjunto de procedimientos de acceso al enlace de datos en el canal D. Este protocolo está definido en la Recomendación Q.920 del CCITT.

El LAPD tiene como objetivo transportar información entre entidades de nivel 3 a través del interfaz usuario-red de la RDSI, utilizando el canal D. Este protocolo utiliza el nivel 2 (enlace de datos) para operar y es un subconjunto del protocolo HDLC.

Cuando una aplicación en X.25 desea tener acceso a la RDSI, cada terminal debe verificar que el canal D esté libre al detectar 8 bits "1"s consecutivos, ya que de esta manera se tiene la seguridad de que las terminales están inactivas

Durante la transmisión de una trama HDLC, el terminal ET debe comparar cada bit transmitido con el valor presente en el bus mediante el eco, en caso de detectar diferencia entre el valor transmitido y el leído en el eco, la transmisión será suspendida.

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 TR2 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.

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

Existen dos modalidades de funcionamiento:

-Sin acuse de recibo (utilizando tramas no numeradas).

-Con acuse de recibo, para transferencia de información punto a punto utilizando tramas numeradas (provee procedimientos de retransmisión de tramas y reparación de errores).

Como todos los protocolos de formato HDLC, LAP-D utiliza transmisión en tramas, conteniendo una dirección de origen y destino de la información.

Lo que distingue a LAPD del protocolo de balance LAPB, es su capacidad de mantener simultáneamente varios flujos de información provenientes de diversas terminales. Es decir, el canal B no soporta información de señalización para conmutación de circuitos de la RDSI, el canal D, sí.

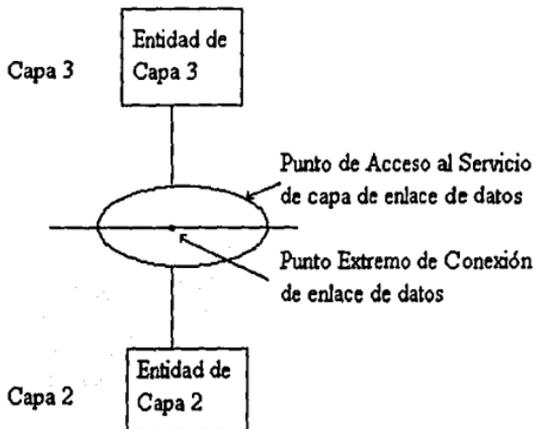
Para lograr ésto, el LAPD utiliza dos octetos en su campo de dirección: uno es el Identificador de Extremo de Terminal (IET) y el otro es el Identificador de Punto de Acceso al Servicio, (IPAS).

De este modo es posible saber que conexión deberá seguir el enlace de datos.

Un Punto de Acceso al Servicio (PAS) de capa de enlace de datos, es el punto que utiliza la capa de enlace de datos para proporcionar servicios a la capa 3 del modelo ISA. Asociados con cada PAS de capa de enlace de datos, hay uno ó varios puntos de extremo de conexión. Un Punto de Extremo de Conexión de enlace de datos se identifica mediante un Identificador de Punto de Extremo de Conexión de enlace de datos visto desde la capa 3, y

mediante un Identificador de Conexión de Enlace de .datos (ICED), visto desde la capa de enlace de datos.

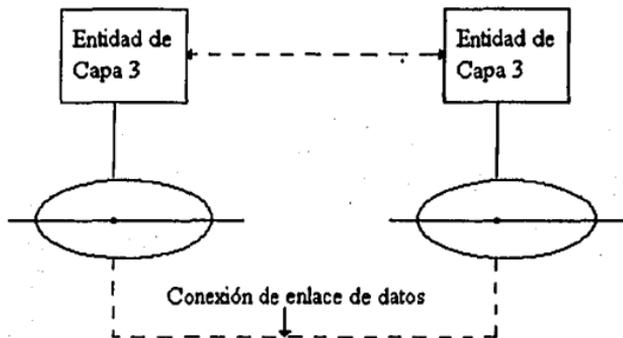
Lo anterior se muestra en la siguiente figura:



La cooperación entre entidades de capa de enlace de datos (capa 2) se rige por un protocolo de pares específico a la capa.

A fin de poder intercambiar entre dos ó más entidades de capa 3, se tiene que establecer una asociación entre las entidades de capa 3, utilizando en la capa de enlace de datos un protocolo de capa de enlace de datos. Esta asociación se denomina conexión de enlace de datos. Las conexiones capa de enlace de datos las proporciona la capa de enlace de datos entre dos ó más PAS.

La siguiente figura muestra lo anterior:



La capa 3 pide servicios a la capa de enlace de datos mediante primitivas de servicio. El mismo principio se aplica a la interacción entre la capa de enlace de datos y la capa física. Las primitivas representan en forma abstracta, el intercambio lógico de información y control entre la capa de enlace de datos y capas adyacentes.

Las primitivas son de cuatro tipos:

- a) Petición.
- b) Indicación.
- c) Respuesta.
- d) Confirmación.

La primitiva de tipo Petición, se utiliza cuando una capa superior solicita un servicio a la capa inferior siguiente.

La primitiva de tipo Indicación, la utiliza una capa que proporciona un servicio para notificar a la capa superior siguiente cualquier actividad específica relacionada con el servicio. La primitiva de tipo Indicación puede ser el resultado de una actividad de la capa inferior relacionada con la primitiva del tipo Petición de la entidad par.

La primitiva de tipo Respuesta, la utiliza una capa para acusar recibo de una primitiva de tipo Indicación procedente de una capa inferior.

La primitiva de tipo Confirmación, la utiliza la capa que proporciona el servicio pedido a fin de confirmar que se ha completado la actividad.

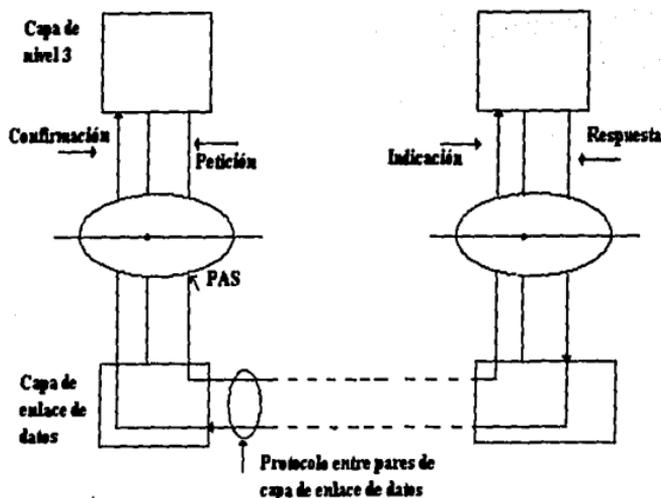
La figura mostrada en la siguiente página, contiene la secuencia de acceso de las primitivas.

La información se transfiere en varios tipos de unidades de mensaje, entre entidades pares y entre entidades en capas adyacentes que están conectadas a un PAS específico.

Las unidades de mensaje son de dos tipos:

-Unidades de mensaje de un protocolo entre pares, y

-Unidades de mensaje que contienen información capa a capa relativas a las peticiones de estado y de servicios especializados.



Las unidades de mensaje de protocolos entre pares de la capa 3, de enlace de datos ó una conexión física, se transfieren por la conexión de enlace de datos. Las unidades de mensaje que contienen información de capa a capa relativas a peticiones de estado ó de servicios especializados, no se transfieren de ningún modo por una conexión de enlace de datos ó una conexión física.

Las funciones de una capa de enlace de datos proporcionan el medio para transferir información entre múltiples combinaciones de puntos extremos de conexión de enlace de datos. La transferencia de información puede hacerse por conexiones de enlaces de datos de difusión.

En el caso de la transferencia de información punto a punto, una trama se dirige hacia un sólo punto extremo, mientras que en el caso de la transferencia de información de difusión, una trama se dirige hacia uno ó varios puntos extremos.

El funcionamiento sin acuse de recibo (tramas de información no numeradas), se aplica para la transferencia de información punto a punto y de

difusión. El funcionamiento con acuse de recibo se aplica a la transferencia de información punto a punto.

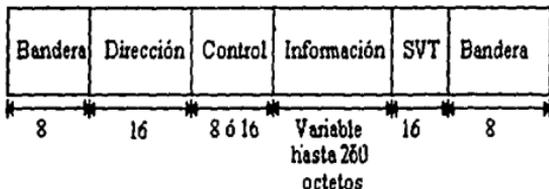
VI.3.2.- Estructura de trama LAP-D.

La estructura de trama del protocolo LAP-D, sigue el mismo formato de trama del protocolo LAP-B (HDLC), con excepción de sus campos de dirección y de control.

La estructura de trama está especificada en la Recomendación Q.921 del CCITT.

Los octetos se transmitiran en orden numérico ascendente; dentro de un octeto el primer bit que se transmite es el bit 1.

La distribución de los campos en la trama se muestra a continuación:



La bandera es la secuencia que delimita a una trama y tiene la asignación de bits 01111110.

El campo de dirección identifica al receptor deseado de una trama de instrucción, y al transmisor de una trama de respuesta. Su formato es el siguiente:

	7	6	5	4	3	2	1	0
IPAS					I/R		ED	
							0	
IET							ED	
							1	

La dirección contiene el IPAS y el IET.

El bit I/R, indica si se trata de una trama de instrucción ó respuesta, de acuerdo a la siguiente convención:

Tipo de trama	Origen	I/R
Instrucción	TR/ET	1/0
Respuesta	TR/ET	0/1

Los bits ED indican la extensión del campo de dirección. Cuando está en "1" el primer bit de un octeto de un campo de dirección, señala que se trata del octeto final de ese campo.

el identificador de punto de acceso al servicio, puede identificar 64 puntos de acceso, ya que consta de 6 bits (del 3 al 8) de los que solamente se han normalizado:

- 0 Procedimientos de control de llamadas (000000).
- 1 Reservado para comunicaciones en modo paquete utilizando procedimientos de control de llamada de la Rec. Q.931. (000001).
- 16 Comunicación de paquetes conforme a procedimientos de nivel 3 de la Rec. X.25. (100000).
- 63 Procedimientos de gestión de capa 2 (111111).

El identificador de punto de extremo terminal, está asociado a un equipo terminal (ET) y consta de 7 bits.

Se han definido las siguientes asignaciones:

- 0-63 equipos con asignación IET no automática.
- 64-126 equipos con asignación de IET automática.
- 127 difusión (reconocidos por todos los equipos).

El campo de control identifica el tipo de trama, que tomará funciones de comando ó respuesta. Al igual que en el protocolo HDLC se pueden presentar comandos de Información, Supervisión e Información no numerada.

Este campo comprende uno ó dos octetos según el tipo de trama. Las tramas de Información y Supervisión comprenden dos octetos, mientras que las tramas de Información no numerada contienen sólo uno.

El campo de control se presenta en la siguiente figura:

Bits del campo de control	8	7	6	5	4	3	2	1
Formato I	N(S)							0
	N(R)							P
Formato S	x	x	x	x	s	s	0	1
	N(R)							P/P
Formato U	M	M	M	P/F	M	M	1	1

En este campo:

N(S) es el número secuencial en emisión del transmisor.

M es el bit de la función de modificación.

N(R) es el número secuencial en recepción del transmisor.

P/F es el bit de petición cuando se transmite como instrucción, y es bit final cuando se transmite como respuesta.

S es el bit de la función de supervisión.

X es un bit reservado y puesto a "0".

El campo de información, es de una longitud opcional, comprende un número entero de octetos, que no debe exceder de 260.

El campo de secuencia de verificación de trama (SVT), es idéntico al analizado en el punto III.4.1 del capítulo III.

VI.3.3.- Adaptación de terminales X.25.

El soporte de aplicaciones por conmutación de paquetes X.25 puede ser de dos formas, las cuales están definidas en la Recomendación X.31 del CCITT. En la primera, la RDSI proporciona una conexión física de conmutación de circuitos canal B entre el AT y la unidad de acceso AU.

Esta conexión puede ser permanente ó estar establecida por el procedimiento de control de llamadas del protocolo LAPB, en respuesta a los requerimientos de un equipo terminal a un equipo de red a través del punto de referencia R.

