

111
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE IMPLEMENTACION DEL ENLACE DE LA RED DIGITAL INTEGRADA CON SUS USUARIOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

RAFAEL LOPEZ MATIAS

Director de Tesis

ING. MARIO A. IBARRA PEREYRA



MEXICO, D. F.

1990

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS:

A la vida por lo que me ha permitido ser.

A mis padres a los que les debo tanto y que con su ejemplo me inculcaron el sentido de la responsabilidad y la constancia.

A mis hermanos por el apoyo que siempre me han brindado.

AGRADECIMIENTOS:

A Ing. Mario A. Ibarra por su gran apoyo y paciencia.

A la Facultad de Ingeniería por dar tanto a sus alumnos sin esperar recibir nada a cambio.

A Teléfonos de México por las facilidades otorgadas.

A mi novia por su comprensión y ayuda para terminar la tesis.

INDICE TEMATICO

1.	Introducción	1
	1.1 Objetivo de la tesis.	1
	1.2 Panorama general.	2
	1.2.1. La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).	4
	1.2.1a Elementos básicos y evolución.	5
	1.2.1b Características de la RDSI.	7
	1.2.1c Características técnicas de la RDSI.	8
	1.2.1d Acceso básico a la RDSI.	9
	1.2.1e Ventajas de la RDSI sobre el diseño tradicional de redes.	9
	1.3 Contenido de la tesis.	10
2.	Antecedentes históricos	11
	2.1 La red superpuesta.	11
	2.1.1 estructura de la red superpuesta.	13
3.	Medios de transmisión	16
	3.1 Par de hilos.	16
	3.2 Cable coaxial.	19
	3.3 Satélite	22
	3.3.1 Órbitas	24
	3.4 Fibra óptica.	26
	3.4.1 Introducción.	26
	3.4.2 Fibra óptica	28
	3.4.3 Teoría de la fibra óptica.	32
	3.4.4 Cables ópticos.	34
	3.4.5 Empalmes y conectores.	37
	3.4.6 Transmisores ópticos.	38
	3.4.7 Receptores ópticos.	40
	3.4.8 Sistema básico para la comunicación por fibra óptica.	42

4.	La Red Digital Integrada	44
4.1	Red digital terrestre	44
4.2	Red digital terrestre: servicios y aplicaciones.	49
4.1.1	Cartera de servicios.	49
4.1.1a	Servicios conmutados.	49
4.1.1b	Servicios no conmutados.	52
4.1.2	Aplicaciones	54
4.3	Red satelital	57
4.3.1	Marco conceptual.	57
4.3.2	Premisas del servicio de la red satelital.	59
4.3.3	Red troncal.	60
4.3.3	Servicios de la red satelital.	60
4.3.4	Definición de servicios de la red satelital.	62
5.	Modulación	66
5.1	Transmisión digital y transmisión analógica.	66
5.1.1	Generalidades.	66
5.2	Técnicas de multiplexaje.	67
5.3	Modulación de señales analógicas.	69
5.3.1	Modulación en amplitud (AM).	70
5.3.2	Modulación en frecuencia (FM).	71
5.3.3	Modulación en fase.	72
5.4	Sistemas de modulación por pulsos.	73
5.4.1	Sistema PAM.	73
5.4.2	Sistema PTM.	74
5.4.3	Sistema PCM.	75
5.4.4	Sistema DM.	76
5.5	Sistemas de modulación para la transmisión de datos.	77
5.5.1	Sistema ASK.	78
5.5.2	Sistema FSK.	78
5.5.3	Sistema PSK.	79
5.6	Transmisión de datos	80
5.6.1	Códigos de línea.	81
5.6.2	Sincronización y señalización.	84
5.6.3	Concepto de trama	85

6.	Planteamiento del problema	90
7.	Diseño del enlace usuario-red	93
	7.1 Pasos a seguir para la contratación de un enlace E1 (punto a punto o conmutado) y de un E0 o N x 64 Kbps.	93
	7.2 Características generales de instalación de los equipos multiplexores.	95
	7.3 Implementación de un enlace E1.	102
	7.4 Implementación de un enlace conmutado.	108
	7.5 Implementación de un enlace E0.	113
	7.5.1 Implementación de un enlace E1 multipunto.	114
	7.5.2 Implementación de un enlace E0.	117
8.	Secuencia de pruebas del sistema	122
	8.1 Estándares de tramas.	122
	8.1.1 Manejo de señales de N x 64 Kbps.	123
	8.1.2 Servicios a sub-64 Kbps.	124
	8.2 Procedimiento para la entrega de servicios al cliente.	125
	8.2.1 Sistema E1.	125
	8.2.1a Definición del servicio.	125
	8.2.1b Condiciones de instalación.	125
	8.2.1c Calidad de transmisión.	129
	8.2.1d Condiciones de prueba.	129
	8.2.2 Sistema E1 nacional.	130
	8.2.2a Condiciones de prueba.	130
	8.2.3 Sistema E1 internacional.	131
	8.2.3a Condiciones de prueba.	132
	8.2.3b Prueba punto a punto.	133
	8.2.4 Sistema E0 y N x 64 Kbps.	134
	8.2.4a Definición del servicio.	134
	8.2.4b Condiciones de instalación.	135
	8.2.4c Prueba de servicio.	136
	8.2.4d Condiciones de prueba.	137

8.2.4e Pruebas de calidad.	139
8.2.4f Equipo requerido.	140
8.2.5 Troncal digital.	141
8.2.5a Definición del servicio.	141
8.2.5b Condiciones de instalación.	142
8.2.5c Condiciones de operación.	143
8.2.5d Calidad de transmisión.	143
8.2.5e Condiciones de prueba.	144
8.2.5f Alarmas de transmisión.	145
8.2.5g Activación de la central.	145
8.2.5h Pruebas de tráfico saliente.	145
8.2.5i Pruebas de tráfico entrante.	146
9. Impacto social de las redes de datos	147
10. Conclusiones	149
11. Apéndice	154
12. Bibliografía	190

1. INTRODUCCION

El uso generalizado de las computadoras, que se ha registrado en los últimos años, principalmente de PC's, ha provocado una modificación de las normas para el intercambio de información. La extensa variedad de equipos en lo que se refiere a la capacidad, tecnologías de fabricación y áreas de aplicación, genera muchos problemas para lograr una comunicación eficiente entre ellos. El concepto de conectividad toma relevancia, ya que se refiere a la capacidad de comunicación entre sistemas diferentes, y su objetivo es lograr una comunicación de carácter universal entre computadores.

1.1 OBJETIVO DE LA TESIS

Al iniciar cualquier actividad, el individuo como un ser racional, se plantea un objetivo, algunas veces no tan claro como en otras. De alguna u otra forma algo nos motiva a esforzarnos, ya que al final lograremos lo que realmente deseamos. Un objetivo en ocasiones se consigue rápidamente, otras veces no; todo depende del empeño puesto para lograrlo.

Haciendo énfasis en lo anterior, el presente trabajo de tesis persigue dos objetivos, el objetivo académico unido con un objetivo profesional.

El objetivo académico que se contempla se deriva de la experiencia laboral adquirida en los proyectos que se desarrollan en la Red Digital Integrada de Teléfonos de México. La RDI de Telmex proporciona a sus usuarios distintos servicios entre los que se encuentran las troncales digitales y los enlaces dedicados punto a punto. Por lo que en la presente tesis se pretende mostrar las metodologías

de diseño del enlace de un usuario con la RDI., haciendo referencia precisamente a estos dos tipos de servicios mencionados.

El diseño de un enlace usuario-RDI, parte de una infraestructura anteriormente creada para explotación exclusiva de Telmex, una infraestructura que se refiere a la creación de centrales telefónicas digitales, enlazadas a su vez por el medio de transmisión expreso para ello: la fibra óptica.

La inquietud de plasmar en papel las metodologías empleadas para el diseño del enlace usuario-RDI parte de la idea de mostrar algunos conocimientos relacionados con la tecnología digital. La importancia que tiene el medio de transmisión empleado en la RDI, el tipo de modulación utilizada y el impacto social de las redes de datos, son algunos de los puntos a tratar.

En cuanto al objetivo profesional, se refiere a que este trabajo de tesis es otro paso importante para el inicio de la vida como profesionista y la culminación de una fase importante: la titulación de licenciatura. Esto, aunque es algo implícito, es grato recalcarlo.

1.2 PANORAMA GENERAL.

Son distintas las opiniones que se pueden expresar sobre la importancia de las comunicaciones, las cuales varían con respecto a la época de que se trate. En la actualidad, sin duda la evolución del proceso de comunicación está ligada al desarrollo tecnológico. La importancia de las comunicaciones dependerá por lo tanto del impacto que genere la introducción de los diversos adelantos en esta área.

El uso de una determinada tecnología al servicio de las comunicaciones eléctricas involucra a tres profesionales tales como: el que proporciona los servicios, el que utiliza los servicios (usuario) y, el que facilita los instrumentos de apoyo (fabricante). De manera que, el impacto del uso de determinada tecnología puede darse a diferentes niveles: a) Internacional; b) Nacional (Estado, Gobierno); c) Industrial (empresas) e d) Individual (familiar). Dependiendo del nivel, se pueden

encontrar diversas ventajas que van desde la agilización y crecimiento de las economías, simplificación y optimización del control de la información, acercamiento de los individuos, mejoramiento de los servicios médicos, educativos y de bienestar hasta llegar al nivel del individuo donde se puede lograr un mejor aprovechamiento del tiempo, diversificando las formas de trabajo con mayor tiempo libre y más actividades recreativas.

Asociadas a las ventajas ya mencionadas se encuentran desventajas en la introducción de las nuevas tecnologías, ya que como pueden disminuir las diferencias entre países, comunidades o individuos, también se pueden agrandar, de modo que se pueden establecer como probables fuentes de problemas, la capacidad de los distintos niveles de asimilar las nuevas tecnologías, la ubicación en el marco legal tanto internacional como local para regular el área de las comunicaciones y la dependencia o posible manipulación de los servicios. La evolución de este fenómeno está ligada al desarrollo tecnológico y económico de cualquier sector de una sociedad, donde el grado de aprovechamiento dependerá de como se introduzcan y asimilen los cambios.

Las comunicaciones actuales han registrado un gran avance debido a la evolución de la tecnología digital. La importancia de la comunicación digital puede evaluarse desde dos puntos de vista, el técnico y el económico, donde ambos se ven influenciados mutuamente.

La importancia desde el punto de vista técnico radica en el hecho de que las comunicaciones que se realizan a través de dispositivos digitales son en general más confiables; esto sucede porque las técnicas de multiplexaje y señalización son un poco más simples que las analógicas. Los equipos se integran a base de dispositivos con tecnología de vanguardia en los cuales se implementan, además, etapas que reducen los posibles errores que se generan como resultado de la transmisión de información, lo cual los hace operativamente simples; además, la introducción de canales de comunicación como la fibra óptica contribuyen a aumentar la eficiencia de dichos sistemas.

Desde el punto de vista económico, en general, el hecho de implantar sistemas de comunicación más rápidos y eficientes, necesariamente debe incidir en un incremento de la productividad sea cual sea el área, nivel de aplicación o uso. Lo anterior implica la diversificación de los servicios, así como elevación de la calidad de los mismos.

Hasta mediados de los años 70's los servicios privados de telecomunicaciones estaban limitados a las comunicaciones escritas y de voz. Debido a la rápida aparición de equipo de procesamiento de información por parte de los fabricantes, los abonados (usuarios) empresariales y domésticos fueron viendo que podían y pueden satisfacer sus demandas de telecomunicaciones. Para satisfacer estos requerimientos fue necesario utilizar la red telefónica analógica para la transmisión de datos en la banda de voz con la ayuda de modems y la creación de redes especializadas, mejores y adaptadas a la demanda real, como son la redes de datos a conmutación de circuitos y de paquetes, tanto en enlaces terrestres como vía satélite.

Los servicios de telecomunicaciones han continuado su crecimiento y diversificación; nuevas aplicaciones aparecen y lo que es más importante, el círculo de usuarios es cada vez más grande, y los servicios de transmisión de datos han llegado ya al público en general (videtexto, facsimile, comunicación entre computadores, etc.). Más aún, ya es común encontrar redes de videocomunicación en algunos países, indicador palpable de la necesidad de una comunicación interactiva vía imagen.

Como resultado de los avances de la tecnología, las técnicas digitales se fueron desarrollando, y se seguirán desarrollando. Todo esto fue creando un consenso general en el mundo de las telecomunicaciones para establecer los elementos básicos de una red universal: "La Red Digital de Servicios Integrados".

La característica principal del concepto RDSI es "soportar un amplio rango de aplicaciones tanto de voz como de datos en la misma red". Un elemento clave de la integración de los servicios para RDSI es proporcionar una gran variedad de servicios utilizando un conjunto limitado de conexiones y arreglos de interfase usuario-red de propósito múltiple.

1.2.1 La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

La RDSI esencialmente se caracteriza por ofrecer conexión digital extremo a extremo para la amplia gama de servicios de telecomunicaciones "con voz" y "sin voz" en la misma red. La prestación de esos servicios deberá hacerse mediante el uso de un conjunto limitado de tipos de conexión y configuraciones.

Por definición del CCITT, la RDSI (ISDN) puede ser tomada como una red, la cual evoluciona a partir de una red de telefonía digital integrada, RDI (IDN), hacia una red de telecomunicaciones completamente digital que provee servicios a sus usuarios terminales a una velocidad de transmisión estandarizada.

1.2.1a Elementos básicos y evolución

La definición de la RDSI está basada en 3 elementos fundamentales:

1.- Conectividad Digital para Transferencia de Información: Todos los tipos de señales son transmitidos en forma digital de terminal a terminal a través de la red.

2.- Señalización por canal común: El término "señalización" designa el intercambio de señales entre las diferentes entidades funcionales de una red (centrales, procesadores, terminales, etc.) necesarias para el establecimiento y la terminación de las comunicaciones o la administración de la misma. En la RDSI, la señalización se transmite a través de toda la red y entre terminales en forma de mensajes (secuencias digitales que contienen direcciones, información y elementos de protocolos).

3.- Interfaz Usuario-Red de Propósitos Múltiples: La conexión a la RDSI permite al usuario tener a su disposición diferentes servicios como voz, telemática o videocomunicación en el mismo punto de acceso.

En lo que al primer elemento se refiere, no existe duda que el "llamado" de la RDSI hacia la universalidad descansa en su capacidad para transportar información en forma digital entre terminales diferentes.

Una señal digital es generalmente expresada como una secuencia de elementos binarios ("0" ó "1") cuya velocidad (número de elementos binarios por segundo) es adaptada a la cantidad de información a ser transmitida. La combinación de varios canales a diferentes velocidades recorriendo una troncal de alta velocidad permite que diferentes tipos de información como voz, datos e imagen sean transportados a través de una vía única. Por lo tanto, la transmisión digital permite una transferencia universal completa, en contraste con el transporte analógico en donde el canal de transmisión caracterizado por varios parámetros como el ancho de banda, la distorsión, el nivel, etc.; es más frecuentemente usado

para el transporte de un tipo particular de información. Además, la transmisión digital tiene otra ventaja considerable: la señal puede ser transmitida de un extremo al otro sin degradación, debido a su capacidad de regeneración.

Hagamos referencia ahora a la señalización por canal común (Figura 1.1). En un sistema de señalización por canal común la información que se intercambia entre los usuarios es transportada a través de la red en forma "transparente", y la información de señalización es procesada en cada nodo de la red. La señalización puede ser entonces considerada como el sistema nervioso de toda la red de telecomunicaciones, ya que su buen funcionamiento establece la diversidad y la calidad de los servicios ofrecidos al usuario.

El sistema de señalización por canal común fue definido con el objeto de explotar la "inteligencia" de los sistemas de conmutación electrónica. Este modo de señalización se deriva de las transmisiones de datos y consiste básicamente en transmitir toda la información de señalización de un grupo de circuitos a través de un solo canal.

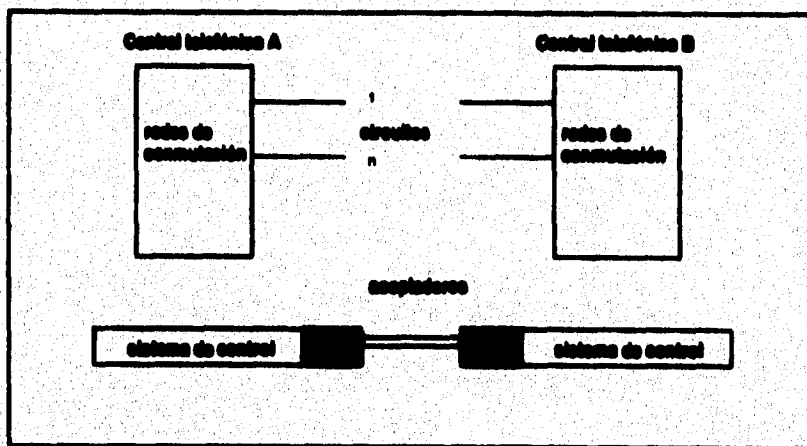


Figura 1.1 Señalización por canal común

Por lo tanto, una terminal controla el procedimiento de intercambio de mensajes en un extremo del enlace de datos. El modo de señalización por canal común permite una alta versatilidad de intercambio; un solo mensaje puede contener, por ejemplo, el número del abonado que llama y del llamado, el tipo de servicio requerido, el resultado de la medición de tráfico, etc.

La disociación en el transporte de la señalización y la información intercambiada entre usuarios, favorece la construcción de una red de señalización específica. Los nodos de comunicación de la red están conectados a través de canales comunes de señalización y el intercambio de señales entre centrales o entre centrales y terminales, se lleva a cabo en centrales de "mensajes" llamadas puntos de transferencia de señalización (STP's).

1.3.1b Características de la RDSI

-Ofrecer al abonado un acceso común sobre el cual el pueda tener todos los servicios telefónicos y no telefónicos. Así como conectar terminales en una forma flexible y económica.

-Mejorar la operación para todos los tipos de aplicaciones de conmutación de circuitos y de paquetes.

-Seguir las variaciones de la red y las condiciones de los servicios en base a una serie de etapas de evolución.

-Permitir la introducción flexible de funciones entre terminales de abonado, centrales RDSI y nodos de redes especializadas.

-Poseer la capacidad para transportar información en forma digital entre terminales diferentes.

-Proporcionar una gran variedad de servicios utilizando un conjunto limitado de conexiones y arreglos de interface usuario-red de propósito múltiple.

-Ofrecer la conexión digital de punto a punto.

-Soportar una amplia gama de servicios incluyendo servicios con voz y servicios sin voz.

1.2.1c Características técnicas de la RDSI

Básicamente la RDSI ofrece al usuario un arreglo standard de dos canales de transmisión básicos de 64 Kbit/s junto con un canal de 16 kbit/s. Este es el llamado "acceso básico".

64 kbit/s es suficiente para transportar alta calidad de voz, facsimile, texto, datos rápidamente o televisión de barrido lento. Esta velocidad es equivalente a transmitir texto a la razón de 8,000 caracteres por segundo o digamos 4 o 5 paginas de máquina de escribir. Las transmisiones de facsimile serán tan rápidas como una máquina copidora y la claridad de la imagen mejora grandemente.

Estos son los llamados "canales-B", que pueden ser usados en todas o parte de las diferentes aplicaciones, por ejemplo uno o ambos pueden ser enrutados permanentemente a través de la red y usarse como un circuito dedicado.

El canal lateral de 16 kbit/s es básicamente usado para el establecimiento de conexiones entre usuarios de los canales de transmisión básicos, sin embargo también tiene potencial para llevar otros servicios. Este es el llamado "canal D".

De esta forma tenemos la estructura fundamental de RDSI,

$$2B + D$$

$$2 \times 64 \text{ Kbit/s} + 16 \text{ Kbit/s} = 144 \text{ Kbit/s}$$

Este acceso "básico" permite a la misma línea ser usada simultáneamente para voz y transmisión de datos.

1.2.1d Acceso básico a la RDSI

Como ya se anotó anteriormente, el acceso básico RDSI provee al consumidor dos canales-B, trabajando a 64 Kbit/s para voz o datos y un canal-D trabajando a 16 Kbit/s para señalización y datos a baja velocidad. Esto significa que en un acceso a RDSI puede, por ejemplo, enviarse simultáneamente:

- Una terminal operando a alta velocidad de datos.
- Una terminal telefónica con voz.
- Un número de terminales de datos a baja velocidad, tales como:
 - Medidor eléctrico.
 - Terminales para autorización de tarjetas de crédito.
 - Terminales para estaciones de gas.
 - Etc.

1.2.1e Ventajas de la RDSI sobre el diseño tradicional de redes.

-Mejor funcionamiento y costo efectivo menor que cualquier red especial actual.

-Comunicación más eficiente y más amplia. Esto se refiere a la posibilidad de emplear terminales multifuncionales y todos los servicios en un enchufe común, una sola línea y un solo número para llamada.

-Una base ideal para el desarrollo de nuevos servicios de comunicación compatibles internacionalmente.

Este último espacio es probablemente el más importante en término de la telecomunicaciones futuras.

1.3 CONTENIDO DE LA TESIS

En general, las comunicaciones eléctricas han tenido un gran auge en todo momento. La tecnología digital ha venido a complementar el funcionamiento de los antiguos equipos analógicos. En base a ello, el presente trabajo de tesis desarrolla el proyecto de implementación del enlace de la Red Digital Integrada con sus usuarios. Para esto se dispuso que en el capítulo 1 se de un amplio panorama en cuanto al ambiente de la telecomunicaciones y el objetivo central de la tesis.

En el capítulo 2 se describen los antecedentes históricos de la RDI, el porqué surgió y sus características principales; se describen sus ventajas y desventajas. Un elemento esencial en cualquier sistema de comunicación, es el medio de transmisión, los principales tipos se describen en el capítulo 3 de la tesis.

En el capítulo 4 se redacta de manera general lo que es la Red Digital Integrada, que abarca a la Red Digital Terrestre y la Red Satelital, así como sus servicios y sus aplicaciones. En el capítulo 5 se revisan los tipos de modulación.

Después de haber sentado las bases de la tecnología digital, en el capítulo 6 se hace el planteamiento del problema, mencionando las variantes en cada uno de los casos.

A continuación, en el capítulo 7 se hace el diseño de un enlace conmutado (entre un usuario y la central de conmutación), y un enlace dedicado (entre dos usuarios); todo esto a partir de una red ya establecida y explotada por Teléfonos de México. Para el capítulo 8 se describen la secuencia de pruebas que se realizan a los enlaces que se plantearon.

En el capítulo 9 se hace un recuento general del impacto que las redes de datos han tenido sobre la sociedad en general. Finalmente, en el capítulo 10 se redactan las conclusiones del proyecto de tesis; y en el capítulo 11 se agrega un pequeño apéndice que incluye las normas internacionales del CCITT.

2. ANTECEDENTES HISTORICOS

2.1 LA RED SUPERPUESTA

En los últimos años los sistemas de comunicación han evolucionado a grandes pasos. Algunos de los principales avances han sido la fusión de las telecomunicaciones con la informática y la repercusión de las nuevas tecnologías en los usuarios, que se han visto en la necesidad de transmitir información entre puntos cada vez más distantes y con velocidades también mayores.

La utilización acrecentada y cada vez más diversificada de las telecomunicaciones en todos los sectores de actividad, han hecho de ellas un servicio importante para la economía y la sociedad.

Un funcionario público o privado, un director de empresa, un banquero, un médico, un comerciante, etc., son personas que necesitan información. Sin comunicación rápida y segura habrían de esperar varios días o tendrían que desplazarse para obtener la información necesaria y, a menudo, sería obtenida demasiado tarde.

De acuerdo con lo anterior, Teléfonos de México en la década de los 80's recibió de los usuarios peticiones crecientes, para que a través de su red, les satisficiera sus necesidades de información, cada vez más complejas.

Sin embargo, las condiciones no favorecieron un desarrollo eficiente del servicio al público usuario de datos, ya que a pesar de ser la infraestructura de Telmex la columna principal del servicio de teleinformática en el país, la empresa no había participado en la construcción y administración directa de estos servicios. Esto ocasionó que los usuarios tuvieran que multiplicar sus gestiones comerciales

para instalar redes privadas apoyadas en recursos ajenos a Telmex, como son los enlaces de microondas terrestres y satelitales. Citando ejemplos, en las principales ciudades maquiladoras del norte del país, se instalaron redes propias, sistemas privados de microondas y sistemas vía satélite. En el área metropolitana de la Ciudad de México, algunos centros bancarios y casas de bolsa instalaron y algunos aun conservan redes de microondas privadas para soportar sus comunicaciones de voz y datos, así como estaciones terrenas enlazadas al satélite

Fue entonces cuando la gente de Telmex reconoció la gran conveniencia de proporcionar servicios de comunicación de voz y datos a empresas del giro bancario, industrial, gubernamental, turístico e incluso educacional, a las que se les denominó "grandes usuarios", ya que representan una fuente muy importante de ingresos.

Para responder a este escenario Telmex planteó una estrategia que permitiría no sólo resolver la problemática mencionada, sino que promovería una evolución gradual de la planta telefónica hacia la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), que inevitablemente surgiría en un futuro no muy lejano.

Como respuesta a todo este conjunto de necesidades, Telmex inició un proyecto que facilitaría los servicios de comunicación de voz, de datos y de imágenes, que se proporcionaban en ese entonces por medio de redes independientes, promoviendo así la optimización de los recursos y la diversificación de los servicios. A este nuevo proyecto se le denominó red superpuesta. Conceptualmente, se basó en la construcción de una infraestructura de la más avanzada tecnología, para la cual se creó una red especial que está superpuesta a la red telefónica existente, pero empleando sus propios medios y sistemas de transmisión, de tal manera que fuera capaz de responder a las necesidades de los grandes usuarios.

El proyecto de la red superpuesta arrancó a finales de 1989 en tres ciudades: México, Guadalajara y Monterrey. Contando además con centrales telefónicas utilizando equipos de conmutación y transmisión digital, empleando enlaces con fibra óptica y radios digitales.

Los principales atributos y características de la red superpuesta son:

1.-Atender rápida y eficazmente las demandas de servicios de manera que reflejen una alta disponibilidad.

2.-Responder con prontitud a las fallas de servicio a través de una infraestructura redundante y de atención continua que ofrezca una gran confiabilidad.

3.-Mantener una alta calidad de transmisión, o sea que la información llegue al receptor libre de errores.

4.-Ofrecer un paquete de servicios avanzados de comunicación de voz y datos.

5.-Establecer las bases para la implantación de RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) en México.

2.1.1 Estructura de la red superpuesta

A continuación se explicarán los elementos que constituyen la red superpuesta:

*Centrales digitales de conmutación de circuitos.

*Medios de transmisión digital PCM local.

*Medios de transmisión digital Interurbana.

Las centrales digitales de conmutación de circuitos, soportan los servicios conmutados. Las centrales digitales están constituidas con base en sistemas de conmutación de circuitos, que emplean tecnología digital a través de la cual se ofrecen en manera integral los servicios convencionales de voz y datos, con un gran conjunto de servicios suplementarios.

La red de medios de transmisión digital PCM local es la infraestructura de transmisión local donde se apoya la red superpuesta y está constituida con base en

sistemas de transmisión e interconexión PCM a nivel local (fibras ópticas y radios digitales), ofreciendo facilidades para el transporte de información digital a baja, media y alta velocidad, por medio de circuitos dedicados punto a punto y sin posibilidades de conmutación.

La red de medios de transmisión digital interurbana es el soporte de transmisión de larga distancia. Por medio de sistemas de transmisión e interconexión PCM a nivel interurbano sobre medios digitales de la red de larga distancia vía satélite, ofrece facilidades para el transporte de información digital de baja, media y alta velocidad a través de circuitos dedicados punto a punto y sin posibilidades de conmutación.

Otra característica importante de la red superpuesta es el hecho de contar con un sistema que permite la administración de la red, mediante la utilización de bases computacionales con el apoyo de terminales de video. A este sistema se le conoce con el nombre de DACE, que significa: Sistema de Interconexión y Acceso Digital.

Los servicios que se pusieron a disposición del usuario a través de la red superpuesta fueron::

- Troncales digitales privadas PABX de alta velocidad que no requieren de modems para transmitir datos a velocidades de 64 Kbit/s y 2 Mbit/s.
- Acceso digital a usuarios con equipos analógicos por medio de concentradores o multiplexores de abonado, para transmisión de voz y datos.
- Acceso a la red telefónica pública, así como al servicio de Lada 800.
- Confiabilidad en su utilización debido al uso de tecnología de vanguardia con baja probabilidad de falla.
- Inmunidad al ruido, ofreciendo fidelidad en la comunicación de voz y de datos.
- Marcación entrante directa a extensión, sin intervención de la operadora. Este servicio asegura una atención inmediata para el cliente que llama a su organización.

-Red privada virtual (enlaces digitales temporales). Permite obtener flexibilidad para la configuración de redes semipermanentes de acuerdo a sus necesidades.

3. MEDIOS DE TRANSMISION

Un sistema de transmisión de datos es el conjunto de dispositivos que hacen posible el transportar la información de una unidad fuente (transmisor) a una unidad destino (receptor), los componentes que constituyen el sistema básico de transmisión de datos son: -Equipo Terminal de Datos (ETD), -Interfaz y -Medio (canal) de comunicación, y donde todo esto forma parte del nivel más bajo del modelo OSI. Como medios de comunicación podemos tener: par de hilos, cable coaxial, satélite o fibra óptica. El parámetro fundamental que debe considerarse en un medio de comunicación es el ancho de banda, ya que el canal debe ser capaz de transmitir la información en la medida en que la fuente la produzca, o sea que el ancho de banda del canal debe ser mayor o igual al ancho de banda de la señal binaria.

Considerando la velocidad de transmisión, las líneas se pueden clasificar en tres categorías: -Grados de Subvoz con velocidades de 45 a 150 bps que son apropiadas para la transmisión de señales de telegrafía y sistemas similares; -Grado de Voz, diseñadas para la transmisión de señales de voz telefónicas en la banda de 300 a 3400 Hz y operan a velocidades de 300 a 9600 bps cuando es utilizado para la transmisión de datos; -Banda Ancha, trabajan a velocidades más altas, 44 Kbps.

3.1 PAR DE HILOS

Para la transmisión de datos se pueden utilizar canales de calidad telefónica instalados en la Red Analógica Pública con conmutación o mediante líneas privadas donde los cables tienen como función principal la interconexión de inicio a fin, de todos los elementos que intervienen en este sistema.

Los cables durante su recorrido por toda la planta o red exterior, se encuentran con distintos medios y condiciones ambientales y de operación, unas favorables y otras perjudiciales.

Por ello para la construcción de cables de pares de hilos (multipares) se deben tomar en cuenta diferentes factores como son: -Diámetro de los conductores, -Aislamiento, -Forros protectores, -Capacidad en pares, etc., ya que por su uso las características difieren de alguna u otra forma a lo largo del recorrido. Esto es con el objeto de obtener el máximo de confiabilidad durante una comunicación.

De acuerdo a los estándares establecidos por Teléfonos de México, se tienen la siguiente clasificación de cables multipares:

Tipos TA, TAP, TAF: Estos son cables telefónicos formados por diversos pares, cada uno de ellos fabricado con conductores de cobre suave, aislados individualmente en forma dorsal; el aislamiento es de papel coloreado que está enrollado en forma helicoidal o longitudinal, los pares se agrupan en capas concéntricas o en sectores y sobre el centro se aplican hilos para identificación del fabricante y año de producción, para agruparlos se usa una cintura de papel; el tipo de cubierta define el tipo de cable: TAP con cubierta interior de plomo y otra más exterior termoplástica (polietileno), el TAF con cubierta de plomo con yute impregnado, con dos flejes de acero para protección y otra de yute compuesto (anticorrosivo).

Utilización: Los cables tipo TA y TAP son utilizados para instalaciones subterráneas canalizadas en ductos, con presurización en redes urbanas; en la red principal interconectan a centrales. El tipo TAF es utilizado también para instalaciones subterráneas con o sin presurización en las redes, interconectado de centrales, cajas de distribución y terminales.

Propiedades: El cable tipo TA es presurizable, de gran peso; el tipo TAP es presurizable, de menor peso que el TA y se puede instalar en mayores longitudes; TAF es presurizable y con protección mecánica suficiente para enterrarlo directamente. Todos ellos son de larga duración ya que sus cubiertas brindan protección contra corrosiones químicas.

Capacidad: Los tipos TA y TAP están formados de 10 hasta 2400 pares mientras que el tipo TAF de 10 a 450 pares, ambos con conductores de acuerdo a la norma NOM-J-36, en los siguientes calibres de 26, 24, 22 y 19 AWG.

Tipos ASP, EKE: Estos cables contienen las mismas características de construcción que los TA, TAP y TAF, pero se conjuntan en grupos de 10, envueltos en una capa de material no higroscópico y una cubierta de tipo ASP (polietileno negro común y un menajero o guía de acero), o cubierta tipo EKE (igual al ASP pero sin guía).

Utilización: Los cables tipo ASP y EKE se usan específicamente en redes de distribución urbanas y suburbanas en donde las condiciones requieran o favorezcan una instalación de tipo aéreo, interconectando cajas de distribución, o cajas terminales; siendo el tipo más común el ASP, ya que su guía de acero facilita la instalación.

Capacidad: Están formados de hasta 100 pares de conductores de alambre de los mismos calibres que los tipo TA.

Propiedades: Los conductores aislados son torcidos con diferente longitud de paso, con el objeto de reducir al mínimo el problema de diafonía. Tienen diámetro reducido, bajo peso y flexibilidad.

Tipos EKC-C y EKI: Este tipo de cables poseen características semejantes a los dos anteriores excepto que el conjunto de pares de hilos tiene un recubrimiento de estaño, sobre el cual se coloca un cordón de apertura, así como una cubierta exterior de material termoplástico (a base de cloruro de polivinilo, pvc), resistente al fuego, del tipo semirígido formulado especialmente para esta aplicación.

Utilización: Estos cables se usan preferentemente para interiores, para la interconexión de equipos de transmisión de telefonía, telegrafía y procesamiento de datos, en centrales telefónicas (públicas y privadas); y en instalaciones industriales y comerciales.

Capacidad: El calibre de los conductores para el tipo EKC-C es 24 AWG y para el tipo EKI es 26 AWG; con capacidad hasta de 100 pares.

En aplicaciones de Redes Locales de computadoras se usan dos tipos de cable telefónico conocidos como UTP (Unshielded Twisted Pair) y STP (Shielded Twisted Pair), o cables de par torcido, la diferencia radica en que el segundo (STP) tiene una mayor protección externa, es menos flexible y permite el transporte de señales hasta 500 metros, a diferencia de los 110 metros del tipo UTP.

3.2 CABLE COAXIAL.

Otro canal de comunicaciones comúnmente empleado, es el cable coaxial utilizado para la radio frecuencia, el cual se encuentra constituido en forma genérica por un conductor central (principal), el aislamiento, un blindaje o malla tubular y una cubierta dieléctrica mismos que se encuentran representados en la figura 3.1.

-El conductor central es un alambre o cable duro, desnudo o estañado. Se puede utilizar, también, un conductor de acero con recubrimiento de cobre (copperweld). Los conductores sólidos (alambres) ofrecen menor atenuación y menor diámetro exterior, también son menos flexibles que los cables. Los conductores de temple suave tienen las mejores características eléctricas, pero no mecánicas. El recubrimiento de estaño sirve para evitar la oxidación de la superficie y facilitar la soldadura.

-El aislamiento usualmente empleado para esta aplicación es el polietileno termoplástico en sus tres formas: sólido, semisólido y espumado con el objetivo de ofrecer alta rigidez dieléctrica, baja constante dieléctrica, buenas características mecánicas y protección a agentes químicos.

-Blindaje o pantalla metálica (conductor exterior) son hilos delgados de cobre desnudos o estañados aplicados en forma helicoidal o como malla trenzada, el grado de recubrimiento es de 85 % a un 95% de recubrimiento físico; para un recubrimiento mayor se debe usar doble pantalla o además cintas aluminizadas.

-Cubierta exterior, es una protección mecánica contra el medio, pueden ser PVC de color negro debido a su resistencia al medio ambiente, luz solar, agentes

químicos, etc. Teléfonos de México utiliza un cable coaxial múltiple que contiene normalmente un número par de tubos coaxiales (cables coaxiales más pequeños), éste número puede ser 4, 6, 8 y 16 tubos. Para facilitar la identificación de ellos, se usan hilos de marcación de diferentes colores y en ciertos casos pares de control marcados con colores especiales.

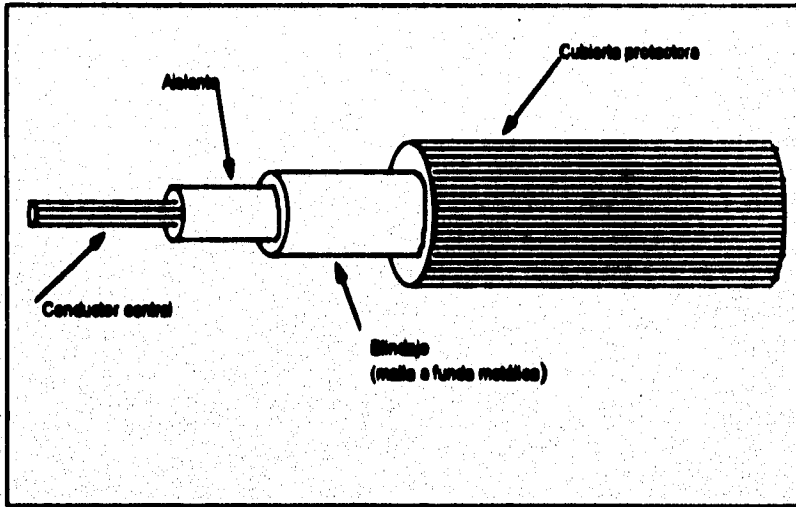


Figura 3.1 Estructura de un cable coaxial

Los equipos de transmisión telefónica modernos permiten aprovechar un ancho de banda de 60 MHz de la amplia capacidad de frecuencia del cable coaxial. Este ancho de banda permite transmitir hasta 10,800 canales de voz, o hasta 140 Mbps, sin embargo el ancho de banda útil del cable está sujeto a la ganancia o amplificación necesaria para mantener una buena relación de señal a ruido, además se requiere de un menor número de repetidores.

El límite superior de la banda de transmisión de un cable coaxial depende de:

- Potencia de transmisión
- Potencia mínima requerida en el receptor
- Características de longitud del cable
- Potencia de ruido recibida.

Como estos factores están interrelacionados, se debe encontrar una solución de compromiso para determinar la frecuencia superior óptima de la banda para cada aplicación.

Las siglas RGU (Radio Government Universal) se utilizan para especificar diversos tipos de cables coaxiales, el número que acompaña a estas siglas indica el tipo particular de cable que cuenta con ciertas características propias. Las características eléctricas más comunes para la selección de este cable, además de los materiales conductores son:

-Impedancia característica, es la impedancia que, conectada al final de la línea nos da el mismo valor a la entrada; no varía con la longitud; se entiende que las impedancias del emisor y el receptor deben ser iguales a la impedancia característica de la línea para lograr máxima transferencia, en cuyo caso las pérdidas serán únicamente las de la resistencia eléctrica (atenuación).

-Capacitancia, ésta indica que tanto actúa la línea como filtro a la señal que conduce, a mayor capacitancia mayor deformación, y su valor depende del material de aislamiento y de la separación entre conductores.

-Atenuación, son las pérdidas de la señal derivadas de la resistencia eléctrica del conductor y del blindaje (En realidad no son pérdidas sino conversión a energía calorífica).

-Velocidad de propagación, es la velocidad con que viaja la señal dentro del conductor. Se acostumbra manejar un factor ó porcentaje de velocidad con respecto a la velocidad de la luz.

-Temperatura de operación, queda limitada por el tipo de aislamiento y cubierta utilizados, por ejemplo: polietileno (-65 a 80 °C), teflón (-65 a 200 °C), silicón más fibra de vidrio (-70 a 250 °C).

3.3 SATELITE

Un satélite de comunicaciones es un vehículo espacial situado en órbita alrededor de la Tierra, el cual lleva a bordo equipo receptor y transmisor de microondas capaz de retransmitir señales desde un punto de la Tierra a otros puntos.

Las frecuencias de microondas son usadas para penetrar la ionosfera, ya que todas las órbitas de los satélites están por encima de dicha capa atmosférica. Además las frecuencias de microondas se requieren para manejar las señales de gran ancho de banda usadas en estos días, y poder hacer práctico el uso de antenas con alta ganancia a bordo del satélite y en tierra.

El primer satélite comercial fue lanzado en agosto de 1965. Teniéndose hasta la fecha una cantidad considerable de satélites que cubren sistemas de TV, marítimos y aéreos. Los sistemas satelitales pueden ser domésticos, regionales o de carácter global. El rango de servicio del sistema satelital doméstico es confinado a su propio país, como por ejemplo: el sistema Solidaridad.

El sistema regional envuelve dos ó más países, tal como el sistema Sinfonia, compuesto por Alemania y Francia.

El sistema global es mejor tipificado por el sistema Intelsat, el cual es de carácter intercontinental.

La coordinación de servicios por satélite es dada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) con sede en Génova. Existen otras asociaciones tales como la WARC (World Administrative Radio Conferences) y la RARC (Regional Administrative Radio Conferences), las cuales dan bases regulares y recomendaciones relativas a potencias de radiación, frecuencias y posiciones orbitales para satélites. La tabla 3.1 muestra las frecuencias usadas para satélites:

Tabla 1. Frecuencias de Satélites

Frecuencia, GHz	Dirección
1.530 - 1.559	Decendente
1.6265 - 1.6605	Ascendente
3.400 - 4.200	Decendente
5.50 - 7.075	Ascendente
7.250 - 7.750	Decendente
7.900 - 8.400	Ascendente
10.70 - 12.70	Decendente
12.70 - 13.25	Ascendente
14.00 - 14.80	Ascendente
17.30 - 17.70	Ascendente
17.70 - 18.10	Ambos
18.10 - 20.20	Decendente
27.00 - 30.00	Decendente

El rango de frecuencias para cada banda es el siguiente:

Banda	Rango de frecuencias (GHz)
L	1 - 2
S	2 - 4
C	4 - 8
X	8 - 12
Ku	12 - 18
K	18 - 27
Ka	27 - 40
Milimétrica	40 - 300

Actualmente los satélites en uso son satélites activos. Esto significa que el satélite tendrá a bordo, antenas con alta directividad para recibir y transmitir a través de circuitos de amplificación muy complejos. Además se requieren posicionadores de gran precisión así como mecanismos de control. Los requerimientos de potencia para el equipo a bordo son usualmente obtenidos de un arreglo de celdas solares, con baterías para periodos en los que aparecen eclipses solares.

3.3.1 Órbitas

Un satélite orbitando la Tierra permanece en esa posición debido al equilibrio entre la fuerza centrífuga y la fuerza centripeta sobre el satélite. El arrastre atmosférico puede ser despreciable, y esto es requerido para que el satélite permanezca a una altura mayor que 600 Km.

La selección de la órbita es de suma importancia, así como la determinación de las pérdidas en la trayectoria de transmisión, el tiempo de retardo, el área cubierta en la Tierra, y el lapso para el cual el satélite es visible desde cualquier área dada.

Para propósitos de comunicación vía satélite, las órbitas son convenientemente clasificadas como:

- Circular inclinada
- Elíptica inclinada
- Circular polar
- Geostacionaria (circular)

También existen: Órbitas altas, órbitas medias y órbitas bajas.

Cada una de estas trayectorias se ilustra en la figura 3.2. La órbita elíptica inclinada no es ampliamente usada. Su principal ventaja es que tiene cobertura en la región polar; por ejemplo, es usada por satélites rusos para los sistemas de radiodifusión donde se cubren las más remotas regiones de ese país. El apogeo o punto superior de la órbita, se calcula de tal manera que para este punto se pueda cubrir la mayor cantidad de área.

Por otro lado, el tiempo de tránsito es mayor para el apogeo, haciendo al satélite visible por un tiempo relativamente largo sobre esta región.

La órbita elíptica inclinada no permite contacto continuo con el satélite desde un área fija sobre la Tierra.

La órbita circular inclinada será usada para redes de satélites de órbita baja (Iridium, Teledesic, etc.).

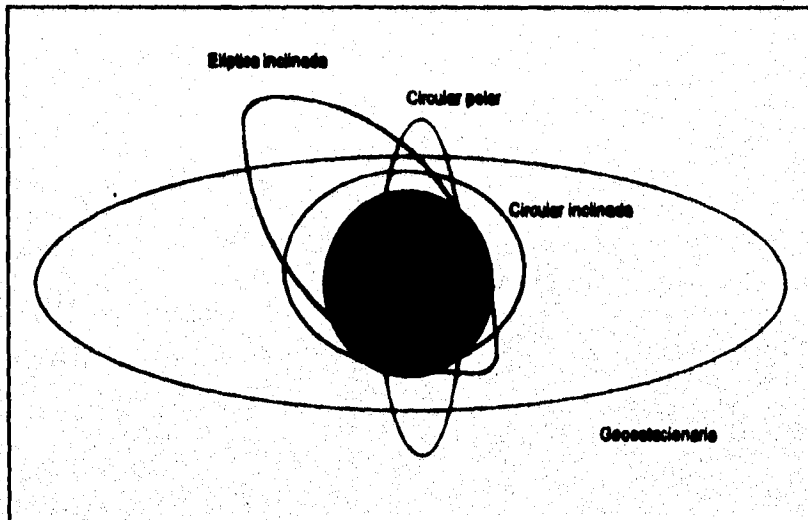


Figura 3.2 Las órbitas de los satélites

El tiempo periódico, es el tiempo que toma una órbita completa, y una órbita sincrónica es aquella para la cual el tiempo periódico es igual al periodo rotacional de la Tierra.

La órbita geostacionaria es la órbita sincrónica de mayor uso. El periodo rotacional de la Tierra y el de un satélite en órbita geostacionaria, viajando en la misma dirección que la rotación de la Tierra, completa una revolución en el mismo tiempo. El satélite por lo tanto aparece estacionario para un observador que está en la Tierra; de aquí el nombre de geostacionario.

3.4 FIBRA OPTICA

3.4.1 Introducción

Las telecomunicaciones, hasta hace algunos años, se han visto sustentadas por el uso de la tecnología de par de hilos, cable coaxial, microondas y satélite, lo cual ha conducido a la explotación casi total del espectro electromagnético hasta el orden de $10E10$ Hz; y por otro lado se detecta una limitación en el ancho de banda, dada la tendencia en comunicaciones a lograr mayores velocidades de transmisión.

La fibra óptica surgió como una alternativa para incrementar el ancho de banda en la transmisión de señales, ya que permite el uso de una parte menos saturada del espectro electromagnético; las transmisiones por fibra óptica se realizan en lo que se conoce como infrarrojo cercano, con frecuencias cercanas a $10E14$ Hz., particularmente, en el rango de longitudes de onda de 1.7 micras a 0.8 micras (Figura 3.3).

Como antecedentes de la comunicación óptica se tiene que en 1854, John Tyndall demostró el principio de la reflexión total interna, al conducir un haz de luz por una cascada de agua, comprobando que no escapaba hacia el aire si éste no excedía un ángulo crítico, siendo éste el principio de las guías de onda; posteriormente en 1890 Alexander Graham Bell demostró que la luz podía modularse; sin embargo no disponía de un emisor de luz con características confiables (de una sola frecuencia y en una sola dirección).

En 1910, se empezó a experimentar con guías ópticas de materiales dieléctricos traslúcidos, sin embargo la atenuación era del orden de 1000 dB/Km.. No fue sino hasta mediados de la década de los años 60 cuando K. C. Kao y G. A. Hockham desarrollaron una fibra óptica con un revestimiento (también dieléctrico) con atenuaciones inferiores a los 20 dB/Km.; además para ese entonces ya se había desarrollado el láser como una fuente coherente (de una sola frecuencia) de luz.

El 1970, se desarrolló en Japón, la primera fibra óptica comercial, pero es hasta 1977 que se instala el primer sistema comercial en los Estados Unidos. A partir de 1980 se usó para enlazar centrales telefónicas y desde 1983 para enlaces a

gran distancia y velocidades de transmisión elevadas. Paralelamente al desarrollo de la fibra óptica, también se han desarrollado los emisores y detectores ópticos que se acoplan a ella, para así permitir la evolución de los sistemas de comunicación ópticos.