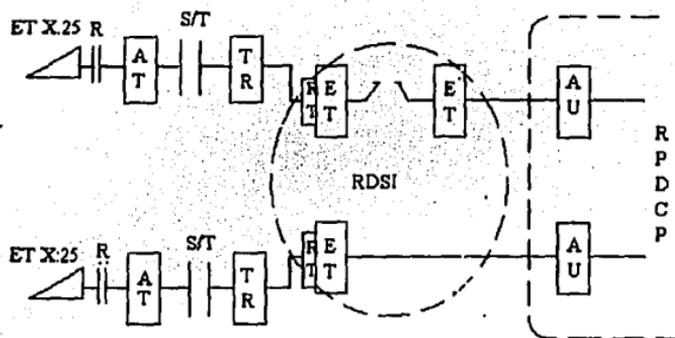
Una vez hecha la conexión, el canal B puede ser usado para transportar información de protocolo de nivel 2 y 3 entre el equipo terminal y la unidad de acceso con el propósito de controlar, establecer y terminar un circuito virtual hacia otro equipo terminal X.25 e intercambiar información entre los equipos terminales. Estos procesos son completamente transparentes a la RDSI.

Evidentemente se necesita que a nivel físico exista una conversión de los parámetros eléctricos de la interfaz R a la interfaz S/T, la adaptación de velocidad del equipo terminal a 64 Kbps de canal B y el ordenamiento de los datos.

En éste escenario el terminal en modo paquete y la unidad de acceso son parte de la Red Pública de Datos de Conmutación de paquetes RPDCP.

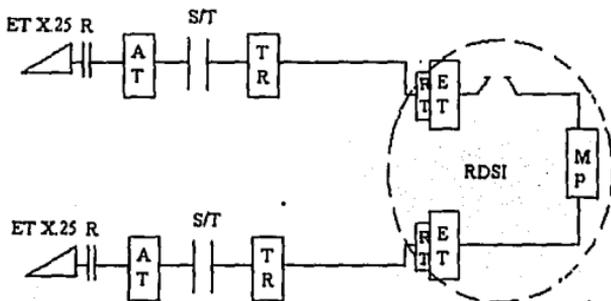
El equipo terminal debe proporcionar a la RDSI la dirección de la unidad de acceso para la conexión de canal B, y a la unidad de acceso la dirección de la red de conmutación de paquetes del equipo terminal remoto X.25.

La figura mostrada en la siguiente página, muestra lo anterior.



En el segundo método, la RDSI proporciona un servicio completo de comunicación tipo X.25 entre dos equipos terminales X.25 mediante la incorporación de un manejador de paquetes (MP), mediante el cual un equipo terminal puede comunicarse en los niveles 2 y 3 del protocolo X.25.

La siguiente figura muestra la disposición de ésta estructura:



La conexión entre un equipo terminal AT y el MP puede utilizar canales B y canales D, y puede ser permanente ó por demanda. El proceso para establecer la comunicación por el canal B es similar al primer método.

Para el nivel físico entre el AT y el MP se requiere la adaptación de velocidad y el ordenamiento de los datos. En el nivel de enlace y el nivel de red, el ET y el MP pueden intercambiar información según los niveles 2 y 3 del protocolo X.25 en una manera transparente al AT.

Si la comunicación entre el AT y el MP se transporta por el canal D, el AT y el MP pueden establecer un enlace lógico entre ellos. Esto requiere el mapeo de los procesos de control LAPB en el punto R hacia el procedimiento equivalente en el punto S y T.

Las comunicaciones en nivel 3 de X.25, pueden ser transportadas entre el equipo terminal y el manejador de paquetes en una manera transparente al adaptador de terminal por parte de la capacidad de canal D con información de señalización en un arreglo multiplexado. Contrario al primer método, el manejador de paquetes (siendo una parte integral de la RDSI), no tiene que estar direccionado individualmente por el equipo terminal. Asimismo, el equipo terminal es considerado una parte de la RDSI en el aspecto físico y lógico y está identificado por una dirección RDSI.

VI.3.3.1.-Adaptación de velocidad de aplicaciones X.25.

La adaptación de la velocidad de terminales que utilizan comunicaciones en modo de paquete con protocolos HDLC a una velocidad compatible a la RDSI (64 Kbps), ya ha sido explicada anteriormente.

VI.3.3.2.-Adaptación de protocolo para la conexión por canal B.

Ahora se verá la adaptación del protocolo para el caso en el que el canal B proporciona la conexión entre el AT y el MP ó AU. En el nivel físico las relaciones entre un equipo terminal X.25 y el terminal de red a través del punto de referencia R, se especifican en la Rec. X.21 del CCITT.

Para iniciar el establecimiento de la conexión, el equipo terminal puede seguir dos procedimientos.

Si la dirección de la unidad de acceso está disponible en el AT, el equipo terminal puede simplemente acceder un requerimiento de llamada poniendo el circuito C (ó circuito 108) a la condición ON, dependiendo del tipo de interfaz ET-ETCD usada. El adaptador de terminal interactúa entonces con el

manejador de paquetes ó bien, con la unidad de acceso de acuerdo a los procedimientos de la conmutación de circuitos de la Rec. Q.931, y el equipo terminal notifica que el canal B está conectado poniendo el circuito I (circuito 107) a la condición ON.

Si por otro lado el equipo terminal proporciona la dirección de la unidad de acceso, se debe aplicar el proceso completo de selección de conmutación de circuito el mapeo del protocolo LAPD.

La desconexión del canal B se realiza normalmente por la detección de una liberación en el circuito virtual de nivel 3 y de nivel 2 (conexión de enlace de datos) entre el equipo terminal y el manejador de paquetes.

El equipo terminal puede entonces iniciar la desconexión transmitiendo la condición OFF en el circuito C ó 108. En respuesta el adaptador de terminal sigue el procedimiento normal de la Rec. Q.931 para la liberación de una conexión de conmutación de circuitos entre él y el MP.

VI.3.3.3.-Adaptación de protocolo para la conexión de canal D.

La habilidad de un equipo terminal X.25 para establecer, mantener y terminar un circuito virtual hacia otro equipo terminal sobre un canal D requiere la existencia de un enlace lógico hacia el MP sobre el mismo canal D.

Para establecer dicho enlace lógico, el adaptador de terminal debe de actuar para convertir el protocolo LAPB controlando la relación de nivel 2 entre el equipo terminal y el terminal de red hacia el protocolo LAPD entre el controlador de la interfaz S/T y el manejador de paquetes.

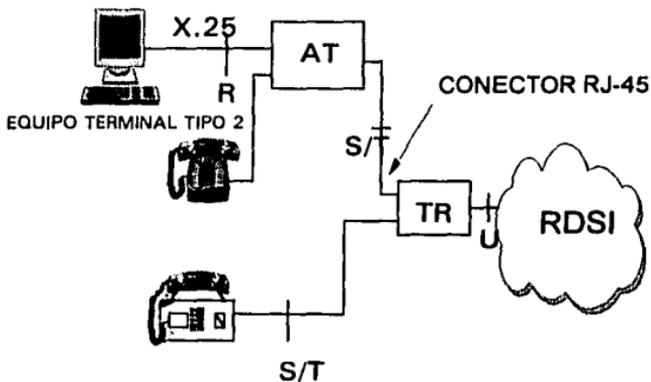
Ciertos aspectos de esta relación son puramente locales y no tienen que ser mapeados de un protocolo a otro. Por ejemplo, la secuencia de verificación de trama presente en una trama LAPB se usa estrictamente para el control de errores en el punto de referencia R, mientras que el proceso de SVT se aplica de forma independiente en tramas LAPD para el control de error a través del punto de referencia S ó T.

Asimismo, el intercambio de tramas de supervisión S a través de una interfaz para reconocer ó pedir la transmisión de tramas I, no tiene efecto en la otra interface. Tanto como interese el análisis de la estructura de trama, se nota la diferencia en el formato de dirección y la secuencia de numeración de los campos de las tramas LAPB y LAPD.

La siguiente figura muestra la forma de como se conectan diferentes dispositivos a una RDSI. En ella se tienen equipos terminales compatibles con la RDSI y equipos que no los son.

En ésta figura se observa que dentro de las aplicaciones que no son compatibles con la RDSI encontramos una computadora personal y un teléfono digital que son conectados a un adaptador de terminal (AT) por medio del interfaz R. Posteriormente se tiene la conexión a la terminal de red (TR) mediante la interfaz S/T, y de aquí a la RDSI por medio de la interfaz U.

También se puede observar la conexión de un equipo terminal compatible con la RDSI acoplado directamente al terminal de red por medio de la interfaz S/T.



Tomando el caso de la aplicación de una computadora personal, se tiene que esta trabaja bajo las especificaciones de la norma X.25 en modo síncrono pero no para las normas RDSI. La velocidad a la que salen los datos en el puerto serie de la PC, es de 19200 bps, siendo esta una velocidad incompatible para aplicaciones RDSI, por lo que tendrá que ser transformada a la velocidad estándar de 64 Kbps.

Para esto se requiere de una conexión a un adaptador de terminal (AT) en el punto de referencia R del modelo ISA. Según la especificación de éste

modelo, se debe de conectar a una interfaz RS-232, que tendra en sus extremos conectores DB15.

Como vimos anteriormente, al adaptador de terminal hará una conversión de la velocidad de la computadora en primer término a una velocidad intermedia, que según el cuadro 6a (pg. 114), será de 32 kbps. Los datos del usuario serán formados en una trama de 80 bits que tendrá la estructura mostrada en el cuadro 6g (pg. 118). Como puede observarse, el octeto 5 de la estructura de trama tendrá la asignación de bits que se especifica en el cuadro 6b (pg 115), es decir, E1=0, E2=1, E3=1 y E7=1. De esta manera se identifica la velocidad de los datos del usuario terminal. En éste caso en particular, la estructura de trama es idéntica a la estructura de trama general que se usa para convertir la velocidad de usuario a velocidad intermedia.

En el caso en que la velocidad del usuario haya sido diferente a 19200bps, se tiene contemplado un mecanismo de relleno de bits, por ejemplo para velocidades de usuario de 1200 bps, se debe aplicar la estructura de trama mostrada en el cuadro 6d (pg. 117), cuya velocidad intermedia es de 8 kbps (según lo especificado en el cuadro 6a), en este caso, cada bit de datos se repite hasta 4 veces, obteniéndose de ésta manera la cantidad especificada de 48 bits.

Una vez que se ha alcanzado la velocidad intermedia, se sigue una segunda fase en el proceso de adaptación de velocidad, ahora para alcanzar la velocidad nominal de 64 Kbps. Para nuestro caso, los bits que llegan de la velocidad intermedia son colocados en octetos binarios de tal manera que los bits de usuario ocupen las cuatro primeras posiciones del octeto, siendo que las restantes posiciones se rellenan con bits "1"s binarios, tal como se indica en el cuadro 6i (pg. 120), es decir, cada octeto debe de presentar la siguiente forma: b b b b 1 1 1 1, donde los bits "b" representan los bits de datos del usuario, y el resto son bits de relleno. El número de octetos es de dos, teniéndose así dos octetos de 32 Kbps y en total una velocidad de 64 Kbps.

Ya que los bits de datos del usuario han alcanzado la velocidad de 64 Kbps, se ordenan en estructuras de trama de acceso básico organizándose en paquetes de 2 canales B de 64 Kbps y un canal D de 16 Kbps. La estructura de trama de acceso básico se muestra en la figura VI.1.3.a.

En éste momento nos encontramos en el punto de referencia S/T, cuyas conexiones se realizan por medio de conectores RJ45. Las funciones de acceso básico tienen lugar en el terminal de red, TR.

Paralelamente a las funciones de adaptación de velocidad, en el adaptador de terminal tiene lugar la conversión de señalización. Siendo que la aplicación de la computadora transmite bajo la norma X.25, se debe buscar una adaptación de protocolo de manera que la RDSI pueda entender y transportar las comunicaciones que ésta le transmite. Para tal efecto la RDSI cuenta con el apoyo del protocolo de señalización de canal D LAPD visto anteriormente.

En el campo de dirección de LAPD, el identificador de punto de acceso al servicio IPAS, puede identificar que tipo de servicio se requiere conectar a la red. De esta manera, cuando el usuario terminal transmite su información, ésta queda identificada en dicho campo por LAPD mediante la combinación de bits presente en éste. Así, si en el campo de dirección se presenta la dirección 16, es decir, si se presenta la combinación binaria 100000, la red sabrá que algún usuario cuya aplicación trabaja bajo la norma X.25, trata de accederla.

Una vez que la red logra identificar el tipo de aplicación que trata de accederla, se puede llevar a cabo el intercambio de mensajes entre ambos protocolos. A continuación se da un ejemplo de como se lleva a cabo el intercambio de señales entre dos dispositivos X.25 a través de la RDSI.

Físicamente, el intercambio de señales entre el equipo terminal del usuario y el terminal de red se representan por medio de un conjunto de señales que representan estados binarios en las interfaces eléctricas.

En primer lugar, debe existir un proceso de activación y desactivación de los circuitos para llevar a cabo la comunicación. Sin éste proceso no es posible llevar a cabo ningún tipo de intercambio de información en ninguno de los niveles superiores de comunicación (niveles de enlace y de red). Este proceso se debe llevar a cabo igualmente del lado del usuario al que se va a llamar.

Durante el proceso de activación de los circuitos se lleva a cabo la sincronización de las señales de tiempo del equipo terminal del usuario y del terminal de red.

Todo el proceso de sincronización se realiza de acuerdo a lo especificado en la Rec. I.430 del CCITT.

Para llegar a la sincronización se definen cinco tipos de señales que se envían a través del interfaz S siguiendo el código pseudoternario, éstas se describen a continuación:

Info 0.- Denota la ausencia de cualquier señal en los circuitos de interface. Significa una petición de desactivación en los circuitos de terminal de red y del equipo terminal. Esta codificada como 11111111.

Info 1.- Esta es una señal con el patrón 00111111, se transmite del equipo terminal al terminal de red para pedir la activación del terminal de red. El primer pulso será positivo, el segundo negativo, y el resto ausencia de señal, aún no se alcanza la sincronía.

Info 2.- Consiste de una trama de acceso básico de 48 bits enviada desde el terminal de red, con todos los bits B, D y eco puestas a "0". El bit A también se pone a cero, y los bits N y L siguen las reglas de codificación de ASI.

Info 3.- Es una trama de acceso básico que ya cursa datos en los bits B y D, y se transmite del equipo terminal al terminal de red. Los equipos han alcanzado la sincronización.

Info 4.- También es una trama que contiene información en los bits B y D, y se transmite del terminal de red hacia el equipo terminal. Existe sincronía en los equipos. El bit A es puesto al bit "1" binario.

Las señales Info 1 e Info 2 se usan para iniciar la secuencia de activación en la línea. Si los circuitos están inactivos, entonces el equipo terminal comienza el procedimiento de activación enviando la señal Info 1. Después el terminal de red enviará la señal Info 2. La transmisión de las señales en el protocolo de pares específico de capa 1, causa un cambio en el estado de los equipos de ambos lados de la interfaz. Dependiendo de los acontecimientos subsiguientes, el equipo terminal y el terminal de red pueden tomar diversos estados.

Los estados existentes en el equipo terminal son llamados estados F, y en el terminal de red se llaman estados g.

Entre los estados F tenemos:

F1.- Corresponde a un equipo terminal apagado, y se presenta cada vez que el equipo terminal detecta pérdida de alimentación del suministro de energía local ó remota.

F2.- El equipo terminal tiene alimentación, pero no ha recibido ninguna señal del lado del terminal de red.

F3.- Define el estado de inactivación del protocolo de nivel físico, donde ningún lado transmite señales.

F4.- Corresponde a la situación en donde el equipo terminal ha respondido a una petición de activación, y está esperando una respuesta del lado de red.

F5.- Corresponde al estado donde el equipo terminal ha recibido una señal de la red y espera su identificación.

F6.- Es el estado en donde el equipo terminal ha recibido una señal de activación de la red, y ahora espera tramas de información del lado de red.

F7.- Es el estado activo normal donde los equipos terminales y terminales de red están transmitiendo tramas normales de información.

F8.- Corresponde a la situación en donde el equipo terminal ha perdido sincronía de trama y espera una resincronización ó una desactivación.

En los estado G, tenemos:

G1.- Es el estado donde el terminal de red está inactivo y no transmite ninguna señal.

G2.- El terminal de red está parcialmente activo y pide servicio a una capa superior.

G3.- Es el estado normal de activación donde se transmiten tramas de información.

G4.- Es el estado donde la red espera para regresar al estado inactivo.

Para iniciar la activación de los circuitos, es necesario contar con un conjunto de primitivas que interactúan en los niveles 1 y 2 de la red.

Para pedir la activación de los circuitos se invoca la primitiva "Petición de activación (PH-AR)". Después de ejecutada la primitiva, la secuencia de activación comenzará. Si se completó satisfactoriamente, una primitiva de tipo "Indicación de activación física (PH-AI)" se pasa a la capa 2. Para desactivar el circuito, el nivel 2 proporciona una primitiva de tipo "Petición de desactivación física (PH-DR)". Esta sólo puede ser invocada por el terminal de red. Cuando se completa la desactivación, una primitiva de tipo "Indicación de desactivación física (PH-DI)" se proporciona a la capa de nivel 2.

La figura VI.3.3.3.a, presenta el intercambio de señales a nivel físico necesarias para la activación de los circuitos de la interfaz S/T. En ella se observa el intercambio de señales y los estados que presentan el equipo terminal y el terminal de red.

En ésta figura se observa que en un principio el equipo terminal del usuario que llama se encuentra en estado inactivo (estado F3), siendo que tanto el equipo terminal y el terminal de red intercambian señales Info 0.

El terminal de red presenta también un estado inactivo (estado G1).

Posteriormente, la capa de nivel 2 del equipo terminal invoca una primitiva de tipo PH-AR a la capa de nivel 1 y envía una señal Info 1 hacia el terminal de red. El equipo terminal presenta un estado de espera (estado F4). El terminal de red responde con una señal Info 2. Posteriormente, el equipo terminal envía una señal Info 3 hacia el terminal de red, y éste a su vez responde con una señal Info 4. En éste punto la capa de nivel 1 tanto del terminal de red como del equipo terminal, invocan una primitiva de tipo PH-AI a la capa de nivel 2. De ésta manera ambos equipos alcanzan el estado de sincronía (estado F6) y pueden proceder al intercambio de señales a nivel de enlace y de red, es decir, presentan el estado activo (estados F7 y G3).

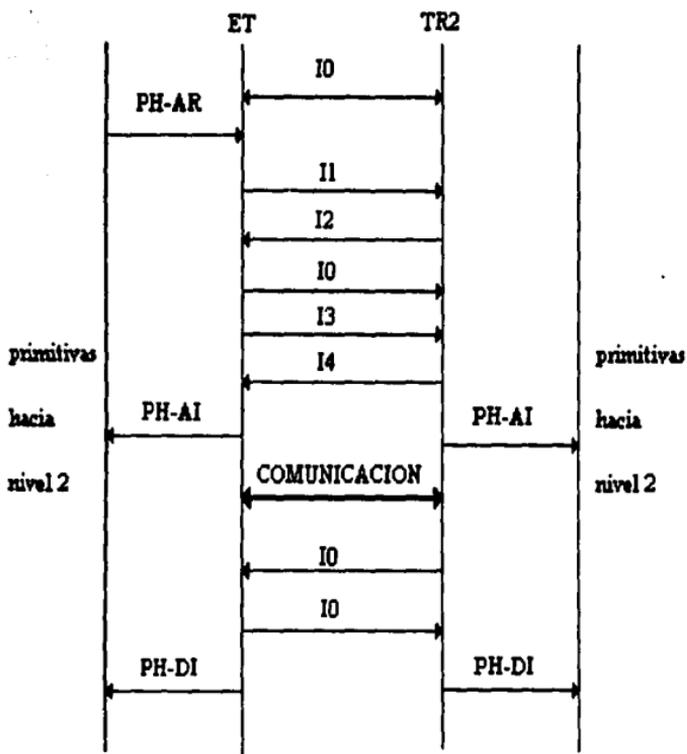


Figura VI.3.3.3.a.

Cuando en los niveles 2 y 3 se decide terminar la comunicación, la capa de nivel 2 del terminal de red invoca una primitiva de tipo PH-DI a la capa de nivel 1, para pasar al estado inactivo (estado G4). De una manera similar, el terminal de red se pone en estado inactivo (estado F8) para de esa manera terminar la comunicación.

En cuanto a los niveles de enlace de datos y de red (niveles 2 y 3 del modelo ISA) se refiere, se debe iniciar un procedimiento de intercambio de señales entre los dos usuarios, iniciando cuando el estado del enlace se encuentre en el estado de transferencia de información, es decir, cuando los equipos hayan alcanzado la sincronía. Este procedimiento se explica a continuación.

La figura VI.3.3.3.b presenta el intercambio de mensajes. Las letras A y B son las direcciones de LAPB del equipo terminal y el manejador de paquetes, respectivamente; (X,p) y (Y,p) denotan el identificador de equipo terminal IET y el identificador de punto de acceso al servicio IPAS de los dos adaptadores de terminal asociados a cada usuario, correspondiendo la letra X al usuario que llama y la letra Y al usuario llamado.

El procedimiento se inicia cuando el usuario del equipo terminal que llama, envía un comando SABME (B) del protocolo LAPB hacia su terminal de red. Como resultado, el controlador de la interfaz S/T transmite el orden equivalente en LAPD SABME (X,p) con una dirección de IPAS $p=16$ hacia el manejador de paquetes.

Este responde posteriormente con el orden de LAPD UA (X,p); causando que el terminal de red complete el levantamiento del enlace lógico transfiriendo el orden de LAPB UA (B) hacia su equipo terminal. Posteriormente, el usuario del equipo terminal empieza a transmitir información a la terminal de red, y esta envía un paquete al manejador de paquetes de tipo "solicitud de llamada".

Mientras tanto, en el otro extremo de la red, el manejador de paquetes envía hacia el usuario del equipo terminal llamado una solicitud de inicio mediante un comando SABME (Y,p) con una dirección de IPAS $p=16$. El equipo terminal responde con UA (A) al manejador de paquetes. El manejador de paquetes le envía al equipo terminal un paquete de tipo "llamada entrante", y entonces el usuario del equipo terminal llamado

responde con un paquete de tipo "llamada aceptada" al manejador de paquetes.

El manejador de paquetes, envía entonces un paquete de tipo "llamada conectada" al usuario de la terminal que llama.

Una vez establecida la comunicación, los usuarios de los equipos terminales pueden intercambiar información a través de la red en forma de paquetes. Estos paquetes son transportados entre el equipo terminal y la terminal de red en los campos de información de las tramas I de LAPB y entre el controlador de interfaz S/T y el manejador de paquetes en el campo de información de las tramas I del protocolo LAPD. Esto es completamente transparente al adaptador de terminal. Obviamente, la transferencia de un paquete X.25 de nivel 3 entre el adaptador de terminal y el equipo terminal en el lado llamado también requiere la existencia de un enlace lógico. Esto se establece por el manejador de paquetes de una manera similar.

La figura VI.3.3.3.b ilustra la secuencia de interacciones en los dos lados de la red para establecer la comunicación entre dos equipos terminales X.25.

Los equipos terminales también pueden liberar el circuito virtual entre ellos a través del intercambio de paquetes de liberación que se transportan en forma transparente en tramas I sobre los enlaces lógicos entre los equipos terminales y el adaptador de terminal. Cuando el usuario que llama decide terminar la comunicación, envía un mensaje de tipo "Solicitud de liberación" hacia el manejador de paquetes. A su vez, el manejador de paquetes, envía un paquete de tipo "Indicación de liberación" hacia el usuario llamado.

Entonces, el usuario llamado envía un paquete de tipo "confirmación de liberación" hacia el manejador de paquetes. El usuario que llama, envía al adaptador de terminal un comando de desconexión DISC (B), y éste a su vez otro comando de desconexión DISC (x,P) hacia el manejador de paquetes teniendo a modo de contestación por parte del manejador de paquetes una respuesta UA (X,p). A su vez, el equipo terminal manda una respuesta de liberación UA (B) hacia el usuario.

Un proceso similar se sigue en el lado del usuario llamado. Los procesos de liberación también se indican en la figura VI.3.3.3.b.