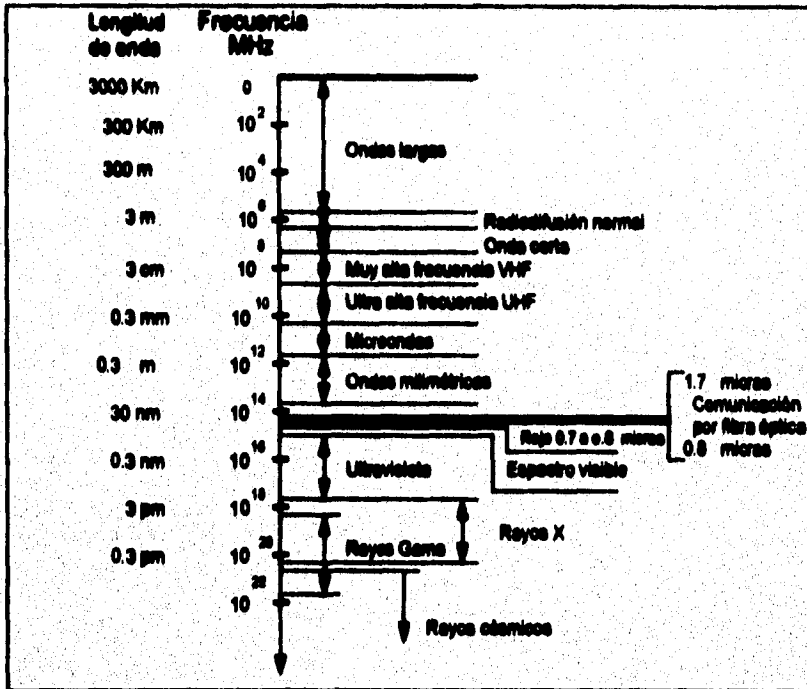


Figura 3.3 Región usada por la fibra óptica dentro del espectro electromagnético.

Como ya se mencionó, el empleo de la fibra óptica permite la transmisión con un mayor ancho de banda, pero además, se debe destacar que la atenuación por kilómetro también es un factor muy importante (0.2 dB/Km). Otras características importantes de la fibra óptica son:

- Se encuentra libre de interferencias electromagnéticas.
- Es resistente a las radiaciones nucleares.
- Posee gran estabilidad a la temperatura.

3.4.3 Fibra óptica

A medida que aumentan las transacciones comerciales aumenta la necesidad de transmitir grandes cantidades de información a largas distancias. Distintos medios de transmisión tienen diferentes capacidades de transmisión. La capacidad de transmisión de un conductor metálico en bits/seg. está en función de su ancho de banda, según la fórmula de Shannon:

$$C = B \log (1 + (S/N))$$

y el ancho de banda del cable decrece al aumentar la longitud de éste.

Por ejemplo, a un par de cobre se le asigna un parámetro de 1 MHz.Km, lo que quiere decir que si su longitud es 1 Km, puede conducir señales hasta de 1 MHz, y si la longitud es "n" Km, puede transportar señales de 1/n MHz. Un cable coaxial puede transportar aproximadamente 100 MHz.Km, mientras que una fibra monomodo aproximadamente 100 GHz.Km.

En consecuencia por medio de un sistema de fibra óptica, se puede transmitir una gran cantidad de información a distancias moderadas como en video, o puede transmitirse moderada cantidad de información sobre largas distancias, como en el caso de las conversaciones telefónicas.

La ausencia de metal en la fibra óptica y su bajo peso, la hacen muy apta para aplicaciones en severas condiciones de servicio como por ejemplo, en trenes, buques o aviones. El cable de fibra óptica tiene la ventaja de que puede tenderse en la proximidad o dentro de los cables de energía eléctrica o cables de alta tensión.

Desde épocas muy remotas han existido sistemas de transmisión óptica, por ejemplo bajo la forma de señales de humo, fuegos, etc. Las fuentes de luz, los detectores luminosos y los medios de transmisión eran lentos y pocos confiables. A finales del siglo XIX, Bell construyó un teléfono óptico como se muestra en la figura 3.4.

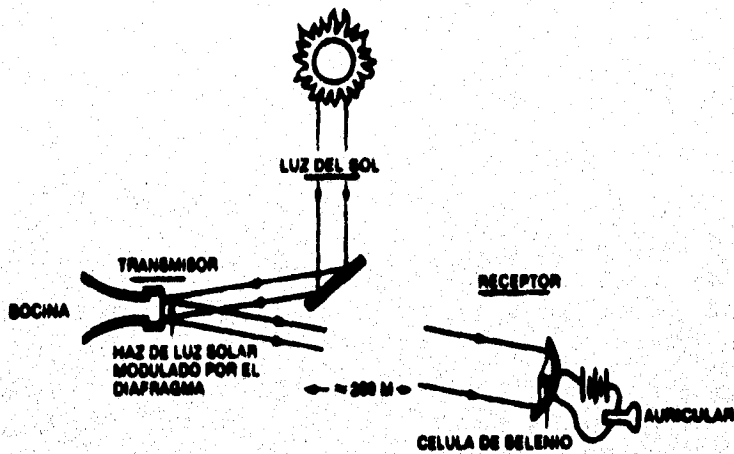


Fig. 3.4 Fotófono de Alexander Graham Bell, que usaba la luz del sol modulada por un diafragma, para transmitir palabras a un receptor ubicado a unos 200 m.

En la década de 1870 el inglés Tyndall demostró que la luz podía ser guiada en un chorro de agua, aún cuando estuviese curvado.

El láser coherente puede ser considerado como un oscilador con una frecuencia de 1 000 000 000 000 000 Hz ($10E15$ Hz). A frecuencias tan elevadas es preferible hablar en términos de longitudes de onda, las cuales caen dentro del rango de $1\mu\text{m} = 10E-6$ m.

En la figura 3.5 se muestran en forma aproximada, los campos de aplicación para las comunicaciones por Fibra Óptica (FOC).

La razón por la cual la fibra óptica se volvió económicamente viable en los comienzos de la década de los 80's fue en parte que el láser, construido en 1959, había alcanzado cualidades suficientemente buenas en lo que a expectativa de vida y precio se refiere, y por otra parte que las fibras ópticas habían alcanzado bajos valores de atenuación.

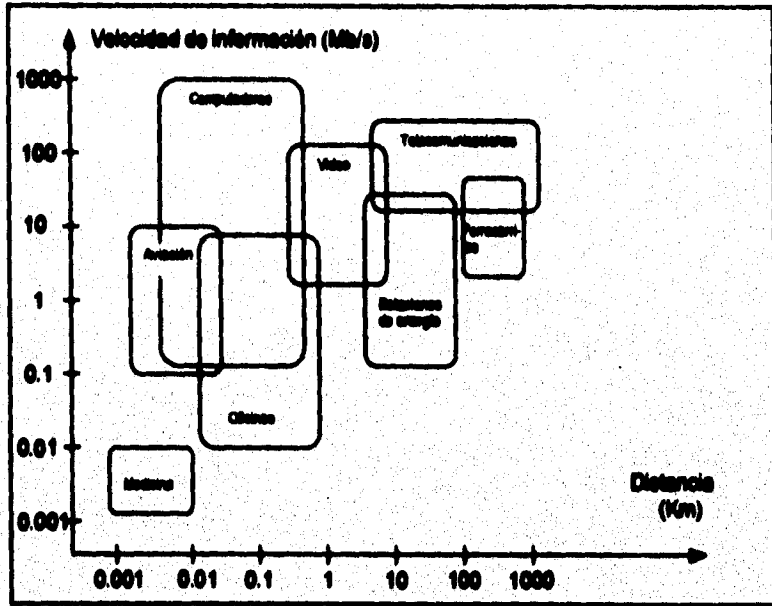


Figura 3.5 Demanda de aplicación (velocidad de información/distancia)

Transmisores ópticos. (Figura 3.6) Muchas de las propiedades del láser no pueden aún ser explotadas, por ejemplo, la coherencia de la luz del mismo. En la actualidad los láser son usualmente fabricados a partir de materiales semiconductores (Diodo Láser, LD).

Además de los láser, también se usan los diodos emisores de luz, LED. Estos fueron desarrollados en la década de los 70's y son sencillos y baratos. Lamentablemente emiten una luz de gran ancho de banda y como irradian en forma esférica, solamente una pequeña parte de la potencia puede ser introducida en la fibra.

Fibras ópticas y cables. Gracias a los trabajos de Charles Kao, la técnica de procesamiento de la fibra óptica se mejoró drásticamente hacia la mitad de la década de los 60's, por lo que la pureza de la materia prima aumentó y la atenuación disminuyó. De una atenuación de 1000 dB/Km, en la actualidad ha sido reducida a 0.2 dB/Km.

Como una comparación se puede mencionar que los cables coaxiales comunes tienen una atenuación de 5 dB/Km (alrededor de 20 dB/Km a las más altas frecuencias usadas en la actualidad).

No sólo se ha mejorado el comportamiento óptico de los cables de fibras, sino también su comportamiento mecánico, es decir, su capacidad para soportar tironeos, compresiones y flexiones.

Receptores ópticos. En las comunicaciones por fibra óptica se usan como detectores de luz, principalmente los diodos PIN y APD. El comportamiento de estos semiconductores ha sido constantemente mejorado, especialmente en lo que se refiere al tiempo de elevación del pulso y sensibilidad. En la actualidad se presentan en tamaños adecuados para ser acoplados en las fibras ópticas.

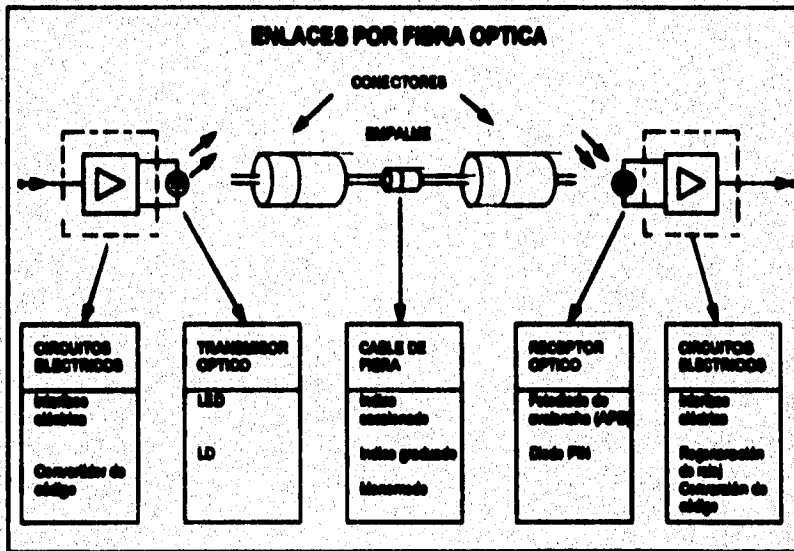


Figura 3.6 Enlaces por fibra óptica

3.4.3 Teoría de la fibra óptica

La fibra es tan pequeña y frágil, que se le ubica dentro de un cable, como se ve en la figura 3.7.

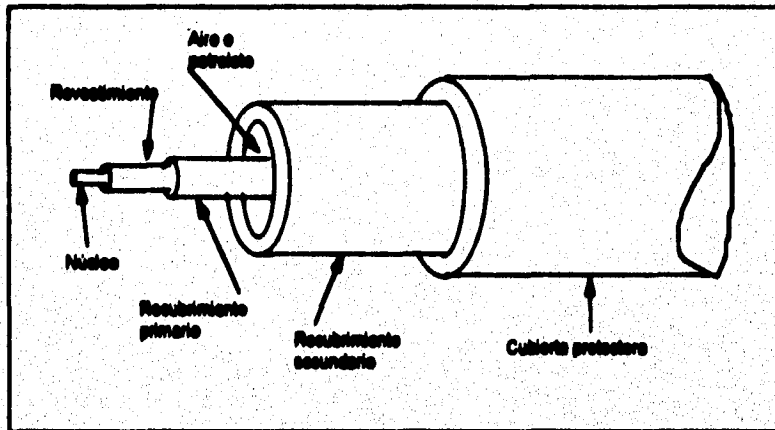


Figura 3.7 Cable de una fibra

El núcleo que consiste de vidrio o cuarzo, tiene un índice de refracción más alto que el revestimiento de vidrio, cuarzo o plástico que lo rodea. A su vez la superficie del revestimiento está protegida por una cubierta primaria de plástico. La fibra está protegida contra esfuerzos mecánicos debidos al cableado, instalación, cambios de temperatura, etc., ya que usualmente se coloca libre en el tubo que forma la cubierta secundaria.

Uno de los aspectos principales para la propagación de la luz en las fibras ópticas es que la pureza del material del núcleo sea tan alta, que la atenuación se mantenga dentro de límites razonables.

La alta pureza fue un problema en el procesamiento del material de la fibra que ya ha sido resuelto.

Se debe tener en cuenta que tanto el índice de refracción como la transparencia, varía con la longitud de onda y la temperatura. Una cierta pérdida por dispersión de la fibra no puede ser evitada por razones teóricas. A mayores longitudes de onda las pérdidas aumentan debido a la absorción de rayos infrarrojos (conversión en calor).

Los rayos son mantenidos en el núcleo debido a que el índice de refracción disminuye cuando aumenta la distancia desde el centro de una sección transversal imaginaria del núcleo de la fibra. Por esto el índice de refracción puede disminuir por pasos, como en la fibra con índice escalonado o hacerlo gradualmente como en la fibra con índice graduado.

Existen tres clases de fibras (Figura 3.8).

- Fibra por índice escalonado.....(tipo multi-modo)
- Fibra por índice graduado.....(tipo multi-modo)
- Fibra con índice escalonado.....(tipo mono-modo)

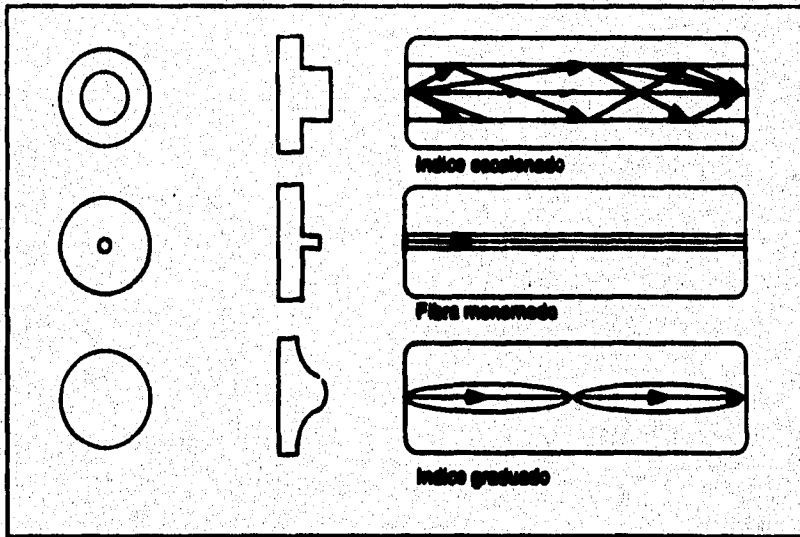


Figura 3.8 Tipo de fibras

En la fibra monomodo el diámetro del núcleo es tan pequeño que sólo existe un modo de propagación. La fibra, como un medio de transmisión, se caracteriza entre otras cosas por:

- apertura numérica, NA ($0 \leq NA \leq 1$)
- atenuación, A (dB/Km)
- dispersión, Ψ (ns/Km)

3.4.4 Cables ópticos

Un cable óptico consiste principalmente de varias fibras ópticas y a veces, de algunos conductores metálicos. Los conductores metálicos quedan bien protegidos contra influencias mecánicas y químicas y en alguna forma protegen a la fibra también contra los cambios bruscos de temperatura.

Los cables de fibra óptica ofrecen la posibilidad de un aislamiento eléctrico total en el sentido axial, una propiedad de la cual se hace uso en muchas aplicaciones. En los cables se usan generalmente una lámina de aluminio y vaselina como protección contra la humedad y alambre de acero para aumentar la resistencia a la tracción.

En algunos cables usan conductores metálicos para alimentar eléctricamente a los repetidores y con propósitos de supervisión del funcionamiento (figura 3.9 , figura 3.10).

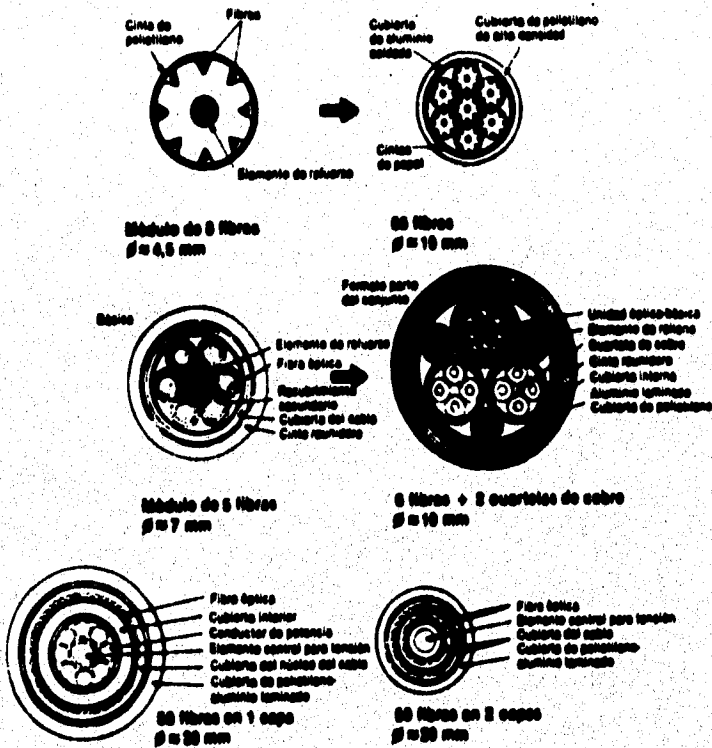


Figura 3.9 Ejemplo de cables ópticos para telecomunicaciones.

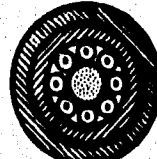
Construcciones cilíndricas



1 Fibra
 $\phi = 6 \text{ mm}$



2 Fibras
 $= 4 \times 6 \text{ mm}$

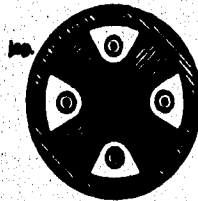


6 Fibras
 $\phi = 10-15 \text{ mm}$

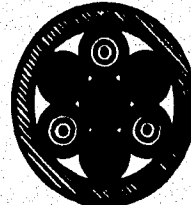
Construcciones especiales



2 Fibras
 $= 4 \times 10 \text{ mm}$



4 Fibras
 $\phi = 10 \text{ mm}$



3 Fibras
 $\phi = 10 \text{ mm}$

- | | |
|--|--|
|  = Fibra óptica |  = Retorno |
|  = Recubrimiento primario |  = Alambre de acero |
|  = Cubierta |  = Acabado acero |

Figura 3.10 Ejemplo de cable óptico industrial.

3.4.5 Empalmes y conectores

Un empalme es una unión permanente de dos cables ópticos. Las más importantes exigencias para un empalme son:

- ejecución fácil, rápida y barata
- baja atenuación

Un empalme puede ser pegado usando elementos simples, pero este método toma tiempo. Generalmente el empalme se realiza por fusión usando aparatos especiales, obteniéndose buenos resultados por medio de la fusión con arco eléctrico (figura 3.11).

Los extremos de las fibras que queremos unir son acercados, puestos en íntimo contacto y fusionados por medio de un arco eléctrico de corta duración. La tensión superficial del vidrio fundido tiende a ajustar el posicionamiento de los extremos de la fibra.

Los conectores son uniones removibles que deben cumplir los siguientes requisitos:

- fácil de ensamblar
- estandarización
- baja atenuación

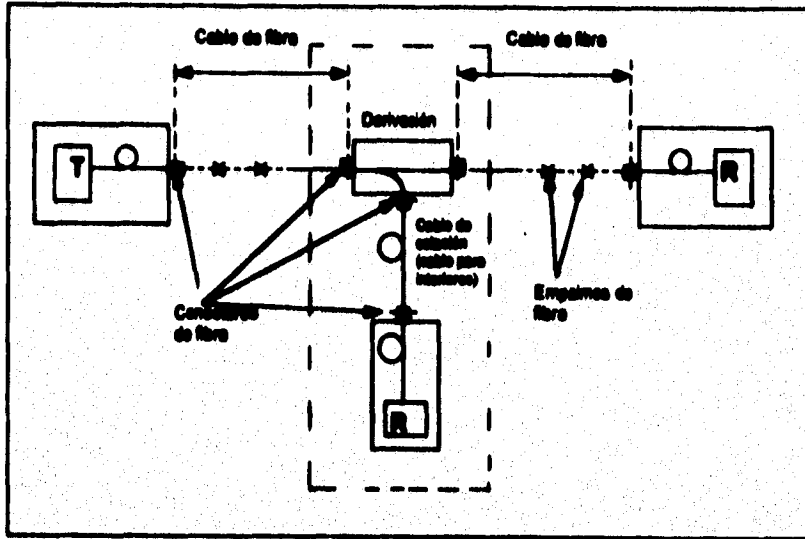


Figura 3.11 Conectores, empalmes y derivación en un sistema de cable óptico.

Suponiendo que las fibras a ser empalmadas o conectadas tienen el mismo:

- NA
- diámetro del núcleo
- diámetro del revestimiento

causan pérdidas permanentes por defectos en la técnica de empalmes:

- desplazamiento paralelo de los ejes de las fibras
- error angular entre los ejes de las fibras
- separación entre las superficies de los extremos de las fibras.

3.4.6 Transmisores ópticos

El transmisor convierte las variaciones de las señales eléctricas en variaciones de potencia luminosa. Las variaciones en la intensidad luminosa se

obtienen por modulación analógica y las variaciones en la longitud, secuencia y posición del pulso, por modulación digital, la cual es más común.

Los diodos láser (LD) y los diodos emisores de luz (LED) se usan como convertidores electro-ópticos. Estos dos osciladores de alta frecuencia (alrededor de 10^{16} GHz) deben ser vistos como generadores de ruido, los cuales durante la modulación, son encendidos y apagados a una alta velocidad, considerando su gran ancho de banda espectral. El láser tiene un ancho de banda de aproximadamente 1000 GHz, el diodo emisor de luz aproximadamente 10 000 GHz.

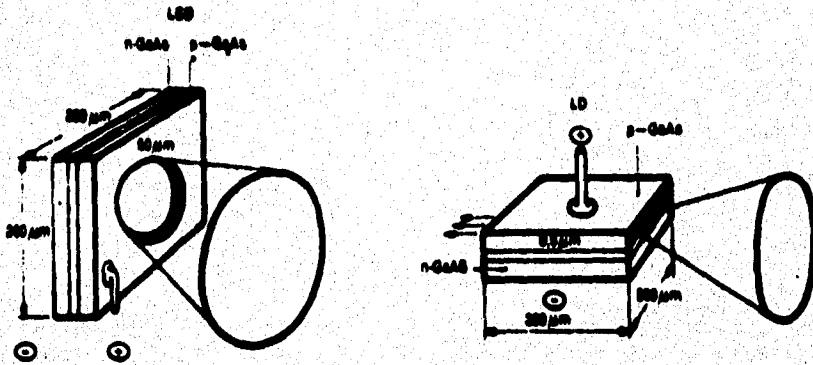


Figura 3.13 Transmisores ópticos

El gran ancho de banda de las fuentes de luz no es una gran desventaja teniendo en cuenta las demandas de comunicaciones que existen o que pueden existir en el futuro.

Hay suficiente ancho de banda para usarlo a las frecuencias que aquí se tratan. Sin embargo es posible usar sobre una fibra una comunicación bidireccional,

si se puede reducir el ancho espectral del transmisor (y la selectividad del receptor). En el futuro existe la posibilidad del multiplexado por división de longitud de onda (WDM), el cual será el correspondiente óptico del multiplexado por división de frecuencia (FDM).

Básicamente se puede decir que un LED, ya sea que emita desde su superficie o de sus bordes, tiene un amplio lóbulo de radiación. Con un diodo LD se obtiene un cono de radiación más estrecho, una luz de mayor coherencia, un reducido ancho de banda y una mayor potencia de salida. La característica de transferencia de un LED es lineal, mientras que la de un LD es no lineal. Un LD, por lo tanto, precisa una estabilización más complicada de su punto de trabajo, el cual cambia con la temperatura y el envejecimiento.

Comparación LD-LED

	LD	LED	
Longitud de onda	800 a 900	800 a 900	nm
Ancho espectral	1 a 2	30 a 40	nm
Potencia de salida disponible	1 a 15	1 a 5	mW
Pérdida de inserción	3	15 a 20	dB
Frecuencia de modulación	1000	500 a 100	MHz
Expectativa de vida	10E4 a 10E5	10E5 a 10E6	h

3.4.7 Receptores ópticos

Al igual que los transmisores ópticos, los receptores ópticos también están contruidos con un material semiconductor. Una adecuada combinación con respecto a la atenuación, es tener arseniuro de galio (Ga As) en el transmisor, dióxido de silicio (Si O2) en la fibra y silicio (Si) en el receptor, ver figura 3.13.

En comunicaciones por fibra óptica FOC se usan dos clases de semiconductores como receptores:

- PIN (p, intrínseco, n)
- APD(foto-diodo de avalancha)

En lugar de referirse al receptor como un detector de luz, generalmente se habla de un fotodetector, o de un convertidor O/E.

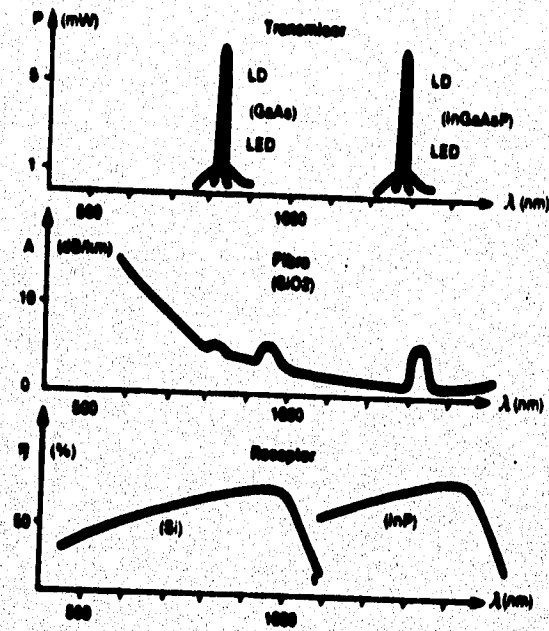


Figura 3.13 Rango de longitudes de onda de transmisor, fibra y receptor.

3.4.8 Sistema básico para la comunicación por fibra óptica

En el esquema se muestran los elementos fundamentales de un sistema de comunicación por fibra óptica:

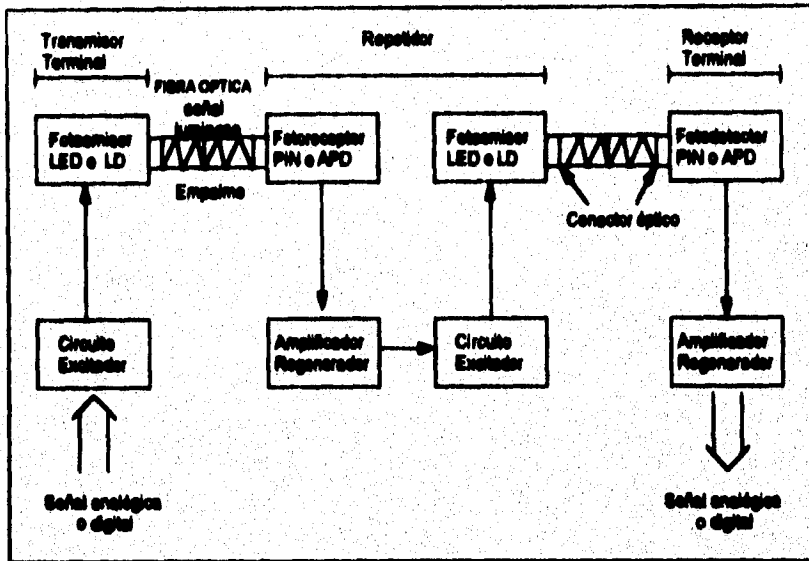


Figura 3.14 Diagrama básico de un sistema de telecomunicaciones por fibra óptica

En la figura 3.14 aparece un fotoemisor, que se encarga de generar la señal que será transmitida a través de la fibra óptica, en sistemas analógicos un excitador de señal eléctrica modula la portadora luminosa del fotoemisor (LED ó LD); para el caso de la transmisión digital, la información se codifica previamente y posteriormente se lleva al circuito excitador que modula directamente al láser.

En el receptor se pueden emplear dispositivos tipo PIN ó APD según se haya utilizado LED ó LD para que la señal se amplifique y en caso necesario se codifique y regenera para recuperar la información antes de ser pasada a las etapas complementarias del receptor.

La modulación analógica presenta desventajas respecto a la digital por el hecho de que a altas frecuencias es difícil lograr una respuesta lineal de los fotoemisores, por lo cual se restringe para enlaces con anchos de banda pequeños.

La información que se propaga a través de la fibra óptica se degrada en función de la distancia que recorre, por lo cual eventualmente se requerirá de un repetidor para restablecer la calidad de la señal. Con el desarrollo de la tecnología de fabricación de fibras ópticas se logran tener enlaces de 200 a 300 Km, con atenuaciones del orden de 0.35 dB/Km operando en la ventana de 1.55 micras de longitud de onda a un régimen de 140 Mbits/seg.

La interconexión óptica que se requiere se obtiene a base de conectores y empalmes, donde un conector permite una unión temporal y un empalme unión definitiva, cuyas pérdidas, van desde 0.2 dB para el empalme hasta algunos decibelios para uniones defectuosas.

No obstante, las ventajas ya expresadas derivadas del uso de la fibra óptica, como son su baja atenuación, inmunidad al ruido, pequeñas dimensiones, etc. Se está experimentando actualmente con nuevas fibras de materiales como halido, y cristales de óxidos metálicos que operan en las regiones del infrarrojo de 2.0 a 10.0 micras, algunas de las cuales tienen pérdidas teóricas de 0.01 y 0.001 dB/Km. Además, se está tratando de implementar fibras con índices de refracción de simetría no circular para ayudar a la polarización de una señal y ser coherente con las señales de los nuevos dispositivos láser.

4. LA RED DIGITAL INTEGRADA

4.1 LA RED DIGITAL TERRESTRE

Como parte fundamental de la RDI-64 ha sido desarrollada una infraestructura basada en sistemas de conmutación y transmisión completamente digitales, la cual se denomina Red Digital Terrestre o simplemente "Red Terrestre".

La Red Terrestre esta constituida por nodos de varias categorias, en donde se localizan los equipos de conmutación y transmisión. Estos nodos están interconectados entre sí con sistemas de transmisión de alta capacidad y completamente digitales que permiten establecer comunicación entre dos puntos cualquiera de la red ubicados en la misma Ciudad (enlaces urbanos), en distintas localidades (enlaces interurbanos), o aun cuando se requiera acceso a la red telefónica pública para comunicarse con algún usuario que no este conectado a la RDI-64.

Los servicios que se ofrecen a través de la red están soportados por dos tipos de infraestructura: Nodos TELCOM y TELMIC.

Los nodos TELCOM constituyen los centros de conmutación, ya que en ellos se ubican los sistemas de conmutación de circuitos a través de los cuales se proporcionan todos los servicios convencionales de voz más una gran variedad de servicios de valor agregado.

Los nodos TELMIC constituyen toda la infraestructura de transmisión necesaria para el transporte de información.

Con el fin de concentrar las conexiones de abonado se han jerarquizado los nodos TELMIC en:

- Nodos de primer nivel.
- Nodos de segundo nivel.
- POC'S (Puntos de concentración).

Los nodos de primer nivel se encargan de concentrar y distribuir todo el tráfico proveniente de los nodos de segundo nivel, enrutándolo hacia cualquier otro nodo de interés dentro de la propia red. El contar con más de una posibilidad de conexión nos permite distribuir el tráfico en varias rutas, reduciendo de esta manera, en forma sustancial, la posibilidad de saturación en los enlaces, logrando una mayor confiabilidad de los mismos.

Los nodos TELMIC de segundo nivel contienen el equipo de transmisión necesario para conectar a los usuarios con la RDI-64. Estos nodos reciben los diferentes flujos de información provenientes de los usuarios, concentrándolos en un sistema de alta capacidad y enrutándolos hacia un nodo de primer nivel.

A cada nodo de segundo nivel se le asocia una cobertura geográfica determinada en forma tal, que la distancia entre el domicilio del abonado y el punto de conexión a la red no sea considerable y resulte fácil efectuar la conexión (concepto de centro de abonados). En una etapa posterior se contempla la conexión entre nodos de segundo nivel con la finalidad de tener rutas alternas.

En los POC'S se lleva a cabo la conexión de varios usuarios localizados muy cerca el uno del otro y que debido a la cantidad de servicios requeridos y al área tan pequeña en que se encuentran localizados, resulta técnica y económicamente ventajoso el concentrarlos en un solo lugar y tratarlos como un solo punto de conexión a la red. Los POC'S pueden ubicarse físicamente en una central de Telmex, en una caseta propia de RDI-64 o incluso, cuando resulte más conveniente, podrán estar localizados en el domicilio de un abonado. En estos casos la conexión se realiza directamente a través de los nodos de segundo nivel.

La Red Terrestre ofrece conexión digital a nivel de 2 Mbps para troncales de conmutadores digitales. Sin embargo, para aquellos conmutadores analógicos en los cuales no se puede efectuar esta conexión directamente, se utilizan equipos adicionales que reciben las troncales analógicas y nos permiten conectarlos a la Red Terrestre en forma digital.

Para el caso de líneas y circuitos privados, la conexión a la red se lleva a cabo directamente desde el domicilio del usuario con enlaces digitales de 2 Mbps.

La infraestructura que soporta la interconexión entre nodos TELCOM y TELMIC, en cada localidad, esta constituida por sistemas digitales de transmisión de alta capacidad basada en sistemas ópticos y radios digitales. Los enlaces entre nodos (de primer y segundo nivel) tienen una velocidad de transmisión de 140 Mbps e incluso 565 Mbps. Los enlaces de usuario se consideran con velocidades de 34 y 140 Mbps con capacidades que son desde 120 hasta 3840 canales, como es el caso de algunos grandes usuarios.

En primera instancia se conecta a la gran mayoría de los usuarios de la red a través de sistemas ópticos con las capacidades antes mencionadas; sin embargo, en los casos en que no se tiene disponibilidad de canalización, se conecta al usuario a través de un radio-enlace digital, y cuando se tienen facilidades para instalar el sistema óptico se realiza el cambio de los circuitos de un medio de transmisión a otro; esto nos permite cumplir con la premisa de disponibilidad ofrecida por esta red.

Todos los enlaces que conforman la red (tanto de usuario como entre nodos) aseguran un alto grado de confiabilidad, ya que cuentan con sistemas de respaldo del tipo $N + 1$.

Con el fin de alcanzar un mayor grado de confiabilidad en la red, se han introducido los sistemas de interconexión y acceso digital en todos los nodos, teniendo de esta manera posibilidades de reconfigurar cualquier enlace en forma casi inmediata desde centros dedicados mediante el empleo de software especializado. Este software posee la capacidad necesaria para suministrar una variedad de interconexiones semipermanentes entre canales formateados digitalmente en flujos de 2.048 Mbps junto con la señalización asociada al canal utilizada para transmitir información de control a través de la red.

De esta manera los circuitos pueden suministrarse, probarse, arreglarse y cesarse bajo el control de la red. Las capacidades de interconexión incluyen: conexión unidireccional y bidireccional, punto a punto y difusión a 64 y $N \times 64$ Kbps.

Con el fin de garantizar una buena administración y supervisión de la red que permita cumplir con la premisa de confiabilidad con que ha sido creada, se ha instalado un centro integrado de supervisión y control de cada ciudad que cuente con infraestructura de red terrestre. En este centro se concentran todas las fallas generadas en el equipo de transmisión y conmutación, desplegándose en una forma tal que permite identificar rápidamente el tipo, la urgencia y la localización de la alarma detectada. En este mismo centro se ubica el sistema de monitoreo y reconfiguración de los enlaces creados. Este sistema nos permite supervisar constantemente el grado de ocupación de cada enlace y reconfigurarlo en caso de saturación o falla. Se tiene capacidad de asignar prioridad a los canales de acuerdo a configuraciones preestablecidas; el sistema ejecuta rutas alternas para estos en caso de que se presente algún desperfecto, indicando qué tipo de falla es y dónde se presentó, así como la nueva configuración de los enlaces. Este mismo sistema es capaz de efectuar pruebas y mediciones remotas en los enlaces mediante una red dedicada de mediciones que nos verifica la calidad de los mismos en el momento en que se desea. Todas estas mediciones se concentran en el centro integrado de supervisión y control.

La red proporciona acceso a la Red Telefónica Pública, a través de enlaces digitales hacia los Tandems y centros de larga distancia Nacional e Internacional. De esta forma se garantiza interconectividad total hacia cualquier abonado de la red.

Para intercomunicar las ciudades que cuentan con infraestructura de Red Terrestre y cumpliendo con la premisa de crear una red completamente digital, se hace uso de las facilidades proporcionadas por la Red Digital de microondas de larga distancia de Telmex.

Actualmente se cuenta con infraestructura en las poblaciones enlistadas en la tabla 4.1 y representadas en el mapa de la figura 4.1.

COBERTURA

Acapulco	Cd. Obregon	Puebla
Agua Calientes	León	Pto. Vallarta
Cancún	Los Mochis	Querétaro
Celaya	Matamoros	Reynosa
Chihuahua	Mazatlán	Saltillo
Coahuila de Zaragoza	Mérida	S.L.P.
Colima	México	Tampico
Cuernavaca	Monterrey	Toluca
Culiacán	Morelia	Torrón
Guadalupe	Nogales	Tuxtla Gutiérrez
Hermosillo	Nvo. Laredo	Veracruz
Irapuato	Oaxaca	Villahermosa
Cd. Juárez	Pachuca	

Tabla 4.1

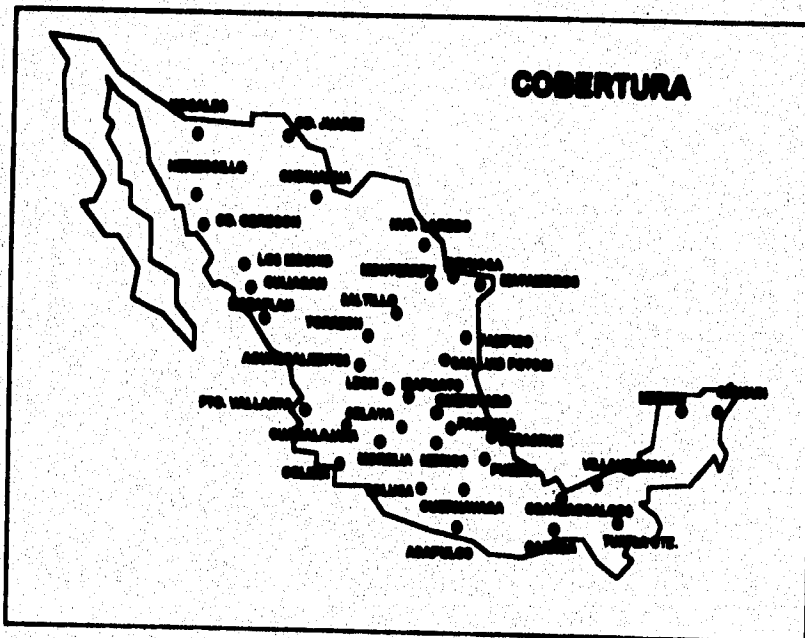


Figura 4.1 Cobertura de la Red Terrestre.

4.2 RED DIGITAL TERRESTRE: SERVICIOS Y APLICACIONES

4.1.1 Cartera de servicios

La cartera de servicios disponibles a través de la Red Digital Terrestre se ha clasificado bajo dos grandes rubros de facilidades:

4.1.1a Servicios conmutados

-Características:

- Puede accederse desde cualquier teléfono.
- Requiere marcarse un número para lograr la comunicación.
- Comparte vías de comunicación en la trayectoria para llegar al punto deseado.

Estos servicios se dan a través de líneas digitales que pueden utilizarse como líneas directas o troncales asociadas a un conmutador, sus aplicaciones más importantes son:

-Líneas de voz de alta calidad

Son las líneas que se suministran aprovechando la facilidad de acceso y conectividad digital hasta el domicilio del usuario y se proporcionan líneas telefónicas en forma individual a uno o a varios usuarios (Figura 4.2).

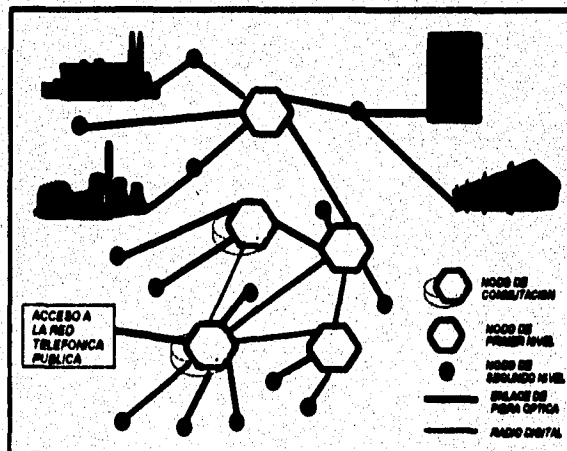


Figura 4.2 Líneas de voz de alta calidad.

-Marcación Directa a Extensión (DID)

La marcación directa a extensión, sin intervención de la operadora, permite el acceso desde cualquier ubicación a la persona deseada, lo que asegura una atención inmediata para el cliente que llame hasta la extensión marcada (Figura 4.3).

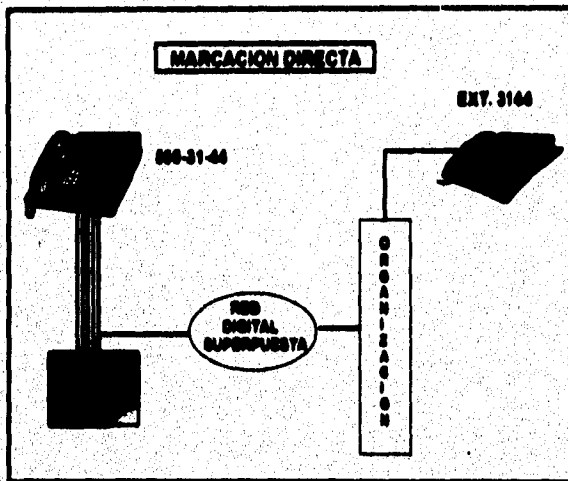


Figura 4.3 Marcación Directa a Extensión.

-Grupo cerrado de usuarios (Business Group Systems)

Este servicio se logra dedicando el número de troncales de RDI que el usuario previamente designe para que sean utilizadas únicamente por abonados propios o ajenos a la compañía, pero con interés de comunicación (Figura 4.4).

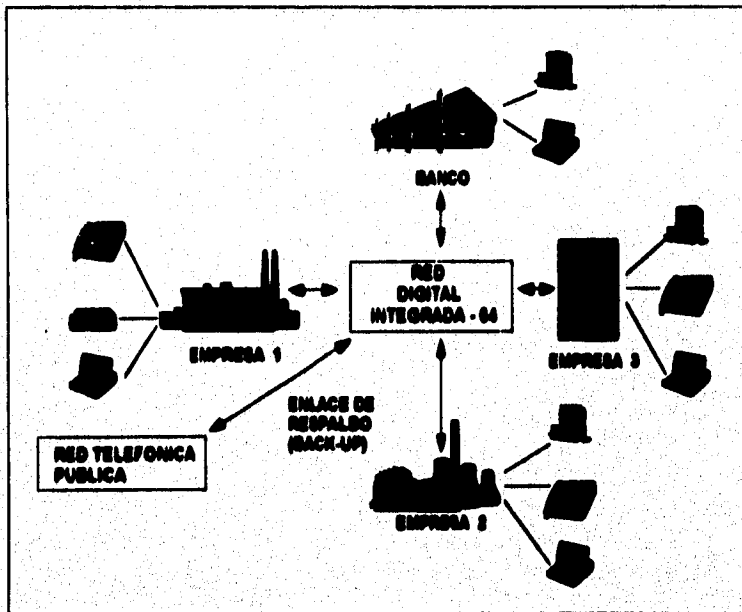


Figura 4.4 Grupo cerrado de usuarios.

-Redes privadas virtuales

En forma similar al caso anterior, el usuario dedica hacia sitios predeterminados un cierto número de troncales de RDI pero con la diferencia en que su utilización será sólo el tiempo requerido, logrando con esto establecer enlaces semipermanentes (Figura 4.5).

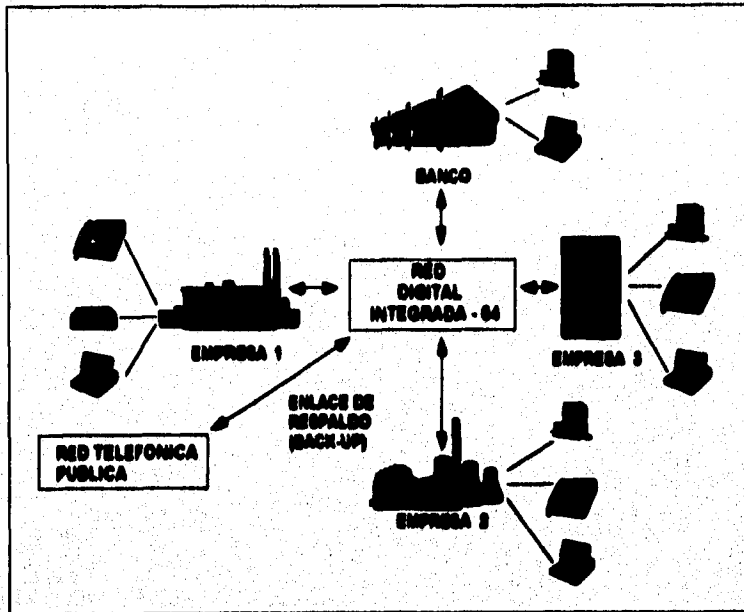


Figura 4.5 Redes privadas virtuales.

4.1.1b Servicios no conmutados

Características

- No requiere de número para accederse
- Por ningún motivo puede ser accesado desde redes públicas conmutadas.
- En su trayectoria , para alcanzar el punto deseado, no comparte ninguna vía de acceso ya que el enlace es exclusivo.

Son líneas privadas digitales de alta velocidad para manejo de altos volúmenes de información (voz, datos, texto e imagen) que sirven para conformar enlaces punto a punto totalmente privados, es decir sin compartir, como ya se mencionó, en su trayectoria ninguna vía de comunicación para establecer su conexión.

Las aplicaciones más importantes son:

-Enlaces digitales privados

Son líneas privadas digitales con altas velocidades que sirven para enlazar dos o más sitios del usuario conectados a RDI terrestre dentro de la misma ciudad (Figura 4.6).

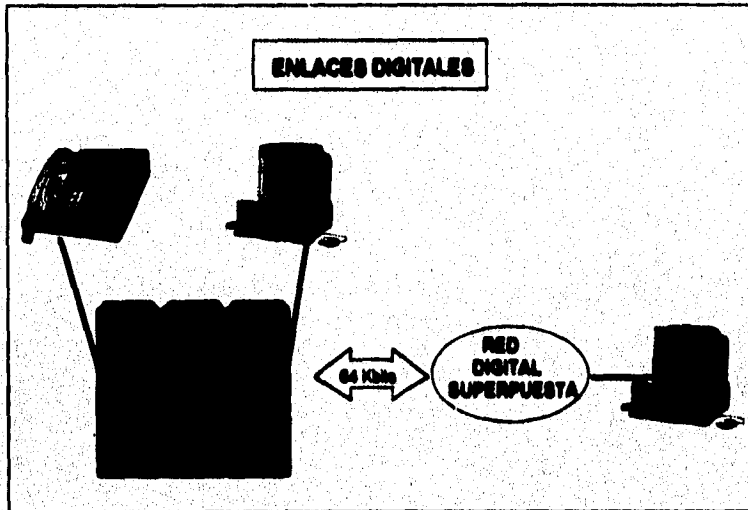


Figura 4.6 Enlaces privados digitales.

-Enlaces digitales privados a Larga Distancia.

Son líneas privadas digitales con altas velocidades que pueden enlazar dos o más sitios del usuario conectado a RDI Terrestre en ciudades diferentes.