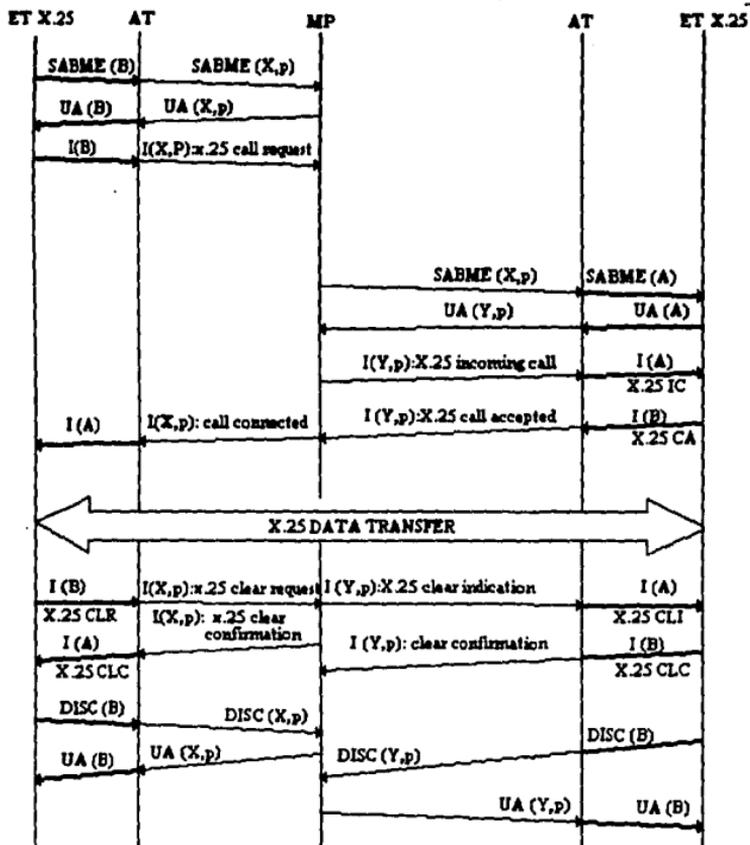


Figura VI.3.3.3.b

VI.4.- Medios de transmisión soportados.

Los medios de transmisión más usados para la comunicación entre equipos terminales y equipos de red, son los pares simétricos de cobre de una impedancia característica de 120 ohms; los cable coaxiales de impedancia característica de 75 ohms, se usan en el acceso primario a la RDSI.

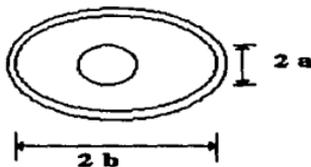
VI.4.1.- Cables coaxiales.

Un cable coaxial es una línea de transmisión consistente de un par desequilibrado hecho de un conductor interno rodeado de un conductor de referencia externo, los cuáles están separados por un dieléctrico en una configuración concéntrica. El dieléctrico puede ser de diferentes materiales como polietileno, espuma, aire, gas.

Los cables coaxiales son usados en sistemas de multiplexación por división de tiempo, y pueden soportar rangos desde 120 hasta 13200 canales.

Las medidas del cable están estandarizadas como sigue:

La distancia $2a$, representa al diametro exterior del conductor interno y la distancia $2b$, representa al diametro interior del conductor externo. Esto se puede apreciar en la siguiente figura:



El cable coaxial utilizado para aplicaciones de acceso a nivel primario de la RDSI, es el cable de 1.2/4.4 mm ($2a = 1.2\text{mm}$, $2b = 4.4\text{mm}$), cuya impedancia característica es de 75 ohms a una frecuencia de 1 Mhz.

El valor nominal de la atenuación a $T = 10^{\circ}\text{C}$ y a $f = 1\text{Mhz}$, es de 5.3 db/km. Este cable puede soportar velocidades digitales medias de 6 a 34 Mbps, y a altas velocidades 140 Mbps.

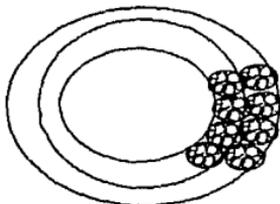
En cuanto a rigidez dieléctrica, el cable deberá soportar una tensión continua de 1500 v, aplicada durante un minuto por lo menos entre el conductor interior y el exterior.

VI.4.2.- Pares simétricos de cobre.

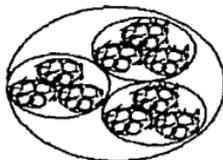
El medio de transmisión utilizado para enlaces RDSI a nivel básico, son los pares de simétricos de cobre con una impedancia característica de 120 ohms.

Los cables se diseñan de diferentes tipos y formas, siendo los principales, los cables de capas y cables de núcleos.

Los pares en los cables de capas están dispuestos en capas concéntricas, como lo muestra la siguiente figura:



Los cables de núcleos constan de un número de partes idénticas llamadas núcleos, que a su vez pueden estar dispuestos por capas ó formados por subnúcleos, como se muestra en la siguiente figura:



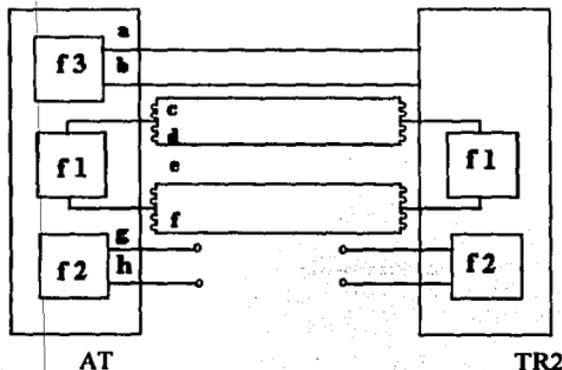
Cuando se usa PCM en cables de pares, a veces se puede emplear la operación de dos cables, es decir un cable para cada dirección de transmisión.

Esta disposición elimina la paradiafonía, fenómeno que ocurre con pares con dirección opuesta de transmisión, lo que hace que la telediafonía sea el factor determinante en cuanto al número de pares que pueda utilizarse en los cables. La telediafonía ocurre entre pares con la misma dirección de transmisión.

Cuando se emplea la operación de un sólo cable, es decir, con ambas direcciones de operación en el mismo cable. En este caso, la paradiafonía es el factor que limita el grado de ocupación en el cable.

En la Recomendación G.613 del CCITT se encuentran las características eléctricas de los pares de cobre que soportan velocidades binarias de hasta 2 Mbps. Entre estas se mencionan, el diámetro nominal de los conductores que debe ser entre 0.6 y 1 mm; la velocidad binaria en explotación que debe ser de 2.048 Mbps; la impedancia nominal a una frecuencia de 1 Mhz que debe estar entre 100 y 130 ohms; la atenuación nominal por unidad de longitud a una frecuencia de 1 Mhz y a una temperatura de 20 ° C que debe ser de 11.5 db/km; la capacidad mutua nominal será de 39 nF/km.

El bus se implementa con par torcido y puede variar de dos a cuatro pares de hilos, dependiendo de la opción de alimentación, de acuerdo a lo establecido en la siguiente figura:



Para la fuente f 1, la energía se proporciona desde cualquier punto en el cableado del interfaz, la fuente está físicamente separada (batería central).

En la fuente de energía f 2, la energía se toma localmente (de redes de distribución eléctrica ó baterías locales).

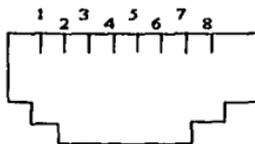
Desde la otra dirección, TR2-AT, se proporciona energía al terminal de red mediante un segundo par. Así pues, la figura anterior sumaría estas posibilidades indicando el número de par citado. El tercer par es disponible si se desea proporcionar al usuario un servicio extra en términos de alimentación de energía.

En resumen, los ocho conductores de acceso al AT y al TR2, se aplicarán como sigue:

- i) Los pares de conductores de acceso c-d y ef están destinados a la transmisión bidireccional de la señal digital y pueden proporcionar un circuito fantasma para la transferencia de energía de la TR2 al AT (fuente de energía 1).
- ii) El par de conductores de acceso g-h puede utilizarse para la transferencia adicional de la energía de la TR2 al AT (fuente de energía 2).
- iii) El par de conductores de acceso a-b, también pueden utilizarse para transferencia de energía (fuente de energía 3) en la interconexión de un equipo terminal a otro.

La configuración de referencia para la alimentación en energía se basa en un conector de ocho patillas denominado RJ45. Este conector y su asignación de contactos son objeto de la norma ISO DIS-8877. Los conductores indicados con las letras a, b, c, d, e, f, g y h indicados en la figura de las fuentes de alimentación, corresponden a las patillas 1, 2, 3, 6, 5, 4, 7 y 8 respectivamente.

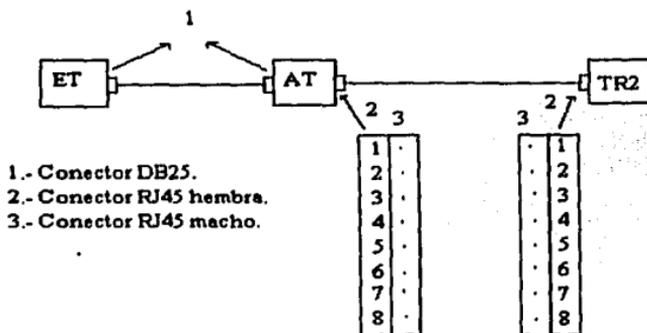
La figura mostrada a continuación, representa al conector RJ45:



El siguiente cuadro representa la asignación de patillas del conector RJ45:

Número de patilla	Función		Polaridad
	AT	TR2	
1	Fuente de energía 3	Sumidero de energía 3	+
2	Fuente de energía 3	Sumidero de energía 3	-
3	Emisión	Recepción	+
4	Recepción	Emisión	-
5	Recepción	Emisión	-
6	Emisión	Recepción	-
7	Sumidero de energía 2	Fuente de energía 2	-
8	Sumidero de energía 2	Fuente de energía 2	+

De esta forma, la conexión física entre el AT y el TR2 queda como sigue:



VI.4.3.-Características físicas del interfaz S/T en LAP D.

Las características físicas de la interfaz S/T para LAPD proporcionan los requerimientos tanto mecánicos como eléctricos del interfaz S/T, así como del medio de transmisión.

En configuración multipunto existen esencialmente dos restricciones para transmitir:

-El transmisor debe estar diseñado de tal manera, que cuando no transmita información, es decir, cuando se encuentre transmitiendo "1"s lógicos, se debe evitar al máximo la interferencia con otras terminales que se encuentren transmitiendo en ese momento.

- Cuando dos ó más terminales transmiten al mismo tiempo, la señal resultante debe poderse leer por el terminal de red sin tener una amplitud significativamente mayor que las otras señales transmitidas, de tal forma que se eviten la interferencia electromagnética entre el cable y la interfaz.

De esta forma se debe tener un transmisor que tenga una alta impedancia cuando no transmita y cuya característica de salida voltaje corriente varíe de acuerdo al voltaje presente en el bus.

A la salida del adaptador de terminal se debe cumplir que cuando el transmisor esté inactivo ó cuando esté transmitiendo bits "1" binarios, la impedancia de salida en un rango de 2 KHz a 1 Mhz deba sobrepasar la indicada en la figura VI.4.3.a, siempre y cuando se le aplique una tensión senoidal de 100 mv en valor eficaz como mínimo. Cuando se transmitan bits "0" binarios, la impedancia deba ser mayor ó igual a 20 ohms.

Los requisitos anteriores también se cumplen cuando se verifica la salida del terminal de abonado sólo que las características del estado inactivo se deben basar en las presentadas en la figura VI.4.3.b.

La forma y amplitud del pulso "0" binario debe caracterizarse por dos mascarillas a cargas de 50 y 400 ohms.

A cargas de 50 ohms, los pulsos transmitidos deben estar comprendidos dentro de los rangos establecidos en la mascarilla de la figura VI.4.3.c.

El máximo valor de amplitud del pulso generado a 5.6ohms, está limitado al 20% de la amplitud nominal para garantizar una impedancia interna.

La amplitud nominal de un pulso tiene un valor máximo de 750 mv y la simetría entre el pulso positivo y negativo debe ser mejor al 5%.

Con cargas de 400 ohms se deben observar las mismas condiciones que en el caso anterior, y la mascarilla característica se presenta en la figura VI.4.3.d.