Por último, dentro del rubro de servicios no conmutados, cabe destacar que esta facilidad ayuda y seguirá ayudando a la realización exitosa de negocios.

4.1.2 Aplicaciones

Una vez descrita la cartera de servicios, procederemos con una breve presentación de casos típicos de aplicaciones utilizados en varios proyectos.

1.- Edificio Corporativo.

Los grandes edificios corporativos (ejemplo: World Trade Center, Quantum, Omega, Plazas Comerciales) demandan gran cantidad de servicios telefónicos y de transmisión de datos. Estos edificios generalmente son habitados por grandes empresas, dependencias de gobierno, bancos, etc., los cuales van solicitando servicios en forma aislada a Telmex (Figura 4.7).

Con infraestructura de RDI-64 se pueden proporcionar servicios en tiempos cortos, así como un medio de conmutación y transmisión digital que satisfaga los requerimientos de dichos usuarios.

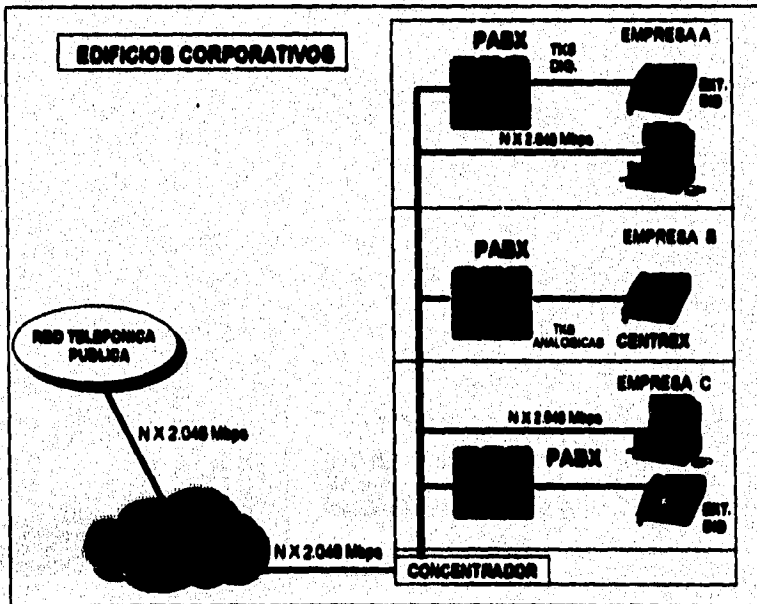


Figura 4.7 Edificios Corporativos.

2.- Parques Industriales

La comercialización de RDI en parques industriales, mejora sustancialmente la oportunidad, confiabilidad y competitividad de los servicios y productos de Telmex, al ofrecer infraestructura digital a sus plantas industriales desde el inicio de su operación (Figura 4.8).

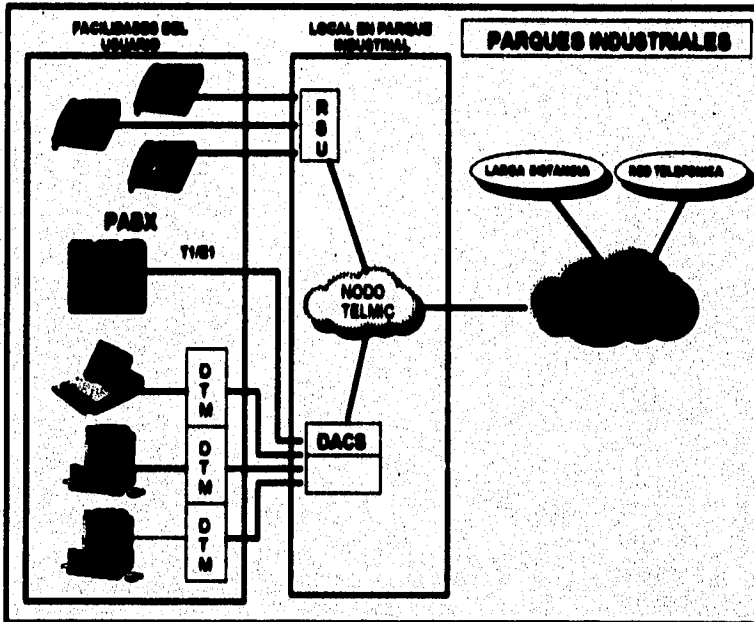


Figura 4.8 Parques Industriales.

3.- Red Financiera.

Telmex acordó con el Banco de México y la Bolsa Mexicana de Valores la creación de una red interbancaria e interbursatil, utilizando como medio de transporte la Red Digital Integrada (Figura 4.9).

Sin embargo, por los cambios surgidos a raíz de la nueva tendencia económica del país, se decidió integrar los servicios de bancos y casas de bolsa en una sola red a fin de que las comunicaciones de datos tales como: envío de órdenes, recepción y confirmación de hechos, consulta de cotizaciones, avance de remates, compensación de cheques, autorizaciones bancarias, tarifas vigentes, etc., se efectúen en un medio de convivencia totalmente digital con enlaces privados logrando asegurar la eficiencia, seguridad y oportunidad en los negocios.

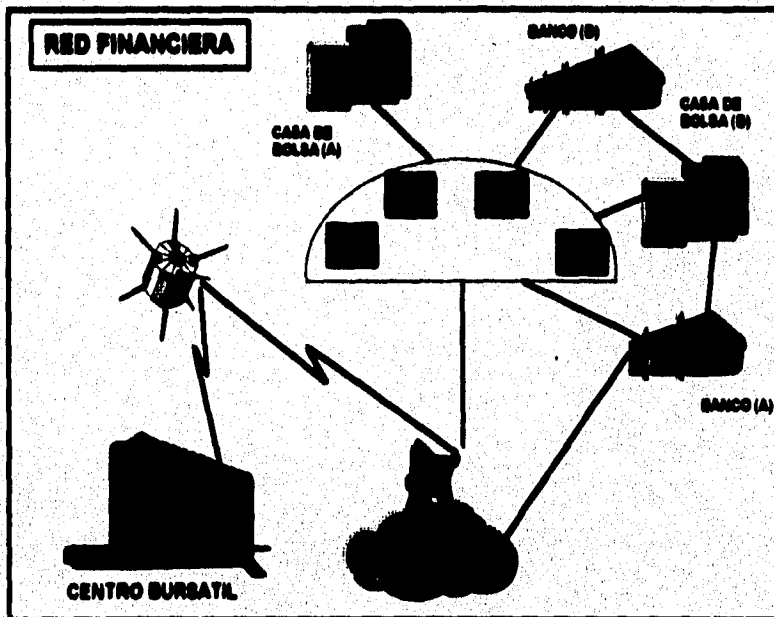


Figura 4.9 Red Financiera.

4.3 RED SATELITAL

4.3.1 Marco conceptual

La Red Satelital surge como un complemento a la Red Digital Integrada, para proporcionar servicios de voz y datos a los usuarios que requieren este tipo de facilidades en poblaciones que no cuentan con infraestructura digital (Figura 4.10).

La forma de proporcionar los servicios, consiste en enlazar el sitio central de usuario donde se encuentra el host o computador principal y el PABX a la Red Digital Terrestre por medio de un multiplexor de tipo flexible y canales de 64 Kbps, para llevar los servicios a la estación terrena maestra, donde se encuentra la contraparte del mux flexible, que sirve como interfase entre la red terrestre y la estación terrena maestra (Hub)(Figura 4.11).

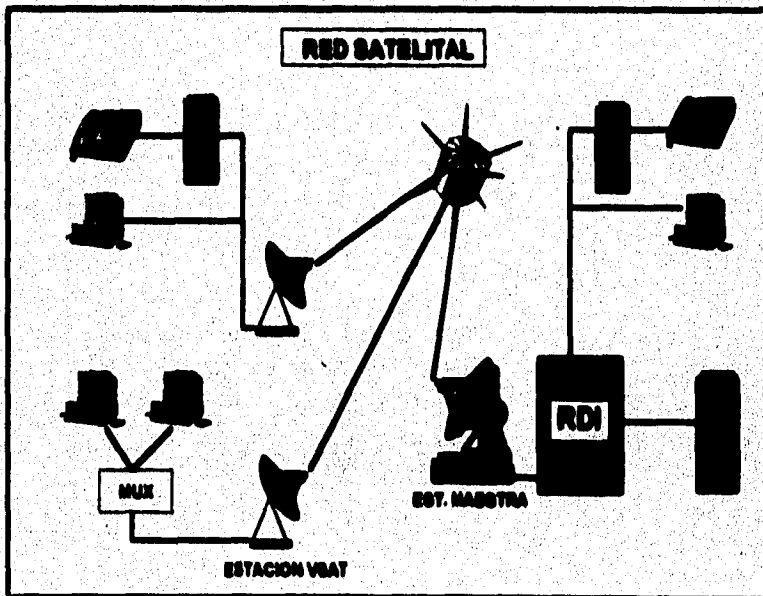


Figura 4.10 Red Satelital.

La estación terrena maestra, cuenta con 3 diferentes tipos de acceso al satélite, TDM/TDMA (Time Division Multiplexing/Time Division Multiple Access), SCPC (Single Channel per Carrier) y SCPC-DAMA (SCPC-Demand Assignment Multiple Access), los cuales son utilizados dependiendo de los servicios que el usuario haya contratado en los sitios remotos. La información recibida en la estación maestra es transmitida al satélite con alguno de los accesos, en banda KU (12 a 14 GHz) y retransmitida a nivel nacional, donde la información será recibida en una estación VSAT (Very Small Aperture Terminal) ubicada en las instalaciones del usuario. La estación VSAT, proporciona la interfase digital necesaria para que el usuario pueda conectar su equipo terminal de voz y datos, completándose el proceso de comunicación hasta éste punto.

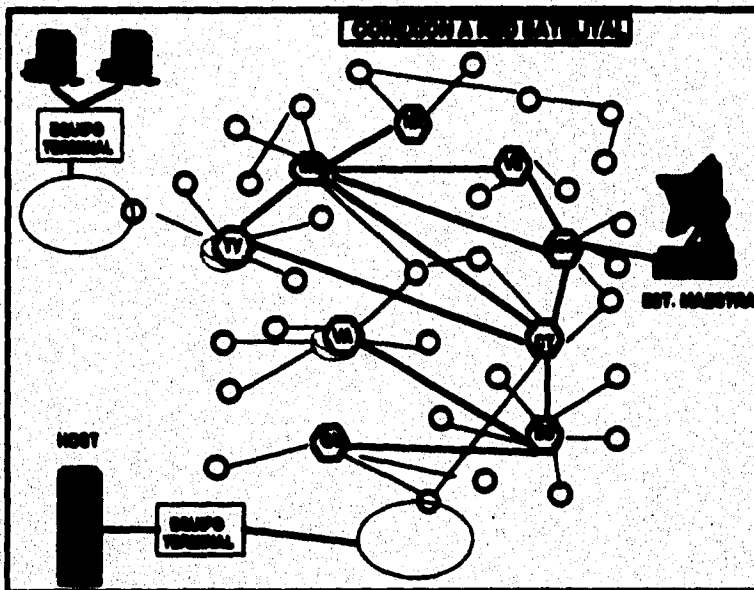


Figura 4.11 Conexión a la Red Satelital.

4.3.3 Promesas del servicio de la red satelital

De contratación:

- Siempre hay disponibilidad.
- Se ofrece el servicio de voz y datos en forma digital a cualquier población.
- La acometida al domicilio del usuario y el equipamiento requerido es proporcionado por Telmex.
- Se ofrece una facturación diferenciada a través de Cuenta Maestra.

De calidad:

- Atención diferenciada durante 24 horas los 365 del año.
- Tiempos de reparación en zona metropolitana de 3 hrs. y en cualquier población donde se ubique una VSAT, el tiempo de traslado de la Cd. de México a la población más una hora.

4.3.3 Red troncal.

Infraestructura actual (Tabla 4.2):

La Red Satelital de Teléfonos de México, cuenta con cinco estaciones terrenas maestras en operación, ubicadas en Ciudad Juárez, Guadalajara, México, Monterrey y Tijuana. Asimismo, posee dos estaciones semimaestras ubicadas en Hualcalco y Puerto Vallarta.

El número de tributarias de 2 Mbps conectadas a las estaciones terrenas es de 22, utilizándose éstas para enlazar las oficinas del cliente a las instalaciones satelitales.

En cuanto a equipos multiplexores, la Red Satelital cuenta con 24 equipos New Bridge, modelo 3600, distribuidos en las estaciones maestras y 42 equipos modelo 3630 operando en instalaciones de clientes.

4.3.3 Servicios de la red satelital

Transmisión/recepción de datos a 9.6 Kbps.

Transmisión/recepción de datos a 19.2 Kbps

Transmisión/recepción de voz

Enlace de comunicación transparente a 64 Kbps

Tabla 4.2 Poblaciones en las que tiene presencia Red Satelital

Acapulco, Gro.	Jutepec, Mor.	Benayta, Son.
Agua Calientes Ags.	La Paz, BCS	Tempico, Tams.
Altamira, tam.	Lamesa de Tijuana, BCN	Tacomán, Col.
Apaxco, Mex.	León, Gto.	Tehuacán, Pue.
Apizaco, Tlaxc.	Lerma, Mex.	Yopajil del Río, Hgo.
Boca del Río, Ver.	Loreto, Zac.	Yopico, Nay.
Cabe San Lucas, BCS	Mecapang, Tab.	Tijuana, BCN
Cabecera, Son.	Manzanillo, Col.	Tlajomulco de Z., Jal.
Caleras, Col.	Matamoros, Tams.	Tlaxiapa, Mex.
Campeche, Camp.	Mazatlán, Sin.	Tlaxiapa, Jal.
Cananea, Son.	Mérida, Yuc.	Tlaxcala, Tlax.
Cancún, Q.R.	Mexicali, BCN	Tehuacán, Mex.
Cd. Cardel, Ver.	México, D.F.	Tarrón Coah.
Cd. del Carmen, Camp.	Mingotlán, Ver.	Tuxpan, Ver.
Cd. Juárez, Chih.	Municipio, Coah.	Tuxtla Gtz., Chi.
Cd. Lázaro Card., Mich.	Monterrey, N.L.	Versacruz, Ver.
Cd. Obregon, Son.	Morelia, Mich.	Villagran, Gto.
Celaya, Gto.	Naco, Son.	Villahermosa, Tab.
Cerro Blanco, Son.	Nachital, Ver.	Zacapu, Mich.
Chetumal, Q.R.	Nicolás Romero, Mex.	Zacatecas, Zac.
Chihuahua, Chih.	Nogales, Son.	Zapotlán, Jal.
Coatzacoalcos, Ver.	Rvo. Laredo, Tams.	
Colima, Col.	Oaxaca, Oax.	
Colombia, N.L.	Ocotlán, Jal.	
Concho, Chih.	Pachua, Hgo.	
Cardova, Ver.	Palomas, Chih.	
Cosoleacaque, Ver.	Parzanola, Tlax.	
Cazumal, Q.R.	Pedra Escobedo, Gro.	
Cuernavaca, Mor.	Piedras Negras, Coah.	
Culiacán, Sin.	Playa del Carmen, Q.R.	
Cumpas, Son.	Petrolero Nuevo, Ver.	
Durango, Dur.	Pueblo, Pue.	
El Sauzal, BCN	Puerto Vallarta, Jal.	
El Tamarindo, Jal.	Quartéro, Gro.	
Ensenada, BCN	Rafael L. Grajales, Pue.	
Fundición, Son.	Ramos Arizpe, Coah.	
Gemas Palacio, Dur.	Rayosa, Tams.	
Guadalupe, Jal.	Salamanca, Gto.	
Guadalupe, Zac.	Saltillo, Coah.	
Guaymas, Son.	San Fco. del Oro, Chih.	
Hermosillo, Son.	San Juan del Río, Gro.	
Huahuasteca, Mex.	San Luis Potosí, SLP	
Huixtla, Pue.	San Luis Río Col, Son.	
Ipapate, Gto.	San Rafael, Mex.	
Ixtacuquiltán, Ver.	San V. Chiconapan, Mex.	
Itzapa, Gro.	San Cosmo, Xalisco, Tlax.	
Jalapa, Ver.	San Fco. Ixtacuquiltán, Tlax.	

4.3.4 Definición de servicios de la red satelital

Servicios de transmisión/recepción de datos a 9.6 y 19.2 Kbps (Figura 4.12)

El servicio de transmisión/recepción de datos a 9.6 y 19.2 Kbps permite el intercambio bidireccional de datos entre las oficinas corporativas de un usuario y muchas de sus oficinas regionales dispersas geográficamente, mediante la instalación de estaciones terrenas de diámetro pequeño llamadas VSAT en estas oficinas. El sistema VSAT se usa actualmente en la red satelital de Telmex en múltiples aplicaciones de datos con bancos, compañías de seguros, distribuidoras automotrices, tiendas departamentales, laboratorios farmacéuticos, etc.. Ejemplos de estas aplicaciones son la verificación de tarjetas de crédito, inventarios, procesamiento de órdenes de venta, facturación, transferencia de archivos y consulta a banco de datos.

Los VSAT'S se comunican con una estación central o maestra, la cual es compartida por todos los usuarios para enlazarse con sus oficinas corporativas mediante la Red Digital Terrestre (RDI).

En la estación maestra se garantiza la confidencialidad y seguridad de los datos de cada usuario mediante el uso de protocolos de transmisión.

Servicios de transmisión/recepción de voz.

El servicio de transmisión/recepción de voz, permite al usuario establecer una red corporativa privada en el rango de voz, utilizando la tecnología de estación maestra compartida y la utilización de estaciones VSAT en sus oficinas regionales dispersas geográficamente. Con esto, el usuario puede utilizar el conmutador de sus oficinas corporativas y establecer comunicación con cualquiera de sus oficinas regionales como si fuera una extensión más del conmutador; asimismo, el usuario de las oficinas regionales puede comunicarse con cualquier otra oficina regional o la oficina corporativa como si estuviera en el mismo edificio.

Este servicio es utilizado principalmente por todos aquellos usuarios que tienen la necesidad de efectuar comunicaciones de voz por periodos prolongados de tiempo, en los cuales con el servicio convencional de larga distancia le sería más costoso, o bien, para estar en línea permanente con sus ejecutivos principales en sus oficinas regionales.

Al igual que en el servicio de datos, se utiliza la Red Digital Terrestre (RDI) para enlazar la oficina corporativa del usuario con la estación maestra compartida.

Servicio de enlace de comunicación transparente a 64 Kbps (Clear-Channel) (Figura 4.13)

El servicio de enlace de comunicación transparente (Cl-Ch) a 64 Kbps, permite la comunicación digital punto a punto entre dos o más sitios. Esta es una alternativa de comunicación para todos aquellos usuarios que no tienen la posibilidad de enlazarse debido a que en sus localidades no existe infraestructura de comunicación de ningún tipo o bien, para el caso de usuarios de RDI, en aquellos sitios que no es posible comunicar digitalmente en forma terrestre. Al igual que los servicios de voz y datos, las oficinas corporativas de los usuarios se enlazan a la estación maestra compartida mediante facilidades RDI y de esta se envía la información en forma transparente a las estaciones VSAT de comunicación transparente (Cl-Ch), ubicadas en las oficinas regionales.

Este servicio es utilizado por todos aquellos usuarios que tienen la necesidad de transmitir grandes volúmenes de información y por aquellos que tienen un número limitado de sitios para comunicarse.

Con el enlace de comunicación transparente y la ayuda de un multiplexor flexible del usuario, se pueden transmitir voz y datos sobre el mismo canal, lo que propicia ahorros al usuario en el servicio de telecomunicaciones.

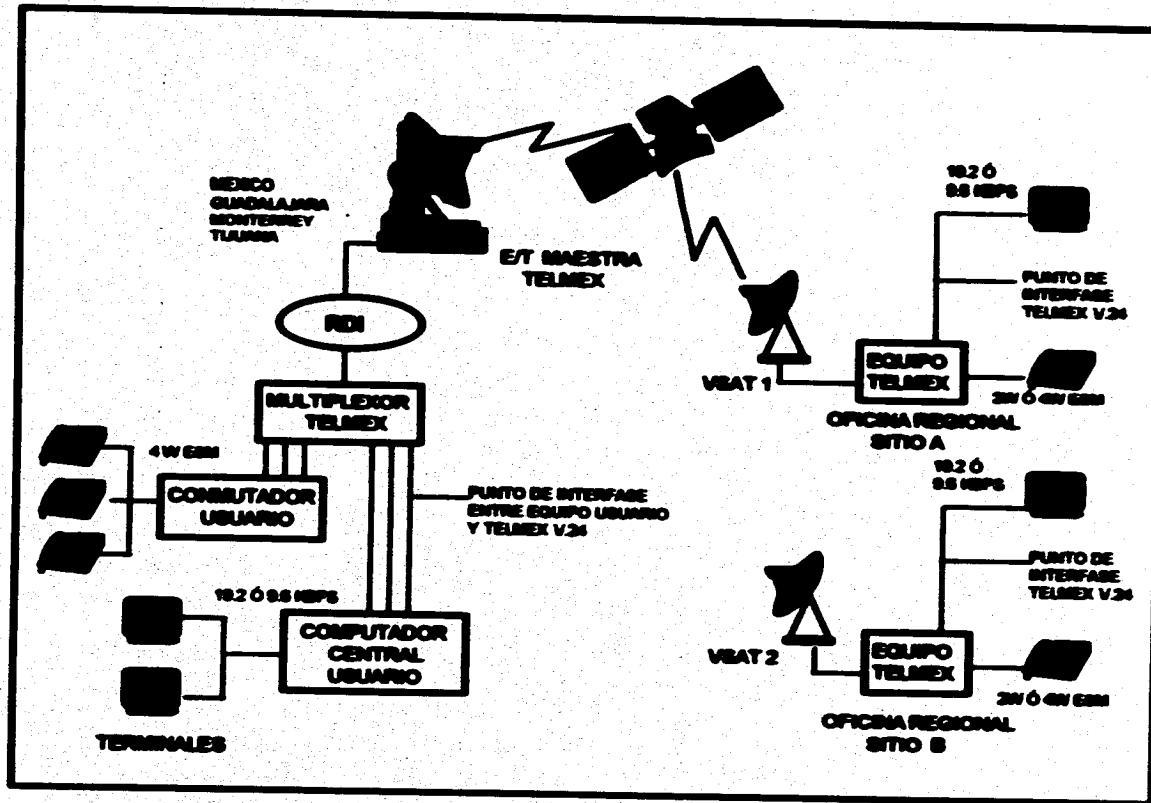


Figura 4.12 Diagrama característico del servicio de voz y datos a 9.6 Y 19.2 Kbps.

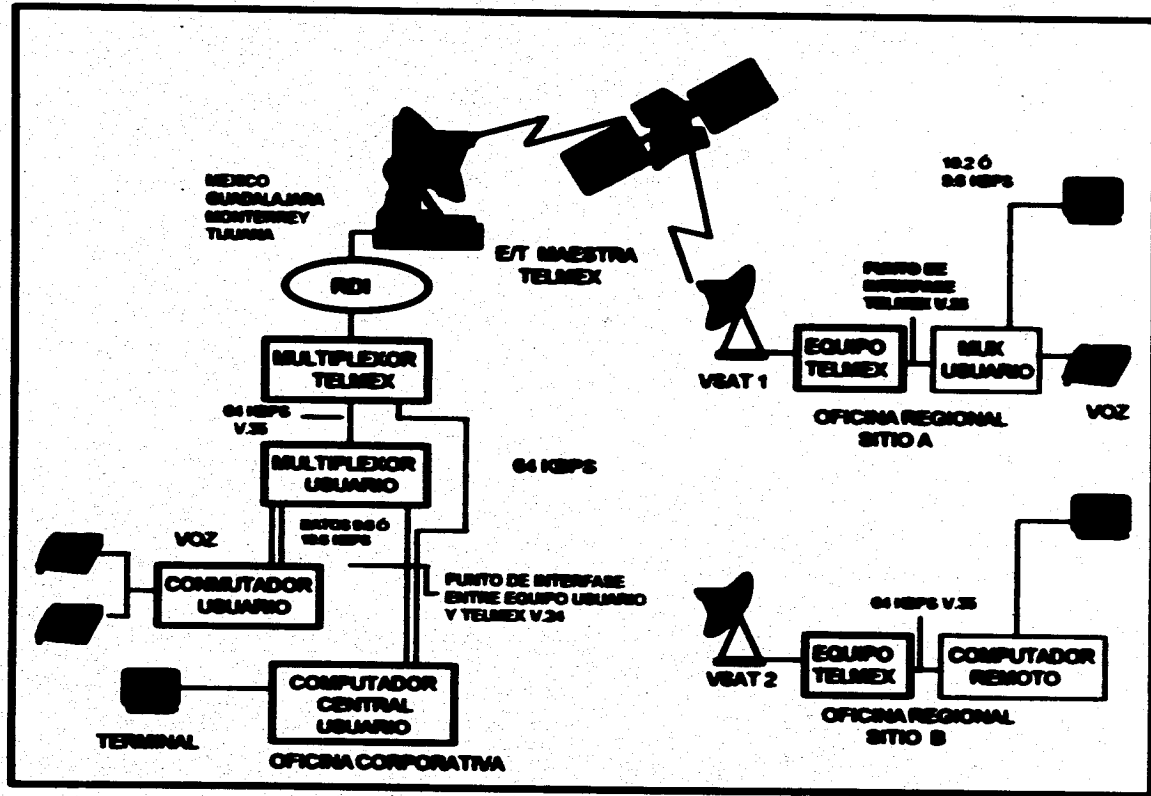


Figura 4.13 Diagrama característico del servicio de enlace de comunicación transparente a 64 Kbps.

5. MODULACION

5.1 TRANSMISION DIGITAL Y TRANSMISION ANALOGICA

5.1.1 Generalidades:

La señal analógica tiene un voltaje pico a pico y dentro de este rango hay un número infinito de valores. Ejemplo de esta señal se muestra en la figura 5.1.

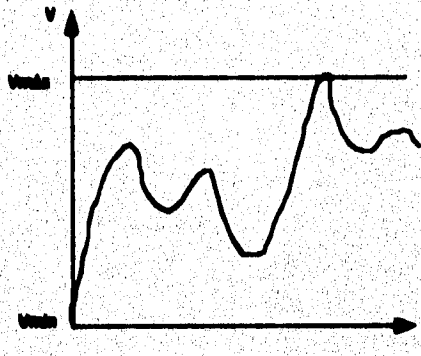


Figura 5.1 Señal analógica.

La señal digital solo tiene un número finito de voltajes discretos, generalmente 2 valores. Ejemplo de esta señal se muestra en la figura 5.2.

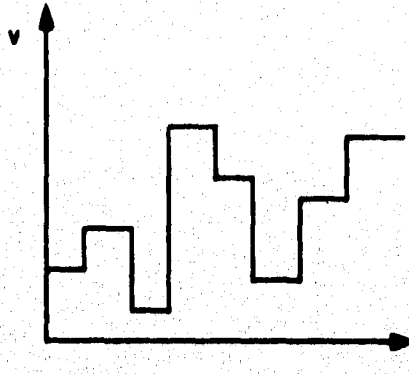


Figura 5.2 Señal digital.

5.3 TECNICAS DE MULTIPLEXAJE

Desde el punto de vista de transmisión, el término multiplexaje significa compartir un mismo canal de transmisión entre dos ó más usuarios. Esto se ilustra en la Figura 5.3.

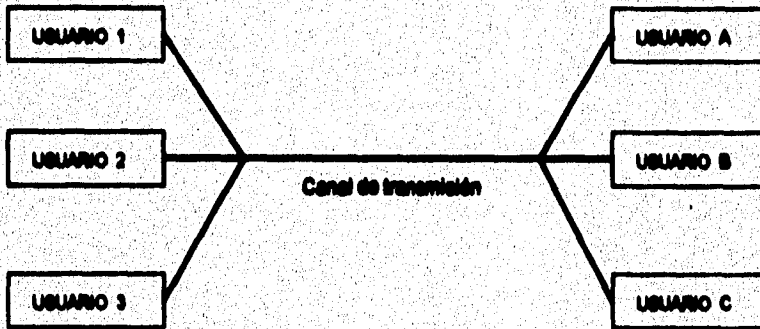


Figura 5.3

Lo importante de la técnicas de multiplexaje es que cualquier usuario identificado con un dígito puede comunicarse con cualquier usuario identificado con una letra sin que su conversación sea interferida o interfiera otras comunicaciones que se efectúen simultáneamente por el mismo canal.

Las técnicas de multiplexaje son básicamente dos:

- a) Multiplexaje en frecuencia.
- b) Multiplexaje en tiempo.

En el multiplexaje en frecuencia el ancho de banda del canal es dividido en tramos, de tal manera que el ancho de banda de cada tramo es suficiente para soportar una comunicación.

Cada comunicación es trasladada en frecuencia al ancho de banda correspondiente a cierto tramo, esto se logra a través de un modulador, el cual mezcla de manera apropiada el ancho de banda natural de la comunicación con una frecuencia, denominada portadora, que es la que determina el tramo a que se asigna cierta comunicación.

Del lado de la recepción, la información se recupera tras separar la portadora. Este proceso complementario se logra con un demodulador.

Por otro lado, en el multiplexaje en tiempo, el canal de transmisión es compartido al asignársele a cada usuario durante un intervalo de tiempo determinado. Esto se ilustra en la Figura 5.4.

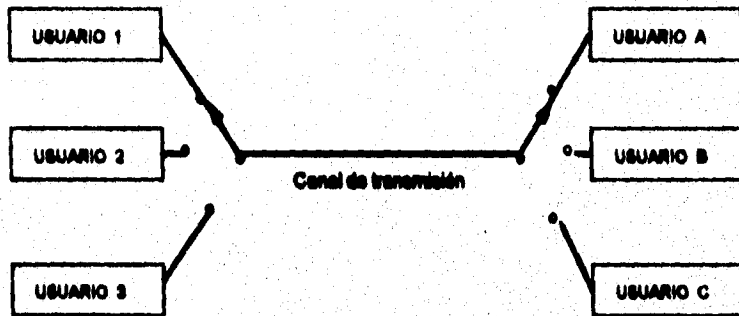


Figura 5.4

Por otro lado, de acuerdo a la teoría de comunicaciones, la frecuencia de muestreo debe ser de cuando menos el doble de la frecuencia más alta de la señal analógica que se está enviando, con el fin de evitar la pérdida de información.

La tendencia actual en el campo de las comunicaciones es la del uso más generalizado del multiplexaje en tiempo. En los sistemas analógicos, esto se puede lograr con el uso de equipos tales como los de Modulación por Codificación de Pulsos (PCM).

5.3 MODULACION DE SEÑALES ANALOGICAS

En el tema anterior se mencionó la importancia de la modulación para la técnica de multiplexaje en frecuencia. Sin embargo, la multiplexación no es el único propósito de la modulación (entendida como el traslado de una señal de una región a otra dentro del dominio de la frecuencia).

Cuando el canal de comunicación es el espacio, las antenas radian y reciben la señal. Las antenas funcionan efectivamente sólo cuando sus dimensiones son del orden de la magnitud de onda, como se indica en la ecuación:

$$L = c/f \quad \text{Ec. 1}$$

donde:

c = Velocidad de la luz
 L = Longitud de onda
 f = Frecuencia

Una señal puede trasladarse a otro intervalo de frecuencias mezclándose adecuadamente con otra señal auxiliar, a la que se le denomina portadora. Esta señal portadora puede ser descrita por la ecuación:

$$ap = Ap \text{ sen } (2\pi f_p t + \emptyset_p) \quad \text{Ec. 2}$$

donde:

Ap = Amplitud de la portadora
 f_p = Frecuencia de la portadora
 \emptyset = Fase de la portadora

La forma en que se mezcle esta señal portadora con la señal de información esta determinada por el sistema de modulación que se utilice:

- a) Modulación en amplitud
- b) Modulación en frecuencia
- c) Modulación en fase

Cada una de las cuales se describe a continuación:

5.3.1 Modulación en amplitud (AM)

Si la señal de información se describe con la ecuación 3:

$$ai = Ai \text{ sen } 2\pi f_i t \quad \text{Ec. 3}$$

y la ecuación 4 describe a la señal portadora:

$$a_p = A_p \text{ sen } 2\pi f_p t \quad \text{Ec. 4}$$

La señal a la salida del modulador es la descrita por la ecuación 5.

$$a_{lp} = A_p \text{ sen } 2\pi f_p t + (A/2) \text{ sen}[2\pi(f_p - f_m)t + (\psi/2)] + \\ + (A/2) \text{ sen}[2\pi(f_p + f_m)t - (\psi/2)] \quad \text{Ec. 5}$$

Una señal de AM se caracteriza por tener una frecuencia constante y una amplitud variable de acuerdo con la señal de información o moduladora.

5.3.2 Modulación en frecuencia (FM)

Sea la portadora:

$$a_p = A_p \text{ sen } 2\pi f_p t \quad \text{Ec. 6}$$

y la señal de información:

$$a_i = A_i \text{ sen } 2\pi f_i t \quad \text{Ec. 7}$$

a la salida del modulador, la señal es de la forma

$$a_{lp} = A_p \text{ sen } (2\pi f_p + \Delta f_p \text{ sen } 2\pi f_i t) t \quad \text{Ec. 8}$$

donde:

Δf_p = Desviación máxima de frecuencia posible

Una señal de FM se caracteriza por tener una amplitud constante y una frecuencia variable de acuerdo con la señal de información o moduladora. Esta característica es importante ya que hace que la información en una señal de FM sea altamente inmune al ruido de impulso.

5.3.3 Modulación en fase

Considerando como portadora a la señal:

$$a_p = A_p \text{ sen } 2\pi f_p t \quad \text{Ec. 9}$$

y como información a la señal:

$$a_i = A_i \text{ sen } 2\pi f_i t \quad \text{Ec. 10}$$

La forma de onda modulada se puede describir con la ecuación:

$$a_{fp} = A_p \text{ sen } (2\pi f_p + \Delta\theta_i \text{ sen } 2\pi f_i t) t \quad \text{Ec. 11}$$

donde:

$\Delta\theta_i$ = Cambio máximo de fase.

5.4 SISTEMAS DE MODULACION POR PULSOS

Entre los sistemas de modulación por pulsos encontramos los siguientes:

- a) PAM (Pulse Amplitude Modulation)
- b) PTM (Pulse Time Modulation)
- c) PCM (Pulse Code Modulation)
- d) DM (Delta Modulation)

5.4.1 Sistema PAM

En un sistema de PAM, la señal de información es muestreada a intervalos de tiempo definidos. Desde el punto de vista matemático el muestreo se hace multiplicando la señal de información por un tren de pulsos. El proceso se ilustra en la Figura 5.5.

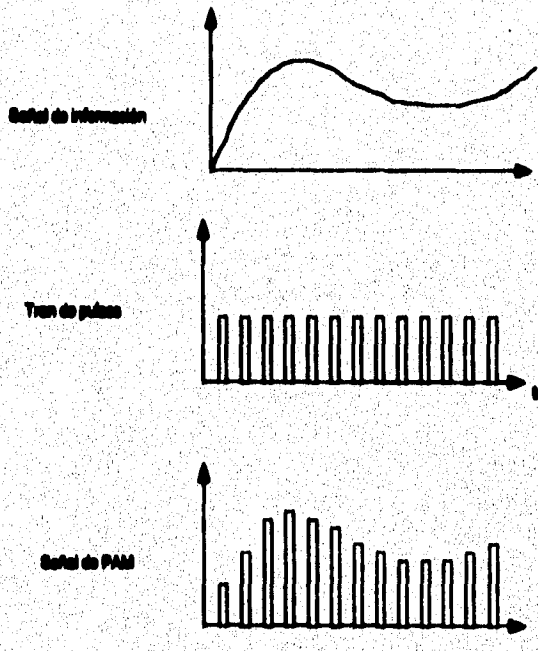


Figura 5.5.

Como se puede apreciar en la Figura 5.5, la información en la señal PAM está contenida en la amplitud de los pulsos. El ancho y la separación entre los pulsos es constante.

La recuperación de la señal de información a partir de la señal de PAM es muy sencilla y se logra mediante el simple filtrado de la señal muestreada.

5.4.2 Sistema PTM

Cuando se utiliza el multiplexaje en tiempo, es normal asignar un intervalo de tiempo a cada señal de información. En PAM, los pulsos son modulados en amplitud y se localizan dentro de un intervalo de tiempo específico.

Una segunda alternativa es la de modular los pulsos en tiempo en lugar de en amplitud y esto a su vez se puede lograr de varias maneras, una de las cuales es variando la duración de los pulsos, y la otra es modificando la posición de los mismos en su intervalo de tiempo correspondiente. Cuando la modulación se hace de la primera manera se habla de un sistema PDM (Pulse Duration Modulation), conocido también como PWM (Pulse Width Modulation) ó PLM (Pulse Length Modulation) y cuando se hace de la segunda se trata de un sistema PPM (Pulse Position Modulation). La forma de cada una de estas señales en función de una señal de información cualquiera se muestra en la Figura 5.6.

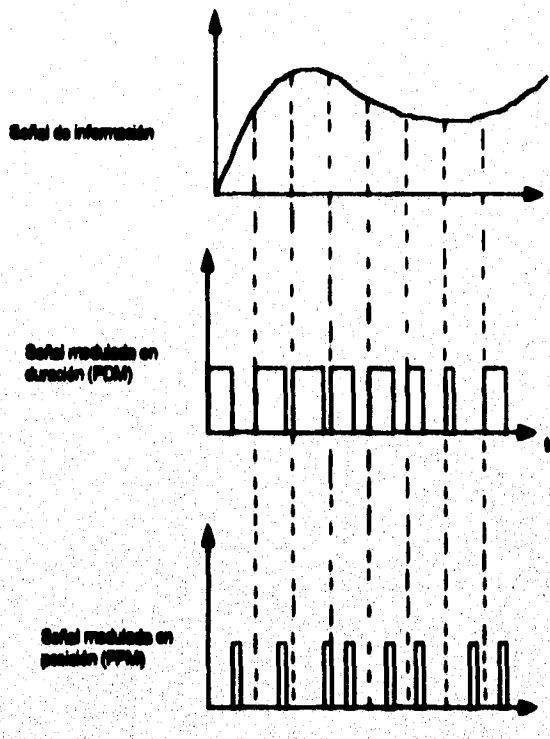


Figura 6.6

5.4.3 Sistema PCM

En un sistema de PCM la señal de información sufre tres procesos antes de ser transmitida. El primer proceso a que es sometida es el de muestreo, con el cual se obtiene una señal de PAM. A continuación, la amplitud de cada muestra es comparada con ciertos niveles fijos de voltaje y se le asigna el de valor más cercano. A este segundo proceso se le conoce con el nombre de cuantificación. Mientras mayor sea el número de niveles de comparación, más fielmente podrá ser reproducida la información.

Finalmente a cada nivel de comparación que se le asigne a la señal de PAM le corresponde un cierto código. Cuando se trata de PCM binario se efectúa una conversión del código asignado a su correspondiente en sistema binario y se transmite en forma de unos y ceros.

5.4.4 Sistema DM

La modulación Delta es una técnica por medio de la cual una señal analógica puede ser codificada en dígitos binarios. La manera en que esto se logra se ilustra en la Figura 5.7

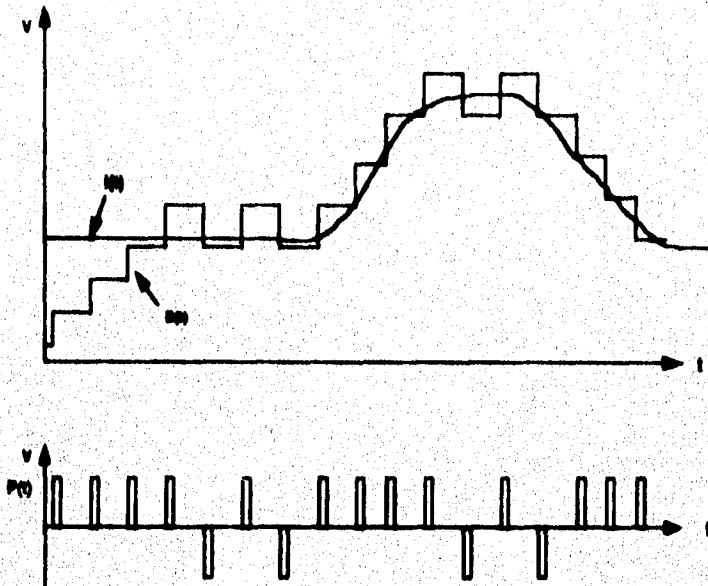


Figura 5.7

En esta figura, la información está contenida en la señal $k(t)$. El sistema genera la señal $D(t)$, la cual es una aproximación de $k(t)$. La señal $d(t)$ continuamente es comparada con la señal de información y como resultado de dicha

comparación se genera un pulso de valor positivo o negativo. El conjunto de estos pulsos forman la señal binaria $p(t)$.

Como se puede apreciar en la Figura 5.7, a cada flanco ascendente en $D(t)$ corresponde un pulso positivo en $p(t)$ y, para cada flanco descendente en $D(t)$, corresponde un pulso negativo en $p(t)$.

La señal que es transmitida es $p(t)$. Esta lleva en forma codificada, no el nivel de la señal, sino la información de la diferencia entre la señal de información $I(t)$ y su aproximación $D(t)$.

5.5 SISTEMAS DE MODULACION PARA LA TRANSMISION DE DATOS.

Como se describió con anterioridad, la modulación de señales analógicas puede ser en: amplitud, frecuencia ó fase.

Para los sistemas de transmisión de datos, los sistemas equivalentes son:

- a) ASK (Amplitude Shift Keying)
- b) FSK (Frequency Shift Keying)
- c) PSK (Phase Shift Keying)

El equipo que se encarga de efectuar la modulación y demodulación de los datos es precisamente el MODEM (Modulador-Demodulador).

5.5.1 Sistema ASK

En este sistema la amplitud de la portadora varía de "1" a "0", según el valor de la información. La Figura 5.8 ilustra el proceso.

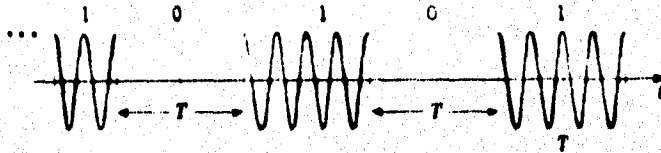


Figura 5.8 Señal ASK

A este sistema también se le llama OOK (On-Off Keying) y es el menos común de los sistemas de comunicación digital de alta velocidad.

5.5.2 Sistema FSK

En un sistema FSK, existe una portadora la cual cambia de una frecuencia "F1" para un pulso "1" a una frecuencia "F2" para un pulso "0". Esto se ilustra en la Figura 5.9.

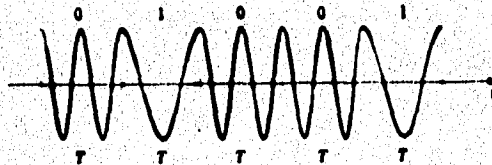


Figura 5.9 Señal FSK

Este sistema tiene la ventaja de ser inmune a las variaciones en amplitud que sufra la señal.

5.5.3 Sistema PSK

En el caso de una señal PSK la portadora cambia el valor de la fase en 180° cada vez que en la señal de datos hay un cambio de estado. La forma que esto se realiza se muestra en la Figura 5.10.

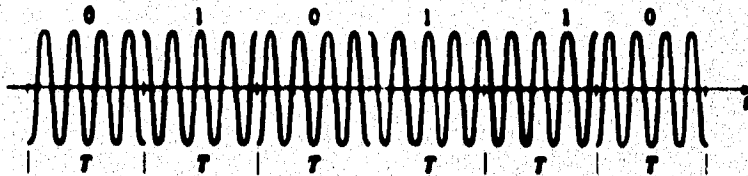


Figura 5.10 Señal PSK

Como se puede apreciar en la Figura 5.10, el sistema PSK es más parecido a un sistema de AM que a uno de FM. Esto se debe a que los cambios de fase son de 180° . Si los cambios de fase se hacen en ángulos más pequeños, entonces es posible enviar el doble (dibits) o el triple (tribits) de información por cada ángulo. Debido a esta propiedad, para sistemas de alta velocidad, el PSK es lo más usual.

5.6 TRANSMISION DE DATOS

La utilización de los sistemas digitales ofrece múltiples ventajas sobre los sistemas analógicos, entre las que destacan: mayor calidad de la transmisión, independencia en la relación a la distancia, las señales a transmitir son del mismo tipo sin importar su aplicación (video, voz, etc.); así mismo se puede incrementar la capacidad de transmisión de los sistemas mediante el empleo de técnicas de multiplexaje y compresión de datos. Existe una mayor seguridad en la información transmitida.

En términos de transmisión de datos (información), se refiere a cualquier símbolo numérico, alfabético o especial, el cual puede formar parte de diferentes códigos, los que a su vez pueden tener una función de control dentro de la comunicación, tales como: el Código Americano Estándar para Intercambio de Información (ASCII), el Código de Intercambio Decimal en Binario Extendido (EBCDIC) y el código Baudot.

Suponiendo que se trata de una transmisión digital, un determinado código puede ser transmitido en forma serie, en donde cada pulso del código se envía secuencialmente, de modo que solo un par de hilos puede ser requerido para la transferencia de información; también es posible la transmisión en el modo paralelo, donde todos los pulsos de un elemento de código son transmitidos simultáneamente, requiriéndose tantos hilos como bits se utilicen para representar un elemento de código.

Para transmisiones a larga distancia se prefiere el método serie, debido a los costos inherentes al cableado; sin embargo, la velocidad de transmisión es menor que en la comunicación en paralelo, por lo que esta resulta más apropiada para equipos que no se encuentran muy distantes.

La transmisión en serie se puede dividir en dos clases; la transmisión sincrónica y la asíncrona. En la transmisión asíncrona cada carácter maneja su propia información de sincronización mediante el uso de elementos de inicio y parada, donde el lapso de tiempo que transcurre entre cada carácter no es fijo; sin embargo, es más lenta que la transmisión sincrónica y no es tan eficiente en transmisiones codificadas, debido precisamente al uso de los caracteres de inicio y parada para sincronizar la operación.

En la transmisión sincrona se requiere de una señal de reloj común tanto al transmisor como al receptor, a lo cual se le llama sincronización de bits; esto se logra transmitiendo ciertas secuencias de bits o tramas (frames); los dispositivos involucrados deben permitir el almacenamiento temporal de los datos, ya que no se permiten intervalos de tiempo de espera entre los diferentes caracteres.

En general, un canal de comunicación se puede operar en tres formas distintas:

Operación simplex, la cual indica que la transmisión es en un sólo sentido, de modo que una terminal puede transmitir pero no recibir o viceversa.

Operación Half-Duplex, se usa para indicar que una transmisión se puede efectuar en ambos sentidos pero únicamente en una dirección a la vez.

Operación Full-Duplex, se utiliza para representar la transmisión de información en ambos sentidos simultáneamente.

Dependiendo de la operación y del canal de comunicación utilizado, se pueden utilizar uno o más conductores.

5.6.1 Códigos de línea

Existen diferentes códigos de línea o de señal para representación de información de tipo binario, a través de un canal de comunicación. Para ello, se definen diferentes criterios para evaluar, que tipo de código es el más conveniente usar debido a sus características, y son:

-Espectro de Frecuencia de la señal (Ancho de Banda) y componente de corriente directa.

-Capacidad de sincronización o de auto-reloj de la señal, es decir, la posibilidad que se tiene de extraer los elementos de sincronización de la señal.

-Interferencia, protección contra el ruido, es decir, que posibilidades se tiene para que en el formato del receptor, se pueda distinguir si hubo algún error en la transmisión de la señal.

-Costo y complejidad.

Existen diferentes tipos de codificación de una señal digital, mismos que se explican brevemente a continuación, y que se muestran en la figura 1.

a) Unipolar NRZ (No retorno a cero).- En este tipo de codificación, para cada pulso cuya duración es "t", el nivel de voltaje es constante, es decir, para un valor "1" el nivel de voltaje es +V y para un valor "0" el nivel es cero volts, durante todo el intervalo del pulso.

b) Bipolar NRZ (No retorno a cero).- Este tipo de codificación, es muy semejante al unipolar, la diferencia radica en el hecho de que el nivel constante que se tiene es, para un valor de "1" de +V/2 y para un valor "0" el nivel es -V/2.

c) Unipolar RZ (retorno a cero).- La codificación de una señal RZ requiere de una transición de uno a cero por cada "1". Esto es, en el tiempo t que dura el pulso "1", la primera mitad del tiempo (t/2) tendrá un valor de +V, mientras que la siguiente mitad regresará al nivel de referencia de la señal es decir "0" volts, por lo que para un no pulso o valor cero el nivel de voltaje se mantendrá en cero.

d) Manchester Bifase.- Para esta forma de codificación, tanto para un valor "0", como para un valor "1" se requiere tener un cambio de polaridad, después de la primera mitad del tiempo de duración de un pulso, por ejemplo, para un "1" se tendrá una variación de +V/2 a -V/2, mientras que para un "0" la variación va de -V/2 a +V/2.

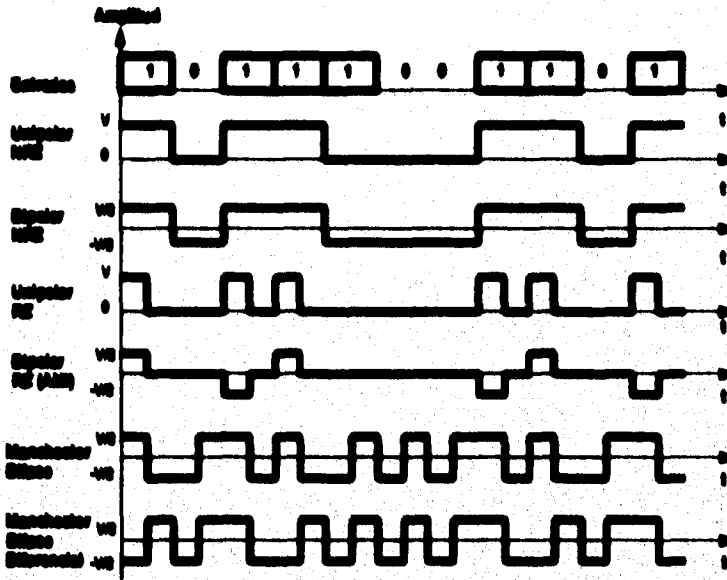


Figura 5.11.

e) **Manchester Diferencial Bifase.**- La codificación Manchester Diferencial Bifase, también requiere de un cambio de polaridad por cada pulso, la diferencial con el anterior, es que en un pulso "0" se conservará la misma polaridad que el pulso "1" anterior, pero cuando tenga un pulso "1" nuevamente, la polaridad será lo contrario a la del pulso que le precede.

f) **Código AMI (Bipolar RZ).**- A este código también se le conoce como Inversión Alterna de Marca (AMI), se puede notar que en la transmisión bipolar el "0" se codifica como ausencia de pulso y el "1" se codifica alternativamente como pulsos positivos y negativos, la alternación de pulsos tiene lugar cada vez que se presenta un "1".

Un inconveniente de la transmisión AMI se presenta cuando se transmite una secuencia larga de "0's" (es decir no hay transiciones), lo cual puede dar lugar a algún problema de sincronización, ya que los repetidores y decodificadores no

podem obtener una referencia para la sincronización cuando no existen transacciones.

El problema se puede resolver mediante la prohibición de secuencias largas de ceros, para ello, se han desarrollado algunos códigos bipolares con substitución de "N" ceros consecutivos, los cuales se conocen como códigos "BNZS" (Binary Number Zero Sinitution).

Por ejemplo, en el código B6ZS una señal particular substituye a una secuencia de seis ceros sucesivos; otro código del mismo tipo es el B3ZS y el B4ZS utilizado en sistemas tipo E1, conocido también como HDB3 (High Density Bipolar), o el código B8ZS utilizado en los sistemas T1.

5.6.2 Sincronización y señalización

Cuando se desea transmitir información en forma digital, normalmente se utilizan dos métodos diferentes de modulación, que son la Modulación por Codificación de Pulsos (PCM) y la Modulación Delta, esta última utilizada en transmisiones de tipo militar.

En la modulación por codificación de pulsos (PCM), se realizan tres operaciones fundamentales, que son:

-Muestreo de la señal analógica.- La base para la modulación PCM se encuentra en el empleo del teorema de muestreo de Nyquist, el cual indica: "Si una señal de banda limitada se muestrea a intervalos regulares de tiempo y con una velocidad igual o mayor al doble de la frecuencia más alta que se pueda presentar, entonces dichas muestras contendrán toda la información de la señal original, y por lo tanto esta se podrá reconstruir mediante el uso de un filtro paso bajas.

-Cuantización de la amplitudes muestreadas.- Después de muestreada la señal, las diferentes señales son forzadas a tomar valores discretos, las diferencias contra los valores reales se manifiestan como ruido en la transmisión, dichas

diferencias (errores) son minimizadas al aumentar el número de niveles muestreados; por ejemplo, para comunicación de voz comúnmente se muestrean 256 niveles, los cuales corresponden a una codificación binaria que utiliza un código de 8 dígitos.

Codificación de las muestras cuantizadas.- En una señal digital, en general, el número de elementos de código que se pueden obtener con "n" dígitos binarios es 2^n ; y donde la relación señal ruido (RMS) se determina por la expresión: $S/N = 1.8 + 6n$ dB.

Sistemas PCM prácticos utilizan códigos de 7 y 8 dígitos los cuales corresponden a 128 y 256 niveles de muestreo respectivamente, que además, corresponden a códigos binarios directos.

De lo anterior, se obtiene una señal digital que se puede aplicar o no al canal sin necesidad de etapas adicionales de modulación; sistemas comunes de PCM requieren aproximadamente 8 veces el ancho de banda de su contraparte analógica, lo cual corresponde al mínimo de ancho de banda requerido para la transmisión de una determinada señal.

De acuerdo a lo anterior se está en condiciones de definir el canal digital básico, mismo que se define para una señal de voz, cuyo ancho de banda no excede los 4 KHz, que es muestreada y codificada utilizando un código de 8 bits; de modo que de acuerdo al teorema de muestreo se tiene que:

$$4\ 000\ \text{KHz} \times 2 \Rightarrow 8\ 000\ \text{muestras /seg} \times 8\ \text{bits/muestra} \\ 64\ 000\ \text{bits/seg} = 64\ \text{Kbps}$$

5.6.3 Concepto de trama

En esquemas de modulación por codificación de pulsos de tipo multicanal, es importante determinar cuales secuencias de bits corresponden a cada canal, además determinar cuales bits corresponden a señalización (marcado, colgado,

descolgado, timbrado, etc.) y por último determinar cuales corresponden a sincronización, ya que se requiere de alguna forma para identificar el inicio de la secuencia y así poder generar, en el receptor, la señal apropiadamente; la identificación se utiliza para alineación (sincronización) de grupo de bloques; y a todo el conjunto se le conoce como trama (frame).

Existen diferentes equipos que utilizan la técnica de PCM para la transmisión, en los cuales una trama consta de 24 canales de voz, a los cuales se les conoce como sistemas D1 o T1; todos ellos muestreados a un régimen de 8 000 muestras por segundo y usando un código de siete niveles, donde a cada conjunto de 7 bits se le añade un bit de señalización; y posteriormente a ese grupo de 24 canales se le agrega, al inicio, un bit (bit "s") de alineación o sincronización, de modo que la trama T1 consta de:

$$(7+1) \text{ bit/canal} \times 24 \text{ canales} + 1 \text{ bit} = 193 \text{ bits}$$

Por definición, en un esquema multicanal (multitrama), se transmiten también 8 000 muestras, lo cual en términos de tiempo representan 125 microsegundos para muestrear los 24 canales, en donde cada canal ocupa un lapso de tiempo de 5.18 microsegundos o cada bit ocupa 648 nanosegundos; lo anterior define el ancho de banda para los sistemas D1 o T1 y que es de:

$$193 \text{ bits} \times 8\,000 = 1.544 \text{ Mbps}$$

Existen variantes del sistema D1 como son los sistemas D2, en el cual se agrupan 96 canales de voz o cuatro grupos de 24 canales, que son los mismos que constituyen el bloque o trama básico para el sistema D1. La diferencia del D1 con el D2, radica en el hecho que durante 5 de cada 6 tramas, los 8 bits son utilizados para codificación, excepto en la sexta trama, donde, el octavo bit de todos los canales se utiliza para señalización.

El CCITT adoptó la convención E1, llamándole CEPT1 (Conferencia Europea de Países para Telecomunicaciones), el cual tiene la diferencia con el anterior en el hecho de que se agregan canales para señalización y sincronización (entramado); en este sistema se tienen 30 canales para datos y 2 adicionales uno para señalización y uno para sincronización.

Estos canales se distribuyen de la siguiente manera:

Distribución de canales trama E1

Canal	Tipo de información
0	Sincronía (alineación o entramado)
1 a 15	Canales de voz, datos, ...
16	Señalización.
17 a 31	Canales de voz, datos, ...

En el caso del sistema CEPT1, los 32 canales también se muestrean a un régimen de 8 000 muestras por segundo, utilizando un código de 8 bits para cada muestra. La longitud de la trama es dada por:

$$32 \text{ canales} \times 8 \text{ bits/muestra} = 256 \text{ bits/muestra}$$

El ancho de banda de un canal de este tipo (E1) se determina de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} 256 \text{ bits/muestra} \times 8\,000 \text{ muestras/seg} &= 2\,048\,000 \text{ bits/seg} \\ &= 2.048 \text{ Mbps} \end{aligned}$$

Lo anterior se resume en la tabla 1, en la cual se presenta una comparación de los sistemas americano y europeo para la generación de señales en modulación por codificación de pulsos (PCM).

Resumen de características

Sistema	Americano		Europeo
	D1	D2	CEPT
Tipo	D1	D2	CEPT
Canales de voz	24	24	30
Canales de señalización	0	0	1
Canales de entramado (sync)	0	0	1
Total de canales	24	24	32
Número de bits por canal	7	7(5/6)	8
Bits de señalización	1	(1/6)	0
Total de bits por canal	8	8	8
Total de bits por trama/muestra	192	192	256
Bits de trama	1	1	0
Total de bits por trama	192	192	256
Velocidad de muestreo (KHz)	8	8	8
Ancho de banda requerido (Mbps)	1.544	1.544	2.048

Tabla 1.

El hecho de agrupar (multiplexar) canales en tramas, y estos a su vez en multitramas, tiene la finalidad de hacer un uso más eficiente de ciertos medios de transmisión, permitiendo que diversas señales sean transmitidas por el mismo equipo. Existe lo que se denomina jerarquía digital, la cual se utiliza para definir los bloques que resultan de multiplexar los canales básicos. La tabla 2, presenta la jerarquía digital que corresponde a los estándares de los Estados Unidos, así como de Japón y Europa.

Sistema/Nivel	1	2	3	4	5
Americano (T/D)					
Canales de voz	24	96	672	4032	
Velocidad de línea (Mbps)	1.544	6.312	44.736	274.176	
Japón					
Canales de voz	24	96	480	1440	5760
Velocidad de línea (Mbps)	1.544	6.312	32.064	97.728	400.352
Europeo (E)					
Canales de voz	32	120	480	1920	7680
Velocidad de línea (Mbps)	2.048	8.0448	34.368	139.264	636.148

Tabla 2. Comparación de sistemas digitales de transmisión.

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema a tratar en el presente trabajo de tesis es la implementación del enlace de la Red Digital Integrada con sus usuarios, para esto definiremos los parámetros con los que trabajamos.

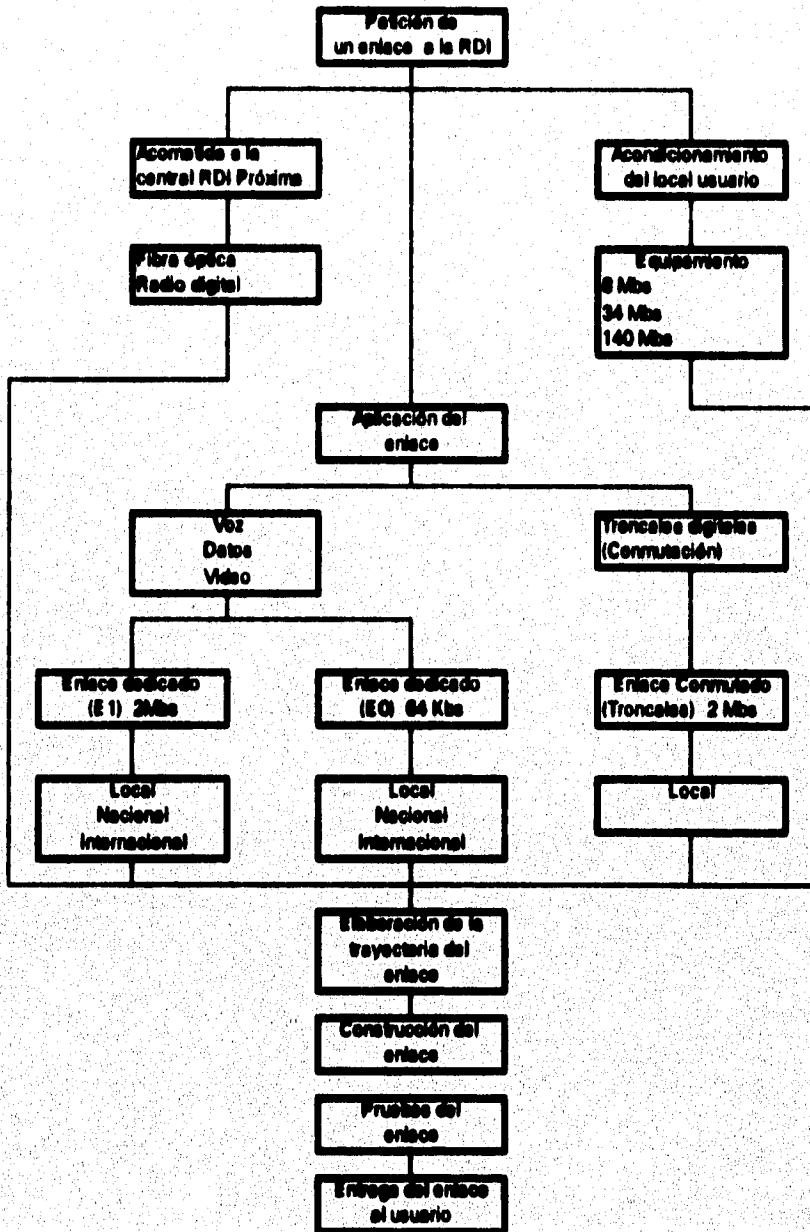
La implementación del enlace de la RDI-64 con un usuario parte de la necesidad de una comunicación más eficiente entre un usuario y otro usuario y, entre un usuario y la central de conmutación.

Cuando el usuario decide contratar los servicios que le ofrece la Red Digital Integrada de Teléfonos de México, el ejecutivo de cuenta le proporciona la amplia variedad de beneficios que puede obtener al contratar un enlace a través de la misma. Las ventajas que se pueden obtener al integrarse a la RDI-64 de Teléfonos de México, ya comentadas en el capítulo 4, dan pie a que gran cantidad de usuarios con poder económico hagan uso de sus servicios proporcionados.

Independientemente del enlace que el usuario contrata debe hacerse notar que se le tiene que instalar un equipo multiplexor con su correspondiente reflejo a la central digital más próxima. El enlace entre el multiplexor instalado en la central y el equipo multiplexor del usuario puede hacerse de dos maneras: mediante fibra óptica o a través de un radio digital, esto depende de las condiciones de la ubicación geográfica del usuario. La capacidad del equipo multiplexor instalado en ambas partes dependerá de la cantidad de servicios contratados en el mediano plazo.

Las variantes que se pueden tener en cuanto a los enlaces básicos proporcionados por la RDI se pueden visualizar en el siguiente diagrama:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



En el diagrama podemos observar que una vez hecha la solicitud de un enlace a la RDI se debe de considerar la aplicación y dependiendo de esto se hará la elección del enlace a contratar.

De manera paralela a la elección del enlace a solicitar, se debe tomar en cuenta la acometida del domicilio del usuario a la central más próxima, que como ya mencionamos se hace por medio de fibra óptica o a través de un radio digital.

De igual forma debe tomarse en cuenta el acondicionamiento del local del usuario con la debida instalación del equipo multiplexor.

La parte que complementa a la implementación de un enlace a la RDI es la elaboración de la trayectoria del enlace, la construcción del mismo, las pruebas y por último la entrega.

Los tiempos de entrega que se manejan para usuarios que por primera vez solicitan enlaces a la RDI es de 6 semanas después de haber sido acondicionado su local. Para usuarios que solicitan ampliaciones el tiempo de entrega se reduce a 4 semanas como máximo.

En el desarrollo de la presente tesis encontraremos tres casos concretos de enlaces solicitados a la RDI de Teléfonos de México y son los siguientes:

-1 Enlace privado local E1 entre la UNAM, San Cosme y la UNAM, Ciudad Universitaria.

-1 Enlace privado local E0 entre Citibank, Satélite y Citibank, Reforma.

-60 troncales digitales del usuario Consejo Nacional para la Cultura, Atletas.

7. DISEÑO DEL ENLACE USUARIO-RED

7.1 PASOS A SEGUIR PARA LA CONTRATACION DE UN ENLACE E1 (PUNTO A PUNTO O CONMUTADO) Y DE UN E0 O N X 64 KBPS.

-Se entabla una conversación vía telefónica con el ejecutivo de cuenta asignado al usuario en cuestión.

-El usuario plantea sus necesidades al ejecutivo de cuenta, y éste le indica el tipo de enlace de RDI que soluciona su demanda de comunicación.

-Una vez que se tiene definido el enlace que se va a contratar, se hace el llenado de una forma impresa para cargar los datos del usuario, así como para crearle un número de DPI único dentro de la base de datos RDI.

-Posteriormente se elabora un expediente con los datos antes proporcionados por el usuario. Este expediente consta de:

Acta de recepción de servicios.

Encuesta de calidad en la entrega de servicios para usuarios de RDI-64.

Acta técnica de recepción de servicios digitales.

Topología de la Red Digital Integrada de Telex.

Topología de conexión del usuario.

Orden de trabajo

DPI.

-El expediente pasa al área de documentación en donde se le traza la ruta apropiada para el enlace y se plasma en un formato que a su vez se le hace llegar al personal técnico de construcción.

Para la entrega del servicio al cliente se requiere del acondicionamiento de su local y de la posterior instalación del equipo elegido. La capacidad del equipo multiplexor que comunmente se instala para un usuario nuevo es de 8 Mbps. Este equipo cuenta con cuatro tributarias o derivaciones, cada una con una capacidad de transmisión de 2 Mbps. El equipo del usuario tiene su correspondiente reflejo en la central a la cual se comunica en primera instancia (central a la cual tiene el acceso a la RDI-64).

De Telmex depende la elección del proveedor del equipo multiplexor.

7.3 CARACTERISTICAS GENERALES DE INSTALACION DE LOS EQUIPOS MULTIPLEXORES

Caso Ericsson serie 7000

Se instala en bastidores BYB y TBYB, los cuales cuentan con referencias marcadas en los bordes de cada bastidor. Los equipos son módulos que se instalan en repisas con una capacidad máxima de 9 repisas.

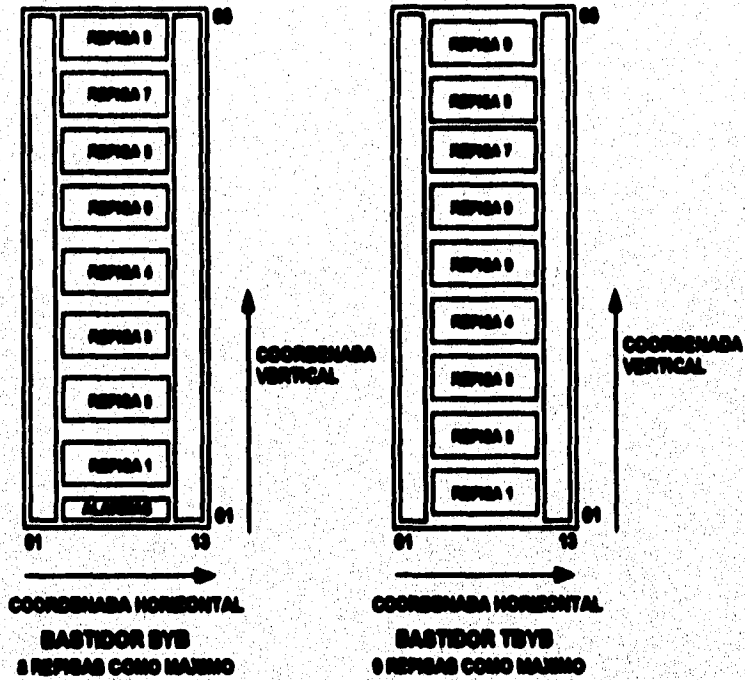


FIGURA 7.1 BASTIDORES ERICSSON PARA MONTAJE DE EQUIPO MULTIPLEX.

Case Alcatel modelo T-9 slim line

Se instala en bastidores que cuentan con dos columnas, una dedicada a la instalación de módulos de equipo (máximo 7 módulos por columna). La segunda columna se utiliza para cableado y opcionalmente se instala también equipo.

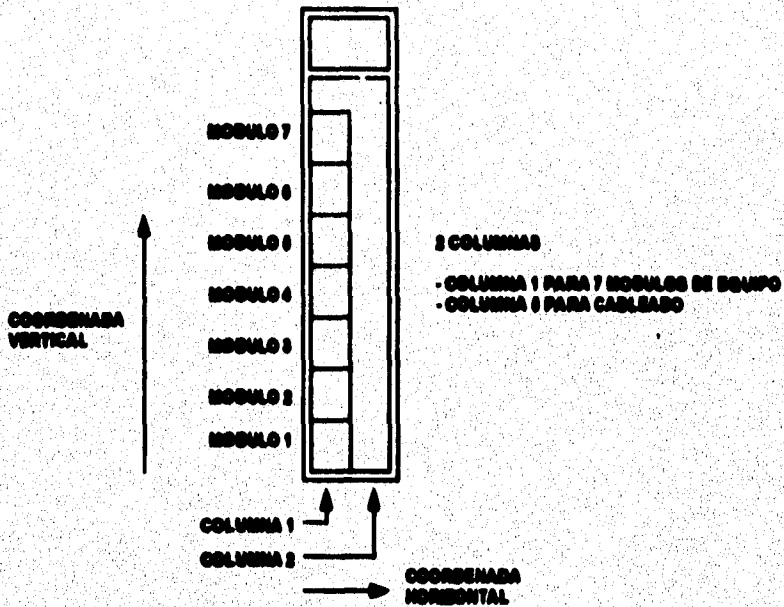


FIGURA 7.2 BASTIDOR ALCATEL T-9 SLIM-LINE PARA MONTAJE DE EQUIPO MULTIPLEX.

Caso Alcatel modelo T-9 normal (600)

Se instala en bastidores que cuentan con cuatro columnas, tres dedicadas a la instalación de módulos de equipo (máximo 7 módulos por columna). La cuarta columna es utilizada para cableado y opcionalmente se instala también equipo.

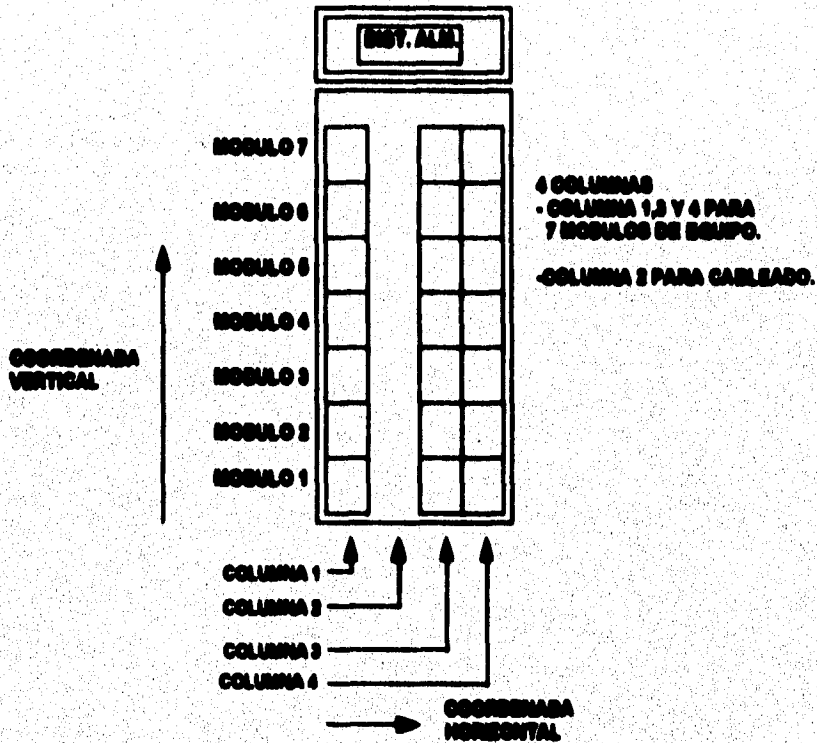


FIGURA 7.3 BASTIDOR ALCATEL T-9 NORMAL

Case Northern Telecom modelo modular

Se instala en bastidores con capacidad de 4 repisas, las cuales abarcan todo el ancho del bastidor y contienen todo el equipo necesario.

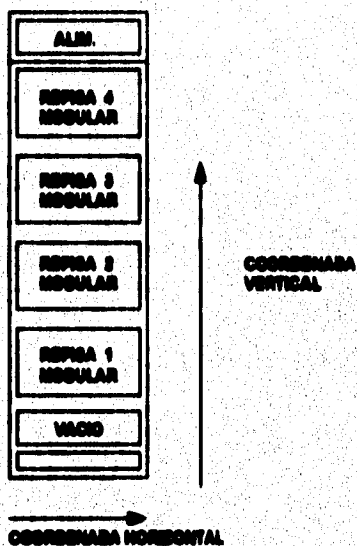


FIGURA 7.4 BASTIDOR NORTHERN TELECOM CON EQUIPO MODULAR, 4 REPISAS MAXIMO.

Case Northern Telecom modelo PDMX.

Se instala en bastidores con capacidad de 6 repisas, las cuales abarcan todo el ancho del bastidor y contienen todo el equipo necesario.

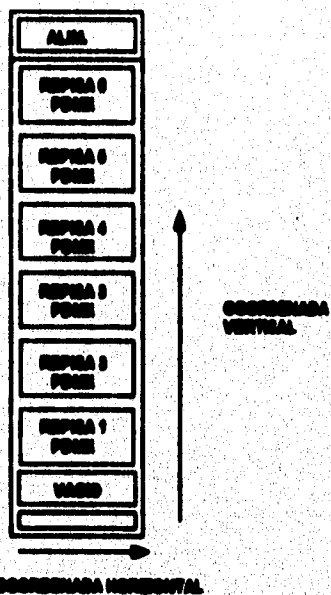


FIGURA 7.3 BASTIDOR NORTHERN TELECOM CON EQUIPAMIENTO PDMX, 6 REPISAS MAXIMO.

Caso TSP modelo STR Slim line

Se instala en bastidores que cuentan con una sola columna dedicada a la instalación de módulos de equipo (máximo 9 módulos por columna).

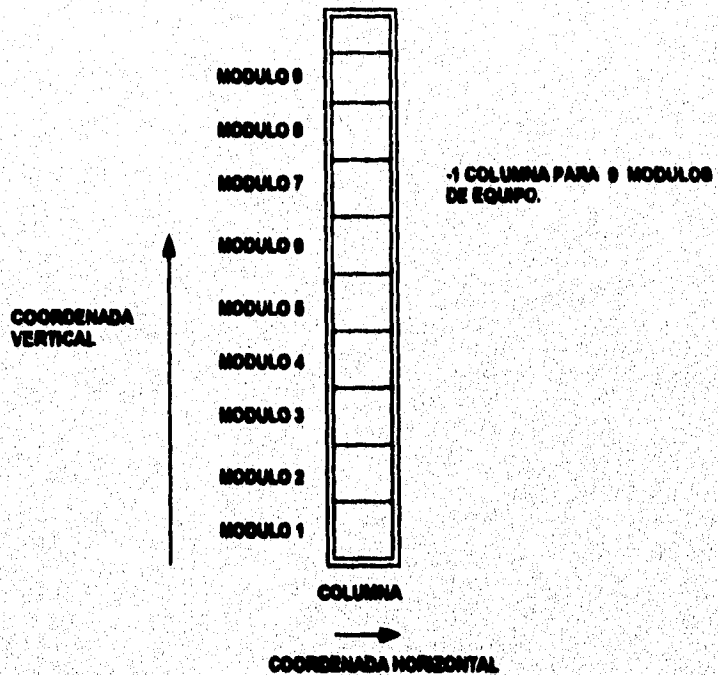


FIGURA 7.6 BASTIDOR TSP STR SLIM-LINE PARA MONTAJE DE EQUIPO MULTIPLEX.

Caso TSP modelo PLE

Se instala en bastidores con capacidad de 4 repisas, las cuales abarcan todo el ancho del bastidor y contienen todo el equipo necesario.

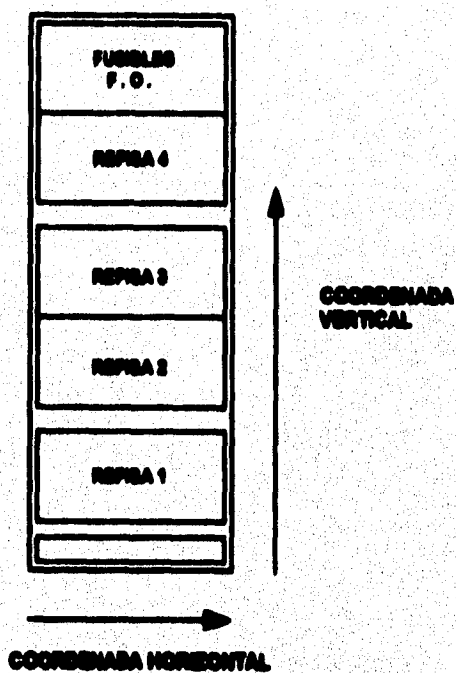


FIGURA 7.7. BASTIDOR TSP-PLE, 4 REPISAS MAXIMO.

7.3 IMPLEMENTACION DE UN ENLACE E1(ENLACE DEDICADO PUNTO A PUNTO A 2 Mbs).

Datos del usuario punto "A":

Usuario: Universidad Nacional Autónoma de México

Nodo: San Cosme

Dirección: San Cosme No. 71. Esquina Naranja.

Col Santa María La Rivera.

Sistema Instalado: 8(1+1) F.O.

Servicios: 1 El local a U.N.A.M. Ciudad Universitaria.

Conmutador: Tx de datos.

No. DPI: NI-10213

Orden de servicio: 39410232-T

Responsable: Ing. Ricardo Martínez

Tel: 622 85 44

Ejec. de cuenta: LAE Gerardo González

Tel: 625 00 54

Datos del usuario punto "B":

Usuario: Universidad Nacional Autónoma de México

Nodo: Ciudad Universitaria

Dirección: Circuito Exterior, Edif. de la Comisión de

Telecomunicaciones. Ciudad Universitaria.

Sistema Instalado: 34(1+1) F.O. Alcatel

Conmutador: Tx de datos.

Responsable: Ing. Ricardo Martínez

Ing. Luis Alberto Vila

Tel: 622 85 44

Ejec. de cuenta: LAE Gerardo González

Tel: 625 00 54

Con los datos recabados se elabora la topología del enlace requerido por el usuario. La topología de conexión para este enlace queda de la siguiente manera:



TOPOLOGIA DE CONEXION

U. UNAMCOE

ORGANISMO: **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

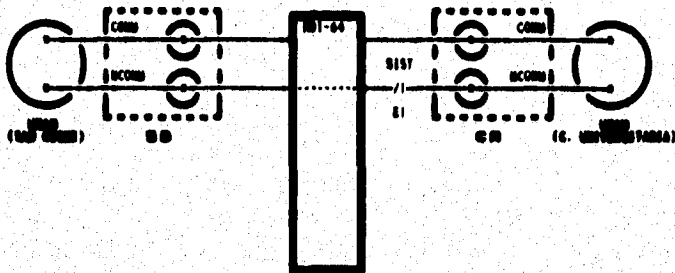
SAN COSME

TIPO DE VINCULACION:

NUVA

FORMA: **041007**

RESPONSABLE DEL USUARIO:	-PROVEEDOR DEL SISTEMA	-TIPO DE CONEXION	VALOR: DR. EUGENIA RODRIGUEZ LOPEZ
-RESPONSABLE DEL USUARIO	-SISTEMA	-NUMERACION	
-TELEFONO DEL RESPONSABLE	-SERVICIO COMPLETO	-NO. DE HOMER DE SERV.	VALOR: DR. EUGENIA RODRIGUEZ L.
	-SERVICIOS POR INSTALAR	-EJECUTIVO DE CTA. Y TELEFONO.	



DATOS DEL USUARIO

DDD: **SAN COSME**
 DDD.: **SAN COSME No. 71, ESQ. MARANJO COL. SANTA MARIA LA RIVERA**
 SER. DDD.: **01(1) F.O.**
 SERVICIOS: **I E) LOCAL A UNAM (C.U.)**
 COMPUTADOR: **TE DATOS**
 No. DPE: **01-10213**
 CODIGO DE CODV.: **30410332-7**
 RESP.: **ING. RICARDO MARTINEZ**
 TEL.: **622-0544**
 EJEC. DE CTA.: **LAE GERARDO GONZALEZ**
 TEL.: **625-0054**

DATOS DEL USUARIO

DDD: **C. UNIVERSITARIA**
 DDD.: **CIRCUITO EXTERIOR, EDIF. DE LA COMISION DE TELECOMUNICACIONES CIUDAD UNIVERSITARIA**
 SER. DDD.: **34(1) F.O. ALCATEL**
 COMPUTADOR: **TE DATOS**
 RESP.: **ING. RICARDO MARTINEZ**
 TEL.: **622-0544**
 EJEC. DE CTA.: **LAE GERARDO GONZALEZ**
 TEL.: **625-0054**

PUESTA EN OPERACION: / /

SEMBOLOGIA:

○ - CONUTADOS
 ○ INCOM - NO CONUTADOS
 ○ SERVICIO DE CODV. DE RED



- RED DEL USUARIO



- RED ORIGINAL INFORMADA



- RED EN DELAQUE



- RED DE RED ADECUO VOLUNT



- RED DE RED (CONUT. O NO CONUT.)



- RED DE RED (CONUT. O NO CONUT.)



- RED DE RED (CONUT. O NO CONUT.)



- RED DE RED (CONUT. O NO CONUT.)

Una vez elaborada la topología del enlace que se solicitó, pasa junto con su expediente al área de documentación, en la cual dependiendo de la disponibilidad de la RDI-64 se traza la ruta apropiada del enlace.

Para el caso en cuestión, el usuario en la punta "A" tiene su nodo RDI origen en la central SB (Sabino). Ver enrutamiento. En esa central cuenta con un equipo multiplexor con una capacidad de transmisión de 8 Mbs (4 tributarias de 2 Mbs cada una), con su correspondiente reflejo en su domicilio propio. De la central RDI origen se enlaza al "troncalero" SB-MO 99 y posteriormente al "troncalero" MO-VA 290 para continuar con VA-CR 110, y finalmente llegar al otro extremo, punta "B", cuyo nodo de usuario es la central CR (Carrasco).

Al llegar nodo de acceso del usuario punta "B", nos encontramos otro equipo multiplexor y su correspondiente reflejo en el domicilio del lado usuario, con una capacidad de transmisión de 34 Mbs. (16 tributarias de 2 Mbs cada una).

Al enlace entre centrales de la RDI y con una capacidad de transmisión de 2 Mbs se le conoce como "troncalero".

La conexión entre troncaleros se hace posible a través de los llamados "trapezoes" que son en realidad puentes entre troncaleros. Así como existe un equipo multiplexor entre usuario y nodo de acceso, hay multiplexores de distintas capacidades entre centrales RDI.

La RDI-64 de Teléfonos de México inicialmente contaba con 34 centrales digitales RDI, pero actualmente ha modificado su infraestructura adicionando centrales ROF (Red Optica Flexible) las cuales basan su funcionamiento en las primeras. Las centrales RDI a las cuales nos referiremos son:

No.	Central RDI	Abreviatura
1.	Balbuena 1	BA
2.	Balbuena 2	BA
3.	Bosques 1	BO

4.	Bosques 2	BO
5.	Carrasco 1	CR
6.	Carrasco 2	CR
7.	Centro Operadoras Norte	COL
8.	Centro Operadoras R. Gomez	COR
9.	Centro Telefónico San Juan	CT
10.	Chiquihuite	CHQ
11.	Coapa	CP
12.	Condesa 1	CO
13.	Condesa 2	CO
14.	Culhuacan 1	CL
15.	Culhuacan 2	CL
16.	Cuatitlán	CUT
17.	Ecatepec	EA
18.	Estrella	ES
19.	Gundalupe Inn	GI
20.	Heroes de Padierna	HP
21.	Izcalli	IZC
22.	Lindavista	LI
23.	Madrid	MA
24.	Morales	MO
25.	Nextengo	NX
26.	Parque Vía	PV
27.	Picacho	PIC
28.	Polanco	PO
29.	Popocatepetl 1	PP
30.	Popocatepetl 2	PP
31.	Portales	PO
32.	Quevedo	QU
33.	Roma	RO
34.	Sabino	SB
35.	San Jerónimo	SJ
36.	Santa María	SM
37.	Satélite	ST
38.	Sotelo 1	SO
39.	Sotelo 2	SO
40.	Tacuba	TA
41.	Tacubaya 1	TY
42.	Tacubaya 2	TY
43.	Tecamachalco	TE
44.	Telmex Universidad	TMU
45.	Universidad Ibero	UIA

46.	Valle 1	VA
47.	Valle 2	VA
48.	Vallejo 1	VL
49.	Vallejo 2	VL
50.	Venta de Carpio	VDC
51.	Villa de las Flores	VDF
52.	Victoria	VI
53.	Viveros	VE
54.	Zaragoza	ZA

Es muy importante conocer las abreviaturas de cada central, ya que en el enrutamiento encontramos la información con esa nomenclatura.

El enrutamiento consta de:

**Razón social del usuario.
 Enlace solicitado
 Orden de servicio
 DPI
 Folio del acta de recepción de servicios
 Nombre de la persona que lo elabora
 Fecha**

Para el enlace en cuestión, el enrutamiento queda de la siguiente manera:

7.4 IMPLEMENTACION DE UN ENLACE CONMUTADO

Datos del usuario

Usuario: Consejo Nacional para la Cultura

Nodo: Atletas 1

Dirección: Atletas No. 2, piso 2. Entre Churubusco y Tlalpan
Col. Country Club.

Sistema instalado: 34(1+1) F.O.

Servicios: 60 Troncales digitales y 200 DID's

Numeración: 420 44 00 al 420 45 99

Conmutador: Northern Telecom Meridian 1

No. DPI: EI-10598

Orden de servicio: 079411272-T

Responsable: Alejandro Fuentes

Tel: 272 96 89, 277 14 47, **Fax:** 277 70 38

Ejec. de cuenta: Dora Blasquez

Tel: 726 5203

Nodo de conmutación: Popocatepetl (PP)

Para el caso de las troncales de este usuario en particular, la topología de conexión queda de la siguiente manera:

TOPOLÓGICA DE CONEXIÓN		No. CONSEJO:
	CONSEJO NACIONAL P. LA CALIFORNIA	No. DE USUARIO: ATLETAS 1
Tipo de Tarifa (C):		No. de Tarifa: 041215
- PROTECCIÓN DEL SISTEMA - SISTEMA - TELEFONO DEL RESPONSABLE		- TIPO DE COMPUTADOR - NUMERACION - No. DE CODOS DE SERV. - EJECUTIVO DE STA. Y TELEFONO.
- TELEFONO DEL USUARIO - SERVICIO POR INSTALAR		No. de Usuario: 041215 No. de Usuario: 041215 No. de Usuario: 724 3205

DATOS DEL USUARIO

NOMBRE: **ATLETAS 1**
 DDD: **ATLETAS No. 2, PISO 2,**
ENTRE CHALMUSCO Y TLALPAM
COL. COUNTRY CLUB
 DECV. SERV.: **3461113 P.O.**
 TELEFONOS: **60 TR'S DIG. Y 200 DID'S**
 NUMERACION: **DEL 430-9400 AL 430-9599**
 OPERACION: **NORTHERN TELECOM MERIDIAN 1**
 No. DDP: **CI-10090**
 CODIGO DE SERV.: **079011272-T**
 RESP: **ALEJANDRO FUENTES**
 TEL: **272-9409, 277-1477, FAX 277-7030**
 S.D.C. DE STA.: **DORA BLANQUEZ**
 TEL: **724-3205**

PUESTO DE OPERACION: / /

SIMBOLOGIA	- tipo del usuario - servicio de enlace - tipo de red acceso TELDEC - conexión (COMPUT. O NO COMPUT.) - línea a través de la red - tipo de conexión	- CONMUTADOR - NO CONMUTADOR - tipo de red de ENLACE
-------------------	--	--

Una vez que se ha elaborado la topología del enlace solicitado pasa al área de documentación que se encarga de elaborar la ruta del mismo.

La RDI contaba inicialmente con 9 centrales de conmutación, algunas con sistema S.12 de Alcatel ó sistema AXE de Ericsson. Recientemente se han incorporado a la red centrales ROF las cuales también cuentan con equipo de conmutación. En adelante nos referiremos únicamente a centrales RDI.

Las centrales RDI que tienen sistemas de conmutación Alcatel (Tipo DTRE tanto para troncales digitales ó para troncales analógicas), conocidos también como S.12, son las siguientes:

No.	Central de conmutación	Tipo de Módulo	Proveedor
1.	Tacubaya TY	DTRE	Alcatel
2.	Roma RO	DTRE	Alcatel
3.	Vallejo VL	DTRE	Alcatel

Las centrales RDI que cuentan con sistemas de conmutación Ericsson (Tipo BL3DM para troncales digitales y BL3DS para troncales analógicas), conocidos como sistema AXE, son las siguientes:

No.	Central de conmutación	Tipo de Módulo	Proveedor
4.	Centro Telef. San Juan CT	BL3DM y BL3DS	Ericsson
5.	Valle VA	BL3DM y BL3DS	Ericsson
6.	Culhuacan CL	BL3DM y BL3DS	Ericsson
7.	Popocatepetl PP	BL3DM y BL3DS	Ericsson
8.	Nextengo NX	BL3DM y BL3DS	Ericsson
9.	Cuautitlán CUT	BL3DM	Ericsson

Cada uno de los módulos, ya sea DTRE, BL3DM ó BL3DS, nos proporcionan 30 troncales. Para el usuario en cuestión se deberán asignar 2 módulos. Adicionalmente sabemos de los datos de la topología que la central de conmutación es PP. Popocatepetl es una central que cuenta con módulos BL3DM y

BL3DS. De ésta primera inspección sabemos que debemos asignar 2 módulos BL3DM porque el usuario requiere de troncales digitales. El carácter bidireccional de las mismas y los números de acceso directo (DID's) se los proporciona la central de conmutación vía software.

El enrutamiento de las troncales solicitadas por el usuario nos muestra que se utilizarán las 2 primeras tributarias del equipo multiplexor del usuario. El planteamiento es muy similar al de un enlace dedicado, la diferencia radica en que en el extremo "B" no se conecta a otro usuario, sino que la conexión se hace a la central de conmutación más próxima al mismo.

Las primeras 30 troncales digitales quedan enrutadas de la siguiente manera: Del lado usuario, y cuyo nodo origen es TMU, se toma la tributaria 1 y se hace un traspaso al troncalero TMU-VA 116, después se hace la conexión al troncalero VA-PP 143 que nos lleva al destino final PP. Una vez en PP se hace el último traspaso a la posición de BDTD que nos proporciona la conmutación. El módulo que le corresponde a este primer enlace es el BL3DM 277.

El enrutamiento de las troncales restantes se hace de manera similar, sólo que ahora utilizamos la tributaria 2 del usuario y los troncaleros TMU-VA 117, VA-PP 144. El módulo de conmutación asignado es el BL3DM 278.

El enrutamiento de este enlace plasmado en papel queda de la siguiente manera:

TELEFONOS DE MEXICO S.A. DE C.V.

ADMINISTRACION DE FACILIDADES

SUBDIRECCION DE SERVICIO DE SERVIDOR A CLIENTES

DIRECCION DE SERVICIOS DE FACILIDADES
COORDINACION DE ASIST. Y CONTROL DE FACILIDADES

UBICACION: CENTRO OPERATIVO PARA LA CALLES

SERVICIO: CENTRO DE SERVIDOR PARA LA CALLES, GRUPO 1 - PP-1,2

GRUPO: GRUPO 1

OP: 0-1000

CLASE VTO:

OPERATIVO GR. 1000 - (0)

OPERATIVO GR. 2000 - (1)

OPERATIVO GR. 3000 - (1)

FORM: 00013012

CLASIFICACION: OPER. LINEA CENTRAL

FECHA: 0-00-00

CANT.	RUTA	CANT. DE SERVIDORES	VERIFICACION		VERIFICACION		VERIFICACION		CANT. DE SERVIDORES
			0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	
1	COMA - TEL 00	00							
	TEL - 00	100							
	VA - PP	100							
	PP								
2	COMA - TEL 00	00							
	TEL - 00	100							
	VA - PP	100							
	PP								

REVISADO A TERCER GRUPO: _____

REVISADO POR: _____

FECHA: _____

REVISADO EN SU CASO EN LOS CASOS DE: _____

REVISADO EN SU CASO EN LOS CASOS DE: _____

REVISADO EN SU CASO EN LOS CASOS DE: _____

REVISADO EN SU CASO EN LOS CASOS DE: _____

7.5 IMPLEMENTACION DE UN ENLACE E0(ENLACE DEDICADO PUNTO A PUNTO A 64 Kbs).

Como primera condicionante para que al usuario se le proporcione un enlace E0 este deberá contratar de manera inicial un enlace denominado E1 multipunto, el cual le proporciona un acceso al dispositivo de monitoreo y asignación de canales: DACS.

Por medio del enlace E1 multipunto, el usuario administra o decide qué canales utilizará para tal o cual aplicación.

La RDI-64 de Teléfonos de México cuenta con el equipo de monitoreo DACS en las siguientes centrales digitales (se tienen planes para que en futuro se amplíen las centrales que cuenten con DACS):

No.	Central RDI	Abreviatura
1.	Balbuena	BA
2.	Coapa	CP
3.	Centro Telefónico San Juan	CT
4.	Centro Operadoras Norte	COL
5.	Carrasco	CR
6.	Condesa	CO
7.	Estrella	ES
8.	Lindaviata	LI
9.	Morales	MO
10.	Nextengo	NX
11.	Polanco	PL
12.	Querevo	QU
13.	Sabino	SB
14.	Santa María	SM
15.	Sotelo	SO
16.	San Jerónimo	SJ
17.	Tacuba	TA
18.	Tacubaya	TY
19.	Valle	VA
20.	Vallejo	VL
21.	Viveros	VE

Veamos ahora un caso práctico en el cual al usuario se le dará acceso a DACS y posteriormente se implementará el enlace E0 que requiere:

7.5.1 Implementación de un enlace E1 multipunto:

Datos del usuario punto "A":

Usuario: CITIBANK, S.A.
Nodo: Satélite.
Dirección: Circuito Médicos No. 24.
 Ciudad Satélite.
Sistema Instalado: 8(1+1) F.O.
Servicios: 1 E1 Multipunto.
No. DPI:
Orden de servicio: 19402086-T
Responsable: Ing. Jorge Merino
Tel: 229 72 50 / 211 30 30
Ejec. de cuenta: Rogelio Rivas
Tel: 726 52 49

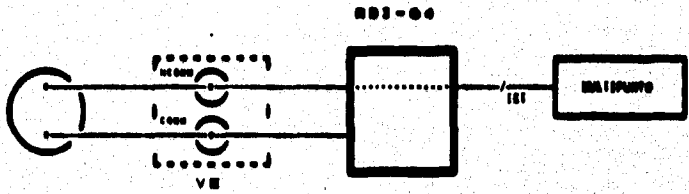
Después de haber recabado los datos se elabora la topología para el E1 multipunto que el usuario necesita. La topología de conexión para el E1 multipunto queda de la siguiente manera:



TOPOLOGIA DE CONEXION

USUARIO: CITIBANK, S.A.	MOD. DE USUARIO: SATELITE 2
TIPO DE TOPOLOGIA:	AMPLIACION
FECHA: 9/01	

INFORMACION POR AREA:	PROVEEDOR DEL SISTEMA	TIPO DE COMPUTADORA	ELABOR. MEDIO ENTREGA TELEFONO
-RESPONSABLE DEL USUARIO	-SISTEMA	-NUMERACION	
-TELEFONO DEL RESPONSABLE	-DOMICILIO TAMPLETO	-NO. DE ORDEN DE SERV.	
	-SERVICIOS POR INSTALAR	-EJECUTIVO DE CTA. Y TELEFONO	



DATOS DEL USUARIO

MOD: SATELITE 2
 DIR: CIRCUITOS MEDICOS No. 20,
 CAL. LINDAS DEL CAL. CD. SATELITE.
 SIST INST: 001-11)
 SERVICIOS: 101 MULTIPUNTO.
 ORDEN DE SERV: 10403000-7
 RESP. USUARIO: JORGE MEDINA.
 TEL: 229 78 00
 211-70-30
 EJEC. DE CTA: ROBERTO DEVAS
 TEL: 7 06 02 00

• A TRAVES DE ESTE ENLACE SE DA
 EL 60 CUAL REGISTRO DE SATELITE 1

SIMBOLOGIA:

○	- MOD. DEL USUARIO	□	- DESTINO DE ENLACE
□	- CONMUTADOR	⋯	- MOD. DE NO ACCESO TELMEC
○	- NO CONMUTADOS	⋯	- CONEXION (COMUN. O NO COMUN.)
○	- MOD. DEL FILTRO	⋯	- MOD. DE LA RED
○	- SERVICIOS DE MOD. DE NOI	•	- PUNTO DE CONEXION
○	- ARI-66		
○	- MOD. DIGITAL INFORMADA		

Después de que se elabora la topología del enlace, se forma el expediente y pasa al área de documentación.