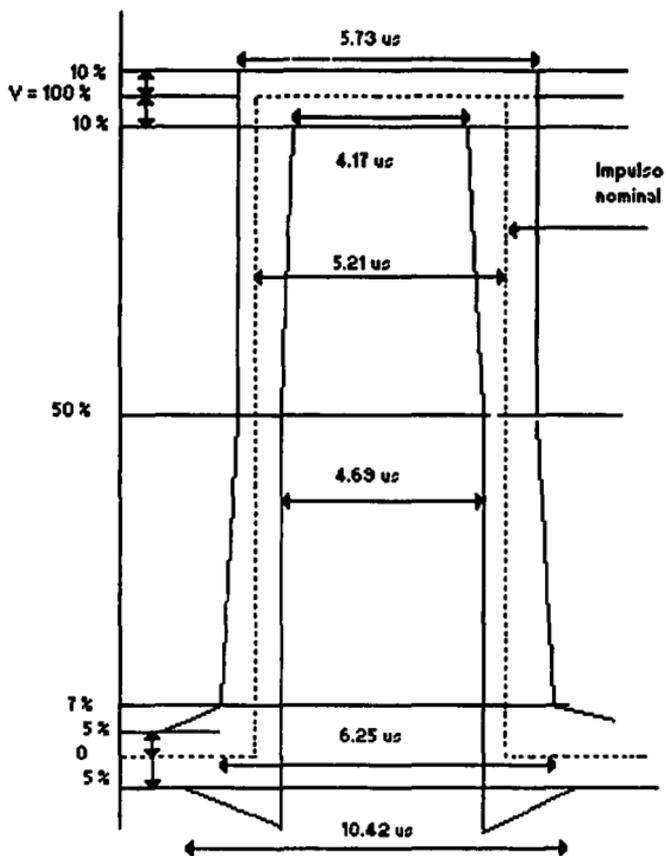


Figura VI.3.4.d.

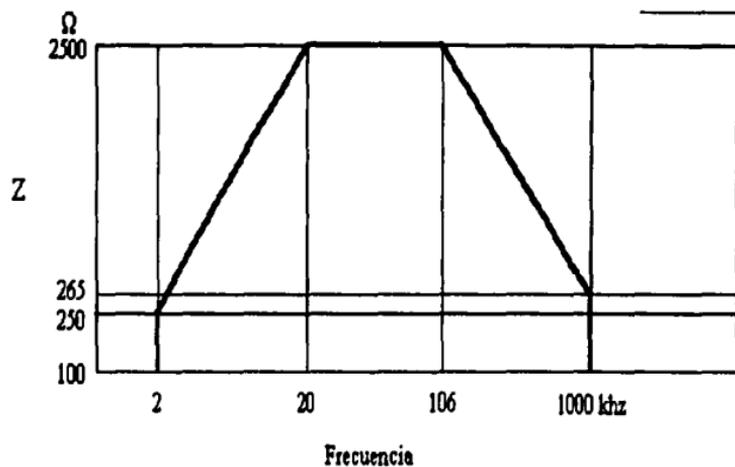


Figura VI.4.3.a.

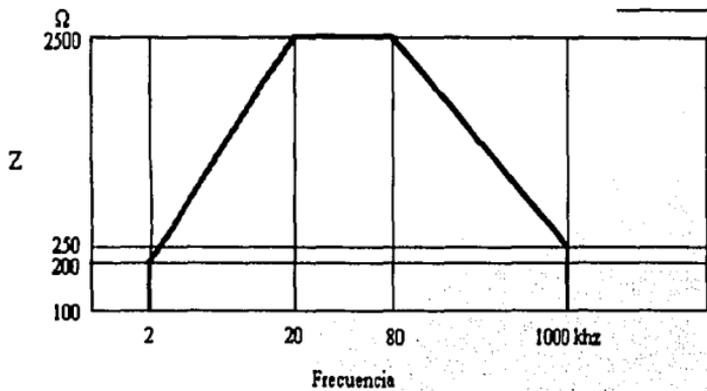


Figura VI.4.3.b.

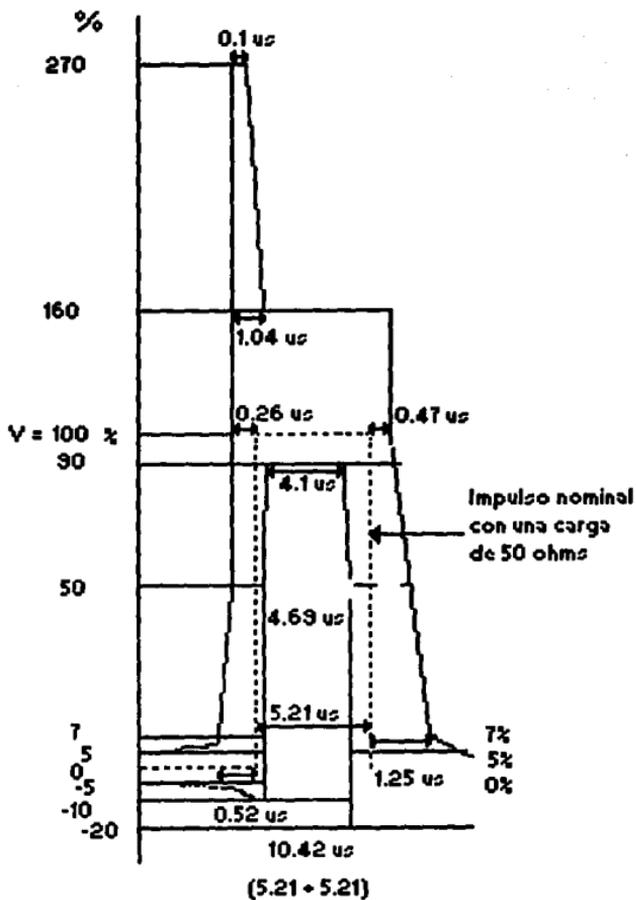


Figura VI.4.3.c.

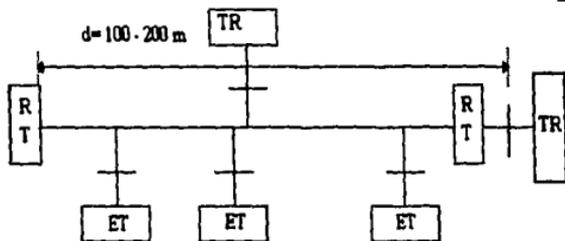
VI.4.4.- Configuraciones de cableado para interfaces de nivel básico.

Como ya se ha visto, existen dos configuraciones principales de cableado, la punto a punto y la punto a multipunto.

Una configuración esencial que debe considerarse, es un bus pasivo corto en el que los dispositivos de equipo terminal pueden estar conectados en puntos cualesquiera a lo largo del cable. esto significa que el receptor de la terminal de abonado debe tener en cuenta los impulsos que llegan con diferentes retardos desde diversas terminales. Por, ello el limite de longitud para esta configuración es una función del tiempo máximo de propagación de ida y retorno y no de la atenuación.

Puede utilizarse un receptor de terminal de abonado con temporización fija si el tiempo de propagación de ida y retorno está comprendido entre 10 y 14 μ seg. Esto corresponde a una distancia máxima (d_2) desde la terminal digital de abonado, en condiciones de explotación, del orden de 100 a 200 metros. Deberá admitirse un número máximo de ocho equipos terminales con conexiones de 10 metros de longitud.

Lo anterior se presenta en la siguiente figura:

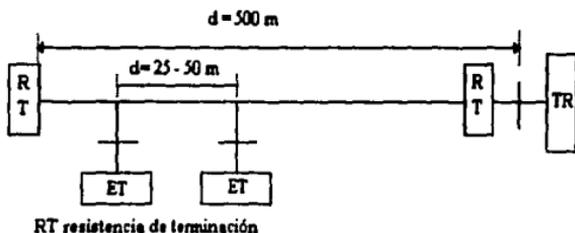


RT resistencia de terminación

Una configuración que puede utilizarse a distancias comprendidas entre 100 y 1000 metros se conoce con el nombre de bus pasivo extendido. En ella se aprovecha el hecho de que los puntos de conexión de terminales deben estar agrupados en el extremo distante del cable con respecto a la terminal de abonado. Esto implica una limitación en la distancia diferencial entre los

equipos terminales. El objetivo para esta configuración es una longitud total de por lo menos 500 metros y una distancia diferencial entre los puntos de conexión de los terminales de 25 a 50 metros.

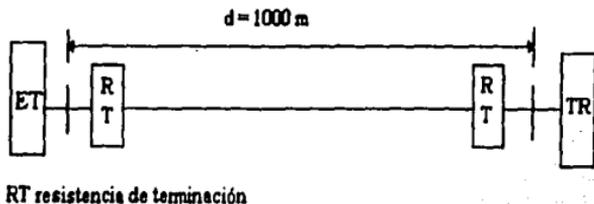
Lo anterior se puede apreciar en la siguiente figura:



En la configuración punto a punto se prevé solamente un transmisor - receptor en cada extremo del cable. Es necesario determinar la atenuación máxima admisible entre los extremos del cable para establecer el nivel de salida del transmisor y la gama de los niveles de entrada del receptor. También es necesario establecer el tiempo máximo de propagación de ida y retorno para cualquier señal que deba ser devuelta de un extremo al otro dentro de un período de tiempo específico.

La distancia operacional entre equipos terminales y terminales de abonado es de 1000 metros. El tiempo máximo de propagación de ida y retorno se sitúa entre 10 y 42 μ seg.

La siguiente figura muestra ésta configuración:

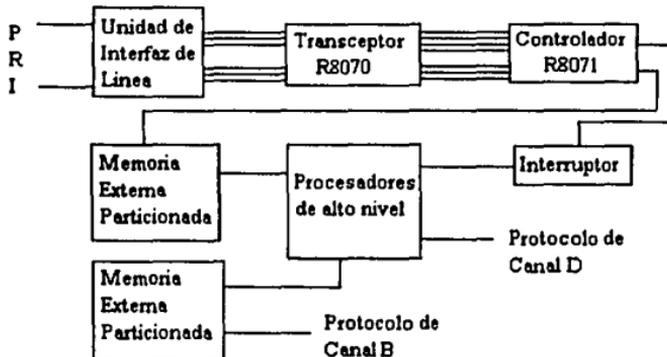


VI.5.- Características del controlador R8071.

VI.5.1.- Introducción.

El controlador R8071 forma parte del hardware que la compañía de componentes electrónicos Rockwell proveé para la implementación de un acceso a nivel primario a una Red Digital de Servicios Integrados.

La arquitectura básica se conforma de un diagrama de bloques como el que se presenta a continuación:



En esta arquitectura, la Unidad de interfaz lineal (LIU), proveé funciones básicas a nivel de bit para extracción de reloj y modulación.

El Transceptor R8070 proveé funciones de formato y sincronización en la portadora.

El controlador R8071 administra el procesamiento de tramas con formato HDLC en los canales individuales B y D.

Los procesadores de alto nivel, se encargan de proporcionar factores que permiten distinguir las funciones de señalización entre funciones de canal D y funciones de canal B.

Los buffers contenidos dentro de la porción de memoria externa, contienen información tal como la longitud de datos almacenada, la dirección del bufer, el tamaño del bufer, el estatus del buffer y datos de información.

Los datos provenientes de tramas con formato HDLC se almacenan periódicamente en las porciones de memoria, en un sólo bufer ó en varios.

Cuando un bufer contiene la totalidad de la trama HDLC, la longitud de los datos contenidos se almacena en dos octetos destinados para la longitud de datos. Dos porciones de la sección del bufer son asignadas, una para información del protocolo de canal D, y la otra para la información de protocolos de canal B.

VI.5.2.- Características.

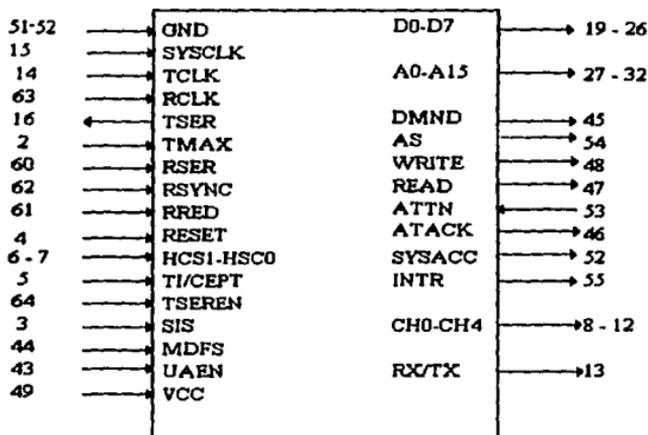
El Controlador R8071 opera en el nivel 2 (capa de enlace) del modelo ISA y se apoya entre el transceptor R8070 y uno ó varios servidores.

El R8071 transmite y recibe información a velocidades de hasta 2.048 Mbps proporcionándole el correspondiente formato de trama. El circuito provee funciones con formato HDLC para información sincrona y administra bufer de memoria para cada canal de datos activo, incluyendo señalización por canal común usando simples estructuras de lazos.