Para el caso del usuario Citibank que requiere del enlace E1 multipunto tenemos que contemplar lo siguiente: El usuario tiene como nodo de acceso a la central VE, y si revisamos la lista de centrales con equipos de monitoreo DACS observaremos que precisamente esa central cuenta con ellos.

Por lo anterior, para la implementación de este enlace no habrá gran dificultad ya que sólo se tendrá que mandar construir un traspaso, este traspaso irá de la posición de BDTD del usuario a la posición donde se encuentra rematado el DACS.

El usuario en cuestión cuenta con un equipo multiplexor del proveedor Alcatel cuya capacidad es de 8 Mbs. Para este enlace se ocupará la tributaria 1. El DAC asignado para el E1 multipunto en la central viveros es el 1-4-7.

Una vez que se ha construido el acceso a DACS el usuario puede solicitar los servicios EO's que requiera y escoger cualquiera de los 30 canales con los que cuenta. Por lo general se lleva un orden y el primer canal ocupado es el No. 1.

El enlace EO que solicitó el usuario Citibank al mismo tiempo que hizo la requisición de su enlace E1 multipunto es el siguiente:

7.5.2 Implementación de un enlace E0

Datos del usuario punto "A":

Usuario: CITIBANK, S.A.

Nodo: Satélite.

Dirección: Circuito Médicos No. 24.
Ciudad Satélite.

Sistema Instalado: 8(1+1) F.O. Alcatel

Servicios: 1 E0 Local a Citibank Reforma.

No. DPI:

Orden de servicio: 19402069-T

Responsable: Ing. Jorge Merino

Tel: 229 72 50 / 211 30 30

Ejec. de cuenta: Rogelio Rivas

Tel: 726 52 49

Datos del usuario punto "B":

Usuario: CITIBANK, S.A.

Nodo: Reforma

Dirección: Paseo de la Reforma No. 390.
Col. Juárez.

Sistema Instalado: 34(1+1) F.O. Ericsson.

Responsable: Ing. Fernando Urbina

Tel: 211 30 30

Ejec. de cuenta: Ing. Rogelio Rivas

Tel: 726 52 49

La topología del enlace E0 requerido queda se muestra a continuación:

SIMBOLOGIA DE CONEXION			
USUARIO:	CITIDAM, S.A.	TIPO DE USUARIO:	SATELITE 1
TIPO DE TECNOLOGIA:	DEFENSIVO	FECHA:	040322
INDICACIONES POR MENSAJES:	INSTALACION DEL SISTEMA:	TIPO DE COMPUTACION:	PLAZADO: SERGIO MEDIANO VELAZQUEZ
- RESPONSABLE DEL USUARIO	- DISEÑO COMPLETO	- INMEDIACION	TIPO DE RED: RED. CONEXION SATELITE
- TELEFONO DEL RESPONSABLE	- SERVICIOS POR INSTALAR	- NO. DE ORDEN DE SERV.	TIPO DE RED: RED. CONEXION SATELITE
		- EJECUTIVO DE STA. Y TELEFONO.	TELEFONO: 7 20 00 21

USUARIO

DATE DEL USUARIO

USU: SATELITE 1.

DIRE: CIRCUITOS MEDICOS No. 20.

CIUDAD SATELITE.

SIST. INST.: 04111 P.O.

SERVICIOS: 100 LOCAL A CITIDAM REFORMA

ORDEN DE SERV.: 1040000-7

RESP. USUARIO: JUAN MEDIANO.

TEL: 2 20 20 00

EJEC. DE STA.: SERGIO MEDIANO.

TEL: 7 20 00 00

USUARIO

DATE DEL USUARIO

USU: REFORMA

DIRE: PASO DE LA REFORMA No. 200.

CUL. JUANES

SIST. INST.: 04111 P.O. ORICOM

RESP. USUARIO: JUAN FERNANDO MEDIANO R.

TEL: 2 11 20 20

CONEXION:		
CONM - CONMUTADOS	<input type="checkbox"/> - RED DEL USUARIO	<input type="checkbox"/> - DESTINO DE ENLACE
REC CONM - RED DE CONMUTADOS	<input type="checkbox"/> - RED DIGITAL INTEGRADA	<input type="checkbox"/> - RED DE REDS ACCESO TELMEC
CO - RED DE CONEXION	<input type="checkbox"/> - RED DIGITAL INTEGRADA	<input type="checkbox"/> - CONEXION (CONMUT. O NO CONMUT.)
O - SERVICIOS DE ORDEN DE RED		<input type="checkbox"/> - CONEXION A TRAVES DE LA RED
		<input type="checkbox"/> - PUNTO DE CONEXION

La implementación de este enlace se plasma en el enrutamiento, el cual se explica a continuación:

El nodo de acceso del usuario punta "A", como ya mencionamos, es el nodo VE. El acceso a DACS se le dió al usuario por medio del DAC 1-4-7 en la misma central VE. El nodo de usuario punta "B" es la central CO y su acceso a DACS fué en la misma central CO. El DAC asignado fué el 1-3-16. El canal asignado en la punta "B" para este enlace es el canal 19. El usuario Citibank Reforma, punta "B", cuenta con un equipo Ericsson cuya capacidad es de 34 Mbs. Para este enlace se tiene predestinada la tributaria 4.

La ruta que este enlace sigue para llegar de la punta "A" a la punta "B" a través de la RDI es la siguiente: Parte del nodo VE, pasa a la central COL por medio del troncalero VE-COL 43 el cual tiene la particularidad de que lleva asociado un DAC en la transmisión, conocido como DAC troncalero. El canal asignado entre VE y COL es el 15. De COL se enlaza a CT por medio de otro DAC troncalero, el COL-CT 69, y el canal asignado entre COL y CT es el 13. De ahí pasamos al DAC troncalero CT-VA 149, el canal asignado es el 20. Por último se hace el enlace a la central CO por medio del DAC troncalero VA-CO 34, el canal asignado es el 2. Si observamos podemos notar que todo la ruta prácticamente ya fué construida con anterioridad y lo notamos porque la asignación de canales que se hizo en toda la ruta no corresponde al canal 1, excepto en la punta "A". Para que este enlace se ponga en funcionamiento sólo falta que se haga la conexión entre los canales asignados, esto se hace vía software desde el centro de control.

Los enrutamientos del E1 multipunto y el E0 para el usuario Citibank quedan de la siguiente manera:

TELEFONOS DE MEXICO S.A. DE C.V.

ASIGNACION DE FACILIDADES

DIRECCION DE SERVICIO DE SERVICIO A CLIENTES
GERENCIA DE SERVICIOS DE FACILIDADES
COORDINACION DE AREA Y CENTRAL DE FACILIDADES

PLAZA: _____
CONCEPTO DEL SERVICIO: ()
CONCEPTO DEL SERVICIO: ()
CONCEPTO DEL SERVICIO: ()

CLASIFICACION: RAFAEL LOPEZ MARTINEZ

FECHA: 24-05-85

USUARIO: COMTEL S.A.
SERVICIO: CONTRATO DE SERVICIO 2 - SERVICIO 101

CANTIDAD	RUTA	SERVICIO	YANUARIOS		YANUARIOS		OTROS SERVICIOS	
			CONTRATO	BPTD	CONTRATO	BPTD	CONTRATO	BPTD
1	CYS - VE	1						
	VE - MALT							1.47

RELACION A REALIZAR EN SERVICIO: _____
 SERVICIO A REALIZAR: _____
 CAPITAL ASIGNADO: _____

INDICACIONES DE DISCRIMINACION:
 EN EL CASO DE SER LA "TOP" BUSCA EL PROCEDIMIENTO
 TI - SERVICIO AL ALICANTE, AT - SERVICIO, SP - SERVICIO
 ST - SERVICIO T, SM - SERVICIO, PA - SERVICIO / TOP

A TRAVES DE ESTE VOUCHER SE DA A CONOCER EL SERVICIO DE SERVICIO 1

INDICACIONES DE CONSTRUCCION:

TELEFONOS DE MEXICO S.A. DE C.V.

ASIGNACION DE FACILIDADES

**SUBDIRECCION DE SOPORTE DE SERVICIO A CLIENTES
 GERENCIA DE SUMINISTRO DE FACILIDADES
 COORDINACION DE AREA Y CONTROL DE FACILIDADES**

ORDEN: SATVUE 1

RELACE POR:

CERRADOS DE 2 SES. ()

FECHA:

ABERTOS DE 2 SES. ()

CLASIFICADO: RAFAEL LOPEZ MATAIAS

RECIENDES DE 2 SES. ()

FECHA: 8-mar-88

USUARIO: CIENESE, S.A.

SISTEMA: CITRUS, SATVUE 1 - CITRUS, GERENCIA: 1 80

NO. DE ORDEN	RUTA (OR / DEST)	LIMITE DE OPERACIONES		YERRETIPO		LOCALIDADES DE ORIGEN		YERRETIPO		LOCALIDADES DE DESTINO		LIMITE DE OPERACIONES	
		SEPT	OCT	SEPT	OCT	SEPT	OCT	SEPT	OCT	SEPT	OCT	SEPT	OCT
1	CYS - VE	01											
	VE - COL	02	01 P 1994	01 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11				01 P 1994	01 1011	01 02	01 P 1994	01 1, 4, 7	01 10
	COL - CT	03	01 P 1994	01 2, 1, 12				01 P 1994	01 7042	01 04	01 P 1994	01 2, 3, 30	01 11
	CT - VA	04	01 P 1994	01 2, 1, 8				01 P 1994	01 7042	01 04	01 P 1994	01 3, 2, 21	01 07
	VA - CO	05	01 P 1994	01 2, 2, 20				01 P 1994	01 7042	01 04	01 P 1994	01 1, 4, 5	01 10
	CO - CYS	06	01 P 1994	01 1, 3				01 P 1994	01 27	01 07	01 P 1994	01 1, 8	01 10



COMENTARIOS DE OPERACIONES: _____

EN EL CASO DE SER LA "X" MARCA EL PROBLEMA

01-CITRUS, 02-SATVUE, 03-CTRUC, 04-CTC, 05-VA, 06-CYS

07-OPERES Y, 08-REC, 09-RELLIS / REP

DE OPERACIONES: _____

DE CONSTRUCCION: _____

SMA_L_8_1

8. SECUENCIA DE PRUEBAS DEL SISTEMA

En el mundo competitivo de las líneas digitales, el proveedor de servicios que pueda ofrecer la mayor flexibilidad, calidad del desempeño y menores costos ganará el contrato. La flexibilidad implica brindar toda una gama de servicios de líneas dedicadas, de forma tal que el cliente pueda escoger la configuración óptima para su red. Los servicios incluirán circuitos de 2 Mbs, 64 Kbs, N x 64 Kbs y sub-64 Kbs. La calidad y la reducción de costos depende de la selección y uso apropiado de los equipos y de los sistemas de supervisión de la red.

8.1 ESTANDARES DE TRAMAS

Una característica de la jerarquía de 2 Mbs, definida en la recomendación G.703 del CCITT, es que la transmisión puede ser independiente de la secuencia de bits. En otras palabras, los 2 Mbs y 64 Kbs son "canales libres", y no requieren de ninguna estructura de señal en particular para pasar a través de la red. A pesar de que esta transparencia puede ser útil para señales de banda ancha, enviar una señal sin estructura a la red puede tener sus inconvenientes.

Una señal aparentemente aleatoria no puede ser supervisada "en servicio" por el proveedor de servicio en busca de errores de transmisión, por lo que resulta imposible efectuar una conmutación de canales. Es muy probable que el proveedor de servicio no sea capaz de garantizar un desempeño adecuado de la red, con un tráfico sin estructura. En vista de esto, la mayoría de las redes privadas operan con la estructura de trama de 2 Mbs estándar definida en las recomendaciones G.704 y G.706 del CCITT.

En un sistema que opera a 2.048 Mbs se cuenta con 32 canales, cada uno muestreado a 8000 muestras/segundo y cada muestra codificada con 8 bits, de modo que una trama contiene: $32 \text{ muestras} \times 8 \text{ bits/muestra} = 256 \text{ bits}$ y dura

1/8000 seg., de tal manera que en un segundo hay $256 \times 8\,000 \text{ bits} = 2\,048\,000$ bits. La primera ranura de tiempo (ranura cero, o TS0) está reservada para uso de la trama ("framing"), comprobación de errores y señales de alarma; las 31 ranuras restantes pueden usarse para el tráfico. Los canales individuales pueden ser usados para PCM de 64 Kbs, subdivididos a su vez para contener caudales de datos o voz de baja velocidad, comprimidos mediante técnicas como ADPCM (PCM Diferencial Adaptivo), o agrupados para dar cabida a señales de banda ancha, tales como videoconferencias o interconexión de LANs. Algunas veces, se reserva una ranura de tiempo para señalización; por ejemplo, la señalización del canal D de la tasa primaria de la ISDN, tal como la Q.931 o la DPNSS, o la señalización ABCD asociada al canal.

8.1.1 Manejo de señales de N x 64 Kbps.

Los servicios de banda ancha, tales como videoconferencia, interconexión de LANs y enlaces de alta velocidad entre computadores, usualmente requieren de un ancho de banda mayor de 64 Kbs, pero tal vez menor que 2 Mbs; por ejemplo, 384 Kbs. Estas señales de banda ancha pueden enviarse en la trama de 2Mbs, repartiendo la señal entre algunos canales de 64 Kbs agrupados. En concordancia con la recomendación G.704 del CCITT, la señal N x 64 Kbs es colocada en "N" ranuras de tiempo contiguas, donde cada ranura de tiempo (TS) toma octetos consecutivos de la señal del tráfico. Si las ranuras de tiempo no son usadas para el tráfico deberán ser rellenas con "unos". Por supuesto es posible transportar más de una señal de N x 64 Kbs en una trama de 2 Mbs.

En la práctica no es necesario usar ranuras de tiempo contiguas debido a que éstas se llenan en una secuencia preestablecida y demultiplexada secuencialmente en el extremo final. Un ejemplo de un plan no contiguo es la recomendación G.735 del CCITT, para 5 canales de 384 Kbps (6 TS cada uno); esto es: 1-2-3 + 17-18-19, 4-5-6 + 20-21-22 y así sucesivamente.

Cuando se emplean canales agrupados de N x 64 Kbs, el problema está en asegurar que todos los equipos estén configurados para la misma secuencia de ranuras de tiempo. Además, es esencial garantizar la integridad de la secuencia de bits, especialmente si el circuito pasa a través de un "switch". En otras palabras, todos los N canales deben sufrir el mismo retardo.

Es necesario saber si cada ranura de tiempo es retardada la misma cantidad de tiempo, y si dichas ranuras de tiempo no han sido intercambiadas por un "switch". Cuando ocurran problemas, se debe identificar la posición de una TS recibida con respecto a una TS transmitida conocida.

8.1.2 Servicios a sub-64 Kbps

No todos los clientes requieren de un canal de 64 Kbs, 2.4 Kbs, 9.6 Kbs o 19.2 Kbs.

El uso de sub-velocidades permite al proveedor de servicio subdividir los anchos de banda de 64 Kbs en velocidades menores, lo que significa dividir la señal de 64 Kbs.

Previo a esto, las opciones disponibles eran transmitir a bajas velocidades sobre líneas analógicas vía módem, o bien a 64 Kbs en forma digital. Sin embargo, las líneas analógicas son muy caras de mantener, son incompatibles con la Red Digital Integrada, y no ofrecen la calidad ofrecida por las líneas digitales. Ahora, un proveedor de servicio puede ofrecer cualquiera de las siguientes velocidades: 0.6, 2.4, 4.8, 7.2, 9.6, 14.4, 19.2, 24, 32, 48 y 56 Kbs, así como 64 Kbs, dependiendo del estándar de sub-velocidades.

Redes de datos de baja velocidad ampliamente distribuidas, tales como ATMs (Automatic Teller Machines, ó Terminales Bancarios) EFTPOS (Electronic Fund Transfer At Point Of Sales, ó Transferecia Electrónica de Fondos en Puntos de Venta) necesitan poco ancho de banda para servir a cada cliente, y es poco probable que sus servicios necesiten alguna vez de ancho de banda adicional. Para aplicaciones de este tipo, el ancho de banda de una señal 64 Kbs es excesivo.

8.3 PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA DE SERVICIOS AL CLIENTE.

8.3.1 Sistema E1

8.3.1a Definición del servicio

Este servicio permite la creación de redes privadas locales nacionales e internacionales para la explotación de servicios de voz, datos, video, etc., a través de una conexión digital de banda ancha de 2 Mbps. Los equipos de usuario deberán cumplir con las recomendaciones G.703, G.704, G.732 del CCITT para poder interconectarse a la RDI. En la figura 8.1 se muestra el esquema de un enlace E1.

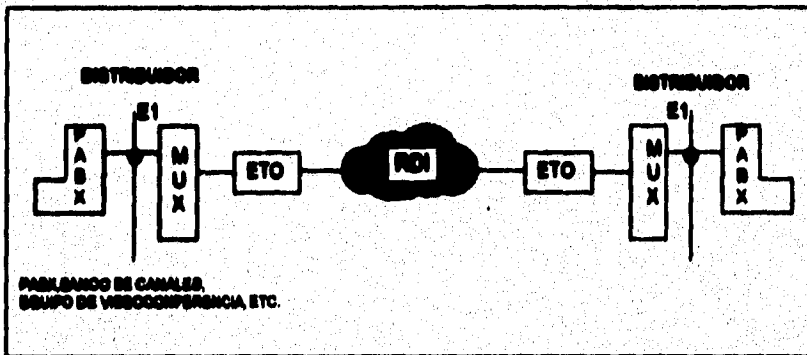


Figura 8.1 Enlace E1 punto a punto para aplicaciones de voz, datos y video.

8.3.1b Condiciones de instalación

-Tierra física

Para eliminar diferencias de potencial entre el equipo terminal (PABX o banco de canales) y el equipo de transmisión (múltiplex de alto orden o radio) se deberá cumplir con que las tierras de ambos equipos estén unificadas y dirigidas al mismo colector de tierra.

-Sincronización

Con el propósito de sincronizar en frecuencia los relojes de los equipos terminales de usuario, se recomienda que siempre que sea posible se tome la sincronía de la señal de recepción proporcionada por la RDI. Se pueden presentar varios casos:

-Si los conmutadores tienen enlaces hasta la central digital RDI, se deberá configurar a los PABX como esclavos de la central, y en el caso del enlace punto a punto (sin conmutación), los PABX se sincronizan con la señal del E1 privado (Figura 8.2).

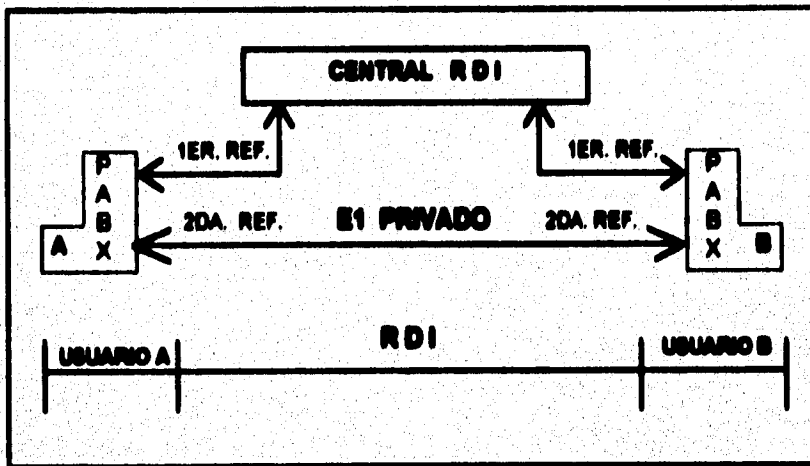


Figura 8.2 Condiciones de sincronía de una red PABX.

-Si sólo un conmutador tiene acceso a la red pública a través de la central RDI, este conmutador deberá esclavizarse a la central, mientras que el segundo conmutador deberá ser esclavo del primero a través del E1 privado (Figura 8.3).

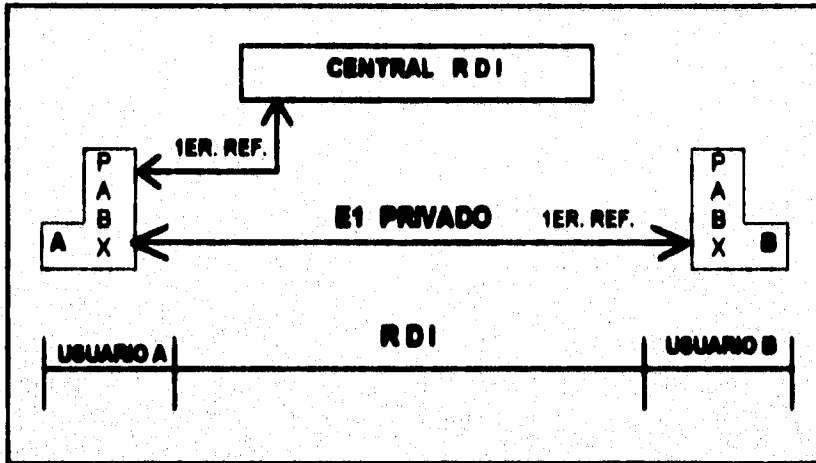


Figura 8.3 Condición de sincronía de un conmutador remoto.

-Si ningún conmutador tiene acceso a la red pública a través de la central digital, se deberá utilizar la configuración maestro-esclavo (Figura 8.4).

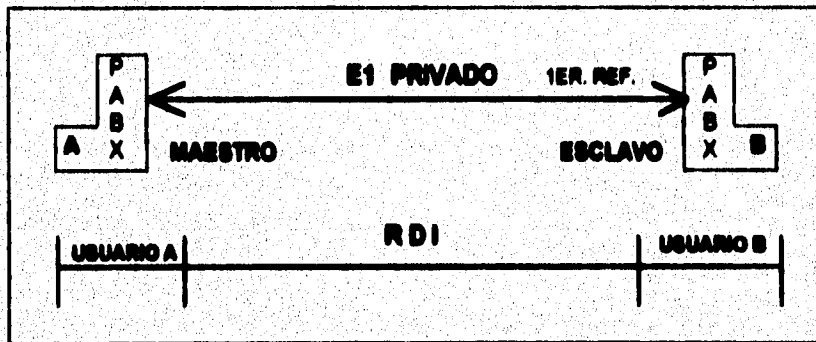


Figura 8.4 Condición de sincronización de una red privada de conmutadores.

-Si existe un equipo DACS a través del cual se proporciona el enlace E1 (E1 nacional o internacional), los equipos terminales de usuario deberán esclavizarse a la RDI en ambos extremos (Figura 8.5).

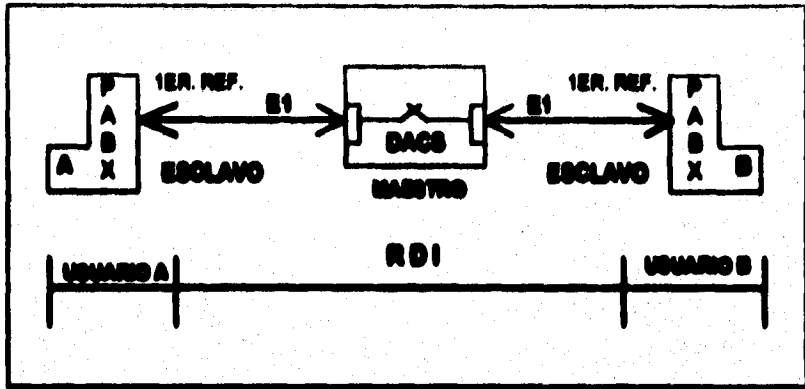


Figura 8.5 E1 nacional e internacional (Los PABX no tienen acceso a la red pública).

-Si en el nodo de usuario consiste un conmutador (PABX) y un banco de conmutación para el manejo de canales de voz y datos a través del E1, se recomienda sincronizar los PABX a la central y posteriormente esclavizar los bancos de conmutación a los PABX (Figura 8.6).

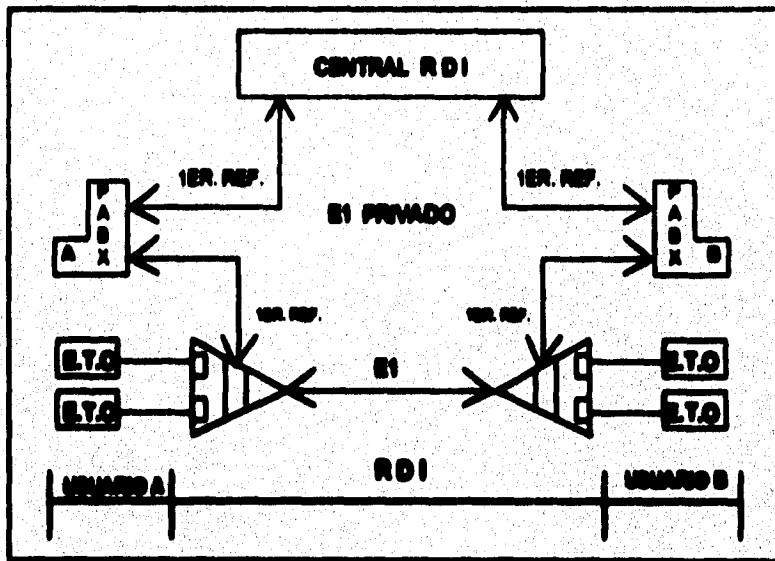


Figura 8.6 Red Privada de voz y datos a través de un enlace E1.

8.2.1c Calidad de transmisión

E1 local

Para verificar la calidad de un enlace E1 se deberá instalar un analizador de transmisión en un extremo y realizar un loop en el extremo remoto (Figura 8.7).

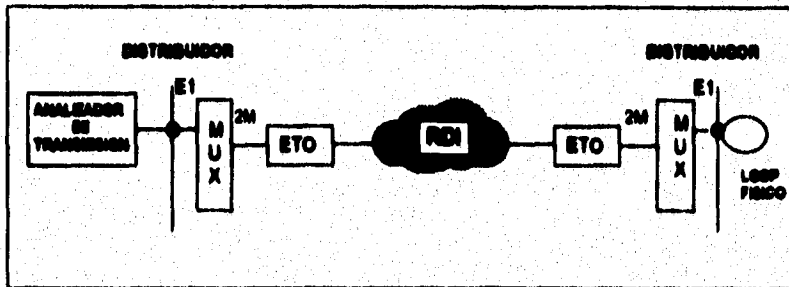


Figura 8.7 Configuración de prueba de un enlace E1.

8.2.1d Condiciones de prueba

-Si el E1 no pasa por DACS (enlaces locales) se deberá configurar al analizador para utilizar su reloj interno (maestro).

-Si el E1 pasa por DACS, se deberá configurar el analizador como esclavo de la RDI. Además se deberá considerar la configuración del puerto DACS para cumplir con las condiciones de operación apropiadas.

-Seleccionar un patrón de prueba pseudoaleatorio (con trama o sin trama según sea el caso) y verificar que con el loop remoto se obtiene sincronía de patrón. Retirar el loop remoto y verificar que se pierda la sincronía de patrón. Colocar el loop nuevamente.

-Configurar el analizador para medir la calidad de transmisión de acuerdo a la recomendación G.821 del CCITT e iniciar la medición.

8.2.3 Sistema E1 nacional

El enlace E1 nacional se suministra a través de DACS en los puntos de larga distancia tanto en la ciudad de origen como destino para supervisar cada uno de los tramos que constituyen el circuito. Las mediciones se realizan desde el Centro Regional donde se origina la contratación y se coordina la instalación de un loop físico en los extremos del usuario (Figura 8.8).

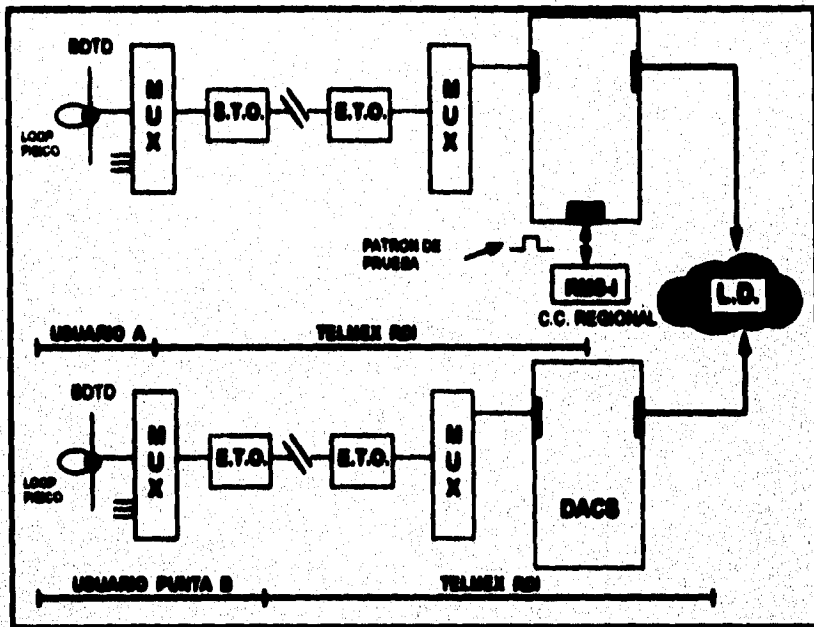


Figura 8.8 Configuración de un enlace E1 nacional.

8.2.2a Condiciones de prueba

-El centro de control regional correspondiente a la ciudad donde se origina la contratación será el responsable de efectuar las mediciones.

-Se coordinará que instalen loops físicos tanto en el lado A como en el lado B.

-Se deberá monitorear todos y cada uno de los puertos DACS (NPC's) involucrados en la trayectoria y no deberán presentar ningún tipo de alarma en las últimas 24 horas. (La supervisión la realizarán todos los centros regionales de control responsables del circuito).

-Se activará el DACS con frente a L.D. y se intervendrá sólo uno de los 30 canales disponibles.

-Se insertará un patrón de prueba en la dirección B del tipo 2047 (2E11-1). Se verificará en el sistema RME-1 que el patrón regrese observando que exista "sincronía de patrón".

Una vez verificada la existencia del loop en el extremo B se inicializan los contadores en el RME-1 y se dejará la medición por 6 horas. Los resultados deberán satisfacer los objetivos de calidad de la tabla 8.1, lo cual garantiza una tasa de error media (BERM) mejor que 1E-8.

-Una vez terminada la medición en el punto B se verificará el enlace local hacia la dirección A. Los resultados deberán satisfacer la tabla 8.1.

	OBJETIVO: ERRORES BINARIOS	RESULTADO: ERRORES BINARIOS
DIRECCION B (6 HORAS)	≤ 13	
DIRECCION A (1 HORA)	≤ 2	

Tabla 8.1 Objetivos de calidad de un enlace E1 nacional.

8.2.3 Sistema E1 internacional

El enlace E1 internacional está constituido como se muestra en la figura 8.9. Las mediciones del lado mexicano serán responsabilidad del centro regional donde se origine la contratación y se realizarán por un periodo de 12 horas. Una vez que tanto la administración Norteamericana como Telmex hayan verificado la operatividad del circuito en cada sesión nacional, se procederá a efectuar la prueba punto a punto, la cual será responsabilidad del carrier americano, correspondiendo

a Telmex coordinar la instalación de un loop físico en el lado del usuario mexicano. Al terminar las mediciones los resultados serán enviados al centro regional vía fax y se proporcionará copia de los mismos al usuario.

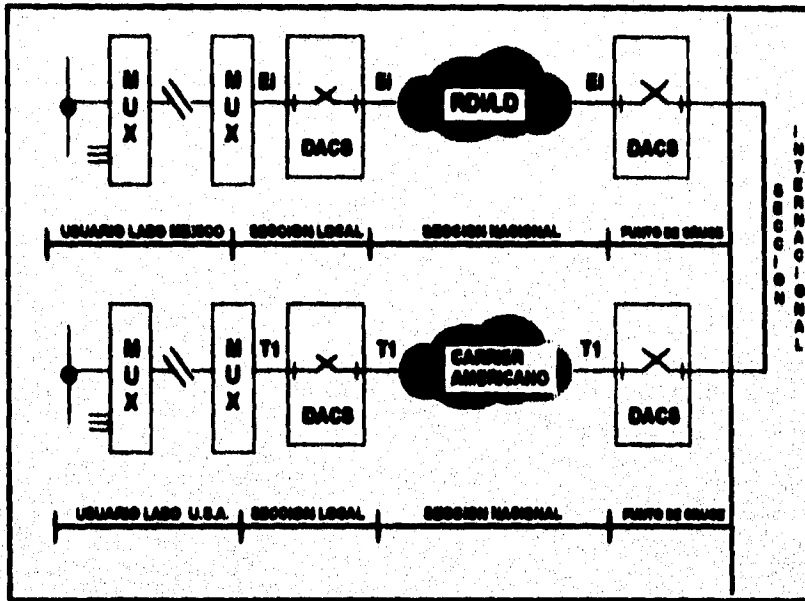


Figura 8.9 Configuración de un E1 internacional. En el lado americano solo 24 canales están activos (T1).

8.2.3a Condiciones de prueba

Sección México:

Se deberá verificar todos y cada uno de los puertos DACS involucrados en el circuito y no deberá existir ningún tipo de alarma en las últimas 24 horas.

-Las mediciones serán efectuadas por el centro regional correspondiente coordinando que se efectúe un loop electrónico en cada uno de los 24 canales activos en el DACS de cruce fronterizo y realizando una medición corta (5 min.) desde el DACS de origen, deberá haber 0 errores.

-Se seleccionará un sólo canal para la prueba de larga duración (12 horas) y los resultados obtenidos deberán satisfacer los objetivos de la tabla 8.2.

-Una vez terminada la prueba hacia la frontera se medirá la sección local, colocando un loop físico en el extremo del usuario y realizando la medición por una hora. Los resultados obtenidos deberán satisfacer los objetivos de la tabla 8.2.

-Al terminar las pruebas del circuito nacional se deberá verificar que no exista loop en ninguno de los DACS para poder realizar la prueba punto a punto.

	OBJETIVO: ERRORES SINARIOS	RESULTADO: ERRORES SINARIOS
SECCION NACIONAL HASTA EL PUNTO DE CRUCE FRONTERA)	≤ 27	
SECCION LOCAL 1 HORA	≤ 2	

Tabla 8.2 Objetivos de calidad de un enlace E1 internacional
(Sección México)

8.2.3b Prueba punto a punto

-Las pruebas punto a punto son responsabilidad de la administración telefónica norteamericana.

-TelmeX coordinará la instalación de un loop físico en el lado de usuario y la administración norteamericana correrá las pruebas correspondientes, los resultados obtenidos serán enviados vía fax al centro regional de control correspondiente y podrán ser compartidos con el usuario.

8.3.4 Sistema E0 y N x 64 Kbps

8.3.4a Definición del servicio

Este servicio permite la creación de redes privadas de datos ya sea locales, nacionales o internacionales según lo contratado, a través de una conexión digital dedicada en banda ancha de 64 Kbps ó N x 64 Kbps contenida dentro de un tron de 2.048 Mbps.

La decanalización se efectuará mediante un banco de canales localizado en el domicilio del usuario (figura 8.10).

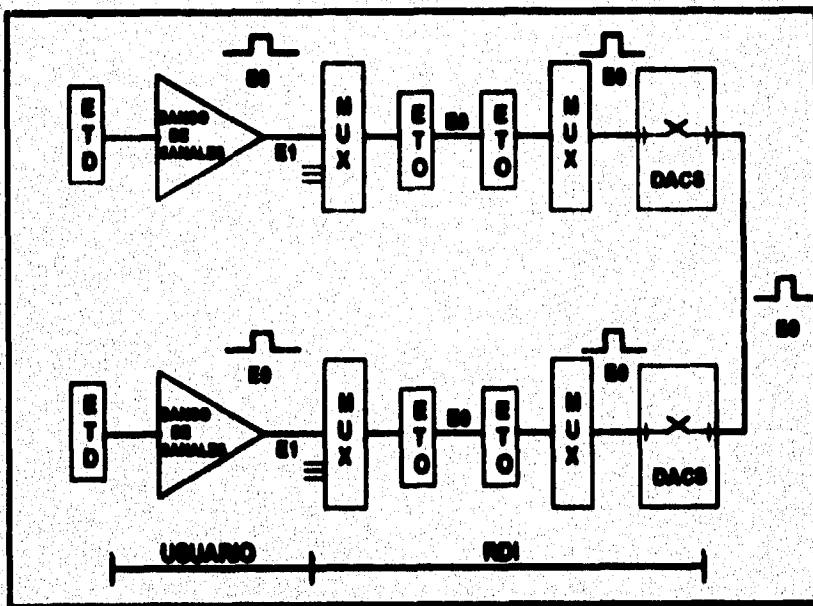


Figura 8.10 Diagrama esquemático de un enlace E0 punto a punto.

8.3.4b Condiciones de instalación

Tierras físicas:

Para eliminar diferencias de potencial entre el equipo terminal (PABX o banco de canales) y el equipo de transmisión (múltiplex de alto orden o radio) se deberán cumplir con que las tierras de ambos equipos estén unificadas y dirigidas al mismo colector de tierra.

Sincronización:

Para evitar disturbios debido a los deslizamientos en frecuencia, generados al trabajar con diferentes relojes (el banco de canales con respecto a la Red Digital Integrada), se recomienda sincronizar el banco de canales a la central RDI (Figura 8.11). Lo anterior se logra seleccionando la recepción del enlace E1 como referencia de reloj. Para verificar que este proceso se haya efectuado, se deberá monitorear el puerto DACS al cual está conectado el banco de canales y no se deberán observar deslizamientos (slips). De la misma manera, el banco de canales deberá registrar cero deslizamientos.

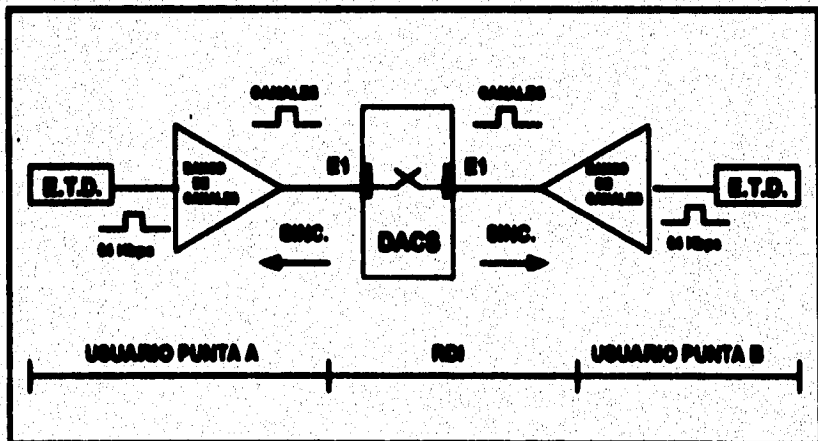


Figura 8.11 Sincronización de los equipos terminales.

Los equipos terminales de usuario (banco de canales) se deberán configurar como esclavos de la RDI, a su vez, el banco de canales deberá proporcionar la sincronía a los equipos terminales de datos (DTE) a través de los puertos a 64 Kbps.

8.2.4c Prueba de servicio

Esta prueba se deberá realizar cuando el usuario ya tenga en operación uno o más EO's y haya solicitado una ampliación de los mismos, de manera que no es posible desconectar el banco de canales.

Para probar un EO ó N x 64 Kbps en enlaces que estén en servicio, se solicitará al usuario realizar un bucle electrónico en su equipo terminal y la prueba se realizará interviniendo el circuito en uno de los DACS de la red y verificando que los datos viajan sin error desde el centro de control a través del sistema de prueba centralizado RMS-1 hacia cada uno de los extremos a nivel 64 Kbps. Figura 8.12.

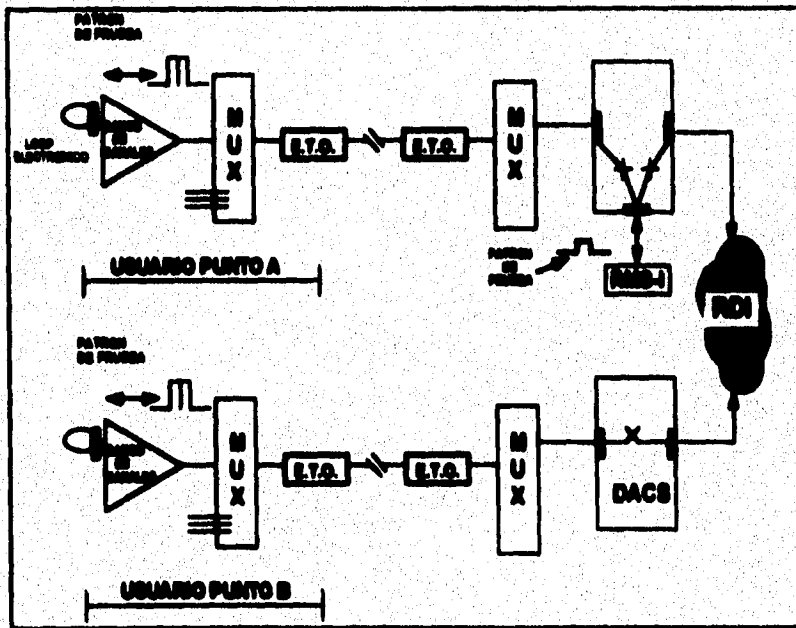


Figura 8.12 Diagrama esquemático, medición de EO a través del sistema centralizado RMS-1

8.2.4d Condiciones de prueba

-Se solicitará al usuario realizar un loop electrónico a nivel 64 Kbps a la salida del puerto que está siendo utilizado en el extremo A.

-Desde el centro de control se accederá el DACS más cercano al usuario y se intervendrá solo el canal o canales que han de ser probados de manera que los demás canales no sean afectados.

-Se insertará un patrón de prueba en la dirección B del tipo 2047 (2E11-1) . Se verificará en el sistema RMS-I que el patrón regrese observando que exista "sincronía de patrón". Si no se sincroniza el sistema será una indicación de que el usuario no está realizando el loop en el puerto adecuado o que se está seleccionando un canal incorrecto para la medición lo cual deberá ser perfectamente verificado.

-Una vez verificado el loop con el usuario se inicializarán los contadores del RMS-I y se dejará la medición por un periodo de 3 hrs. para circuitos locales, 6 hrs. para circuitos nacionales y 12 hrs. para circuitos internacionales.

-En el caso de circuitos N x 64 Kbps, se verificarán todos los canales y la medición se efectuará en uno de los canales.

NOTA: Para circuitos internacionales, el acuerdo bilateral con los carriers norteamericanos establece que las mediciones serán efectuadas desde los Estados Unidos y los resultados serán proporcionados vía fax a Telmex. Se proporcionará copia de estos resultados al usuario.

Los resultados obtenidos deberán cumplir con los objetivos de la Tabla 8.3, lo cual garantizará una tasa de error media mejor que IE-8.

	OBJETIVO: ERRORES BINARIOS	RESULTADO: ERRORES BINARIOS
ENLACE LOCAL (3 HRS DE MEDICION)	≤ 8	
ENLACE NACIONAL (6 HRS DE MEDICION)	≤ 13	
ENLACE INTERNACIONAL (12 HORAS DE MEDICION)	≤ 27	

Tabla 8.3 Objetivos de errores binarios para circuitos E0 (64 Kbps).

-Una vez terminada la medición hacia la punta B (ruta más larga) se debe proceder a medir en la dirección A (enlace de acceso) por un periodo de una hora. Los resultados deberán cumplir con la Tabla 8.4.

	OBJETIVO: ERRORES BINARIOS	RESULTADO: ERRORES BINARIOS
ENLACE DE ACCESO (1 HR DE MEDICION)	≤ 2	

Tabla 8.4

Si el equipo terminal de usuario no existe, el centro regional coordinará que se instalen loop's físicos en cada uno de los extremos de usuario a nivel E1.

Las pruebas se realizarán de la misma manera que en el caso A y los resultados deberán cumplir con las tablas 1 y 2 (se deberá entregar copia al usuario).

El usuario será totalmente responsable de la posterior conexión de sus equipos y de la apropiada configuración de los mismos. Una vez terminada la instalación se podrán coordinar pruebas cortas (10 min.) en los canales de interés coordinadas por el centro regional y aplicando el procedimiento del caso A.

8.3.4a Pruebas de calidad

Prueba punto a punto

Esta medición sólo se podrá efectuar desconectando el banco de canales en un extremo y sustituyéndolo por un analizador de transmisión en el lado A y un bucle a nivel de 2 Mbps en el lado B. (Figura 8.13). Esta prueba sólo se deberá realizar cuando el usuario lo solicite y bajo su completa responsabilidad.

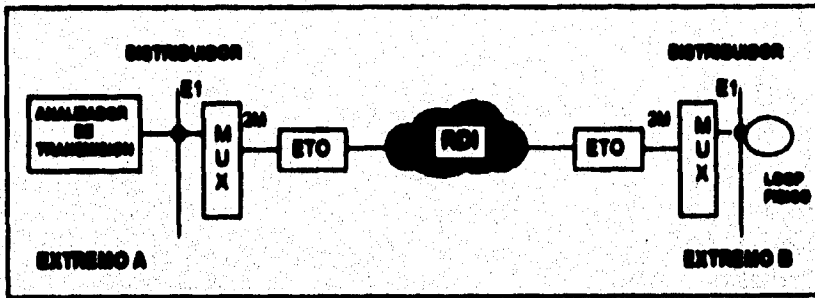


Figura 8.13 Esquemático de la prueba de calidad punto a punto.

Condiciones de prueba

- Configurar el analizador de transmisión como esclavo de la RDI, tomando la señal de reloj de la recepción.
- Configurar el analizador de transmisión para medir G.821 de acuerdo a la recomendación del CCITT.
- Seleccionar en el analizador el canal o los canales de prueba a ser utilizados de acuerdo a la solicitud del usuario.
- Configurar el analizador de transmisión para generar un patrón pseudoaleatorio e insertarlo en el canal o los canales seleccionados.
- Verificar que con el loop físico instalado en el extremo remoto, el analizador de transmisión tenga sincronía de patrón.

-Retirar el loop físico en el extremo remoto y verificar que el analizador pierde la sincronía de patrón. Regresar el loop físico.

-Reinicializar el analizador de transmisión y registrar los resultados de G.821 por un periodo de 24 hrs. Los resultados obtenidos deberán cumplir los objetivos de calidad de la tabla 8.5 en función de la distancia.

24 HORAS						
DISTANCIA (KM)	OBJETIVO SEG. CERROR	RESULTADO SEG. CERROR	OBJETIVO SEG. SEVERAMENTE ERRADOS	RESULTADO SEG. SEVERAMENTE ERRADOS	OBJETIVO % DISPONIBILIDAD	RESULTADO % DISPONIBILIDAD
0-200	32		6		100	
201-500	63		11		99.99	
501-840	84		16		99.99	
841-1120	126		21		99.97	
1121-1400	166		26		99.96	
1401-1680	187		31		99.96	

TABLA 8.5 Objetivos de calidad para circuitos E0 locales, nacionales e internacionales (sección México), en función de la distancia.

8.2.4f Equipo requerido

1. Analizador de transmisión.

- PRA-1 Wandel & Goltermann
- PA-20 Wandel & Goltermann
- Interceptor 264 T.T.C.
- O equivalente.

2. Juegos de cables.

NOTA: Se recomienda que los equipos cuenten con impresora incluida, de lo contrario desarrollar un formato para vaciar resultados.

Una vez que las pruebas descritas hayan sido satisfactorias al usuario, se procederá a la firma oficial del protocolo de recepción.

8.3.5 Troncal digital

8.3.5a Definición del servicio

A través de este servicio se tiene acceso a la red pública conmutada local y de larga distancia nacional e internacional. El acceso local hacia la central RDI se realiza a través de uno o varios EI (grupos de 30 troncales) utilizando medios de transmisión totalmente digitales (fibra óptica o radio enlace) e instalando un conmutador PABX digital en el domicilio del usuario (Figura 8.14).

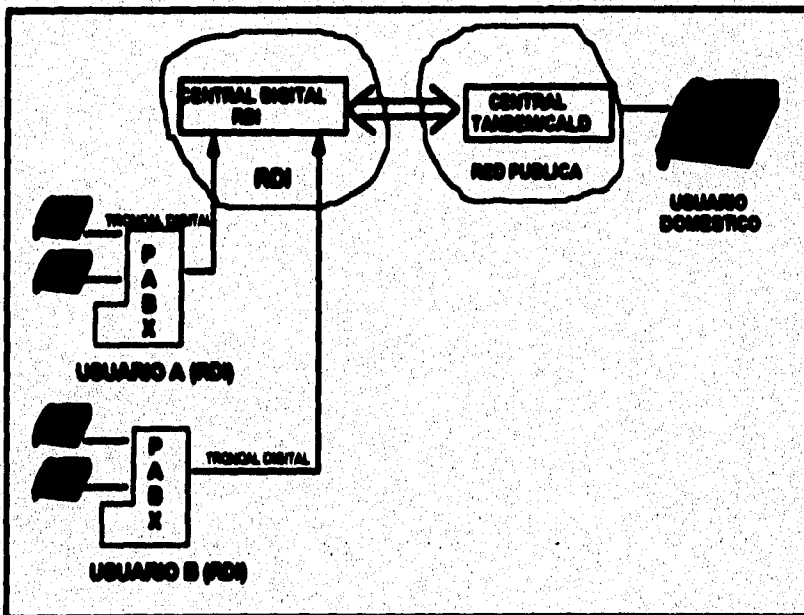


Figura 8.14 Representación gráfica del acceso digital.

8.2.5b Condiciones de instalación

Tierras físicas

Para eliminar diferencias de potencial entre el equipo terminal (PABX o banco de canales) y el equipo de transmisión (múltiplex de alto orden o radio) se deberá cumplir con que las tierras de ambos equipos estén unificadas y dirigidas al mismo colector de tierra.

Sincronización (Figura 8.15).

Para evitar disturbios debido a los deslizamientos en frecuencia, generados al trabajar con diferentes relojes (el conmutador con respecto a la central), se recomienda esclavizar el PABX a la central RDI. Lo anterior se logra seleccionando la recepción de uno de los EI como primera referencia de reloj y si es posible seleccionar un segundo EI como segunda referencia. Para verificar que este proceso haya sido completado se supervisará el o los módulos de la central y no se deberán presentar deslizamientos (slips). Lo anterior también puede ser verificado en los registros del conmutador.

NOTA: En el caso de que el número de deslizamientos sea mayor que cero en un periodo de 24 hrs., será responsabilidad del instalador del conmutador configurario de manera adecuada.

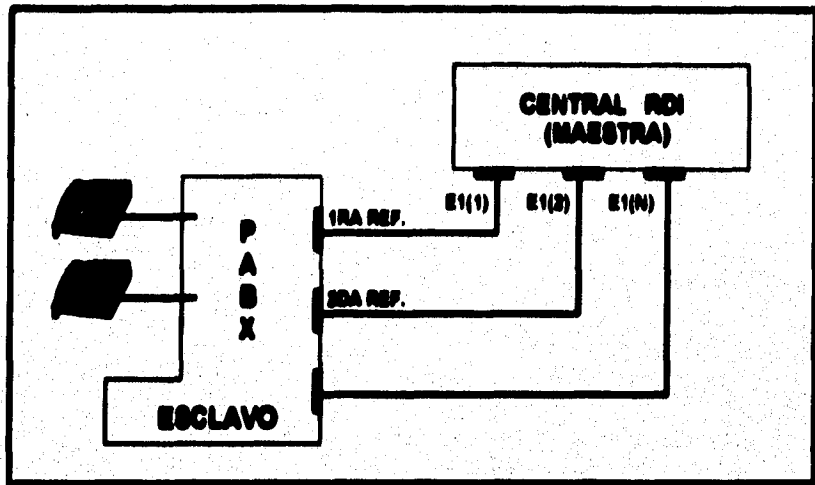


Figura 8.16 Sincronización del conmutador usuario con "n" troncales digitales.

8.2.5c Condiciones de operación

Antes de conectar el PABX en el lado usuario y el módulo correspondiente en el lado de la central, se deberán verificar los enlaces, aplicando el procedimiento desarrollado para E1's locales.

8.2.5d Calidad de transmisión

Para verificar la calidad de un enlace E1 se deberá instalar un analizador de transmisión en un extremo y realizar un loop en el extremo remoto (Figura 8.16).

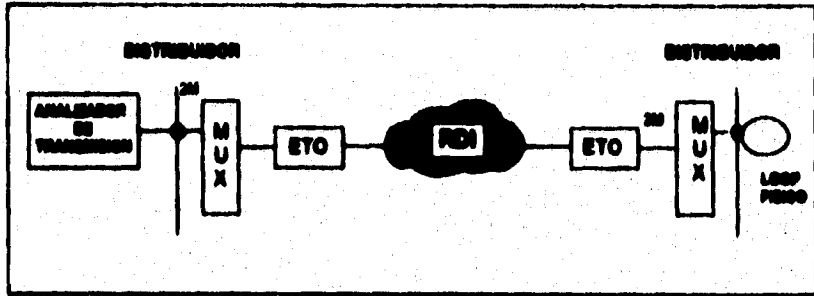


Figura 8.16 Configuración de prueba de un enlace E1.

8.2.5e Condiciones de prueba

-Seleccionar un patrón de prueba pseudoaleatorio (con trama o sin trama según sea el caso) y verificar que con el loop remoto se obtiene sincronía de patrón. Retirar el loop remoto y verificar que se pierda la sincronía de patrón. Colocar el loop nuevamente.

-Configurar el analizador para medir calidad de transmisión de acuerdo a la recomendación G.821 del CCITT e iniciar la medición. Los resultados obtenidos deberán cumplir con los objetivos de la tabla 8.6.

3 MDS						
INSTANCIA (KM)	OBJETIVO SEG. CERROR	RESULTADO SEG. CERROR	OBJETIVO SEG. SEVERAMENTE ERRADOS	RESULTADO SEG. SEVERAMENTE ERRADOS	OBJETIVO % DISPONIBILIDAD	RESULTADO % DISPONIBILIDAD
0-200	4		1		100	

TABLA 8.6 Objetivo de calidad de un enlace E1 en función de la distancia.

8.2.5f Alarmas de transmisión

Una vez verificadas las condiciones de instalación, se verificará que el PABX no presente ninguna condición de alarma de transmisión en un período de 24 hrs. Los resultados se deberán proporcionar en forma impresa y se complementarán con el listado proporcionado por la central durante el mismo período de observación sobre los módulos correspondientes.

Las alarmas de transmisión a verificar son:

	E1 (24 HORAS)	
	OBJETIVO	RESULTADO
PERDIDA DE SERAL	0	
PERDIDA DE TRAMA	0	
PERDIDA DE MULTITRAMA	0	
RECEPCION DE AIS	0	
DEBLIZAMENTOS	0	
ALARMAS REMOTAS	0	

TABLA 8.7 Verificación de alarmas

8.2.5g Activación de la central

-Se deberá verificar por el operador de la central que los datos correspondientes al usuario que se está dando de alta hayan sido cargados sin error (asignación de numeración, creación del PABX, activación del módulo, etc.).

-Verificar con el instalador del PABX la numeración asignada, la configuración de las troncales (entrantes, salientes o bidireccionales) y los aspectos de señalización.

8.2.5h Pruebas de tráfico saliente

-Se deberán probar todos los casos de tráfico saliente, así como servicios especiales de acuerdo a la tabla 8.8:

	SATISFACTIVO	NO SATISFACTIVO
LLAMADAS HACIA TODOS LOS TANDEM UNA SERIE POR CADA TANDEM		
LLAMADA HACIA EL 02		
LLAMADA HACIA EL 03		
LÍNEA DISTANCIA NACIONAL		
LÍNEA DISTANCIA INTERNACIONAL		
LLAMADAS HACIA CELULAN 0000		
ACCESO A SERVICIOS ESPECIALES (01, 05, 04, 06, 07)		

TABLA 8.8 Las pruebas de tráfico saliente deberán ser realizadas por el responsable de instalación del conmutador y supervisadas directamente por el usuario.

8.3.61 Pruebas de tráfico entrante

-Se deberán probar todos los casos de tráfico entrante desde los TANDEM (una serie por TANDEM) incluyendo servicio celular.

	SATISFACTIVO	NO SATISFACTIVO
LLAMADAS HACIA CELULAN 0000		
ACCESO DENTRO LOS TANDEM UNA SERIE POR TANDEM		
LLAMADAS LÍNEA DISTANCIA NACIONAL		
LLAMADAS LÍNEA DISTANCIA INTERNACIONAL		

TABLA 8.9 Las pruebas de tráfico entrante se coordinarán por el personal de la central así como por el usuario

Una vez que las pruebas descritas hayan sido satisfactorias, el usuario procederá a la firma del acta de recepción de servicios.

9. IMPACTO SOCIAL DE LAS REDES DE DATOS

El impacto de las redes de datos en la sociedad actual se puede ver desde tres puntos de vista: con respecto al sector alimentación, al sector salud y al sector educación. Refiriéndonos a la alimentación como primer punto, podemos decir que las redes de datos han contribuido para distribuir rápidamente a mayor número de países, en los que se cuenta con este tipo de infraestructura, los nuevos descubrimientos para la mejora de semillas y granos. Tocante a la salud, los avances científicos para la cura de enfermedades se pueden difundir en un tiempo muy corto, por lo que también se puede decir que este sector se ha beneficiado. Por último la educación, actualmente se cuenta con un sin número de facilidades para que los profesionistas y estudiantes tengan acceso directo a una gran cantidad de información con tan sólo contar con una red de datos. Como vemos la variante principal que observamos es el factor tiempo, más sin embargo no es el primordial para ninguno de los tres sectores.

En la actualidad el sector más favorecido con la aparición de las redes de datos es el de los negocios, a este sector lo que le interesa es realizar sus operaciones burátiles en el menor tiempo y con la mayor confiabilidad posible.

Para obtener cualquier beneficio debemos por lo regular de realizar un esfuerzo, y para que dicha acción realmente "convenza" el beneficio obtenido deberá ser mayor al esfuerzo aplicado. Si no existieran las redes de datos, los avances en la alimentación, salud o educación llegarían a nosotros con un retraso de tiempo, pero llegarían. Las redes de datos fueron creadas dado el volumen de información que se maneja en el sector negocios, para este sector es de vital importancia reducir el tiempo y eliminar la distancia, o sea que los datos lleguen "instantáneamente" sin importar la longitud del enlace. Podría pensarse que esto es extremadamente costoso, pero no es así, ya que los avances tecnológicos originados por la competencia han hecho que los servicios de comunicación de datos sean relativamente día con día más económicos.

La sociedad se ve beneficiada con la aparición de las redes de datos ya que facilitan sus actividades cotidianas. La Red Digital Integrada de Teléfonos de México surge debido a la necesidad de obtener la conectividad digital de terminal a terminal a través de enlaces básicos que transmitan información a altas velocidades.

10. CONCLUSIONES

Mejorar día a día la dotación de servicios, la calidad de los productos, alcanzar resultados económicos satisfactorios, lograr que las empresas sean mejores lugares donde trabajar, son objetivos que siempre están en la mente de directores de empresas, gerentes de planta y en general en todos aquellos que están vinculados con la prestación de un servicio o la elaboración y distribución de un producto.

En el entorno actual que vive México como un país que está llevando a cabo un cambio trascendental e histórico, el desarrollo de servicios y productos para lograr un alto nivel competitivo está hoy en día muy vinculado al desarrollo de las telecomunicaciones, se dice que un país comunicado, es un país modernizado y los servicios de telecomunicaciones que hoy demandan las industrias, las instituciones y la comunidad en general se caracterizan por tres aspectos básicos que requieren su total satisfacción; ellos son: alta disponibilidad, alta confiabilidad y alta capacidad para proporcionar una gran variedad de servicios.

Los grandes usuarios de servicios de telecomunicaciones en México así como aquellas empresas e instituciones que necesitan elevar su competitividad, demandan soluciones de alta calidad y confiabilidad, que les permitan integrar con rentabilidad los medios más avanzados de comunicación para el transporte de señales de voz, datos e imagen; buscando además, aprovechar las inversiones hasta ahora realizadas en la implantación de dicha infraestructura. Para atender las necesidades de telecomunicaciones del país, apoyar el crecimiento de la industria de exportación y de la industria maquiladora, dotar de servicios de alta calidad a las empresas e instituciones de servicio, Teléfonos de México ha desarrollado la Red Digital Integrada como un concepto de comunicación total, que permite alta calidad y confiabilidad a aquellas empresas en las cuales el éxito de su operación depende en gran medida de la calidad y eficiencia de las comunicaciones.

La RDI responde al modelo de redes superpuestas con éxito, esto en función de las necesidades de las comunidades de negocios y por las empresas de telecomunicaciones como AT&T, US Sprint y las grandes compañías telefónicas locales como NYNEX, entre otras. La Red Digital integrada esta formada por tres grandes redes de transporte; la red digital terrestre, la red satelital multiusuario y la red de transmisión y conmutación de paquetes de datos.

La red digital terrestre esta formada por centrales de comunicación y medios de transmisión totalmente digitales y de la tecnología más avanzada. La principal característica de esta red es que permite establecer conexiones digitales desde el domicilio del usuario a través de fibras ópticas y radios de microondas urbanos con capacidad de manejar todo tipo de señales de telecomunicaciones en un amplio rango de velocidades. A través de las fibras ópticas se proporcionan troncales digitales, números de grupo de gran capacidad, así como el servicio de marcación directa entrante a extensión. Si el usuario así lo desea también se proporcionan circuitos privados digitales de alta velocidad punto a punto. Los usuarios de esta red pueden formar grupos cerrados para contar con redes privadas con interconexiones locales, nacionales e internacionales totalmente digitales sin necesidad de pasar por la red pública analógica o convencional teniendo acceso hacia y desde esta última con solo marcar el número telefónico.

La red satelital multiusuario esta formada por estaciones terrenas de usuario que se ubican en los domicilios de los clientes que están localizados en lugares que no sean cubiertos por la red terrestre. La red satelital cuenta con estaciones de control en donde los usuarios se enlazan a la red terrestre.

Los usuarios de esta red logran a través del uso de los satélites domésticos mexicanos (sistemas de satélite Solidaridad), la conexión digital punto a punto o multipunto de señales de voz, datos o video con una alta calidad y disponibilidad, formando redes privadas y evitando efectuar inversiones de equipo como antenas o equipos periféricos complementarios.

SOLUCIONES A GRANDES USUARIOS

Las actividades cotidianas de las grandes empresas, de los bancos, casas de bolsa, compañías de seguros, operadoras de tarjetas de crédito, los sistemas de producción de la industria. Así como las actividades de las instituciones de servicio,

tanto de gobierno como privadas, líneas aéreas, hoteles, almacenes, universidades, entre otras muchas más que requieren del manejo de información oportuna y veraz podrán mejorarse substancialmente al reducir costos de operación y tiempos de respuesta modernizando sus sistemas de telecomunicaciones. Estos cambios repercutirán en diferentes ámbitos de nuestra vida, cambiando inclusive costumbres y hábitos de la sociedad que formamos.

En el ámbito de los servicios, las instituciones financieras, comercios, líneas aéreas y hoteles ofrecen y seguirán ofreciendo una amplia gama de nuevos servicios, y diferentes variedades de operación; se facilitará la creación de centros de telemarketing para la comercialización de todo tipo de productos y servicios. La adquisición de productos y servicios a través de terminales de datos vía telefónica es algo más cotidiano, al ir a la tienda o almacén a realizar compras estas se harán por catálogo o accediendo videotextos específicos de los establecimientos, las autorizaciones para pagos con tarjetas de crédito serán más ágiles, el manejo de inventarios y órdenes de suministro a los proveedores será prácticamente instantáneo, sin olvidar el confort que produce a los que vamos a las tiendas de autoservicio al no esperar un largo tiempo en la fila de la cajera. Definitivamente estos cambios incentivarán grandemente la actividad comercial.

En el ámbito educacional los estudiantes e investigadores de las instituciones de enseñanza superior del país podrán acceder a través de la terminal de datos vía telefónica, bases de datos, consultar archivos y solicitar impresiones de información ahorrando tiempo y facilitando el aprendizaje de dicha comunidad.

En el ámbito industrial, el proceso de manufactura se optimiza notablemente al reducir costos de inventarios y la producción se realiza de acuerdo a la demanda del producto, llegando justo a tiempo a manos del cliente.

En todos estos ámbitos de actividad ya se han iniciado proyectos específicos de acuerdo a las necesidades de los usuarios, como ejemplo de estos proyectos que Teléfonos de México está desarrollando, podemos citar los siguientes:

- La red interbursátil y la red interbancaria, que finalmente evoluciona hacia una red financiera es una realidad, ya que estos nuevos servicios e instrumentos de inversión y ahorro no serían exitosos si no se contara con un sistema eficaz de telecomunicaciones.

-Redes de acceso para bancos, casas de bolsa, compañías de seguros, cadenas hoteleras, parques industriales, edificios corporativos y plazas comerciales.

-Mejoramiento de las telecomunicaciones en el aeropuerto de la Ciudad de México y líneas aéreas.

CASO TÍPICO DE PROBLEMA

A los usuarios en general les interesan soluciones de telecomunicaciones que satisfagan sus necesidades y sobre todo que se implanten oportunamente, pues de ello depende la rentabilidad del proyecto. El empresario requiere manejar altos volúmenes de información en forma ágil, desea además eliminar papeleo de oficina para proporcionar información veraz y oportuna a oficinas aisladas en donde se requiere dicha información, y así poder iniciar un programa de manufactura o bien tomar una decisión que le permita implantar precios y una estrategia adecuada de ventas; busca ahorrar tiempo y dinero por el continuo traslado de ejecutivos y en general persigue una mejor comunicación, tanto interna como externa.

Para atender con oportunidad casos similares, Teléfonos de México cuenta con una organización de atención a grandes usuarios a los cuales ha clasificado por giro de mercado.

- Servicio a instituciones financieras.**
- Servicios para el turismo.**
- Entidades de gobierno.**
- Industrias de manufactura, para exportación e industria maquiladora.**
- Instituciones de servicio.**

Además de atender a los grandes usuarios, la organización apoya con recursos de ingeniería especializados, la elaboración de proyectos que requieren:

- Uso extensivo de tecnología digital y materiales de tecnología avanzada.**
- Aplicaciones de voz y datos.**
- Enlaces digitales y servicios de alta velocidad.**

Por otro lado se cuenta con personal altamente capacitado para servicio a clientes cada vez que sea requerido por el usuario.

Cuando las empresas deciden llevar a cabo acciones concretas que las coloquen a niveles de excelencia, la sinergia que las envuelve es de tal magnitud que propicia que las experiencias, capacidades y esfuerzo del personal que las dirige y opera los lleva a generar sin lugar a duda los resultados deseados. Estas empresas buscan soluciones acordes a su filosofía de calidad total y desean de sus proveedores respuestas como las que están acostumbrados a brindar.

EVALUACION DEL PROYECTO DE TESIS

En la presente tesis se explicaron las metodología básicas de diseño del enlace de un usuario con la Red Digital Integrada, dando los pormenores teóricos iniciales. Los enlaces que se propusieron son enlaces reales que actualmente se facturan a favor de Telmex. Este trabajo de tesis plantea de manera sistemática los pasos a seguir para la implementación de los enlaces básicos que proporciona la RDI. Los servicios digitales proporcionados por Telmex vienen a substituir a los servicios analógicos que utilizan como medio de transmisión el par de cobre. La realidad indica que los usuarios que pueden tener acceso a este tipo de servicios son aquellos que cuentan con la suficiente solvencia, ya que por lo sofisticado de la tecnología, y porque el equipo y material utilizado son de importación se elevan los costos de instalación y renta de los servicios. Cuando el usuario transmite gran cantidad de información (voz, datos o video) se ve beneficiado porque el costo por la información transmitida por segundo disminuye. Del usuario por lo tanto depende el uso apropiado y la debida explotación del medio de transmisión proporcionado por Teléfonos de México.

La tesis cumple de manera general con el objetivo inicialmente planteado, y se plasma en papel lo que cotidianamente se hace para proporcionar un enlace de un usuario con la Red Digital Integrada.

11. APENDICE

Este apéndice incluye las normas internacionales que rigen el funcionamiento de la RDI de Teléfonos de México. La UIT (anteriormente conocida como CCITT) con sede en Ginebra, emitió la norma actual en su IX Asamblea Plenaria en Melbourne (14 al 25 de noviembre de 1968).

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS DE LOS INTERFACES DIGITALES JERÁRQUICOS

(Ginebra, 1972, modificada posteriormente)

El CCITT

considerando

que se necesitan especificaciones sobre interfaces para poder interconectar los componentes de las redes digitales (módelos digitales, equipo múltiple, centrales) a fin de formar un enlace digital internacional o una conexión digital internacional;

que la Recomendación G.703 define los niveles jerárquicos;

que la Recomendación G.704 trata de las características funcionales de los interfaces asociados a los niveles de la red;

que la serie I.430 de Recomendaciones trata de las características de la capa 1 para los interfaces usuario-red de la SDG,

recomiendo

que las características físicas y eléctricas de los interfaces, a las diferentes velocidades binarias jerárquicas, sean como las dadas en la presente Recomendación.

Nota 1 - Las características de los interfaces que funcionan a las velocidades binarias no jerárquicas, salvo los interfaces a $n \times 64$ kbit/s examinados a través de interfaces a 1544 kbit/s o 2048 kbit/s, se especifican en las Recomendaciones pertinentes sobre el equipo.

Nota 2 - Las especificaciones de los valores de fluctuación de fase contenidas en los § 6, 7, 8 y 9 están destinadas a su aplicación en las puntas de interconexión internacional.

Nota 3 - Los interfaces descritos en los § 2 a 9 corresponden a los accesos T (acceso de salida) y T' (acceso de entrada) conforme se recomienda para la interconexión en la Recomendación AC/9 del CCIR con referencia al Informe AM/9 de la Comisión de Estudio 9 del CCIR (en dicho Informe se definen los puntos T y T').

Nota 4 - Para los enlaces con velocidades binarias de $n \times 64$ kbit/s ($n = 2$ a 31) que se examinan a través de equipos de multiplexión especificados para la jerarquía a 2048 kbit/s, el interfaz tendrá las mismas características físicas eléctricas del interfaz a 2048 kbit/s especificadas en el § 6. Para los enlaces con velocidades binarias de $n \times 64$ kbit/s ($n = 2$ a 23) que se examinan a través de equipos de multiplexión especificados para la jerarquía a 1544 kbit/s, el interfaz tendrá las mismas características físicas eléctricas del interfaz a 1544 kbit/s especificado en el § 2.

3 Enlaces a 64 kbit/s

3.1 Requisitos funcionales

3.1.1 Para el diseño del interfaz se han recomendado los siguientes requisitos básicos:

3.1.2 En ambos sentidos de transmisión, tres señales pueden aprovechar el interfaz:

- la señal de información a 64 kbit/s;
- la señal de temporización a 64 kHz;
- la señal de temporización a 8 kHz.

Nota 1 - La señal de información a 64 kbit/s y la señal de temporización a 64 kHz/s son obligatorias. Sin embargo, aunque el equipo director debe generar una señal de temporización a 8 kHz (por ejemplo, múltiplos MFC o equipo de acceso a un intervalo de tiempo) no debe ser obligatoria para el equipo subordinado situado en el otro lado del interfaz utilizar la señal de temporización a 8 kHz procedente del equipo director, ni proporcionar una señal de temporización a 8 kHz.

Nota 2 - La detección de un fallo en el cable (en un punto situado hacia el origen) puede transmitirse a través del interfaz a 64 kbit/s enviando una señal de indicación de alarma (SIA) hacia el equipo subordinado.

1.1.3 El interfaz debe ser independiente de la secuencia de bits a 64 kbit/s.

Nota 1 - Puede transmitirse a través del interfaz una señal a 64 kbit/s sin restricciones. Sin embargo, esto no implica que puedan realizarse, sobre una base global, trayectorias a 64 kbit/s sin restricciones. Esto se debe a que algunas Administraciones se proponen instalar o están instalando vastas redes compuestas de secciones de línea digital cuyas características no permiten la transmisión de largas secuencias de CEROS. (La Recomendación G.733 prevé equipos múltiples MJC con características apropiadas para estas secciones de línea digital.) En lo que respecta específicamente a fuentes de trenes binarios con temporización de estatos, en redes digitales a 1544 kbit/s se exige que haya, por lo menos, un UNO binario en cada uno de los octetos de una señal digital a 64 kbit/s. En los trenes binarios no sujetos a temporización de estatos, la señal a 64 kbit/s no podrá tener más de siete CEROS consecutivos.

Nota 2 - Aunque el interfaz es independiente de la secuencia de bits, la utilización de la SIA (secuencia todos UNOS) puede dar lugar a la imposición de ciertas limitaciones de menor importancia a la fuente de 64 kbit/s. Por ejemplo, una señal de alineación de trama todos UNOS podría ocasionar problemas.

1.1.4 Se han previsto tres tipos de interfaces

1.1.4.1 Interfaz bidireccional

El término bidireccional se utiliza para describir un interfaz a través del cual la información y los estatos de temporización asociados se transmiten en el mismo sentido (véase la figura 1/G.703).

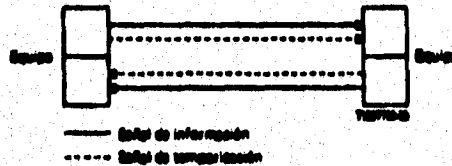


FIGURA 1/G.703
Interfaz bidireccional

1.1.4.2 Interfaz de reloj centralizado

El término reloj centralizado se utiliza para describir un interfaz donde, para ambos sentidos de transmisión de la señal de información, las señales de temporización asociadas entrantes se toman de un reloj centralizado que puede derivarse, por ejemplo, de otras señales de línea de llegada (véase la figura 2/G.703).

Nota - El interfaz bidireccional o el interfaz de reloj centralizado deben utilizarse para redes sincronizadas y para redes pluriterminales cuyos relojes tengan la estabilidad requerida (véase la Recomendación G.811), a fin de asegurar un intervalo adecuado entre los desplazamientos.

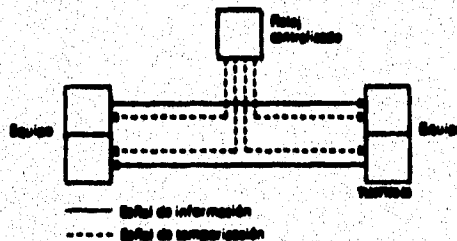


FIGURA 2/G.703
Interfaz de reloj centralizado

1.1.4.3 Interfaz: contradiresccional

El término contradiresccional se utiliza para caracterizar un interfaz a través del cual las señales de temporización asociadas a ambos sentidos de transmisión se dirigen hacia el equipo subordinado (véase la figura 3/G.703).

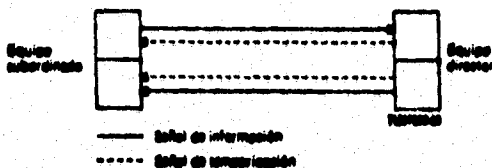


FIGURA 3/G.703
Interfaz contradiresccional

1.2 Características eléctricas

1.2.1 Características eléctricas del interfaz redireccional a 64 kbit/s

1.2.1.1 Consideraciones generales

1.2.1.1.1 Velocidad binaria nominal: 64 kbit/s.

1.2.1.1.2 Tolerancia máxima para las señales transmitidas a través del interfaz: ± 100 ppm.

1.2.1.1.3 Las señales de temporización a 64 kHz y 8 kHz se transmitirán bidireccionalmente con la señal de información.

1.2.1.1.4 Se utilizará un par simétrico para cada sentido de transmisión; se recomienda la utilización de transformadores.

1.2.1.1.5 Reglas de conversión de código:

Paso 1 - Un período de un bit a 64 kbit/s se divide en cuatro intervalos unitarios.

Paso 2 - Un UNO binario se codifica como un bloque constituido por los cuatro bits siguientes:

1 1 0 0

Paso 3 - Un CERO binario se codifica como un bloque constituido por los cuatro bits siguientes:

1 0 1 0

Paso 4 - La señal binaria se convierte en una señal de tres niveles alternando la polaridad de los bloques consecutivos.

Paso 5 - La alternancia de la polaridad de los bloques se viola cada este bloque. El bloque con violación indica el último bit de un octeto.

Estas reglas de conversión se ilustran en la figura 4/G.703.

1.2.1.1.6 Requisitos de protección contra sobretensiones

Véase el anexo B.

1.2.1.2 Especificaciones en los errores de salida (véase el cuadro 1/G.703)

1.2.1.3 Especificaciones en los errores de entrada

La señal digital presentada en los accesos de entrada deberá corresponder a la definición precedente, con las modificaciones que introducen las características de los pares de interconexión. La atenuación de estos pares está comprendida entre 0 y 3 dB a la frecuencia de 125 kHz. Esta atenuación tendrá en cuenta posibles pérdidas debidas a la presencia de un repetidor digital entre los equipos.

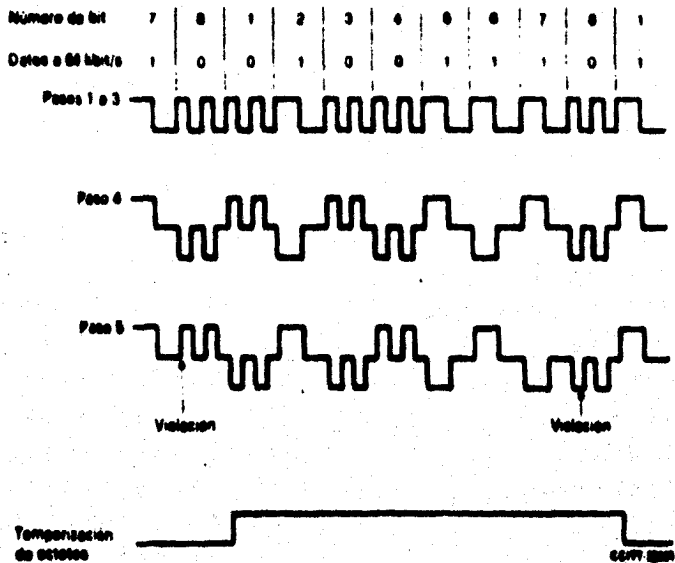


FIGURA 4(4.7n)

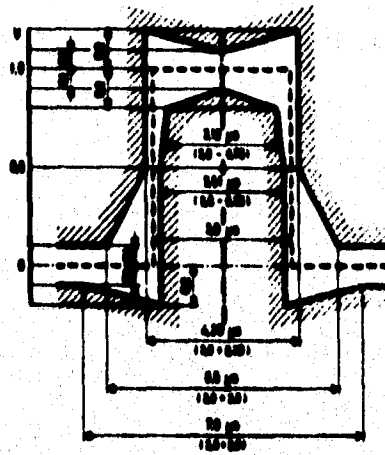
La pérdida de retorno en los accesos de entrada debe tener los siguientes valores mínimos:

Rango de frecuencias (MHz)	Pérdida de retorno (dB)
0 a 13	12
13 a 256	18
256 a 384	16

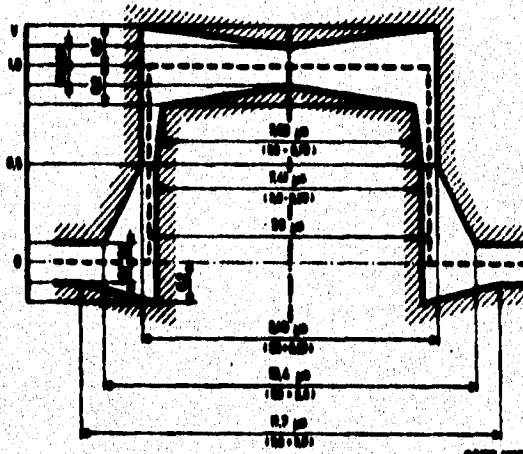
A fin de proporcionar la inmunidad nominal contra las interferencias, se requiere que los accesos de entrada cumplan los siguientes requisitos:

Se añade a una señal compuesta nominal, codificada como una señal codificada a 64 kbit/s, y que tiene una forma de impulso como la definida en la plantilla de impulso, una señal interferente con la misma forma de impulso que la señal deseada. La señal interferente deberá tener una velocidad binaria comprendida entre los límites especificados en esta Recomendación, pero no deberá ser sincrónica con la señal deseada. La señal interferente se combinará con la señal deseada en una red combinatoria, con una atenuación global nula en el trayecto de la señal y con una impedancia nominal de 150 ohmios para dar una relación señal/interferencia de 20 dB. El contenido binario de la señal interferente deberá ajustarse a la Recomendación O.152 (período de $2^{11} - 1$ bits). No se producirán errores cuando se aplique al acceso de entrada la señal combinada con la atenuación máxima especificada para el cable de interconexión.

Nota - Si el par simétrico está blindado, el blindaje se conectará a tierra en el acceso de salida y se proveerá, en caso necesario, su conexión a tierra en el acceso de entrada.



a) Placita para un impulso simple



b) Placita para un impulso doble

Aviso - Las líneas en apices e impulso de cualquier polaridad.

FIGURA 5/(C.763)

Placitas para los impulso en el caso de un impulso antirrotacional a 60 kbit/s

3 Interfaz a 6312 bbit/s

- 3.1 La interconexión de señales a 6312 bbit/s a los fines de la transmisión se hace en el repartidor digital.
- 3.2 La velocidad binaria de la señal debe ser de 6312 bbit/s \pm 30 ppm.
- 3.3 Se utilizará un par simétrico con una impedancia característica de 110 ohmios, o un par coaxial con una impedancia característica de 75 ohmios, para cada sentido de transmisión.
- 3.4 La impedancia de carga de prueba será resistiva, de 110 o de 75 ohmios, según proceda.
- 3.5 Se utilizará un código pseudorrandómico como se indica en el cuadro 3/G.703.
- 3.6 La forma de un impulso cíclico medido en el repartidor deberá quedar dentro de los límites de la plantilla de la figura 11/G.703 o la de la figura 12/G.703, y cumplir las demás condiciones indicadas en el cuadro 3/G.703.
- 3.7 La tensión en un intervalo de tiempo que contenga un CERD (espacio) no será superior al mayor de los dos valores siguientes: valor producido en dicho intervalo por otros impulsos (marca) conformes a la plantilla de la figura 11/G.703, o \pm 0,1 de la amplitud de cresta del impulso (marca).

CUADRO 3/G.703
Interfaz digital a 6312 bbit/s¹⁾

Unidades	Repartidor digital	
Velocidad binaria	6312 bbit/s	
Par(es) en cada sentido de transmisión	Un par simétrico	Un par coaxial
Código	0025 ²⁾	0025 ²⁾
Impedancia de carga de prueba	110 ohmios, resistiva	75 ohmios, resistiva
Forma nominal del impulso ³⁾	Rectangular, determinada por la conexión del cable (véase la figura 11/G.703)	Rectangular (véase la figura 12/G.703)
Nivel de la señal	Cuando se transmita una secuencia todos unos deben obtenerse los siguientes niveles de potencia, medidos en una banda de 3 MHz: 3156 bbit/s: de 0,2 a 7,3 dBm 6312 bbit/s: - 20 dBm o menos	
		3156 bbit/s: de 6,3 a 13,3 dBm 6312 bbit/s: - 10 dBm o menos

¹⁾ En las figuras 11/G.703 y 12/G.703 se reproducen la plantilla del impulso para el interfaz digital de segundo orden.

²⁾ Véase el anexo A.

	τ	Fórmula de la curva
Curva inferior	$\tau < -0.41$ $-0.41 < \tau < 0.20$ $0.20 < \tau$	$0.9 \left[1 + \cos^2 \left(1 + \frac{\tau}{0.700} \right) \right]$ $0.20 e^{-1.917 - 0.2\tau}$
Curva superior	$\tau < -0.70$ $-0.70 < \tau < 0.2$ $0.2 < \tau$	$0.9 \left[1 + \cos^2 \left(1 + \frac{\tau}{0.700} \right) \right]$ $0.1 + 0.72 e^{-2.117 - 0.2\tau}$

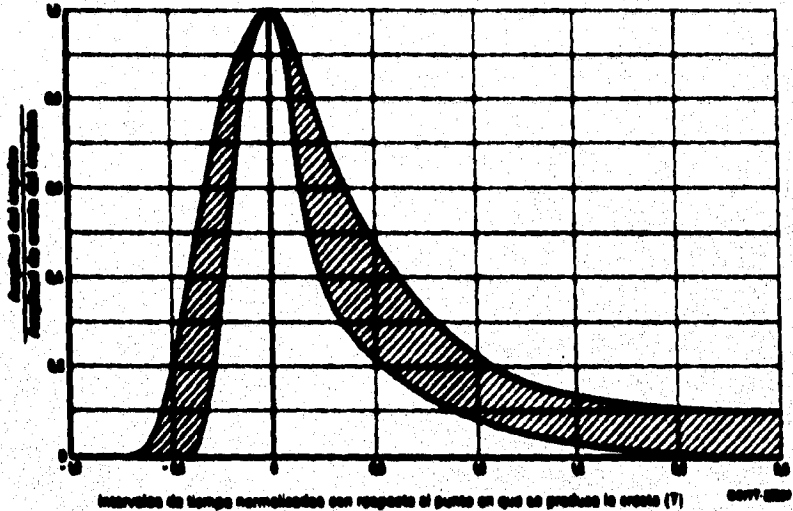


FIGURA 11/G.700

Plazilla del impulso para el intervalo de para constante a 4945 km/hp

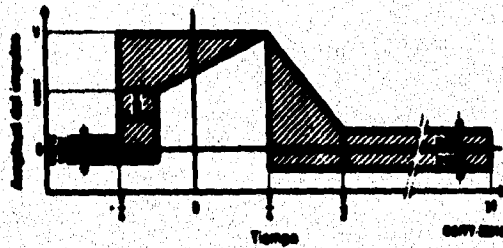


FIGURA 12/G.700

Plazilla del impulso para el intervalo de para constante a 4945 km/hp

4 **Impulso a 32 064 bbit/s**

- 4.1 La interconexión de señales a 32 064 bbit/s para fines de transmisión es efectiva en un repetidor digital.
- 4.2 La señal deberá tener una velocidad binaria de 32 064 bbit/s \pm 10 ppm.
- 4.3 Se utilizará un par coaxial para cada sentido de transmisión.
- 4.4 La impedancia de carga de prueba deberá ser de 75 ohmios \pm 5%, resistiva, y el método de prueba deberá ser directo.
- 4.5 Se utilizará un código AMI pseudocodificado.
- 4.6 La forma de un impulso aislado medido en el punto en que la señal llega al repetidor deberá estar comprendido en la plantilla de la figura 13/G.703.
- 4.7 La transición en un intervalo de tiempo que contenga un CEBDO (espurio) no será superior al mayor de los dos valores siguientes: el valor producido en ese intervalo de tiempo por otros impulsos (marcas) comprendidos en la plantilla de la figura 13/G.703, o \pm 0,1 de la amplitud de cresta del impulso (marca).

	T	Fórmula de la curva
Curva inferior	$-0.20 \leq T < -0.10$	$0.70 T + 2.07$
	$-0.10 \leq T < 0$	$0.5 \left[1 + \cos \left[\left(1 + \frac{T}{0.10} \right) \right] \right]$
	$0 \leq T < 0.20$	$0.5 \left[1 + \cos \left[\left(1 + \frac{T}{0.10} \right) \right] \right]$
	$0.20 \leq T$	$0.11 e^{-0.02 T} - 0.01$
Curva superior	$-0.20 \leq T < 0$	$1.05 \left[1 - 0.40 T + 0.04 T^2 \right]$
	$0 \leq T < 0.20$	$0.5 \left[1 + \cos \left[\left(1 + \frac{T}{0.10} \right) \right] \right]$
	$0.20 \leq T$	$0.11 + 0.02 T e^{-0.1 T} - 0.01$

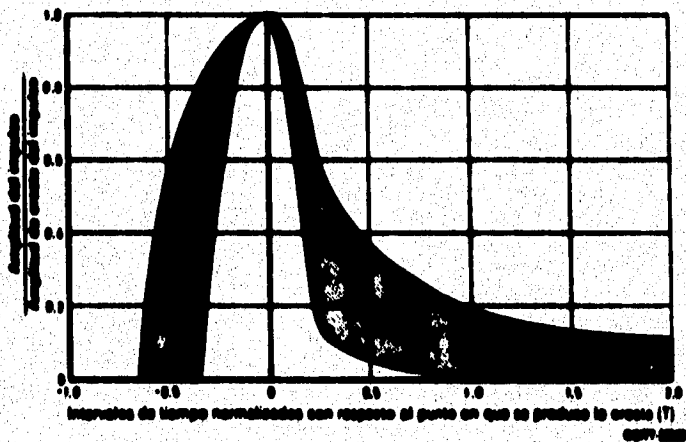


FIGURA 13/G. 703
Plantilla del impulso para el impulso de paraxial a 32 064 bbit/s

4.8 Para una secuencia transmitida «todos UNOS», la potencia medida en una banda de 3 kHz en el punto en que la señal llega al repartidor será la siguiente:

16 032 kHz: de +9 dBm a +12 dBm.
32 064 kHz: por lo menos 20 dB por debajo del nivel de potencia a 16 032 kHz.

4.9 Impedancia de los conectores y pares coaxiales en el repartidor: 75 ohmios \pm 5%.

5 Señales a 44 736 bbit/s

5.1 La interconexión de señales a 44 736 bbit/s para fines de transmisión se hace en un repartidor digital.

5.2 La velocidad binaria de la señal debe ser de 44 736 bbit/s \pm 20 ppm.

La señal tendrá una estructura de trama conforme a la Recomendación G.752. Específicamente, deberá contener los bits de alineación de trama F_0 , F_{11} , F_{12} , y los bits de alineación de multitransmisión M_1 a M_7 , definidos en el cuadro 2/G.752.

5.3 Se utilizará un par coaxial para cada sentido de transmisión.

5.4 La impedancia de carga de prueba será de 75 ohmios \pm 5%, resistiva, y el método de prueba será directo.

5.5 Se utilizará el código B3ZS. Este código se define en el anexo A.

5.6 Los impulsos transmitidos tienen un ciclo de trabajo nominal de 50%.

La forma de un impulso aleado medida en el punto en que la señal llega al repartidor deberá ajustarse a la plantilla de la figura 14/G.703.

5.7 La tensión en un intervalo de tiempo que contenga un CEBO (espacio) no será superior al mayor de los dos valores siguientes: el valor predicho en dicho intervalo de tiempo por otros impulsos (marcas) conformes a la plantilla de la figura 14/G.703 o \pm 0,05 de la amplitud de cresta del impulso (marca).

5.8 Para una secuencia transmitida «todos UNOS», la potencia medida en una banda de 3 kHz en el punto en que la señal llega al repartidor deberá ser la siguiente:

22 368 kHz: de -1,8 a +5,7 dBm.
44 736 kHz: por lo menos 20 dB por debajo del nivel de potencia a 22 368 kHz.

5.9 El repartidor digital para señales a 44 736 bbit/s tendrá las características especificadas en los § 5.9.1 y 5.9.2.

5.9.1 La atenuación entre los puntos en que la señal llega al repartidor y sale del repartidor será la siguiente:

0,60 \pm 0,55 dB a 22 368 kHz
(para cualquier combinación de características de atenuación uniforme o conformada).

5.9.2 Impedancia de los conectores y cables coaxiales en el repartidor: 75 ohmios \pm 5%.

6 Señales a 2048 bbit/s

6.1 Características generales

Velocidad binaria: 2048 bbit/s \pm 50 ppm

Código: HDDB (bipolar de alta densidad de codon 3) (la descripción de este código figura en el anexo A).

Requisito de protección contra las sobretensiones: véase el anexo B.

6.2 Especificaciones en los accesos de salida (véase el cuadro 6/G.703)

6.3 Especificaciones en los accesos de entrada

6.3.1 La señal digital presentada en los accesos de entrada deberá corresponder a la definición precedente, con las modificaciones que introduzcan las características de los pares de interconexión. La atenuación de estos pares deberá seguir una ley en \sqrt{f} y la atenuación a la frecuencia de 1024 kHz deberá estar comprendida entre 0 y 6 dB. Esta atenuación tendrá en cuenta posibles pérdidas debidas a la presencia de un repartidor digital entre los equipos.

6.3.2 Para la fluctuación de fase que ha de tolerarse en los accesos de entrada, véase el § 3 de la Recomendación G.823.

FALTA PAGINA

No.

50

ala 56

3 Interfaz a 6312 bbit/s

- 3.1 La interconexión de señales a 6312 bbit/s a los fines de la transmisión se hace en el repartidor digital.
- 3.2 La velocidad binaria de la señal debe ser de 6312 bbit/s \pm 30 ppm.
- 3.3 Se utilizará un par simétrico con una impedancia característica de 110 ohmios, o un par coaxial con una impedancia característica de 75 ohmios, para cada sentido de transmisión.
- 3.4 La impedancia de carga de prueba será resistiva, de 110 o de 75 ohmios, según proceda.
- 3.5 Se utilizará un código cuadriforme como se indica en el cuadro 3/G.703.
- 3.6 La forma de un impulso aislado medido en el repartidor deberá quedar dentro de los límites de la plantilla de la figura 11/G.703 o la de la figura 12/G.703, y cumplir las demás condiciones indicadas en el cuadro 3/G.703.
- 3.7 La tensión en un intervalo de tiempo que contenga un CERO (espacio) no será superior al mayor de los dos valores siguientes: valor producido en dicho intervalo por otros impulsos (marcas) conformes a la plantilla de la figura 11/G.703, o \pm 0,1 de la amplitud de cresta del impulso (marca).

CUADRO 3/G.703
Interfaz digital a 6312 bbit/s¹⁾

Ubicación	Repartidor digital	
Velocidad binaria	6312 bbit/s	
Pares en cada sentido de transmisión	Un par simétrico	Un par coaxial
Código	QPSK ²⁾	QPSK ²⁾
Impedancia de carga de prueba	110 ohmios, resistiva	75 ohmios, resistiva
Forma nominal del impulso ³⁾	Rectangular, determinada por la atenuación del cable (véase la figura 11/G.703)	Rectangular (véase la figura 12/G.703)
Nivel de la señal	Cuando se transmita una secuencia de unos deben obtenerse los siguientes niveles de potencia, medidos en una banda de 3 kHz: 3156 bbit/s: de 0,2 a 7,3 dBm 6312 bbit/s: -20 dBm o menos	
		3156 bbit/s: de 6,2 a 13,3 dBm 6312 bbit/s: -16 dBm o menos

¹⁾ En las figuras 11/G.703 y 12/G.703 se reproducen la plantilla del impulso para el interfaz digital de segundo orden.

²⁾ Véase el anexo A.