El R8071 es compatible con la RDSI, y acepta conexión de aplicaciones de computadoras que se comunican en modo paquete a un acceso de nivel básico y primario. Las aplicaciones soportadas son compatibles con protocolos HDLC, X.25, LAP B.

El controlador R8071 transmite ó recibe datos desde un tranceptor R8070 en formatos de trama PCM, también transfiere los datos en palabras de 8 bits en paralelo hacia y desde una porción de memoria externa mediante un servidor de terminales.

La asignación de patillas del circuito se muestra en la figura de la siguiente página.



GND - corresponde a la tierra del sistema.

SYSCLK - es el reloj del sistema, funciona a 4.096 Mhz para tramas de 30 canales.

TCLK - reloj de transmisor, su frecuencia de transmisión es la mitad de la del SYSCLK.

RCLK - reloj del receptor,.

TSER - transmisor de datos en serie.

RSER - receptor de datos en serie.

TMAX - Proporciona la sincronización para la transmisión de multitramas.

RSYNC - Proporciona una referencia para la sincronización de tramas.

RRED - Indica que hay una alarma en la trama.
RESET - Reinicializa el sistema.
HCS1 - HCS0 - Son la selección de tramas de 30 canales.
T1/*CEPT - Selección de tramas con formato E1 ó T1.
TSEREN - Entrada de habilitación de TSER.
SIS - Selección de interfaz en serie.
MDFS - Selección de formato de los datos de memoria. MSB, LSB.
*UAEN - Habilitación de las direcciones de memoria.
Vcc - Suministro de voltaje de 5 v de corriente directa.
D0-D7 - Bus de líneas de memoria de datos.
A0-A15 - Líneas de direcciones de memoria.
DMND - Petición de memoria.
*AS - Aprobador de líneas de dirección de memoria.
*WRITE - Escritura en memoria.
*READ - Salida de memoria.
ATTN - Entrada que ordena atención desde el R8071 hacia la porción de memoria. Una secuencia de acceso a la memoria se ordena tan pronto como ATTN se afirma. ATTN es negada en respuesta a ATTACK.
ATTACK - Reconocimiento de atención. Salida activa en alto confirmada cuando las secuencias de acceso de memoria se completan. ATTACK es negada en respuesta a la negación de ATTN.
SYSACC - Confirma que el R8071 está accedendo una de las locaciones de memoria.
*INTR - Interrupción para indicar que la condición del bufer de memoria se está actualizando.
CH0-CH4 - Indica el número de canal en servicio.
RX/*TX - Indica si el canal es transmisor ó receptor.

* complemento de la función.

VI.5.3.- Funcionamiento.

El R8071 trae los datos a transmitir desde la memoria externa particionada, los procesa en 32 canales dandoles un cierto formato de trama así como adaptación de velocidad y los transmite al tranceptor en serie. Análogamente, el receptor procesa canal por canal la información quitando el

formato de trama y restableciendo la velocidad original de la información, almacenando los datos en la porción de memoria.

Las funciones internas del controlador se pueden representar mediante 5 bloques importantes:

- Procesador de transmisión de datos.
- Procesador de recepción de datos.
- Administrador de memoria.
- Controlador de circuito.
- Sistema de monitoreo.

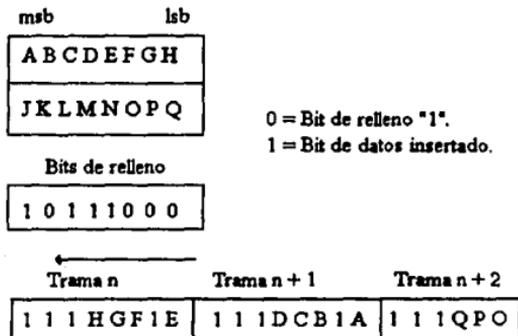
VI.5.3.1.- Procesador de transmisión de datos.

El procesador de transmisión de datos responde al formato de trama HDLC, se generan banderas, activa y aborta códigos, inserta ceros para la transparencia de bit, calcula la secuencia de verificación de trama y da forma a las tramas HDLC de la información proveniente de la memoria particionada.

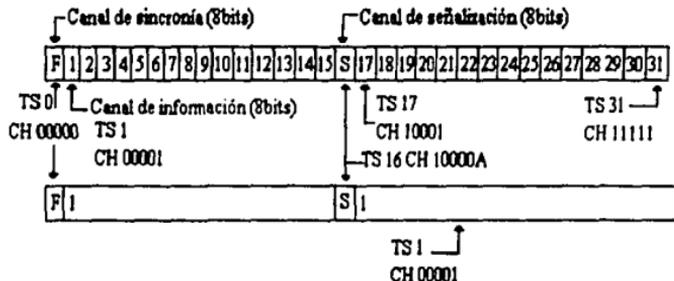
La adaptación de velocidad se realiza de acuerdo al procedimiento especificado en la Recomendación V.110 del CCITT y que ya fué vista en el punto VI.3. Las velocidades inferiores a 64 Kbps de la forma $n \times 8$ Kbps ($n = 1$ hasta 8) se adaptan a la velocidad estándar de 64 Kbps mediante la inserción de un determinado número de bits de relleno (bits "1"), que se especifica en la porción de memoria externa. La secuencia de bits resultante consiste de los bits de información y de los bits de relleno.

Un número determinado de banderas HDLC se agregan al final de la trama como secuencias de relleno.

La siguiente figura representa la manera como son intercalados los bits de relleno:



Cada canal de 64 Kbps se agrupa dentro de una trama estandar RDSI, que es idéntica a la analizada en el capítulo II, y que se presenta a continuación:



El procesador de transmisión de datos se conecta directamente con el tranceptor R8070. La salida de transmisión de datos en serie TSER está manejado por el tren de datos llegados de la memoria. El reloj de transmisión TCLK es el tiempo de referencia para TSER. La sincronización para la transmisión de multitrama TMAX, es la referencia para comenzar la trama.

TSER se pone a alta impedancia (tres estados) cuando la entrada TSEREN es baja y el bit de relleno es "0", como se define en la siguiente tabla:

TSEREN	Bit de relleno	
	0	1
ALTO	Envía "1" sobre TSER	Envía datos sobre TSER
BAJO	Salida de alta impeancia sobre TSER.	Envía datos sobre TSER

Esto habilita la conexión de ocho salidas TSER juntas, y permite a varios controladores R8071 programarse mutuamente con secuencias de relleno exclusivas para operar en un modo de multiplexación por división de tiempo.

VI.5.3.2.- Procesador de recepción de datos.

El procesador de recepción de datos detecta banderas, inserta y quita ceros de relleno y también chequea la secuencia de verificación de trama. La serie de datos resultante incluyendo la cabecera de la trama HDLC (campos de dirección y de control), son ensamblados en palabras de 8 bits para ser almacenados en la memoria.

La serie de datos recibidos, es extraída de la entrada serie de datos recibidos RSER en el extremo de caída del reloj del receptor RCLK. La entrada de sincronización del receptor RSYNC, proporciona una referencia de sincronización para la trama.

VI.5.3.3.- Administrador de memoria.

El administrador de memoria controla el flujo de datos entre el procesador de transmisión de datos, el procesador de recepción de datos y los bufer de datos en la porción de memoria externa. La porción de memoria es asignada a cada canal de transmisión y de recepción como una lista de bufer puestos por el servidor de la red. El servidor solamente proporciona la cantidad de memoria suficiente en los bufer para que el tiempo real de transmisión y recepción se logre sin adelantos ni atrasos en la información.

La información contenida en los buffer, es sobre los modos de operación, el estatus de la trama HDLC, tamaño del bufer, número de datos transmitidos ó recibidos, dirección del bufer y los datos transmitidos ó recibidos.

Durante la transmisión, las ordenes libre MPTY, comando CMND, trama completa/memoria parcial de datos CF*P son monitoreadas en el octeto de transmisión de estatus. El MPTY, la dirección de memoria inválida IVBA e información atrasada UNDR son actualizados en la porción de memoria.

Durante la recepción, MPTY, CMND, CF*P son monitoreados en el octeto de estatus del receptor.

VI.5.3.4.- Controlador de circuito.

El controlador de circuito proporciona el tiempo central del circuito y el control para otras funciones del circuito.

El reloj general y el tiempo interno de la interfaz se deriva del reloj del sistema SYSCLK.

VI.5.3.5.- Interface en serie hacia el tranceptor R8070.

Durante la transmisión la salida de serie de datos TSER varia de acuerdo a la variación de la señal de reloj TCLK, tal como se muestra en la figura VI.5.3.5.a. TSER es una salida de tres estados; su actual nivel lógico y su nivel de impedancia sobre algún período de bit se determinan por la correspondiente combinación del bit de relleno y la entrada TSEREN.

La operación de sincronización entre el R8071 y el R8070 es atendida por la aplicación TMAX. Cuando TMAX está sincronizado, el R8071 estará transmitiendo el último bit de una trama. Cuando TMAX se aplica para iniciar sincronía, el transmisor completa el proceso del canal actual, rellena el espacio restante con "1"s y comienza a transmitir el bit 1 del primer canal.

Durante la recepción, el receptor de datos RSER se procesa en la caída de los pulsos RCLK a una velocidad de 2.048 Mbps. La entrada RSYNC proporciona la sincronización de la trama en la subida del pulso RCLK y el

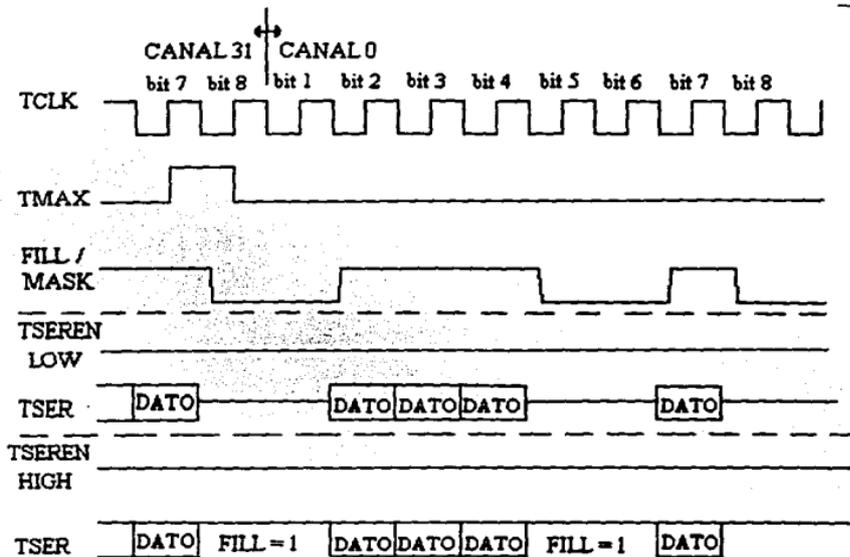


Figura VI.5.3.5.a.

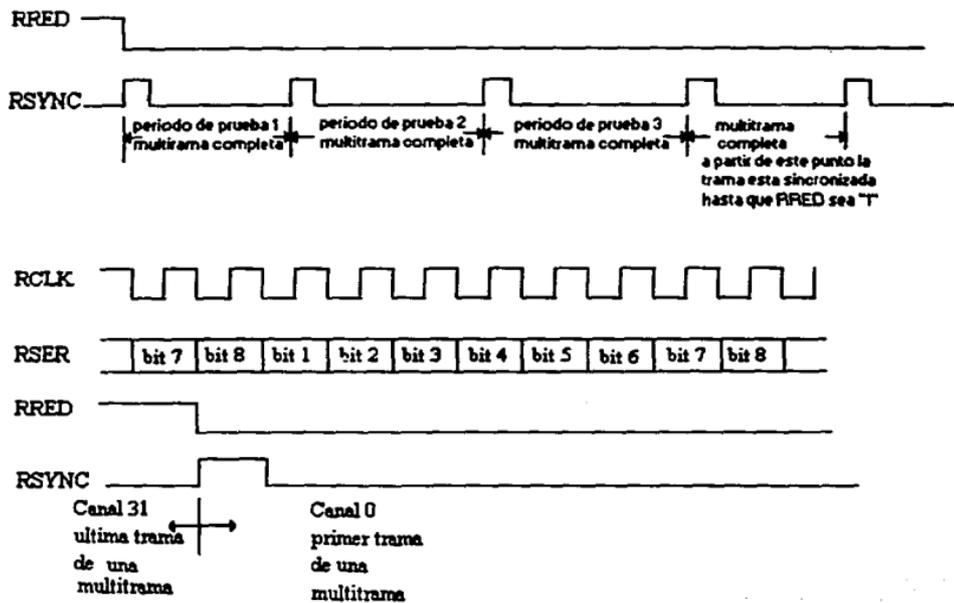


Figura VI.5.3.5.b.

bit 1 en el canal 0 de la primer trama de una multitrama. Esto se muestra en la figura VI.5.3.5.b.