	γ	Fórmula de la curva
Curva inferior	$\gamma < -0.61$ $-0.61 < \gamma < 0.20$ $0.20 < \gamma$	$0.5 \left[1 + \cos \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{\gamma}{0.355} \right) \right]$ $0.201 e^{-1.01 \gamma - 0.20 }$
Curva superior	$\gamma < -0.70$ $-0.70 < \gamma < 0.2$ $0.2 < \gamma$	$0.5 \left[1 + \cos \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{\gamma}{0.355} \right) \right]$ $0.1 + 0.70 e^{-2.12 \gamma - 0.20 }$

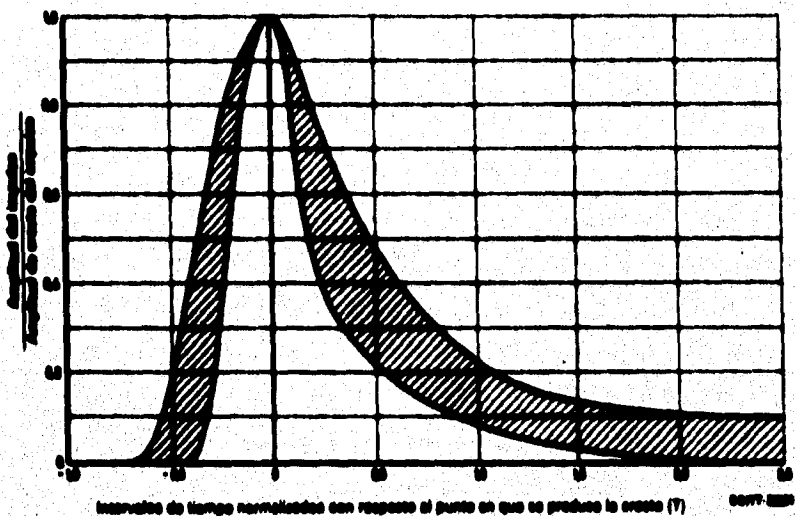
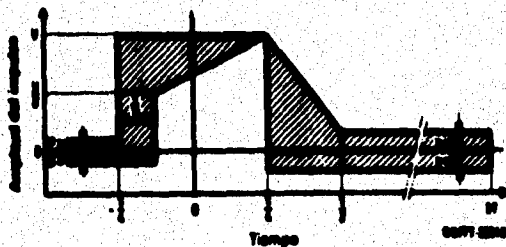


FIGURA 11/G.703

Perfil de impulso para el ancho de paso simétrico a 6000 bbit/s



γ Ancho del intervalo de tiempo

FIGURA 12/G.703

Perfil de impulso para el ancho de paso asimétrico a 6000 bbit/s

4 **Lineas a 32 064 bit/s**

- 4.1 La interconexión de señales a 32 064 bit/s para fines de transmisión se efectúa en un repartidor digital.
- 4.2 La señal deberá tener una velocidad binaria de 32 064 bit/s \pm 10 ppm.
- 4.3 Se utilizará un par coaxial para cada canal de transmisión.
- 4.4 La impedancia de carga de prueba deberá ser de 75 ohmios \pm 5%, resistiva, y el método de prueba deberá ser directo.
- 4.5 Se utilizará un código AMI codificado.
- 4.6 La forma de un impulso aislado medido en el punto en que la señal llega al repartidor deberá estar comprendida en la plantilla de la figura 13/G.703.
- 4.7 La tensión en un intervalo de tiempo que contenga un CEBD (espacio) no será superior al mayor de los dos valores siguientes: el valor producido en ese intervalo de tiempo por otros impulsos (marcas) comprendidos en la plantilla de la figura 13/G.703, o \pm 0,1 de la amplitud de cresta del impulso (marca).

	T	Formula de la curva
Curva inferior	$-0.20 \leq T < -0.20$	$0.70 T + 2.07$
	$-0.20 \leq T < 0$	$0.9 \left[1 + \cos \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{T}{0.20} \right) \right]$
	$0 \leq T < 0.20$	$0.9 \left[1 + \cos \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{T}{0.20} \right) \right]$
	$0.20 \leq T$	$0.11 e^{-0.60(T - 0.20)}$
Curva superior	$-0.20 \leq T < 0$	$1.00 \left[1 - e^{-0.5(T + 0.20)} \right]$
	$0 \leq T < 0.20$	$0.9 \left[1 + \cos \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{T}{0.20} \right) \right]$
	$0.20 \leq T$	$0.11 + 0.407 e^{-0.1(T - 0.20)}$

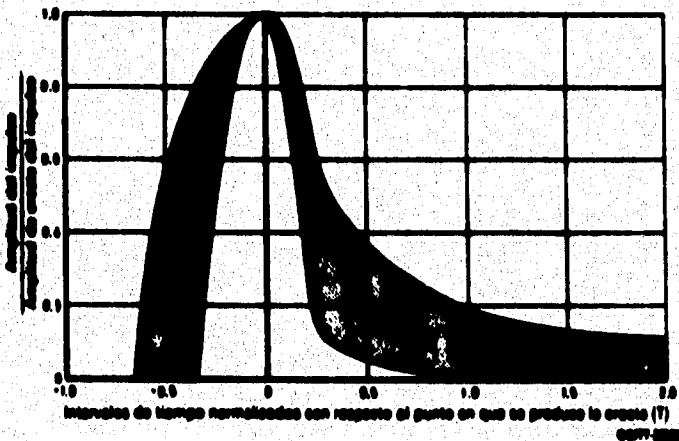


FIGURA 13/G. 703
Plantilla del impulso para el líneas de pares coaxiales a 32 064 bit/s

4.8 Para una secuencia transmitida «todos UNO», la potencia medida en una banda de 3 kHz en el punto en que la señal llega al repartidor será la siguiente:

16 032 kHz: de +5 dBm a +12 dBm,
32 064 kHz: por lo menos 20 dB por debajo del nivel de potencia a 16 032 kHz.

4.9 Impedancia de los conectores y pares coaxiales en el repartidor: 75 ohmios \pm 5%.

5 Señales a 44 736 bbit/s

5.1 La interconexión de señales a 44 736 bbit/s para fines de transmisión se hace en un repartidor digital.

5.2 La velocidad binaria de la señal debe ser de 44 736 bbit/s \pm 20 ppm.

La señal tendrá una estructura de trama conforme a la Recomendación G.752. Específicamente, deberá contener los bits de alineación de trama F_n , F_{n+1} , F_{n+2} , y 1/4 bits de alineación de multitrama M_1 y M_2 , definidos en el cuadro 2/G.752.

5.3 Se utilizará un par coaxial para cada sentido de transmisión.

5.4 La impedancia de carga de prueba será de 75 ohmios \pm 5%, resistiva, y el método de prueba será directo.

5.5 Se utilizará el código B32S. Este código se define en el anexo A.

5.6 Los impulsos transmitidos tienen un ciclo de trabajo nominal de 50%.

La forma de un impulso aislado medido en el punto en que la señal llega al repartidor deberá ajustarse a la plantilla de la figura 16/G.703.

5.7 La tensión en un intervalo de tiempo que contenga un CERO (espacio) no será superior al mayor de los dos valores siguientes: el valor producido en dicho intervalo de tiempo por otros impulsos (marcas) conformes a la plantilla de la figura 16/G.703 o \pm 0,05 de la amplitud de cresta del impulso (marca).

5.8 Para una secuencia transmitida «todos UNO», la potencia medida en una banda de 3 kHz en el punto en que la señal llega al repartidor deberá ser la siguiente:

22 368 kHz: de -1,8 a +5,7 dBm,
44 736 kHz: por lo menos 20 dB por debajo del nivel de potencia a 22 368 kHz.

5.9 El repartidor digital para señales a 44 736 bbit/s tendrá las características especificadas en los § 5.9.1 y 5.9.2.

5.9.1 La atenuación entre los puntos en que la señal llega al repartidor y sale del repartidor será la siguiente:

0,60 \pm 0,35 dB a 22 368 kHz
(para cualquier combinación de características de atenuación uniforme o conformado).

5.9.2 Impedancia de los conectores y cables coaxiales en el repartidor: 75 ohmios \pm 5%.

6 Señales a 2048 bbit/s

6.1 Características generales

Velocidad binaria: 2048 bbit/s \pm 50 ppm
Código: MDB3 (dipolar de alta densidad de orden 3) (la descripción de este código figura en el anexo A).
Requisito de protección contra las sobretensiones: véase el anexo B.

6.2 Especificaciones en los accesos de salida (véase el cuadro 6/G.703)

6.3 Especificaciones en los accesos de entrada

6.3.1 La señal digital presentada en los accesos de entrada deberá corresponder a la definición precedente, con las modificaciones que introduzcan las características de los pares de interconexión. La atenuación de estos pares deberá seguir una ley en $1/f$ y la atenuación a la frecuencia de 1024 kHz deberá estar comprendida entre 0 y 6 dB. Esta atenuación tendrá en cuenta posibles pérdidas debidas a la presencia de un repartidor digital entre los equipos.

6.3.2 Para la fluctuación de fase que ha de tolerarse en los accesos de entrada, véase el § 3 de la Recomendación G.823.

FALTA PAGINA

NO. 61

ala 75

Recomendación G.704

ESTRUCTURAS DE TRAMA SÍNCRONA UTILIZADAS EN LOS NIVELES JERÁRQUICOS PRIMARIO Y SECUNDARIO

(Máximo-Terminales, 1984; modificado en Melbourne, 1988)

Generalidades

En esta Recomendación se especifican las características funcionales de los interfaces asociados a:

- redes de la red, en especial, equipos múltiples digitales síncronos y centrales digitales en redes digitales integradas (RDI) para telefonía y redes digitales de servicios integrados (RDSI), y
- equipo de multiplexación MNC.

El § 3 trata las estructuras de trama básicas, y da detalles sobre la longitud de trama, los métodos de alineación de trama, los procedimientos de verificación por redundancia cíclica (VRC) y otras informaciones fundamentales.

Los § 3 a 6 contienen una información más específica sobre la manera en que ciertos canales a 64 kbit/s y a otras velocidades binarias son contenidos en las estructuras de trama básicas descritas en el § 3.

En la Recomendación G.706 se especifican las características técnicas de estos interfaces.

Nota 1 - Cabe señalar que esta Recomendación no se aplica estrictamente a aquellos casos en los que los canales que atraviesan los interfaces se dirigen a conexiones no conmutadas, tales como las utilizadas para el transporte de canales de banda ancha codificados (por ejemplo canales de difusión de TV o canales radiofónicos multiplexados que no poseen un encaminamiento individual por la RDSI), véase también el anexo A a la Recomendación G.702.

Nota 2 - Las estructuras de trama recomendadas en esta Recomendación no se aplican a ciertos canales de mantenimiento, tales como la señal estado UNOS transmitida durante las condiciones de avería, u otros canales transmitidos durante condiciones de fuera de servicio.

Nota 3 - Las Recomendaciones pertinentes para cada equipo correspondiente tratan las estructuras de trama asociadas con los equipos de multiplexación digital que utilizan justificación.

Nota 4 - La inclusión de estructuras de canal a velocidades binarias diferentes de 64 kbit/s será objeto de ulterior estudio. Las Recomendaciones G.761 y G.763, que especifican las características del equipo de transcodificación MIC/MICDA, contienen información sobre las estructuras de canal a 32 kbit/s. La utilización más general de estas estructuras particulares queda para ulterior estudio.

3 Estructuras de trama básicas

2.1 Estructura de trama básica a 1544 kbit/s

2.1.1 Longitud de trama

Cada trama está formada por 193 bits, numerados del 1 al 193. La frecuencia de repetición de trama es 6000 Hz.

2.1.2 Bit F

El primer bit de una trama se designa por bit F y se utiliza para fines tales como la alineación de trama, la supervisión de la calidad de funcionamiento y el suministro de un enlace de datos.

2.1.3 Asignación de los bits F

Para la asignación de los bits F se recomienda seguir uno de los dos métodos indicados en los cuadros 1/G.704 y 2/G.704.

CUADRO 1/G.706

Estructura de multitrans para la codificación de 31 tramas

Número de trama en la multitrans	Bito F			Número(s) de bit en cada intervalo de tiempo de canal		Denominación del canal de subselección "	
	Número de bit en la multitrans	Asignaciones			Para la señal de control "		Para la estación "
		BAT	ED	VBC			
1	1	-	m	-	100	-	
2	106	-	-	a	100	-	
3	207	-	m	-	100	-	
4	308	0	-	-	100	-	
5	409	-	m	-	100	-	
6	510	-	-	a	107	0	A
7	1190	-	m	-	100	-	
8	1291	0	-	-	100	-	
9	1392	-	m	-	100	-	
10	1730	-	-	a	100	-	
11	1831	-	m	-	100	-	
12	2134	1	-	-	107	0	B
13	2237	-	m	-	100	-	
14	2340	-	-	a	100	-	
15	2700	-	m	-	100	-	
16	2801	0	-	-	100	-	
17	2902	-	m	-	100	-	
18	3202	-	-	a	107	0	C
19	3307	-	m	-	100	-	
20	3608	1	-	-	100	-	
21	3711	-	m	-	100	-	
22	4014	-	-	a	100	-	
23	4117	-	m	-	100	-	
24	4418	1	-	-	107	0	D

BAT Señal de asignación de trama (...00101...)

ED Señal de datos a 4 bits/s (bits de mensaje m)

VBC Campo de verificación de bloques VBC-6 (bits de verificación a, a a)

" Sólo es aplicable en el caso de subselección asociada al canal (véase el § 3.1.3.2)

CUADRO 2/G.706

Asignación de los bits F para la codificación de 10 tramas

Número de trama	Señal de asignación de trama	Señal de asignación de multitrans o subselección
1	1	-
2	-	0
3	0	-
4	-	0

Nota - Véase el § 3.1.3.2 para la estructura de multitrans.

2.1.3.1 Método 1: multitrans de 24 tramas

La asignación de los bits F o la señal de alineación de multitrans, el enlace de datos (ED) y los bits de verificación (VRC) se indican en el cuadro 1/G.704.

2.1.3.1.1 Señal de alineación de multitrans

El bit F de cada cuarto trama forma el esquema 001011...001011. Esta señal de alineación de multitrans se utiliza para identificar el lugar en que está situada cada trama dentro de la multitrans, con objeto de extraer el código de verificación por redundancia cíclica, VRC-6, y la información de enlace de datos, así como de identificar las tramas que contienen señalización (tramas 6, 12, 18, y 24), si se utiliza señalización asociada al canal.

2.1.3.1.2 Verificación por redundancia cíclica

La verificación por redundancia cíclica VRC-6 es un método de monitorización de la calidad de funcionamiento en el que se ocupa la posición de los bits F de las tramas 2, 6, 10, 14, 18 y 22 de cada multitrans (véase el cuadro 1/G.704).

Los bits de verificación del bloque de mensaje VRC-6 (bits v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 y v_6) van en los bits 194, 966, 1738, 2510, 3282 y 4054 de la multitrans, respectivamente, como se indica en el cuadro 1/G.704. El bloque de mensaje VRC-6 (BMV) es una secuencia de 4632 bits en serie que comienza con una multitrans. Por definición, el bloque BMV N comienza en la posición de bit 1 de la multitrans N y termina en la posición de bit 4632 de la multitrans N . El primer bit VRC transmitido de una multitrans es el bit más significativo del polinomio del BMV.

Aj alinear los bits VRC-6, los bits F se sustituyen por UNOS binarios. Toda la información de otras posiciones de bit será idéntica a la información de las posiciones de bit de la multitrans correspondiente.

La sucesión de bits de verificación v_1 a v_6 transmitida en la multitrans $N+1$ es el resto que queda después de multiplicar el polinomio correspondiente a BMV N por x^4 y dividir el resultado (en módulo 2) por el polinomio generador $x^4 + x + 1$. El primer bit de verificación (v_1) es el bit más significativo del resto; el último bit de verificación (v_6) es el bit menos significativo del resto. Cada multitrans contiene los bits de verificación VRC-6 generados por el BMV precedente.

En el receptor, el BMV recibido, en el cual cada bit F ha sido reemplazado por un UNO binario, se somete al proceso de multiplicación/división descrito anteriormente. El resto resultante se compara bit por bit con los bits de verificación VRC-6 transmitidos en la multitrans recibida inmediatamente después. Si no hay errores de transmisión, los bits de verificación comparados serán idénticos.

2.1.3.1.3 Enlace de datos a 4 kbit/s

Comenzando por la trama 1 de la multitrans (véase el cuadro 1/G.704), el primer bit de una trama de cada dos constituye un elemento del enlace de datos a 4 kbit/s. Este enlace de datos proporciona un trayecto de comunicación entre los terminales de nivel jerárquico primario y controla datos, una secuencia de enlace de datos en reposo o una secuencia de alarma por pérdida de la alineación de trama.

Según en estudio el formato que ha de utilizarse para la transmisión de datos en los bits m del enlace de datos.

Se halla también en estudio la sucesión de enlace de datos en reposo.

Se transmite una secuencia de alarma por pérdida de la alineación de trama cuando se detecta una condición de pérdida de la alineación de trama (PAT). Después de detectar una condición de pérdida de la alineación de trama en el extremo local A, se transmite la segunda secuencia PAT de 16 bits constituida por ocho UNOS y ocho CEROS 1111111100000000 en los bits m del enlace de datos a 4 kbit/s en forma continua hasta el extremo distante B.

2.1.3.2 Método 2: multitrans de 12 tramas

La asignación de los bits F o la señal de alineación de trama, la señal de alineación de multitrans y la señalización se indican en el cuadro 2/G.704.

2.2 Estructura de trama binaria a 6312 kbit/s

2.2.1 Longitud de trama

Cada trama está formada por 799 bits. La frecuencia de repetición de trama es de 8000 Hz.

2.2.2 Bits F

Los últimos cinco bits de una trama se designan bits F, y se utilizan para propósitos tales como la alineación de trama, la supervisión de la calidad de funcionamiento y el suministro de un enlace de datos.

2.2.3 Asignación de los bits F

La asignación de los bits F se indica en el cuadro 3/G.704.

CUADRO 3/G.704

Asignación de los bits F

Número de trama	Número de bit				
	703	705	707	709	700
1	1	1	0	0	m
2	1	0	1	0	0
3	x	x	x	0	m
4	a	a	a	a	a

- m Bit de enlace de datos.
- 0 Bit de alarma para el extremo distante (1 = alarma activada, 0 = alarma no activada).
- a Bit de verificación VBC-5 ($i = 1$ a 5).
- x Bit de reserva; se pone a 1 cuando no se utilizan.

2.2.3.1 Señal de alineación de trama

La señal de alineación de trama y multitrama es 110010100 y es transportada por los bits F en los tramas 1 y 2, ocupando el bit 709 de la trama 1.

2.2.3.2 Verificación por redundancia cíclica

El bloque de mensaje de verificación (BMV) de verificación por redundancia cíclica 5 (VBC-5) es una secuencia de 3151 bits en serie que comienza en el bit número 1 de la trama número 1 y termina en el bit número 704 de la trama número 4. Los bits de verificación de bloque de mensaje VBC-5 a_1, a_2, a_3, a_4 y a_5 ocupan las cinco últimas posiciones de bit de la multitrama como se indica en el cuadro 3/G.704.

La secuencia de bits de verificación a_1 a a_5 transmitida en la multitrama N es el resto que queda después de multiplicar el polinomio correspondiente a BMV N por x^5 y dividir el resultado (en módulo 2) por el polinomio generador $x^5 + x^2 + x + 1$. El primer bit de verificación (a_1) es el bit más significativo del resto; el último bit de verificación (a_5) es el bit menos significativo del resto. Cada multitrama contiene los bits de verificación VBC-5 generados para el BMV correspondiente.

En el receptor, la secuencia entrante de 3156 bits en serie (es decir, 3151 bits de BMV y 5 bits VBC) cuando se divide por los polinomios generadores, da un resto de 00000 si no hay errores de transmisión.

2.2.3.3 Entero de datos a 4 kbit/s

El bit m indicado en el cuadro 3/G.704 se utiliza como un bit de enlace de datos. Estos bits dan una capacidad de transmisión de datos a 4 bit/s asociada al trayecto digital a 6312 bit/s.

2.2.3.4 Indicación de alarma distante

Cuando se detecta una condición de pérdida de la alineación de trama en el extremo local A, se transmite al extremo distante B en la posición de bit a un bit de señal de alarma distante, como se indica en el cuadro 3/G.704.

2.3 Estructura de trama básica a 2048 kbit/s

2.3.1 Longitud de trama

Cada trama está formada por 256 bits, numerados del 1 al 256. La frecuencia de repetición de trama es de 8000 Hz.

2.3.2 Asignación de los bits de la trama numerados del 1 al 8

La asignación de los bits de la trama numerados del 1 al 8 se indica en el cuadro 4a/G.704.

CUADRO 4a/G.704

Asignación de los bits de la trama numerados del 1 al 8

Número del bit	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tramas alternadas							
Trama que contiene la señal de alineación de trama	S ₁	0	0	1	1	0	1	1
	Nota 1	Señal de alineación de trama						
Trama que no contiene la señal de alineación de trama	S ₁	1	A	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
	Nota 1	Nota 2	Nota 3	Nota 4				

Nota 1 - S₁ = bits reservados para uso internacional. En el § 2.3.3 se describe un uso específico. En etapas posteriores se podrán definir otros usos posibles. Si ninguno de estos usos se realiza en la práctica, se deberán poner estos bits a 1 en los tramos digitales que atraviesan una frontera internacional. No obstante, se pueden utilizar en el ámbito nacional si el tramo digital no atraviesa una frontera.

Nota 2 - Este bit se pone a 1 para evitar simulaciones de la señal de alineación de trama.

Nota 3 - A = indicación de alarma distante. En funcionamiento normal, puesto a 0; en condición de alarma, puesto a 1.

Nota 4 - S₂ a S₆ = bits adicionales de reserva que pueden utilizarse como sigue:

- i) Los bits S₂ a S₃ pueden ser recomendados por el CCITT para uso en aplicaciones punto a punto específicas (por ejemplo, equipos transceivers conformes a la Recomendación G.701).
- ii) El bit S₄ puede ser recomendado por el CCITT como un código de disco basado en mensaje para operaciones, mantenimiento y monitorización de la calidad de funcionamiento. Este código se origina en el punto en que se genera la trama y termina donde se separa la trama. Este código requiere ulteriori estudios.
- iii) Los bits S₅ a S₆ son para uso nacional cuando no se han admitido para aplicaciones punto a punto específicas (véase el inciso i) anterior).

Los bits S₂ a S₆ (cuando no se utilizan) deben ponerse a 1 en el caso que atraviesan fronteras internacionales.

2.3.3 Descripción del procedimiento VRC-4 mediante el bit 1 de la trama

2.3.3.1 Uso especial del bit 1 de la trama

Cuando es preciso suministrar protección adicional contra la simulación de la señal de alineación de trama y/o cuando es preciso contar una capacidad mejorada de monitorización de errores, se utilizará el procedimiento de verificación por redundancia cíclica-4 (VRC-4), como se especifica a continuación.

Nota - En el diseño del equipo capaz de aplicar el procedimiento VRC-4 debe prevverse la posibilidad de interfuncionamiento con equipos que no permitan aplicar la VRC, pudiéndose determinar esta opción en una norma manual (por ejemplo, mediante puentes). En tal caso de interfuncionamiento, el bit 1 de la trama debe ponerse a 1 en ambos sentidos de transmisión (véase la nota 1 del cuadro 4b/G.704).

4.3 *Comportamientos en sincronización*

4.3.1 *Fluctuación antes de fase a la entrada*

Véase el § 3 de la Recomendación G.823.

4.3.2 *Fluctuación de fase a la entrada*

Véase el § 3 de la Recomendación G.823.

4.3.3 *Fluctuación de fase a la salida*

La fluctuación de fase a la salida se halla en estudio.

4.3.4 *Deslucamientos*

Véanse los § 3 y 4 de la Recomendación G.822.

4.3.5 *Formas del alineador de trama*

Véase el § 8 de la Recomendación G.811.

Recomendación G.706

PROCEDIMIENTOS DE ALINEACIÓN DE TRAMA Y DE VERIFICACIÓN POR REDUNDANCIA CÍCLICA (VRC) RELATIVOS A LAS ESTRUCTURAS DE TRAMA BÁSICA DEFINIDAS EN LA RECOMENDACIÓN G.704

(Melbourne, 1988)

1 Generalidades

Esta Recomendación trata de los equipos que reciben señales con las estructuras de trama básica definidas en la Recomendación G.704. Define los procedimientos de alineación de trama, alineación de multitrama con verificación por redundancia cíclica (VRC) y de supervisión de errores en los bits VRC que deben emplear estos equipos. El anexo A contiene información de base sobre la utilización de los procedimientos VRC y sus limitaciones.

2 Procedimientos de alineación de trama y VRC en el interfaz a 1544 bit/s

2.1 *Pérdida y recuperación de la alineación de trama*

En el interfaz a 1544 bit/s pueden utilizarse dos posibles estructuras de multitrama:

- a) la multitrama de 24 tramas, y
- b) la multitrama de 12 tramas.

2.1.1 *Pérdida de la alineación de trama*

La señal de alineación de trama deberá monitorizarse para determinar si se ha perdido la alineación de trama. La pérdida de la alineación de trama debería detectarse en un plazo de 12 ms. La pérdida de la alineación de trama tendría que confirmarse en un período de varias tramas a fin de evitar una iniciación innecesaria del procedimiento de recuperación de la alineación de trama debido a errores en la transmisión de los bits. El procedimiento de recuperación de la alineación de trama debería comenzar inmediatamente después de que se haya confirmado la pérdida de la alineación de trama.

Nota - En el caso de la multitrama de 12 tramas descrita en la Recomendación G.704, se considerará que se produce la pérdida de la alineación de multitrama cuando se produce la pérdida de la alineación de trama.

FALTA PAGINA

No. 81

ala 100

4.3 Comportamientos en sincronización

4.3.1 Fluctuación lenta de fase a la entrada

Véase el § 3 de la Recomendación G.823.

4.3.2 Fluctuación de fase a la entrada

Véase el § 3 de la Recomendación G.823.

4.3.3 Fluctuación de fase a la salida

La fluctuación de fase a la salida se halla en estudio.

4.3.4 Derivaciones

Véase los § 3 y 4 de la Recomendación G.822.

4.3.5 Formas del altavoz de trama

Véase el § 8 de la Recomendación G.811.

Recomendación G.704

PROCEDIMIENTOS DE ALINEACIÓN DE TRAMA Y DE VERIFICACIÓN POR REDUNDANCIA CÍCLICA (VRC) RELATIVOS A LAS ESTRUCTURAS DE TRAMA BÁSICA DEFINIDAS EN LA RECOMENDACIÓN G.704

(Melbourne, 1988)

1 Generalidades

Esta Recomendación trata de los equipos que reciben señales con las estructuras de trama básica definidas en la Recomendación G.704. Define los procedimientos de alineación de trama, alineación de multitrama con verificación por redundancia cíclica (VRC) y de supervisión de errores en los bits VRC que deben emplear estos equipos. El anexo A contiene información de base sobre la utilización de los procedimientos VRC y sus limitaciones.

2 Procedimientos de alineación de trama y VRC en el interfaz a 1544 kbit/s

2.1 Pérdida y recuperación de la alineación de trama

En el interfaz a 1544 kbit/s pueden utilizarse dos posibles estructuras de multitrama:

- a) la multitrama de 24 tramas, y
- b) la multitrama de 12 tramas.

2.1.1 Pérdida de la alineación de trama

La señal de alineación de trama deberá memorizarse para determinar si se ha perdido la alineación de trama. La pérdida de la alineación de trama debería detectarse en un plazo de 12 ms. La pérdida de la alineación de trama tendría que confirmarse en un periodo de varias tramas a fin de evitar una iniciación innecesaria del procedimiento de recuperación de la alineación de trama debido a errores en la transmisión de los bits. El procedimiento de recuperación de la alineación de trama debería comenzar inmediatamente después de que se haya confirmado la pérdida de la alineación de trama.

Nota - En el caso de la multitrama de 12 tramas descrita en la Recomendación G.704, se considerará que se produce la pérdida de la alineación de multitrama cuando se produce la pérdida de la alineación de trama.

2.1.2 Recuperación de la alineación de trama

2.1.2.1 Tiempo de recuperación de la alineación de trama

El tiempo de recuperación de la alineación de trama se especifica como el tiempo medio máximo de restablecimiento de la alineación de trama en ausencia de errores. El tiempo medio máximo de restablecimiento de la alineación de trama es el tiempo medio necesario para el restablecimiento de la alineación de trama cuando hay que examinar el número máximo de posiciones de bit para localizar la señal de alineación de trama.

a) Multitrans de 24 tramas

El tiempo medio máximo de restablecimiento de la alineación de trama no será superior a 15 ms.

Nota - En el diseño de algunos equipos existentes se prevé un límite de 30 ms.

b) Multitrans de 17 tramas

El tiempo medio máximo de restablecimiento de la alineación de trama no debe ser superior a 50 ms.

Nota - Estos plazos no incluyen el período que se necesita en el procedimiento VRC, definido en el § 2.3.2, para verificar una falsa alineación de trama.

2.1.2.2 Estrategia para la recuperación de la alineación de trama

a) Multitrans de 24 tramas

La alineación de trama deberá recuperarse detectando una señal válida de alineación de trama. Cuando se utilicen el código VRC-6 para la supervisión de la corrección de error (véase el § 2.3.3), la información VRC-6 puede emplearse con el algoritmo de alineación de trama para asegurarse de que una señal válida de alineación de trama comienza en los 24 bits P en el frame siguiente con el cual pueda engañarse permanentemente el circuito de restablecimiento de la alineación de trama. Este procedimiento se ilustra en la figura 1/G.706.

b) Multitrans de 17 tramas

La alineación de trama global debe recuperarse mediante la detección simultánea de la señal de alineación de trama y de la señal de alineación de multitrans, o de la detección de la alineación de trama seguida de la detección de la alineación de multitrans.

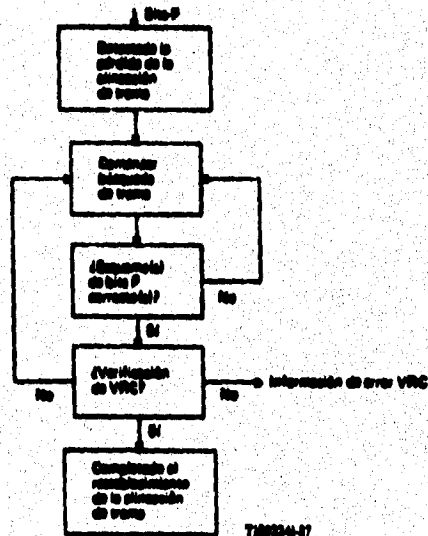


FIGURA 1/G.706

Procedimiento para una falsa alineación de trama mediante la verificación por redundancia de datos (VRC) para 1.640 y 6.940 bits/s

2.2 Supervisión de los bits VRC

La supervisión de errores mediante VRC-6 presupone una calidad de señal suficiente para establecer la alineación de trama de tal manera que se puede acceder correctamente a los bits VRC-6.

2.2.1 Procedimiento de supervisión

Se aplica el siguiente procedimiento de supervisión:

- i) Un bloque de mensaje de verificación por redundancia cíclica (BMV) recibido se somete al proceso de multiplicación/división definido en la Recomendación G.706, después de haberse reemplazado sus bits F por UNOS binarios.
- ii) El resto resultante del proceso de división se almacena y se compara bit por bit con los bits VRC recibidos en el BMV siguiente.
- iii) Si dicho resto corresponde exactamente con los bits VRC contenidos en el BMV siguiente de la señal recibida, se supone que el BMV verificado está exento de errores.

2.2.2 Mantenimiento para prevenir una falsa alineación de trama

En el caso de la recibida de 24 tramas, cuando se utiliza el código VRC-6 para la monitorización de las características de error, esto puede emplearse también para asegurar la inmutabilidad a los señales superiores de alineación de trama. Debe seguirse el procedimiento descrito en el apartado a) del § 2.1.3.2.

2.2.3 Monitorización de las características de error mediante la VRC-6 (véase el § A.1.2)

Para la monitorización de las características de error han de poder obtenerse indicaciones relativas a cada bloque de mensaje VRC recibido con error. La información de error conseguida debe utilizarse de modo que responda a las exigencias que se definen en las correspondientes Recomendaciones sobre el equipo.

3 Procedimientos de alineación de trama y de VRC en el futuro a 6312 kbit/s

3.1 Pérdida y recuperación de la alineación de trama

En el nivel jerárquico de 6312 kbit/s, el término «alineación de trama» es sinónimo de «alineación de subtrama». Los cinco últimos bits de la trama de 768 bits se denominan bits F (véase la Recomendación G.704) y son compartidos en el tiempo como una señal de alineación de trama y para otros fines.

3.1.1 Pérdida de la alineación de trama

Debería monitorizarse la señal de alineación de trama para determinar si se ha perdido la alineación de trama. Se considera perdida la alineación de trama cuando se han recibido siete señales incorrectas consecutivas de alineación de trama.

El procedimiento de recuperación de la alineación de trama debe comenzar inmediatamente después de que se ha confirmado la pérdida de la alineación de trama.

3.1.2 Recuperación de la alineación de trama

3.1.2.1 Tiempo de recuperación de la alineación de trama

El tiempo de recuperación de la alineación se especifica como el tiempo medio máximo de restablecimiento de la alineación de trama en ausencia de errores. El tiempo medio máximo de restablecimiento de la alineación de trama es el tiempo medio necesario para el restablecimiento de la alineación de trama cuando hay que examinar el número máximo de posiciones de bit para localizar la señal de alineación de trama.

El tiempo medio máximo de restablecimiento de la alineación de trama debe ser inferior a 5 ms.

3.1.2.2 Estrategia para la recuperación de la alineación de trama

La alineación de trama debe recuperarse detectando tres señales correctas consecutivas de alineación de trama. Además de esto, el código VRC-3 (véase el § 3.2) debe aceptarse con el algoritmo de alineación de trama para asegurar que una señal válida de alineación de trama contenida en los bits F es el único esquema con el cual puede estar permanentemente enganchado el circuito de restablecimiento de la alineación de trama. Este procedimiento se ilustra en la figura 1/G.704.

3.2 Monitorización de los bits VRC

La monitorización de errores mediante la VRC-5 presupone una calidad de señal suficiente para establecer la alineación de trama de tal manera que se pueda acceder correctamente a los bits VRC-5.

3.2.1 Procedimiento de monitorización

- i) Una secuencia de 3150 bits recibidos en serie (es decir, 3151 bits de BMV y 5 bits VRC) se divide por el polinomio generador definido en la Recomendación G.704.
- ii) Si el resto resultante del proceso de división es 00000, se supone que el BMV verificado está exento de errores.

3.2.2 Monitorización para prevenir una falsa alineación de trama (véase el § A.1.1)

Cuando se utiliza el código VRC-5 para asegurar la integridad a una señal falsa de alineación de trama, deberá seguirse el procedimiento indicado en el § 3.1.2.2.

Cuando se utiliza el código VRC-5 debe ser posible detectar una falsa alineación de trama en un periodo de 1 segundo, con una probabilidad mayor que 0,99. Al detectarse dicho evento deberá iniciarse una nueva búsqueda de la correcta alineación de trama.

Con una tasa de errores aleatorios de 10^{-4} , el tiempo medio entre dos eventos de iniciación incorrecta de la búsqueda de la alineación de trama como consecuencia de un número excesivo de bloques de mensaje VRC con error debe ser superior a un año.

Nota 1 - Con una tasa de errores aleatorios de aproximadamente 10^{-3} , es casi imposible distinguir si los errores VRC fueron causados por una falsa alineación de trama o por errores en la transmisión de los bits.

Nota 2 - Para obtener los límites de probabilidad antes indicados, se puede utilizar un método que consiste en contar los bloques de mensajes VRC-5 y considerar que la cuenta de 32 bloques VRC-5 erróneos consecutivos indica una falsa alineación de trama.

3.2.3 Monitorización de la característica de error mediante VRC-5 (véase el § A.1.2)

Para la monitorización de la característica de error debe ser posible obtener indicaciones relativas a cada bloque de mensaje VRC recibido con error. La información de error conseguida debe utilizarse de modo que responda a las exigencias que se definen en las correspondientes Recomendaciones sobre el equipo.

4 Procedimientos de alineación de trama y de VRC en el interfaz a 2048 kbit/s

4.1 Pérdida y recuperación de la alineación de trama

4.1.1 Pérdida de la alineación de trama

Se supondrá pérdida la alineación de trama cuando se hayan recibido tres señales incorrectas consecutivas de alineación de trama.

Nota 1 - Además de lo anterior, para limitar el efecto de las señales espurias de alineación de trama puede utilizarse el siguiente procedimiento:

Se supondrá pérdida la alineación de trama cuando el bit 2 del intervalo de tiempo 0 de las tramas que no contengan la señal de alineación de trama se haya recibido con un error en tres ocasiones consecutivas.

Nota 2 - Se podrá también suponer que se ha perdido la alineación de trama cuando no sea posible lograr la alineación de multitrama VRC de conformidad con lo indicado en el § 4.2, o cuando el número de bloques de mensajes VRC con error contados es superior al indicado en el § 4.3.2.

4.1.2 Estrategia para la recuperación de la alineación de trama

Se considerará recuperada la alineación de trama cuando se detecte la siguiente secuencia:

- por primera vez, la presencia de la señal correcta de alineación de trama;
- la ausencia de la señal de alineación de trama en la trama siguiente, detectada al verificar que el bit 2 de la trama básica es un 1;
- por segunda vez, la presencia de la señal de alineación de trama correcta en la trama siguiente.

Nota - Para evitar la posibilidad de un estado en el cual no pueda lograrse la alineación de trama debido a la presencia de una señal espuria de alineación de trama, puede utilizarse el siguiente procedimiento:

Cuando se detecta una señal válida de alineación de trama en la trama n , deberá efectuarse una verificación para asegurarse de que la trama $n + 1$ no contiene una señal de alineación de trama, pero que la trama $n + 2$ sí la contiene. Si no se cumple una o ninguna de estas dos condiciones, se iniciará una nueva búsqueda a partir de la trama $n + 2$.

4.2 Alineación de multitrama VRC mediante el uso de la información del bit 1 de la trama básica

Si se da una condición de alineación de trama supuesta, debe considerarse que se ha producido la alineación de multitrama VRC cuando al menos dos señales válidas de alineación de multitrama VRC puedan localizarse en un plano de 8 ms, siendo el tiempo que separa dos señales de alineación de multitrama VRC, 2 ms o un múltiplo de 2 ms. La búsqueda de la señal de alineación de multitrama VRC sólo debe hacerse en tramas básicas que no contengan la señal de alineación de trama.

Si no puede obtenerse la alineación de multitrama en un plano de 8 ms, debe suponerse que la alineación de trama es debida a una señal espuria de alineación de trama y se iniciará una nueva búsqueda de la alineación de trama.

Nota 1 - La nueva búsqueda de la alineación de trama debe comenzar en el punto que sigue justamente a la localización de la señal de alineación de trama que se ha supuesto espuria. Con esto se evitará, por lo general, una nueva alineación sobre la señal de alineación de trama espuria.

Nota 2 - Una vez obtenida la alineación de trama, después de ajustarse las acciones conexas a la pérdida de alineación de trama. Sin embargo, si no puede obtenerse la alineación de multitrama VRC dentro de un tiempo límite de 100 a 500 ms (por ejemplo, porque en el lado emisor no está previsto el procedimiento VRC), se deben ejecutar acciones conexas equivalentes a las especificadas para la pérdida de la alineación de trama.

4.3 Monitorización de los bits VRC

Cuando se ha obtenido la alineación de trama y la alineación de multitrama VRC, deberá comenzar la monitorización de los bits VRC de cada submultitrama.

4.3.1 Procedimiento de monitorización

- i) Una submultitrama VRC recibida se somete al proceso de multiplicación/división definido en la Recomendación G.704, después de que sus bits VRC han sido extraídos y reemplazados por ceros.
- ii) El resto resultante del proceso de división es almacenado y se compara seguidamente, bit por bit, con los bits VRC recibidos en la submultitrama (SMT) siguiente.
- iii) Si el resto corresponde exactamente a los bits VRC contenidos en la SMT siguiente de la señal recibida, se considera que la submultitrama verificada está exenta de errores.

4.3.2 Monitorización para detectar una falsa alineación de trama (véase el § A.1.1)

Debería poderse detectar una condición de falsa alineación de trama en un plano de un segundo y con una probabilidad superior a 0,99. Cuando se detecta esta condición, debe iniciarse una nueva búsqueda de la alineación de trama.

Con una tasa de errores aleatorios de 10^{-3} , la probabilidad de que se inicie indebidamente una búsqueda de la alineación de trama como consecuencia de un número escueto de bloques VRC con error deberá ser inferior a 10^{-9} durante un segundo.

La figura 2/G.705 ilustra el procedimiento que ha de seguirse para pesar de la búsqueda de la señal de alineación de trama a la supervisión de errores mediante la VRC.

Nota 1 - La nueva búsqueda de la alineación de trama debería comenzar en el punto que sigue justamente a la localización de la señal de alineación de trama que se supone espuria. Con esto se evitará, por lo general, una nueva alineación sobre la señal espuria de alineación de trama.

Nota 2 - Para alcanzar los límites de probabilidad indicados anteriormente, un umbral preferido es el de 915 bloques VRC erróneos de 1000, quedando entendido que un cómputo de bloques VRC erróneos ≥ 915 indica una falsa alineación de trama.

1.3 Utilización propuesta del algoritmo

- 1) El algoritmo sólo debe utilizarse el terminal de origen.
- 2) Durante los primeros 10 ms, utilícese la ley de codificación por defecto (de acuerdo con la zona), mientras se acumulan datos.
- 3) Después de 10 ms, utilícese los datos acumulados para adoptar la primera decisión.
- 4) Si la decisión exige una conmutación de modo, entonces conmuten el lado transmisión y recepción a la ley apropiada. Si la operación de intercambio de capacidades está en funcionamiento cuando se requiere la conmutación, conmuten la transmisión sin utilizar el procedimiento de conmutación de modo. En los demás casos, utilícen el procedimiento de conmutación de modo.
- 5) Manténgase la decisión hasta que se recupere la alineación de trama o durante 200 ms después de comenzar la recepción de información procedente del terminal distante (en los casos en que no hay indicación a este efecto, arrinquesen el temporizador de 200 ms solamente después de tener la certeza suficiente de que la señal entrante es original del terminal distante). Si la alineación de trama no es establecida tras la expiración del temporizador de 200 ms, conmuten utilizando la ley de codificación determinada por el algoritmo.

7.3 Características principales de los equipos múltiples primarios

Recomendación G.731

EQUIPO MÚLTIPLE MIC FERMADO PARA FRECUENCIAS VOCALES

(Ginebra, 1972; modificada posteriormente)

El CCITT,

considerando

que los sistemas de modulación por impulsos codificados (MIC) ya se utilizan en distintos países, particularmente para la obtención de un gran número de circuitos telefónicos de corta distancia en algunos países de las cubas existentes, y a fin de reducir al mínimo el número de sistemas MIC diferentes que pueden utilizarse en las conexiones internacionales,

recomienda

que las Administraciones interesadas elijan uno de los dos múltiples MIC primarios descritos en las Recomendaciones G.732 y G.733.

Recomendación G.732

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO MÚLTIPLE MIC FERMADO QUE FUNCIONA A 800 bits

(Ginebra, 1972; modificada posteriormente)

1 Características generales

1.1 Características fundamentales

La ley de codificación utilizada es la ley A especificada en la Recomendación G.711. La velocidad de muestreo, el nivel de sobrecarga y el código se especifican también en dicha Recomendación.

El número de valores cuantificados es 256.

Nota - La inversión de los bits 2, 4, 6 y 8 forma parte de la ley de codificación y se aplica sólo a los intervalos de tiempo de los canales telefónicos.

Nota - Para evitar la posibilidad de un estado en el cual no pueda lograrse la alineación de trama debido a la presencia de una señal espuria de alineación de trama, puede utilizarse el siguiente procedimiento:

Cuando se detecta una señal válida de alineación de trama en la trama n , deberá efectuarse una verificación para asegurarse de que la trama $n + 1$ no contiene una señal de alineación de trama, pero que la trama $n + 2$ sí la contiene. Si no se cumple una o ninguna de estas dos condiciones, se iniciará una nueva búsqueda a partir de la trama $n + 2$.

4.2 Alineación de multitrama VRC mediante el uso de la información del bit 1 de la trama básica

Si se da una condición de alineación de trama supuesta, debe considerarse que se ha producido la alineación de multitrama VRC cuando al menos dos señales válidas de alineación de multitrama VRC pueden localizarse en un plazo de 5 ms, siendo el tiempo que se pasa dos señales de alineación de multitrama VRC, 2 ms o un múltiplo de 2 ms. La búsqueda de la señal de alineación de multitrama VRC sólo debe hacerse en tramas básicas que no contengan la señal de alineación de trama.

Si no puede obtenerse la alineación de multitrama en un plazo de 5 ms, debe suponerse que la alineación de trama es debida a una señal espuria de alineación de trama y se iniciará una nueva búsqueda de la alineación de trama.

Nota 1 - La nueva búsqueda de la alineación de trama debe comenzar en el punto que sigue justamente a la localización de la señal de alineación de trama que se ha supuesto espuria. Con esto se evitará, por lo general, una nueva alineación sobre la señal de alineación de trama espuria.

Nota 2 - Una vez obtenida la alineación de trama, dejarse de ejecutar las acciones conexas a la pérdida de alineación de trama. Sin embargo, si no puede obtenerse la alineación de multitrama VRC dentro de un tiempo límite de 100 a 500 ms (por ejemplo, porque en el lado emisor no está previsto el procedimiento VRC), se deben ejecutar acciones conexas equivalentes a las especificadas para la pérdida de la alineación de trama.

4.3 Monitorización de los bits VRC

Cuando se ha obtenido la alineación de trama y la alineación de multitrama VRC, deberá comenzar la monitorización de los bits VRC de cada submultitrama.

4.3.1 Procedimiento de monitorización

- i) Una submultitrama VRC recibida se somete al proceso de multiplicación/división definido en la Recomendación G.704, después de que sus bits VRC han sido extraídos y reemplazados por ceros.
- ii) El resto resultante del proceso de división se almacena y se compara seguidamente, bit por bit, con los bits VRC recibidos en la submultitrama (SMT) siguiente.
- iii) Si el resto corresponde exactamente a los bits VRC contenidos en la SMT siguiente de la señal recibida, se considera que la submultitrama verificada está exenta de errores.

4.3.2 Monitorización para detectar una falsa alineación de trama (véase el § A.1.1)

Debería poderse detectar una condición de falsa alineación de trama en un plazo de un segundo y con una probabilidad superior a 0,99. Cuando se detecta esta condición, debe iniciarse una nueva búsqueda de la alineación de trama.

Con una tasa de errores aleatorios de 10^{-3} , la probabilidad de que se inicie indebidamente una búsqueda de la alineación de trama como consecuencia de un número excesivo de bloques VRC con error deberá ser inferior a 10^{-2} durante un segundo.

La figura 2/G.705 ilustra el procedimiento que ha de seguirse para pasar de la búsqueda de la señal de alineación de trama a la supervisión de errores mediante la VRC.

Nota 1 - La nueva búsqueda de la alineación de trama debería comenzar en el punto que sigue justamente a la localización de la señal de alineación de trama que se supone espuria. Con esto se evitará, por lo general, una nueva alineación sobre la señal espuria de alineación de trama.

Nota 2 - Para alcanzar los límites de probabilidad indicados anteriormente, un umbral preferido es el de 915 bloques VRC erróneos de 1000, quedando entendido que un cómputo de bloques VRC erróneos ≥ 915 indica una falsa alineación de trama.

1.3 Utilización preparada del algoritmo

- 1) El algoritmo sólo debe utilizarse el terminal de origen.
- 2) Durante los primeros 10 ms, utilícese la ley de codificación por defecto (de acuerdo con la zona), mientras se acumulan datos.
- 3) Después de 10 ms, utilícese los datos acumulados para adaptar la primera decisión.
- 4) Si la decisión exige una conmutación de modo, entonces comiencen el lado transmisión y recepción a la ley apropiada. Si la sucesión de intercambios de capacidades está en funcionamiento cuando se requiere la conmutación, comiencen la transmisión sin utilizar el procedimiento de conmutación de modo. En los demás casos, utilícese el procedimiento de conmutación de modo.
- 5) Manténgase la decisión hasta que se recupere la alineación de trama o durante 200 ms después de comenzar la recepción de información procedente del terminal distante (en los casos en que no hay indicación a este efecto, arrinquearse el temporizador de 200 ms solamente después de tener la certeza suficiente de que la señal proviene al origen el terminal distante). Si la alineación de trama no es establecida tras la expiración del temporizador de 200 ms, comiencen utilizando la ley de codificación determinada por el algoritmo.