VI.5.4.- Organización de la memoria.

La transmisión de los datos, la recepción de los datos y los comandos de canal son organizados en la memoria por el servidor y el R8071.

Dentro de la organización de la memoria externa se encuentra un octeto de activación del canal y punteros de canal.

El octeto de activación de canal tiene la función de activar ó desactivar un canal de información, además se indica si el canal es de transmisión ó de recepción, también se indica el número del canal en uso.

Los punteros de canal indican a la memoria el principio de las direcciones de bufer de cada canal. Un bufer es un grupo de locaciones de memoria para un grupo de datos ordenados. El número de locaciones de memoria en el bufer depende en la disponibilidad de memoria y el tamaño de la trama. Los bufer de canal pueden residir en cualquier lugar dentro del rango de direccionamiento de los punteros de canal.

La figura VI.5.4.a, muestra lo anterior.

Dentro del bufer se encuentran 7 octetos que contienen información que describe al bufer en sí. Otro grupo de k octetos dan información sobre los datos del usuario, que tienen que ser formateados de acuerdo a la trama HDLC.

Esto se muestra en la figura VI.5.4.b

La organización del bufer se muestra en la figura VI.5.4.c.

El primer grupo de 7 octetos contienen la descripción del bufer, como se menciona anteriormente, dicha descripción implica información sobre el puntero del enlace del siguiente bufer de datos a transmitir, el tamaño del bufer, y el número de octetos de información en el bufer, así como el estatus del bufer.

Dentro del octeto de estatus, se encuentra el comando LIBRE (MPTY), el cual informa al R8071 que el bufer de datos está libre, es decir que no contiene información a transmitir. Cuando el bit MPY es enviado por el R8071, es para informar al servidor que el R8071 ha completado la

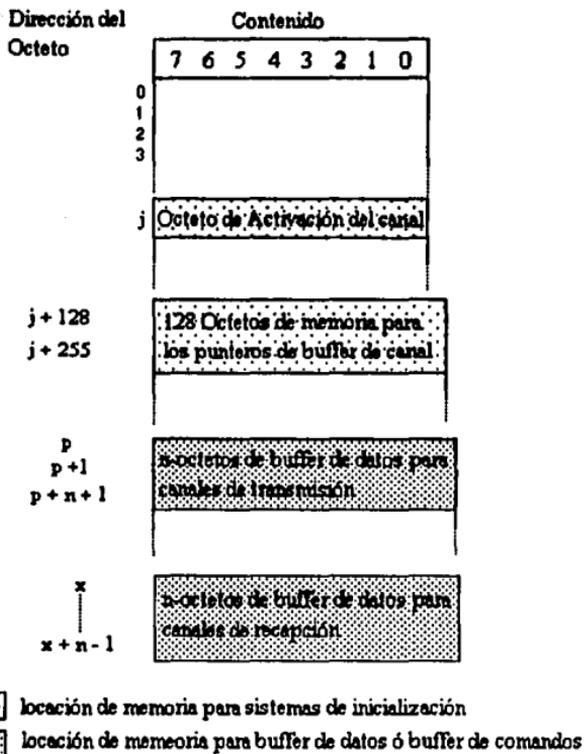


Figura VI.5.4.a.

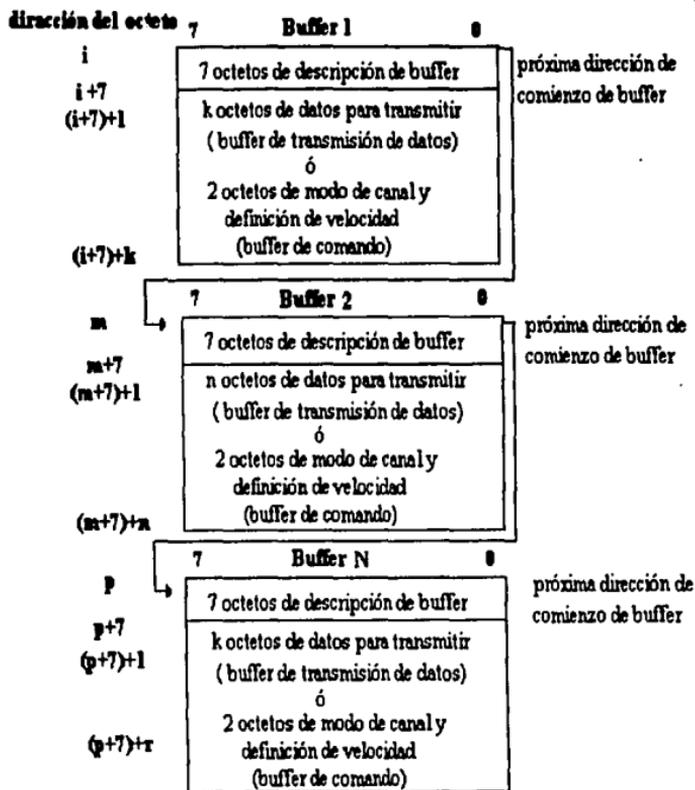


Figura VI.5.4.b

Dirección de Octeto	CONTENIDO							
	7	6	5	4	3	2	1	0
i	msb							
i+1	próxima dirección de buffer							lsb
i+2	X	X	X	X	tamaño de buffer (k)			
i+3								
i+4	FC	FO	X	X	longitud de datos (j)			
i+5								
i+6	No usado por el R8071							
i+7	STATUS							
	UNDR	IVBA	X	X	X	CF/P	CMND	MPTY
(i+7)+1	Primer octeto de datos							
(i+7)+2	Segundo octeto de datos							
(i+7)+j	Ultimo octeto de datos							
(i+7)+j+1	Contador de banderas							
(i+7)+k	Ultima locación en el buffer							

Figura VI.5.4.c

transmisión de todos los datos en ese bufer ó completado el procesamiento de un comando de bufer.

El bit de COMANDO (CMND), es puesto por el servidor para informar al R8071 que éste bufer es un bufer comando. Un bufer comando contiene la definición de un modo de canal específico e información de relleno.

El bit CF/P es puesto por el R8071, para indicar que el bufer contiene el último octeto de una secuencia de octetos para ser formateados de acuerdo al protocolo HDLC. El R8071 agrega automáticamente los octetos de SVT y de bandera antes de pasar al siguiente bufer. Reinicializado indica que el bufer contiene sólo una parte de los datos a transmitirse, el resto está quizá en sucesivos buffers. Esto se conoce como bufer parcial de datos. El número del octeto actual de datos está especificado en los 12 bits del octeto de longitud de datos.

El bit IVBA ó dirección invalida, se pone por el R8071 para indicar que se encontró una dirección invalida de bufer, por ejemplo una dirección que comience por 16 "0"s. En este caso, el canal de transmisión del R8071 ejecuta el estado inactivo y transmite octetos de "1"s consecutivos hasta que un canal sea activado por el transmisor.

El bit UNDR ó retraso, es habilitado por el R8071 cuando un canal de transmisión no transmite datos. Tal es el caso de cuando el R8071 encuentra alguna dirección invalida, un bufer desocupado ó un bufer de comando siguiendo un bit de datos parcial.

Los siguientes octetos contendrán la información del usuario.

Lo requerimientos del sistema demandan que en un período de canal (8 períodos TCLK), se tomen un octeto de transmisión y uno de recepción.

El R8071 divide un período de canal en dos partes, cada una con una duración de 4 períodos TCLK.

Durante la primera mitad se accesa la memoria para obtener información de comando de canal, descripción del bufer, información sobre los datos transmitidos para un canal transmisor.

En la siguiente mitad, se obtienen los mismos datos pero para el canal receptor.

Al iniciar cada medio período, el R8071 tiene listos los 5 bits de código de canal CH0-CH4. Se especifica además si el canal es transmisor ó receptor mediante la salida RX/TX. Alrededor de medio período TCLK, se confirma la salida demanda de memoria DMND.

La orden DMND informa a alguna porción de memoria externa que el R8071 necesita acceso incondicional a la porción de memoria dentro de un período TCLK. De esta manera el R8071 no espera ningún reconocimiento de memoria para comenzar el acceso.

Antes de afirmar la asignación *READ ó *WRITE, el R8071 afirma la asignación de dirección de memoria *AS. Al final del pulso *AS la dirección de memoria en las líneas A0-A15 es valida. Simultaneamente cuando la dirección de memoria cambia, la salida SYSACC es afirmada, haciendo que la memoria del sistema se comience a direccionar.

Después de afirmar *AS, se da paso a las funciones *READ ó *WRITE para las operaciones de lectura ó escritura. Los datos en la salida de bus de datos D0-D7, se cierran por el R8071 justo antes de comenzar el período de lectura. Durante el período de escritura, los datos se escriben en memoria.

Una vez que el R8071 realiza el primer acceso de memoria, éste asume que el acceso continuo a la memoria está garantizado tanto como DMND esté activo. Después de terminar el requerimiento de memoria, el R8071 niega la salida DMND, indicando que no necesita más acceso. Esto también niega la salida SYSACC en la medida que no se accesan locaciones del sistema de memoria.

Cuando el R8071 encuentra una dirección de memoria invalida en algún canal, obliga a dicho canal a un estado inactivo, y además activa el bit de estatus de dirección invalida IVBA. El canal recuperará el estado activo, sólo si el sistema servidor afirma la entrada ATTN.

Cuando se reinicializa el sistema, todos los canales de transmisión son obligados a ponerse en estado inactivo. Todos los canales de transmisión son inicializados al modo HDLC con un octeto de relleno de 8 "0"s. Ningún dato es transferido desde la memoria. Todos los canales receptores son forzados al estado inactivo, siendo puestos al modo HDLC con octetos de relleno de 8 "0"s. Ningún dato se escribe en la memoria. El sincronizador de multitrama

de recepción RSYNC, y la entrada RRED son monitoreados por el R8071 para comprobar la sincronización de trama del receptor.

El servidor puede activar o desactivar un canal de transmisión ó de recepción. Se escoge una dirección por medio de un comando bufer y escribe los dos octetos de dicha dirección como la información en la locación de memoria dedicada para inicializar el canal.

Entonces se prepara un comando para la descripción del modo de operación. Un conjunto de bufer de datos se crea por el servidor, siguiendo al comando bufer. Esto completa la preparación para activar un canal.

Como último paso, el servidor proporciona al octeto de activación de canal información acerca del número de canal, dirección del canal, y el comando de activación afirma entonces la entrada ATTN hacia el R8071.

Si ATTN está afirmado, el R8071 lee primero el octeto de activación de canal. Basado en el número de canal, lee la dirección de comienzo del primer bufer del puntero de bufer del canal, un octeto a la vez. Se almacena la dirección del principio del bufer internamente y se reconoce el cumplimiento de la tarea afirmando ATTACK. El servidor puede responder al ATTACK por la negación del ATTN.

La negación del ATTN ocasiona que la salida ATTACK sea negada. De esta forma, el proceso de inicialización del canal se completa. Este proceso se repetirá para cada canal que necesite ser inicializado. Durante cada acceso al sistema de memoria el R8071 afirma la salida SYSACC. Esto requiere crear tres accesos al sistema de memoria para completar el procesamiento del canal ATTN.

El orden de transmisión de los octetos de datos es en la misma secuencia en que fueron dispuestos en direcciones ascendentes en los bufer externos. La información en la dirección de octeto m , se transmite primero, la que está en la dirección $m+1$ se transmite después, y así sucesivamente hasta que la información de un bufer en particular se agote. Después, el R8071 comienza a transmitir el siguiente octeto desde el siguiente bufer cuya dirección está especificada en el bufer actual. La transición hacia el siguiente bufer es transparente al servidor mientras se mantenga el flujo de información.

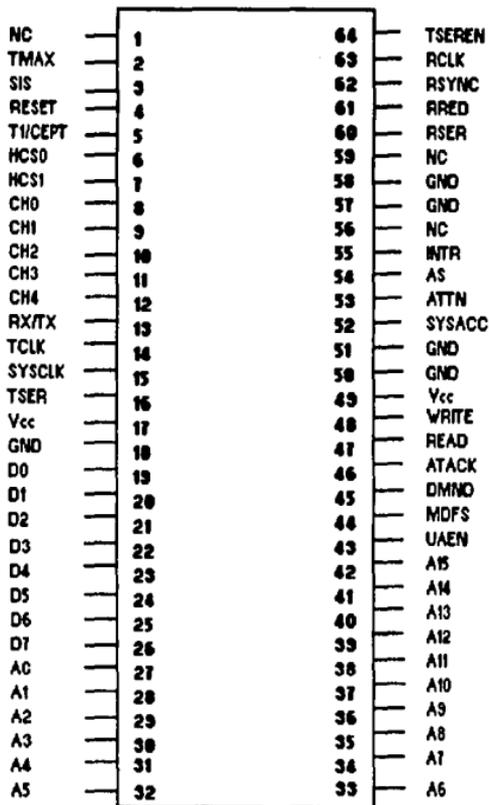
VI.5.5.- Características eléctricas.

Los parámetros de operación del circuito controlador R8071 son los siguientes:

Parámetro	Simbolo	Min	Max	Unidades
Voltaje de alimentación:	V _{CC}	4.75	5.25	V c.d.
Temperatura de operación:	T _A	0	70	°C.
Voltaje de entrada bajo	V _{IL}	-0.3	0.8	V c.d.
Voltaje de entrada alto	V _{IH}	2.0	V _{CC} + 0.3	V c.d.
Voltaje de salida bajo	V _{OL}	---	0.4	V c.d.
Voltaje de salida alto	V _{OH}	3.5	---	V c.d.
Corriente de salida baja	I _{OL}	3.2	---	mA
Corriente de salida alta	I _{OH}	-200	---	μA
Capacitancia de entrada	C _{IN}	---	5	pF
Disipación de potencia	P _{WD}	---	250	mW

La figura VI.5.5.a, muestra la asignación completa de patillas en la pastilla del controlador.

CONTROLADOR ROKWELL R8071



PASTILLA DE
64 PATAS

Figura VI.5.5.a.

Apéndice A.

Todas las recomendaciones citadas en éste apéndice fueron consultada del libro azul del CCITT.

Fascículo III.3.-

Rec. G.611.- Características de los cables de pares simétricos para transmisión analógica.

Rec. G.613.- Características de los cables de pares simétricos que puedan utilizarse en su totalidad para la transmisión de señales en sistemas digitales a velocidades binarias de hasta 2 Mbps.

Rec. G.621.- Características de los cables de pares coaxiales de 1.2/4.4mm.

Rec. G.622.- Características de los cables de pares coaxiales de 0.7/2.9mm.

Fascículo III.4.

Rec. G.703.- Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales jerárquicos.

Rec. G.704.- Estructuras de trama síncrona utilizadas en los niveles jerárquicos primario y secundario.

Rec. G.711.- Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales.

Fascículo III.7.

Rec. I.110.- Preámbulo y estructura general de las recomendaciones de la serie I relativas a la red digital de servicios integrados.

Rec. I.120.- Redes digitales de servicios integrados (RDSI).

Rec. I.130.- Métodos de caracterización de los servicios de telecomunicación prestados por una RDSI y de las capacidades de red de una RDSI.

Rec. I.240.- Definición de teleservicios.

Rec. I.250.- Definición de servicios suplementarios.

Fascículo III.8.-

Rec. I.410.- Aspectos generales y principios relativos a las recomendaciones sobre interfaces usuario-red de la RDSI.

Rec. I.411.- Configuraciones de referencia de los interfaces usuario-red de la RDSI.

Rec. I.412.- Estructuras del interfaz y capacidades de acceso de los interfaces usuario-red de la RDSI.

Rec. I.430.- Especificación de la capa 1 del interfaz usuario red básico.

Rec. I.431.- Especificación de la capa 1 del interfaz usuario-red a velocidad primaria.

Rec. I.460.- Multiplexación, adaptación de la velocidad y soporte de interfaces existentes.

Fascículo VI.1.

Rec. Q.23.- Características técnicas de los aparatos telefónicos de teclado.

Rec. Q.24.- Recepción de señales multifrecuencia de aparatos de teclado.

Rec. Q.25.- Dispositivos de corte y tiempo de identificación de las señales en los sistemas de señalización dentro de banda.

Rec. Q.35.- Características técnicas de los tonos para el servicio telefónico.

Fascículo VI.10.-

Rec. Q.920.- Aspectos generales de la capa enlace de datos del interfaz usuario-red de la RDSI.

Rec. Q.921.- Especificación de la capa de enlace de datos del interfaz usuario-red de la RDSI.

Fascículo VI.11.

Rec. Q.930.- Aspectos generales de la capa 3 de interfaz usuario-red de la RDSI.

Rec. Q.931.- Especificación de la capa 3 del interfaz usuario-red de la RDSI para el control de llamadas básico.

Fascículo VIII.1.

Rec. V.24.- Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación de circuito de datos (ETCD).

Rec. V35.- Transmisión de datos a 48 Kbps por medio de circuitos en grupo primario de 60 a 108 khz.

Rec. V110.- Soporte proporcionado por una red digital de servicios integrados (RDSI) a equipos terminales de datos (ETD) con interfaces del tipo serie V.

Fascículo VIII.2.-

Rec. X.1.- Clases de servicio internacional de usuario en redes públicas de datos y en redes digitales de servicios integrados (RDSI).

Rec. X.3.- Facilidad de empaquetado/desempaquetado de datos (EDD) en una red pública de datos.

Rec. X.28.- Interfaz entre ETD y ETCD para equipos terminales de datos en modo arranque parada que accedan a una facilidad de ensamblado/desensamblado de paquetes (EDD) y otro ETD en modo paquete ú otro EDD.

Rec. X.30.- Soporte de equipos de datos (ETD) basados en las recomendaciones X.21, X.21bis y X.20bis por una red digital de servicios integrados.

Rec X.31.- Soporte de equipos terminales en modo paquete por una red digital de servicios integrados.

Fascículo VIII.3.

Rec. X.21.- Interfaz entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación de circuito de datos (ETCD) para funcionamiento síncrono en redes públicas de datos.

Rec. X.25.- Interfaz entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación de circuito de datos (ETCD) para equipos terminales que funcionen en modo paquete y conectados a redes públicas de datos por circuitos especializados.

Fascículo VIII.5.

Rec. X.75.- Sistema de señalización para el control de terminal y del tránsito para los servicios de arranque/parada a través de circuitos internacionales entre dos redes de datos de conmutación de paquetes.

Fascículo VIII.6.

Rec. X.121.- Plan internacional de numeración para redes de datos públicas.

Conclusiones:

Como se ha visto, el uso de la tecnología digital, ha brindado la facilidad de transmitir una gran variedad de señales, como son: señales de voz, de datos, imágenes de video y fax, usando la misma red

Al mismo tiempo la implementación de sistemas digitales a gran escala ofrecen más facilidades debido a que sus dispositivos son más económicos que sus equivalentes analógicos.

Los sistemas digitales evitan los problemas tradicionales de las señales analógicas, como pueden ser la atenuación, la presencia de ruido que va ligado a la señal transmitida, la degeneración de la señal, expresando las formas de onda analógicas mediante representaciones digitales binarias, dada la facilidad de regeneración.

Estos códigos digitales representan muestras de la forma de onda analógica.

A medida que la señal atraviesa el canal de comunicación, sólo habrá que detectar la presencia ó ausencia de un pulso digital binario, y no la amplitud de una señal continua, como en el caso analógico. Basta que la amplitud del pulso esté por encima de un determinado nivel de umbral para que se de por aceptado.

Pero la posibilidad de enviar señales de voz en forma digital es sólo una entre los múltiples servicios y facilidades que ofrece una RDSI

Para la administración telefónica Nacional (Telmex), el hecho de contar con la infraestructura de una RDSI, le permite la gran oportunidad de ampliar el número de servicios al usuario grande ó pequeño.

Le permite ofrecer además una conectividad digital de extremo a extremo por la red, entregando al usuario sólo la interfaz de tipo básico ó primario para conectarse a la RDSI, aún cuando el equipo terminal del usuario no cuente con las características de velocidad de transmisión ó de señalización compatibles con la red.

También le permite la normalización de los servicios que se ofrecen a los usuarios con el fin de favorecer la compatibilidad internacional. La normalización de los interfaces entre el usuario y la red, con el objeto de promover el desarrollo de terminales y equipos de red por parte de proveedores y fabricantes independientes.

Con la implementación de una RDSI, Télmex tiene la oportunidad de seguir compitiendo a nivel nacional e internacional con empresas tales como ATT, MCI, northern telecom, Teléfonos del norte, IUSA, los cuales empiezan ya a organizarse en uniones.

Al usuario, el hecho de contar con una RDSI de tipo público le permite una conectividad de tipo digital de extremo a extremo, sin verse en la necesidad de tener que implementar una red propia entre los extremos terminales, la cual repercutiría en mayores costos.

La RDSI abre las puertas al usuario particular, cuyas necesidades son menores pero no menos importantes. Con una conexión RDSI, se puede prescindir incluso de modems ó de teléfonos, para acceder a cualquier parte donde se desee.

Por tal motivo, el presente trabajo enfatizó los conceptos de RDSI. Adicionalmente y siendo las redes de transmisión de datos un punto neurálgico de las comunicaciones actuales, y sabiendo además que X.25 es y seguirá siendo durante un buen tiempo la plataforma de despegue de las redes de datos a nivel mundial, el presente trabajo enfatizó también su funcionamiento.

Podemos concluir que el conocimiento de la integración de servicios X.25 hacia RDSI, permitirá a los usuarios terminales y de los medios, la explotación eficiente de los recursos presentes en las redes, así como la optimización en los diseños de dispositivos inherentes a las redes en cuestión.

Bibliografía:

- 1.- **Sistemas de telecomunicación y transmisión.**
P. H. Smale y D. C. Green.
Ed. Paraninfo.
- 2.- **Sistemas de comunicaciones.**
Jose Manuel Huidobro.
Ed. Paraninfo.
- 3.- **Ingeniería de las telecomunicaciones.**
John Dunlop y D. Geoffrey Smith.
Ed. Gustavo Gili.
- 4.- **Digital telephony.**
John Belamy.
Ed. John Wiley & sons.
- 5.- **Transmisión de información, modulación y ruido.**
Mischa Schwartz.
Ed. Mgraw Hill.
- 6.- **Integrated Services Digital Networks.**
Anthony M. Rutkowski.
Ed. Artech House Inc.
- 7.- **Advanced digital communications.**
Dr. Kamilo Feher, editor.
Ed. Prentice Hall.
- 8.- **Digital, analog and data communications**
William Sinnema & Tom Mgovern.
Ed. Prentice Hall.

- 9.- **Redes de computadoras: normas, protocolos e interfaces.**
Uyless Black.
Ed. Macrobot.
- 10.- **Introduction to ISDN.**
William Stalling.
Ed. Mcmillan.
- 11.- **ISDN in perspective.**
Fred R. Goldstein.
Ed. Adison Wesley publishing Co.
- 12.- **Integrated Services Digital Networks: architectures,
Protocols and Standards.**
Hermann J. Helyert.
Ed. Adison Wesley publishing Co.
- 13.- **Data communications networking devices.**
Gilbert Held.
Ed. John Wiley & sons.
- 14.- **Telecommunications system design.**
Patrick D. Van der Pajje.
Ed. John Wiley & sons.
- 15.- **Redes de ordenadores.**
Andrew S. Tanenbaum.
Ed. Prentice Hall.
- 16.- **Telecommunications networks: Protocols, modeling and analysis.**
Mischa Schwartz.
Ed. Adison Wesley publishing Co.
- 17.- **Ingenieria de sistemas de telecomunicaciones.**
Roger L. Freeman.
Ed. Limusa.

- 18.- ISDN systems.
Ryoichi Komiya, editor.
Ed. Prentice Hall.
- 19.- R8071 ISDN/DMI link layer controller.
prepared by Roger L. Fuhman.
Ed. Rockwell international, Semiconductor products division.
- 20.- Receiver Synchronization in the R8070.
prepared by Roger L. Fuhman.
Ed. Rockwell international, Semiconductor products division.
- 21.- El teléfono.
Enrique Cardenas de la Peña.
S.C.T. 1987.
- 22.- Revista de comunicaciones y transportes.
Marzo - Abril -1976.
Epoca III. No. 27.
- 23.- Recomendaciones del CCITT.
publicación de la UIT, libro azul.