7.3 Características principales de los equipos múltiples primarios

Recomendación G.701

EQUIPO MÚLTIPLE MIC FORMADO PARA FRECUENCIAS VOCALES

(Ginebra, 1972; modificado posteriormente)

El CCITT,

considerando

que los sistemas de modulación por impulsos codificados (MIC) ya se utilizan en distintos países, particularmente para la obtención de un gran número de circuitos telefónicos de corta distancia en algunos países de los países escandinavos, y a fin de reducir al mínimo el número de sistemas MIC diferentes que pueden utilizarse en las conexiones internacionales,

recomienda

que las Administraciones interesadas elijan uno de los dos múltiples MIC primarios descritos en las Recomendaciones G.732 y G.733.

Recomendación G.730

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO MÚLTIPLE MIC FORMADO QUE FUNCIONA A 250 kHz

(Ginebra, 1972; modificado posteriormente)

1 Características generales

1.1 Características fundamentales

La ley de codificación utilizada es la ley A especificada en la Recomendación G.711. La velocidad de muestreo, el nivel de sobreesaja y el código se especifican también en dicha Recomendación.

El número de valores cuantificados es 256.

Nota - La inversión de los bits 2, 4, 6 y 8 forma parte de la ley de codificación y se aplica sólo a los intervalos de tiempo de los canales telefónicos.

1.2 Velocidad binaria

La velocidad binaria nominal es de 2048 kbit/s. La tolerancia para esta velocidad es de ± 50 partes por millón (ppm).

1.3 Señal de temporización

La señal de temporización para la transmisión de un equipo múltiple MIC debe ser posible derivarla de una fuente interna, de la señal digital entrante y también de una fuente externa.

Note - Es necesario continuar estudiando el efecto de la fluctuación de fase de la señal entrante en la señal de temporización, y las medidas que han de tomarse en caso de pérdida de la señal entrante o de la fuente externa.

3 Estructura de trama

En lo que respecta a la estructura de la trama y al empleo de intervalos de tiempo de canal derivados, véanse los § 3.3.1 y 3.3.2 de la Recomendación G.704.

Note - Si el intervalo de tiempo de canal 16, que está asignado a la señalización conforme se indica en el § 5 más adelante, no se necesita para señalización, podrá utilizarse para fines distintos de un canal vocal codificado dentro del equipo múltiple MIC.

3 Pérdida y recuperación de la alineación de trama

La estrategia para la pérdida y recuperación de la alineación de trama debe ser conforme al § 4.1 de la Recomendación G.705.

4 Condiciones de avería y operaciones consiguientes

4.1 Condiciones de avería

El equipo múltiple MIC deberá detectar las condiciones de avería siguientes:

4.1.1 Fallo de la fuente de alimentación.

4.1.2 Fallo del codec (salvo si se utilizan codecs de un solo canal).

Como requisito mínimo, esta condición de avería deberá reconocerse cuando, por lo menos para un nivel de señal de la gama de -21 a -6 dBm0, el valor de la relación señal/ruido de cuantificación del codec local esté 18 dB, o más, por debajo del nivel indicado en la Recomendación G.712.

4.1.3 Pérdida de la señal entrante en la entrada a 64 kbit/s (intervalo de tiempo 16).

Note 1 - La detección de esta condición de avería no es obligatoria cuando se emplee la señalización asociada al canal y el equipo múltiple de señalización esté situado a pocos metros del equipo múltiple MIC.

Note 2 - La detección de esta condición de avería no es obligatoria cuando se empleen interfaces contradireccionales.

4.1.4 Pérdida de la señal entrante a 2048 kbit/s.

Note - La detección de esta condición de avería sólo es necesaria si, como consecuencia de la misma, no se produce una indicación de pérdida de la alineación de trama.

4.1.5 Pérdida de la alineación de trama.

4.1.6 Tasa de errores excesiva en los bits detectada mediante la monitorización de la señal de alineación de trama.

4.1.6.1 Con una tasa de errores aleatorios en los bits $\leq 10^{-6}$, la probabilidad de activar la indicación de condición de avería en unos pocos segundos debe ser inferior a 10^{-6} .

Con una tasa de errores aleatorios en los bits $\geq 10^{-3}$, la probabilidad de activar la indicación de condición de avería en unos pocos segundos debe ser superior a 0,95.

4.1.2 Con una tasa de errores aleatorios en los bits de $\geq 10^{-1}$, la probabilidad de desactivar la indicación de condición de avería en unos pocos segundos debe ser casi nula.

Con una tasa de errores aleatorios en los bits de $\leq 10^{-6}$, la probabilidad de desactivar la indicación de condición de avería en unos pocos segundos debe ser superior a 0.95.

Nota - La expresión «unos pocos segundos» empleada para especificar los periodos de activación y desactivación debe interpretarse como unos 4 ó 5 segundos.

4.1.7 Indicación de alarma recibida del equipo múltiple MIC distante (véase el § 4.2.3).

4.2 Operaciones consiguientes

Tras la detección de una condición de avería, deberán efectuarse las operaciones adecuadas especificadas en el cuadro I/G.732. Estas operaciones son las siguientes:

4.2.1 Generación de una indicación de alarma de servicio para notificar que el servicio proporcionado por el múltiple MIC ha dejado de estar disponible. Esta indicación debe transmitirse por lo menos al equipo múltiple de señalización y/o al equipo de conmutación, según las disposiciones que se hayan tomado. La indicación deberá darse tan pronto como sea posible, y no después de 2 ms tras la detección de la correspondiente condición de avería.

Esta especificación, teniendo en cuenta lo indicado en el § 3, equivale a recomendar que el tiempo medio para la generación de una pérdida de alineación de trama y la generación de la correspondiente indicación no debe ser superior a 3 ms.

Cuando se utilice la señalización por canal común, la indicación debe enviarse al equipo de conmutación por medio de un interfaz separado en el equipo múltiple MIC.

4.2.2 Generación de una indicación de alarma para mantenimiento inmediato para notificar que la calidad de funcionamiento es inferior a normas aceptables y que es necesario proceder a una operación local de mantenimiento. Cuando se emita la señal de indicación de alarma (SIA) (véase las notas generales al § 4.2), deberá inhibirse la indicación de alarma para mantenimiento inmediato asociada a la pérdida de alineación de trama (véase el § 4.1.5) y a una tasa excesiva de errores (véase el § 4.1.6), mientras que el resto de las operaciones consiguientes se ajustan a las asociadas en el cuadro I/G.732 a las dos condiciones de avería.

Nota - Se deja a discreción de las Administraciones la utilización y ubicación de posibles alarmas visuales y/o auditivas, activadas por las indicaciones de alarma mencionadas en los § 4.2.1 y 4.2.2.

4.2.3 Transmisión de una indicación de alarma hacia el extremo distante, obtenida haciendo pasar del estado 0 al estado 1 el bit 3 del intervalo de tiempo de canal 0 en los tramas que no contienen la señal de alineación de trama. Eso debe efectuarse lo más pronto posible.

4.2.4 Supresión de la transmisión en las salidas analógicas.

4.2.5 Aplicación de la señal de indicación de alarma (SIA) al intervalo de tiempo 16 de la salida a 64 kbit/s (véase las notas generales al § 4.2). Esta operación debe efectuarse tan pronto como sea posible y no después de 2 ms tras la detección de la condición de avería.

4.2.6 Aplicación de la (SIA) al intervalo de tiempo 16 de la señal compuesta de salida a 2048 kbit/s (si se ha previsto la supervisión de las señales entrantes a 64 kbit/s).

Notas generales al § 4.2

Nota 1 - El contenido binario equivalente de la señal de indicación de alarma (SIA) es un tren continuo de unos binarios. La estrategia para detectar una SIA será tal que la detección sea posible aun con una tasa de errores de 1×10^{-7} . No obstante, no deberá confundirse con la SIA una señal con todos los bits, excepto el de alineación de trama, en el estado 1.

Nota 2 - Los requisitos de temporización mencionados son aplicables también al restablecimiento subsiguiente a la desaparición de una condición de avería.

8 Señalización

8.1 Disposición de señalización

Véase el § 3.3.3 de la Recomendación G.704. El intervalo de tiempo de canal 16 puede utilizarse para proporcionar un interfaz a 64 kbit/s, que se prestará ya sea para la señalización por canal común para la señalización asociada al canal.

CUADRO 1/G.732

Condiciones de avería y operaciones conexas en el equipo múltiple MSC.

Parte del equipo	Condiciones de avería (véase el § 4.1)	Operaciones conexas (véase el § 4.2)					
		Generación de una indicación de alarma de servicio	Generación de una indicación de alarma para mantenimiento inmediato	Transmisión de una indicación de alarma hacia el centro distante	Supresión de la transmisión en las salidas analógicas	Aplicación de la SIA a la salida a 64 kbit/s (intervalo de tiempo 16)	Aplicación de la SIA al intervalo de tiempo 16 de la señal compuesta a 2048 kbit/s
Multiplexor y demultiplexor	Falta de la fuente de alimentación	SI	SI	SI, de ser posible en la práctica	SI, de ser posible en la práctica	SI, de ser posible en la práctica	SI, de ser posible en la práctica
	Falta del cable	SI	SI	SI	SI		
Multiplexor elemento	Pérdida de la señal entrante en la entrada a 64 kbit/s (intervalo de tiempo 16 (véase las notas del § 4.1.3))		SI				SI
Demultiplexor elemento	Pérdida de la señal entrante a 2048 kbit/s	SI	SI	SI	SI	SI	
	Pérdida de la asignación de trama	SI	SI	SI	SI	SI	
	Tasa de errores de 1×10^{-3} en la señal de asignación de trama	SI	SI	SI	SI	SI	
	Indicación de alarma recibida del centro distante (bit 3 del intervalo de tiempo 6)	SI					

Nota - Un SI en el cuadro significa que debe efectuarse una operación como consecuencia de la correspondiente condición de avería. Un espacio en blanco en el cuadro significa que la operación correspondiente no debe efectuarse como consecuencia de la condición de avería particular, si esta condición es la única presente. Si aparecen simultáneamente más de una condición de avería, la operación correspondiente deberá efectuarse si, con relación a la misma, aparece por lo menos un SI.

6 Interfaz

Las interfaces analógicas deben satisfacer las Recomendaciones G.712, G.713, G.714 y G.715. Los interfaces digitales a 2048 kbit/s deben satisfacer la Recomendación G.703. Los interfaces digitales a 64 kbit/s deben ser ya sea del tipo unidireccional o del tipo bidireccional especificados en la Recomendación G.703. Las especificaciones relativas a los interfaces a 64 kbit/s no son obligatorias en el caso de la señalización asociada al canal. El interfaz para la sincronización externa de la señal de temporización en transmisión debe satisfacer la Recomendación G.703.

CUADRO 2-G.732

Condiciones de alerta y operaciones conexas en equipos múltiples con señalización asociada al canal

Parte del equipo	Condiciones de alerta (véase el § 5.3.1)	Operaciones conexas (véase el § 5.3.2)			
		Generación de una indicación de alarma de servicio	Generación de una indicación de alarma para mantenimiento inmediato	Transmisión de una indicación de alarma para mantenimiento inmediato	Aplazamiento de la condición correspondiente al estado 1, en la línea, a todos los canales de señalización en la recepción
Multiplexor y demultiplexor	Falta de la fuente de alimentación	Si	Si	Si, de ser posible en la práctica	Si, de ser posible en la práctica
Demultiplexor columna	Pérdida de la señal externa	Si	Si	Si	Si
	Pérdida de la alimentación de equilibrio	Si	Si	Si	Si
	Recepción de una indicación de alarma procedente del equipo múltiple de señalización distante	Si			Si
	Recepción de una indicación de alarma de servicio procedente del multiplexor MDC	Si			Si

Nota - Un Si en el cuadro significa que debe efectuarse una operación como consecuencia de la correspondiente condición de alerta. Un espacio en blanco en el cuadro significa que la operación correspondiente no debe efectuarse como consecuencia de la condición de alerta particular, si esta condición es la única presente. Si aparecen simultáneamente más de una condición de alerta, la operación correspondiente deberá efectuarse si, con relación a la misma, aparece por lo menos un Si.

7 Fluctuación de fase

7.1 Fluctuación de fase en la salida a 2048 kbit/s

Cuando la señal de temporización de transmisión procede de un oscilador interno, la fluctuación de fase cresta a cresta en la salida a 2048 kbit/s no deberá exceder de 0,05 IU cuando se mide en la gama de frecuencias de $f_1 = 20$ Hz a $f_2 = 100$ Hz.

7.2 Fluctuación de fase en la salida a 64 kbit/s para interfaces conformes a la Recomendación G.703

7.2.1 Cuando la señal a 2048 kbit/s entrante no presente fluctuación de fase, la fluctuación de fase cresta a cresta en la salida a 64 kbit/s no deberá exceder de 0,025 IU cuando se mide en la gama de frecuencias de $f_1 = 20$ Hz a $f_2 = 10$ kHz. El contenido binario equivalente de la señal de prueba aplicada a la entrada a 2048 kbit/s será una secuencia de bits pseudoaleatoria de longitud $2^{15} - 1$ según lo especificado en la Recomendación G.151.

4 Método de multiplexación

Debe emplearse el entrelazado cíclico de los multibits en el orden de numeración de los afluentes. El equipo múltiple digital deberá convertir todo multibit entrante que contenga sólo unos al código de supresión de multibits nulos.

Nota 1 - Se halla en estudio el contenido del código de supresión de multibits nulos.

Nota 2 - Es necesario estudiar más detenidamente el caso de que debe extraerse el código de supresión de multibits nulos.

5 Fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase de entrada

La fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase que debieran tolerarse a la entrada del demultiplexor deberán ajustarse a lo especificado en el § 3.1.1 de la Recomendación G.834.

6 Interfaz digital

Las interfaces digitales a 64 kbit/s y 1544 kbit/s deberán ajustarse a la Recomendación G.703.

Recomendación G.738

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO MÚLTIPLE MIC PERMANENTE QUE FUNCIONA A 2048 kbit/s Y OFERCE ACCESO DIGITAL SÍNCRONO A 2048 kbit/s V/O A 64 kbit/s

(Antigua Recomendación G.737 del Tomo III del Libro Amarillo)

En esta Recomendación se ofrecen las características de un equipo múltiple MIC que funciona a 2048 kbit/s y ofrece una o varias opciones de acceso digital interno que se mencionan a continuación:

- canales síncronos bidireccionales a 64 kbit/s (véase la parte a) de la figura 1/G.735);
- canales síncronos unidireccionales a 304 kbit/s (véase la parte b) de la figura 1/G.735).

El canal a 304 kbit/s se basa en la asignación de 6 intervalos de tiempo a 64 kbit/s, por ejemplo, para el establecimiento de circuitos radiofónicos conforme con las Recomendaciones J.61 y J.62.

Teniendo en cuenta que esos circuitos están especificados como unidireccionales, es preciso separar el equipo de inserción/extracción como se muestra en la parte b) de la figura 1/G.735.

1 Características generales

1.1 Características fundamentales de la codificación de canal telefónico

La ley de codificación utilizada es la ley A especificada en la Recomendación G.711. La velocidad de muestreo, la capacidad de carga y el código se especifican también en dicha Recomendación.

El número de valores cuantificados es 256.

Nota - La inversión de los bits 2, 4, 6 y 8 forma parte de la ley de codificación y se aplica sólo a los intervalos de tiempo de los canales telefónicos.

1.2 Velocidad binaria

La velocidad binaria nominal es de 2048 kbit/s. La tolerancia para esta velocidad es de ± 50 partes por millón (ppm).

1.3 Señal de temporización

La señal de temporización de la transmisión debería poder obtenerse de:

- a) la señal recibida a 2048 kbit/s,
- b) una fuente externa a 2048 kHz (véase el § 5),
- c) un oscilador interno.

Nota - La provisión de una salida de señales de temporización para sincronizar otros equipos, es una opción que podría ser necesaria según las disposiciones nacionales de sincronización.

1.4 Tipos de acceso

- a) acceso para canales síncronos bidireccionales a 64 kbit/s (véase la parte a) de la figura 1/G.733);
- b) acceso para canales síncronos unidireccionales a 384 kbit/s (véase la parte b) de la figura 1/G.733).

Nota - La inserción síncrona de una señal radiofónica digital en un canal a 384 kbit/s requiere la regeneración interna de una señal de temporización sincronizada T por la señal a 2048 kbit/s I . La señal de temporización se utiliza para sincronizar la frecuencia de muestreo de los convertidores analógico/digital que producen la señal radiofónica digital.

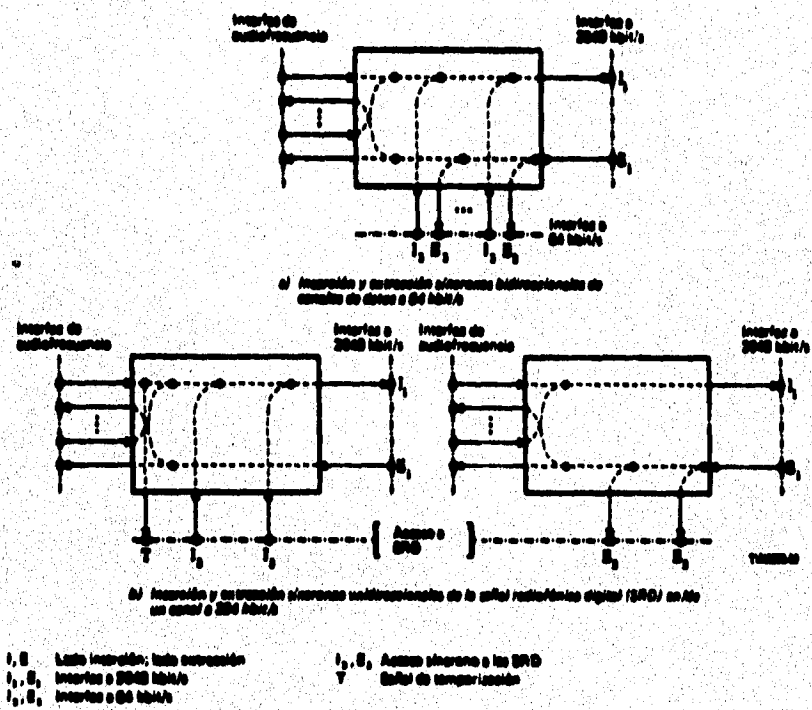


FIGURA 1/G.733

Equipo múltiple SSC que funciona a 2048 kbit/s y ofrece acceso a señal radiofónica digital y/o a canales de datos síncronos a 64 kbit/s

3 Estructura de trama y utilización de los intervalos de tiempo de canal derivadas

3.1 Estructura de trama de la señal a 2048 kbit/s

Véase el § 2.3 de la Recomendación G.704. El bit 1 de la trama debe utilizarse de conformidad con el § 2.3.3 de la Recomendación G.704, es decir, para un procedimiento de bits de verificación VRC.

3.2 Empleo de intervalos de tiempo de canal derivadas

3.2.1 Canales telefónicos

Debe ser posible asignar los intervalos de tiempo de canal 1 a 15 y 17 a 31 a 30 canales telefónicos numerados de 1 a 30.

3.2.2 Acceso a 64 kbit/s

El número de intervalos de tiempo de canal accesibles no debe ser inferior a cuatro y el equipo debería permitir el acceso a cualquiera de los intervalos de tiempo de canal 1 a 15 y 17 a 31.

Nota - Existen equipos que proporcionan acceso a no menos de cuatro intervalos de tiempo de canal con el siguiente orden de prioridad: 6 - 22 - 14 - 30 - 2 - 10 - 18 - 26 - 4 - 20 - 12 - 28 - 8 - 24 - 5 - 21 - 13 - 29 - 1 - 17 - 9 - 25 - 3 - 19 - 11 - 27 - 7 - 23 - 15 - 31.

3.2.3 Acceso a 384 kbit/s

La asignación de intervalos de tiempo para los canales digitales con velocidad binaria de 384 kbit/s se indica en el cuadro 1/G.735.

CUADRO 1/G.735

Canales a 384 kbit/s (nota 1)					Puntos de acceso a los canales telefónicos digitales
A	B	C	D	E	
1-3 17-19	6-8 20-22	7-9 23-25	10-12 26-28	13-15 29-31	13, 7, E3 Punto b) de la figura 1F/G.735

Nota 1 - Los cinco canales a 384 kbit/s posibles en un tron a 2048 kbit/s se designan A a E. De preferencia, los pares de canales A-B y C-D deben utilizarse para la transmisión estereofónica.

Nota 2 - Si el intervalo de tiempo de canal 16 que se asigna a la telefonía según se indica en el § 5, no se requiere para ese fin, podrá utilizarse para un propósito distinto del de un canal telefónico codificado dentro del equipo múltiple MC.

3 Procedimientos de alineación de trama y de verificación por subtrama de bits (VBC)

El procedimiento se muestra en la figura 2/G.706.

3.1 Pérdida de la alineación de trama

Véase el § 4.1.1 de la Recomendación G.706.

3.2 Recuperación de la alineación de trama

Véase el § 4.1.2 de la Recomendación G.706.

3.3 Alineación de multitrans VRC en el intervalo de tiempo de canal con 170

Véase el § 4.2 de la Recomendación G.706.

3.4 Monitorización de bits VRC

Véase el § 4.3 de la Recomendación G.706.

4 Condiciones de avería y operaciones conmutadas

4.1 Condiciones de avería

El equipo múltiple MIC deberá detectar las condiciones de avería siguientes:

4.1.1 Fallo de la fuente de alimentación.

4.1.2 Fallo del canal (salvo si se utilizan canales de un solo canal)

Como requisito mínimo, esta condición de avería deberá reconocerse cuando, por lo menos para un nivel de señal de la gama de -21 a -6 dBm, el valor de la relación señal/ruído de cuantificación del canal local esté 10 dB, o más, por debajo del nivel indicado en la Recomendación G.712.

4.1.3 Pérdida de señales entrantes en los puertos de entrada de los afluentes a 64 kbit/s y 384 kbit/s.

Nota 1 - La detección de esta condición de avería no es obligatoria cuando se emplean interfaces conmutacionales.

Nota 2 - La detección de esta condición de avería no es obligatoria para el intervalo de tiempo de canal 16 cuando se utiliza señalización asociada al canal y el equipo múltiple de señalización se halla situado a una gran distancia del equipo múltiple MIC.

4.1.4 Pérdida de la señal entrante a 2048 kbit/s.

Nota 1 - La detección de esta condición de avería sólo es necesaria cuando no se produce como consecuencia de la misma una indicación de pérdida de la alineación de trama.

Nota 2 - Cuando se utilizan circuitos separados para la señal digital y la señal de temporización, la pérdida de uno o ambos canales deberá considerarse como pérdida de la señal entrante.

4.1.5 Pérdida de la alineación de trama.

4.1.6 Tasa de errores excesiva en los bits detectada mediante la monitorización de la señal de alineación de trama.

4.1.6.1 Con una tasa de errores aleatorios en los bits de $\leq 10^{-6}$, la probabilidad de activar la indicación de condición de avería en unos pocos segundos debe ser inferior a 10^{-6} .

Con una tasa de errores aleatorios en los bits de $\geq 10^{-2}$, la probabilidad de activar la indicación de condición de avería en unos pocos segundos debe ser superior a 0,95.

4.1.6.2 Con una tasa de errores aleatorios en los bits de $\geq 10^{-2}$, la probabilidad de desactivar la indicación de condición de avería en unos pocos segundos debe ser casi nula.

Con una tasa de errores aleatorios en los bits de $\leq 10^{-6}$, la probabilidad de desactivar la indicación de condición de avería en unos pocos segundos debe ser superior a 0,95.

Nota - La expresión «unos pocos segundos» empleada para especificar los periodos de activación y desactivación debe interpretarse como unos 4 ó 5 segundos.

4.1.7 Indicación de alarma recibida del equipo múltiple MIC distante (véase el § 4.2.3).

4.2 Operaciones conmutadas

Tras la detección de una condición de avería, deberán efectuarse las operaciones adecuadas especificadas en el cuadro 2/G.735. Estas operaciones son las siguientes:

4.2.1 Generación de una indicación de alarma de servicio para notificar que el servicio proporcionado por el múltiple MIC ha dejado de estar disponible. Esta indicación debe transmitirse por lo menos al equipo múltiple de señalización y/o al equipo de conmutación, según las disposiciones que se hayan tomado. La indicación deberá darse tan pronto como sea posible, y no después de 2 ms tras la detección de la correspondiente condición de avería.

Esta especificación, teniendo en cuenta lo indicado en el § 4.2.5, equivale a recomendar que el tiempo medio para la detección de una pérdida de alineación de trama o de una pérdida de la señal entrante a 2048 kbit/s y la generación de la correspondiente indicación no debe ser superior a 3 ms.

Cuando se utiliza la señalización por canal común, la indicación debe enviarse al equipo de conmutación por medio de un interfaz separado en el equipo múltiple MIC.

4.2.2 Generación de una indicación de alarma de mantenimiento inmediato para notificar que la calidad de funcionamiento es inferior a normas aceptables y que es necesario proceder a una operación local de mantenimiento. Cuando se detecta la señal de indicación de alarma (SIA) en la entrada a 2048 kbit/s (véanse las notas generales al § 4.2), deberá inhibirse la indicación de alarma de mantenimiento inmediato asociada a la pérdida de alineación de trama (véase el § 4.1.5) y a una tasa de errores excesiva (véase el § 4.1.6), mientras que el resto de las operaciones consiguientes son conformes con las del cuadro 2/G.735 asociadas a las dos condiciones de avería.

Nota - Se deja a discreción de las Administraciones la utilización y ubicación de posibles alarmas visuales y/o audibles, activadas por las indicaciones de alarma mencionadas en los § 4.2.1 y 4.2.2.

4.2.3 Transmisión de una indicación de alarma hacia el extremo distante, obtenida haciendo pasar del estado 0 al estado 1 el bit 3 del intervalo de tiempo de canal 0 en las tramas que no contienen la señal de alineación de trama. Esto debe efectuarse lo más pronto posible.

4.2.4 Supresión de la transmisión en las salidas analógicas de frecuencia vocal.

4.2.5 Aplicación de SIA a todas las salidas a 64 kbit/s y 384 kbit/s (véanse las notas generales al final del § 4.2). En el caso de las salidas a 64 kbit/s, esta acción debe efectuarse cuanto antes y a más tardar 2 ms después de la detección de la condición de avería.

4.2.6 Aplicación de SIA a los correspondientes intervalos de tiempo de la señal compuesta de salida a 2048 kbit/s (tal está prevista la suspensión de los canales entrantes a 64 kbit/s y/o 384 kbit/s).

Notas generales al § 4.2

Nota 1 - El contenido binario equivalente de la señal de indicación de alarma (SIA) es un tren continuo de unos binarios. La estrategia para generar una SIA será tal que la detección sea posible con una alta probabilidad aun cuando existan errores aleatorios con una tasa media de errores de 1×10^{-3} . No obstante, no deberá tomarse por SIA una señal en la que todos los elementos binarios, con excepción de la señal de alineación de trama, están puestos a 1.

Nota 2 - Todos los requisitos de temporización mencionados son igualmente aplicables al restablecimiento subiguiente a la desaparición de una condición de avería.

5 Señalización

Verse idéntico al de la Recomendación G.732.

6 Interfaces

6.1 Interfaz de audiofrecuencia

Las interfaces analógicas de audiofrecuencia deben satisfacer las Recomendaciones G.712, G.713, G.714 y G.715.

6.2 Interfaz digital

Las interfaces digitales a 2048 kbit/s deben satisfacer la Recomendación G.703.

Las interfaces digitales a 64 kbit/s deben ser o bien de tipo codirreccional o del contradirreccional, especificadas en la Recomendación G.703. Las especificaciones para las interfaces a 64 kbit/s no son obligatorias en configuración análoga al canal. El interfaz para la sincronización exterior de la señal de temporización de la transmisión debe satisfacer la Recomendación G.703.

La necesidad de definir un interfaz digital que funcione a 384 kbit/s está en estudio.

Nota 1 - Cabe señalar que, de acuerdo con el principio de reducir al mínimo el número de tipos diferentes de interfaces, la velocidad de información de 384 kbit/s será ofrecida a los usuarios en el nivel del interfaz usuario-red utilizando el interfaz a 2048 kbit/s definido en las Recomendaciones I.431 y G.703.

Nota 2 - En el caso del interfaz codirreccional a 64 kbit/s, ha de tenerse en cuenta en el diseño de los puertos de entrada la necesidad de proporcionar la alineación de centros, a fin de permitir desajustes controlados cuando la temporización de los fuentes y la de la fuente de temporización del multiplexor sean plurifrecuencia, y de absorber la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase hasta los límites indicados en la Recomendación G.823.

A.2 Relación del modelo de reloj subordinado con las características de EIT

Es útil considerar la relación entre el modelo de reloj y el error en el intervalo de tiempo (EIT) que se esperaría. Se propone la utilización de la varianza Allan bimensural para describir la parte estadística del modelo de reloj. Para las tres categorías de funcionamiento se aplican las siguientes ecuaciones:

Ideal

$$\sigma_{EIT} = \sqrt{3\sigma; (\tau = 1) \cdot t}$$

En régimen forzado

$$\sigma_{EIT} = \sqrt{\sigma_{\text{frec}}^2 + \sigma; (\tau = 1) \cdot t}$$

En régimen libre

$$\sigma_{EIT} = \left(\frac{D}{2}\right) t^2 + \sqrt{\sigma_{\text{frec}}^2 + \sigma; (\tau = 1) \cdot t}$$

donde

- σ_{EIT} es la desviación típica del error relativo de intervalo de tiempo de la salida de reloj con relación a la referencia en el tiempo de observación t ;
- $\sigma; (\tau)$ es la desviación típica bimensural que describe la fluctuación aleatoria del reloj, y
- σ_{frec} describe la desviación típica bimensural del sesgo de frecuencia.

A.3 Divergencia relativa a la medición de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase

La verificación del cumplimiento de las especificaciones de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase requiere metodologías de medición normalizadas, para eliminar las ambigüedades en las mediciones y en la interpretación y comparación de sus resultados. Las directrices para la medición de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase figuran en el suplemento N.º 33.

B.2 Objetivos de calidad y disponibilidad

Documento G.821

CARACTERÍSTICA DE ERRORES DE UNA CONEXIÓN DIGITAL INTERNACIONAL QUE FORME PARTE DE UNA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

(Ginebra, 1988; modificada posteriormente)

EL CCITT,

considerando

(a) que es previsible que en el futuro los servicios se basen en el concepto de red digital de servicios integrados (RDSI);

(b) que los errores constituyen una gran fuente de degradación, por afectar a los servicios vocales en forma de distorsión de la voz y a los servicios de tipo datos en forma de pérdida o inexactitud de información, o en forma de reducción del caudal;

(c) que aunque es probable que predominen los servicios vocales, la RDSI tiene que transmitir una amplia variedad de tipos de servicios, por lo que es conveniente disponer de una especificación unificada;

(d) que la Recomendación G.102 contiene una explicación de los objetivos de calidad de funcionamiento de la red y su relación con los objetivos de diseño.

recomienda

que dentro del siguiente alcance y definiciones, se cumplan los requisitos expuestos en el cuadro 1/G.821 y en los puntos siguientes.

1. Alcance y definiciones

1.1 Los objetivos de calidad se aplican a cada sentido de una conexión con conmutación de circuitos a 64 kbit/s para tráfico vocal o un «canal portador» para servicios de tipo datos.

1.2 La Recomendación I.325 expone las configuraciones de referencia para los tipos de conexión de la RDSI que se enumeran en la Recomendación I.340. En el contexto de la característica de error de los tipos de conexión con conmutación de circuitos a 64 kbit/s, y de la asignación de calidad a los elementos de conexión, se muestran en la figura 1/G.821 una conexión física de referencia (XPR) totalmente digital. Su longitud máxima es de 37 500 km, y se deriva de la conexión física de referencia normalizada de la figura 1/G.821 y de la configuración de referencia de la figura 3/I.325.

1.3 El objetivo de calidad de funcionamiento se especifica en términos de parámetros de características de error, cada uno de los cuales se define como sigue:

Porcentaje de periodos de promediación de duración de T_p , cada uno, en los que la tasa de errores en los bits (TEB) sobrepasa un valor umbral. El porcentaje se determina a lo largo de un intervalo de tiempo T_i , mucho mayor (véase el cuadro 1/G.821, nota 3).

Debe entenderse que el tiempo total (T_i) se divide en dos partes, a saber, el tiempo durante el cual la conexión se considera disponible y el tiempo en que está indisponible (véase el anexo A).

Los requisitos relativos al porcentaje admisible de tiempo indisponible serán objeto de una Recomendación separada.

1.4 En el enunciado de los objetivos se utilizan las siguientes TEB intervalos:

- TEB de menos de 1×10^{-6} para $T_p = 1$ minuto;
- TEB de menos de 1×10^{-3} para $T_p = 1$ segundo;
- cero errores para $T_p = 1$ segundo (equivalente al concepto de segundos sin error, SSE).

Estas categorías equivalen a las del cuadro 1/G.821. En la evaluación de estos objetivos se excluyen los periodos de indisponibilidad (véase los anexos A y B).

1.5 Los objetivos de calidad de funcionamiento tienen dos funciones principales:

- dar al usuario de las futuras redes digitales nacionales e internacionales una indicación de la característica de error prevista en condiciones de explotación real, lo que facilitará la planificación del servicio y el diseño del equipo terminal;
- sentar la base para el establecimiento de normas de calidad de funcionamiento de los equipos y sistemas de transmisión de una conexión de la RDSI.

1.6 Los objetivos de calidad de funcionamiento representan un compromiso entre el deseo de satisfacer las necesidades de servicios y la necesidad de construir los sistemas de transmisión teniendo en cuenta las limitaciones técnicas y económicas. Aunque se expresa atendiendo a las necesidades de los diferentes servicios se pretende que estos objetivos representen un solo nivel de calidad de transmisión.

El objetivo de calidad establecido para minutos degradados [cuadro 1/G.821 (a)] se basa en un período de promediación de 1 minuto. Este período de promediación y la estadística de los errores que se producen en segundos con muchos errores en ese período de 1 minuto (véase el cuadro 1/G.821, nota 2) podría permitir que las conexiones con frecuentes errores en ráfaga cumplan este aspecto particular del objetivo global, pero en cierta medida esto quedará limitado por el objetivo en materia de segundos con muchos errores [cuadro 1/G.821 (b)]. Sin embargo se duda de que los objetivos sean adecuados para el correcto funcionamiento de servicios de vídeo en tiempo real de duración relativamente larga, que debe ser objeto de estudio ulterior.

1.7 Dado que los objetivos de calidad de funcionamiento pretenden satisfacer las necesidades de la futura red digital, es preciso reconocer que no pueden ser alcanzadas fácilmente por todos los equipos y sistemas digitales de hoy en día. La intención, sin embargo, es establecer objetivos del diseño del equipo que sean compatibles con los especificados en la presente Recomendación. Estos aspectos son actualmente objeto de debate en el CCITT y el CCIR.

También se recomienda vivamente que todas las tecnologías, cualquiera que sea su posición en la red, se diseñen con arreglo a normas mejores que las indicadas en esta Recomendación, a fin de reducir al mínimo la posibilidad de que se escapen los objetivos extremo a extremo en una cantidad significativa de conexiones reales.

1.8 Los objetivos se refieren a una conexión muy larga y, visto que una gran proporción de las conexiones internacionales reales serán más cortas, se cree que una proporción importante de conexiones reales ofrecerán una calidad de funcionamiento superior al valor límite indicado en el § 2. Por otro lado, un pequeño porcentaje de las conexiones serán más largas, y podrán en ese caso exceder los márgenes especificados en esta Recomendación.

Nota - Los deslizamientos controlados, que pueden percibirse como breves ráfagas de errores, no se incluyen en el cálculo de los objetivos de característica de error de esta Recomendación. Por tanto, los usuarios deben saber que las mediciones de la característica de error que incluyen los efectos de los deslizamientos controlados pueden producir un comportamiento inferior al indicado en esta Recomendación. Como orientación para calmar los posibles efectos sobre sus aplicaciones, los usuarios pueden consultar la Recomendación G.822, que especifica los objetivos de tasa de deslizamientos controlados.

1.9 Los objetivos de característica de error especificados en los § 2 y 3 de la presente Recomendación se refieren a una conexión con conmutación de circuitos a 64 kb/s (que se define en el § 1.2). No obstante, se reconoce que en las situaciones prácticas, será necesario evaluar esos objetivos a partir de mediciones realizadas a velocidades binarias superiores.

Por consiguiente, en el anexo D se definen las directrices preliminares que permitirán obtener una estimación sobre los parámetros de característica de error a 64 kb/s a partir de mediciones efectuadas a velocidades primarias y superiores.

2 Objetivos de calidad de funcionamiento

Los objetivos de característica de error de una conexión internacional de la RDSI, especificado en los § 1.1 y 1.2, aparecen en el cuadro 1/G.821. Se pretende que las conexiones internacionales de la RDSI satisfagan simultáneamente todos los requisitos del cuadro 1/G.821. La conexión no cumple el objetivo si no satisface cualquiera de los requisitos.

3 Asignación de objetivos globales

Dado que los objetivos indicados en el § 2 se aplican a una conexión completa, es necesario subdividirlos en sus partes componentes. Este punto expone los principios básicos y el sistema utilizados para la distribución de los objetivos de calidad de funcionamiento.

El principio de distribución global requiere el empleo de dos métodos ligeramente diferentes, uno aplicable al requisito de minutos degradados y al de segundo con error (véanse las categorías a) y c)) y otro aplicable al requisito de segundos con muchos errores (véase la categoría b)).

CUADRO 1/G.821

Objetivos de características de error para los
complejos interconectados de la SCS

Clasificación de la característica	Objetivo (notas 3, 5)
(a) (Minutos degradados) (notas 1 y 2)	Menos del 10% de los intervalos de 1 minuto tendrán una tasa de errores en los bits por que 1×10^{-6} (nota 4)
(b) (Segundos con muchos errores) (nota 1)	Menos del 0,2% de los intervalos de 1 segundo tendrán una tasa de errores en los bits por que 1×10^{-1}
(c) (Segundos con error) (nota 1)	Menos del 0% de los intervalos de 1 segundo tendrán por lo menos un error (equivalente a 0,2% de segundos sin error)

Nota 1 - Se utilizan los términos «minutos degradados», «segundos con muchos errores» y «segundos con error» como «identificador» práctico y conciso de objetivo de calidad de funcionamiento. Su utilización no pretende indicar la aceptabilidad, o cualquier otra valoración de ese nivel de calidad.

Nota 2 - Los intervalos de un minuto mencionados en el cuadro 1/G.821 y en sus notas (o decir, los periodos para $M > 4$ del anexo B) se deducen restando el tiempo indisponible y los segundos con muchos errores del tiempo total, y agregando entonces conservativamente los segundos restantes en bloques de 60. Los intervalos binarios de 1 segundo se deducen de un esquema temporal fijo.

Nota 3 - No se ha especificado el intervalo de tiempo T_i , en el que han de determinarse los porcentajes, ya que puede depender de la aplicación. Se sugiere como referencia un periodo del orden de un día.

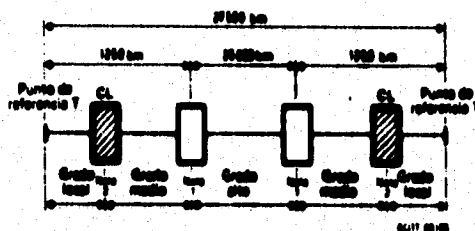
Nota 4 - Por razones prácticas, a 64 kbit/s, un minuto que contenga cuatro errores (equivalente a una tasa de errores de $1,04 \times 10^{-6}$) no se considera degradado. No obstante, esto no implica una relajación del objetivo de tasa de errores de 1×10^{-6} .

Nota 5 - En el anexo B se ilustra la manera de evaluar la calidad de funcionamiento global.

3.1 Principios básicos de distribución

La distribución se basa en la hipótesis de que se utilizan sistemas de transmisión cuyas propiedades corresponden a una de un número limitado de categorías diferentes.

Se han establecido tres clasificaciones distintas de la calidad representativas de los circuitos prácticos de transmisión digital, y que son independientes de los sistemas de transmisión utilizados. Estas categorías se denominan «grado local», «grado medio» y «grado alto», y su empleo suele depender en general de la ubicación en la red (véase la figura 1/G.821).



Nota 1 - No es posible obtener una definición de la ubicación de la frontera entre las partes de grado medio y alto de la conexión ficticia de referencia. La nota 6 al cuadro 2/G.821 ofrece más información de este punto.

Nota 2 - CL designa el control local o un punto equivalente.

FIGURA 1/G.821

Definición de la calidad del circuito en la conexión ficticia de referencia de 27 500 km

Para el sistema de distribución descrito a continuación son válidas las siguientes hipótesis generales:

- al distribuir los objetivos entre los elementos constitutivos de una conexión, lo que se subdivide en el «porcentaje del tiempo»;
- los objetivos se distribuyen por igual entre los requisitos relativos a los minutos degradados y a los segundos con error (categorías a) y c);
- no se subdivide el umbral de tasa de errores. Esto se basa en la hipótesis de que la calidad de los circuitos reales, que constituyen las partes de la conexión ficticia de referencia (figura 1/G.821), será de ordinario bastante mejor que el umbral para un minuto degradado (véase la nota al § 3.1);
- no se tiene en cuenta la contribución de errores ya sea de los elementos de conmutación digital o de los equipos múltiples digitales, por considerarse despreciable frente a la contribución de los sistemas de transmisión.

Se considera que estas categorías de calidad aplicables a las diferentes partes de la conexión representan la situación de una gran proporción de las conexiones internacionales reales. Las Administraciones son libres de utilizar los sistemas de transmisión que deseen dentro de sus propias redes, y estas otras disposiciones se consideran totalmente aceptables siempre y cuando la calidad de funcionamiento global de la parte nacional no sea inferior a la que existiría si se hubieran utilizado las disposiciones normales del CCITT.

Debe señalarse que un pequeño porcentaje de las conexiones serán más largas que la conexión ficticia de referencia de 27 500 km. Por definición, la parte en exceso de la conexión se establecerá por circuitos de alto grado, de forma que la magnitud en que dichas conexiones superen el margen total previsto en esta Recomendación será proporcional a la magnitud en que se sobrepasa la sección de 27 500 km. Las Administraciones deben tener en cuenta que si en las realidades prácticas fuera posible mejorar los límites de calidad de funcionamiento expresados por las distintas categorías, dichas situaciones serían mucho menos frecuentes.

Nota - En los sistemas terrenales, la distribución de las categorías de calidad de «minuto degradado» a entidades más pequeñas (por ejemplo, una sección digital ficticia de referencia) puede exigir la subdivisión del objetivo de tasa de errores, así como la subdivisión del «porcentaje de tiempo» con la distancia. Esto es objeto de ulterior estudio.

3.2 Método de distribución de los objetivos de minutos degradados y segundos con error

La distribución de la degradación permitida, es decir, 10% de minutos degradados y 8% de segundos con error, se especifica en el cuadro 2/G.821. Los objetivos derivados de características de error de la red se indican en el anexo C.

CUADRO 2/G.821

Distribución de los objetivos de minutos degradados y segundos con error para las tres categorías de circuitos

Clasificación del circuito	Distribución de los objetivos de minutos degradados y segundos con error del cuadro 1/G.821
Grado local (2 extremos)	15% del margen global a cada extremo (notas 1, 4 y 5)
Grado medio (2 extremos)	15% del margen global a cada extremo (notas 2, 6 y 5)
Grado alto	40% (equivalente a una calidad conceptual de 0.0016) por km para 25 000 km; pero véase la nota del § 3.1) (notas 3, 6 y 7)

Nota 1 - Se considera que la asignación de grado local constituye un margen global, esto es, un margen para esa parte de la conexión, independientemente de la longitud.

Nota 2 - Se considera que la asignación de grado medio constituye un margen global, esto es, un margen para esa parte de la conexión, independientemente de la longitud. La longitud real de la parte de grado medio de la conexión variará considerablemente de un país a otro. Los sistemas de transmisión de esta categoría presentarán una variación de la calidad comprendida entre las otras categorías.

Nota 3 - La asignación de grado alto se divide en función de la longitud, obteniéndose una asignación conceptual por kilómetro que pueda utilizarse para determinar un margen unitario para un modo definido de red (por ejemplo, enlace digital fijo de referencia). Para fines de planificación de enlaces en los modos de red, puede utilizarse márgenes de enlace basados en el número de secciones de 200 km (longitud nominal) (que se especifica en el cuadro 2/G.921), en vez de la asignación por kilómetro estipulada en esta Recomendación. Con secciones más largas, que no sean múltiples enteros de 200 km, se utiliza el múltiplo entero superior siguiente.

Nota 4 - Las partes de grado local y de grado medio podrán cubrir los primeros 1250 km del circuito, desde el punto de referencia T (véase la figura 1/G.821) hacia la red. Por ejemplo, en los países de gran extensión esta parte del circuito podría llegar solamente hasta el centro primario, mientras que en los países pequeños podría llegar hasta el centro secundario, el centro terciario o el centro de conmutación internacional (véase la figura 1/G.821).

Nota 5 - Las Administraciones podrán asignar los márgenes globales de las partes de grado medio y de grado local de la conexión conforme sea necesario dentro del margen total de 30% para cualquier extremo de la conexión. Este principio se aplica también a los objetivos indicados en el cuadro 1/G.821 para los grados local y medio.

Nota 6 - En el entendimiento de que la característica de error de un satélite es en gran medida independiente de la distancia, a un TDFB por satélite empleado en la parte de grado alto de la conexión fijo de referencia se asigna un margen unitario de 30% de los objetivos relativos a los minutos degradados y a los segundos con error.

Nota 7 - Podrán alcanzarse los objetivos de esta Recomendación si la parte de grado alto de la conexión comprende un sistema por satélite y la distancia restante incluida en esta categoría supera los 12 500 km, o si la parte de grado alto de una conexión sin satélites supera los 25 000 km. Tales conexiones se consideran relativamente infrecuentes y se procede a realizar nuevos estudios para investigar esta circunstancia. A este respecto resulta útil el concepto de distancia equivalente por satélite (la longitud de un trayecto terrenal equivalente) y se ha observado que puede esperarse un valor comprendido entre 10 000 y 13 000 km.

Nota 8 - No se indican requisitos específicos para la instalación en los locales del abonado, entre el punto de referencia T y el equipo terminal. Sin embargo, debe prestarse mucha atención a la elección del equipo de abonado, pues la calidad global de la conexión depende en gran medida, no sólo de la calidad de la red, sino también de la calidad de la instalación terminal.

12. BIBLIOGRAFIA

1. **Ferrel G. Stremier**
Sistemas de comunicación
Representaciones y Servicios de Ingeniería.
Fondo Educativo Interamericano, 1985.

2. **G. Blesnet**
Design and prospects for the ISDN
Artech House, Inc., 1987.

3. **Norte Kashima**
Optical Transmission for the Subscriber Loop.
Artech House, Inc., 1993.

4. **Nicki Williams**
División de Telecomunicaciones de Queensferry, Escocia.
2º Simposium de Telecomunicaciones, 1993.

5. **Milcha Schwartz**
Transformación de información, modulación y ruido.
Enfoque unificado de los sistemas de comunicación.
McGraw Hill, Tercera edición 1983.

6. **Conductores Latinceas, S.A. de C.V.**
Comunicaciones por fibra óptica.
Colunga publicidad, S.A. 1987.

- 7. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico
(CCITT).
Libro Azul, Tomo III- Fascículo III.4
Recomendaciones I.110 a I.257
IX Asamblea Plenaria; Melbourne, 14-25 de noviembre de 1988.**
- 8. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico
(CCITT).
Libro Azul, Tomo III- Fascículo III.5
Recomendaciones I.310 a I.470
IX Asamblea Plenaria; Melbourne, 14-25 de noviembre de 1988.**
- 9. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico
(CCITT).
Libro Azul, Tomo III- Fascículo III.7
Recomendaciones I.500 a I.605
IX Asamblea Plenaria; Melbourne, 14-25 de noviembre de 1988.**
- 10. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico
(CCITT).
Libro Azul, Tomo III- Fascículo III.8
Recomendaciones I.500 a I.605
IX Asamblea Plenaria; Melbourne, 14-25 de noviembre de 1988.**
- 11. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico
(CCITT).
Libro Azul, Tomo III- Fascículo III.9
Recomendaciones I.500 a I.605
IX Asamblea Plenaria; Melbourne, 14-25 de noviembre de 1988.**