



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGON

**"CÓDIGOS DE LÍNEA PARA TRANSPORTE DE SISTEMAS  
DIGITALES E1 (TRIPLE PLAY)".**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**  
P R E S E N T A :

**JUÁREZ LUNA MARTHA.  
ROJAS ÁVILA JESÚS.**

**ASESOR: ING. BENITO BARRANCO CASTELLANOS**



Estado de México

2009.



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.

<b>Indice</b>	I
<b>Introducción</b>	II-III
<b>Capitulo I Red digital de acceso</b>	<b>1</b>
1.1 Propuesta tecnológica	2
1.2 Modelo funcional de la red	9
1.3 Capa de conectividad.	11
1.4 Subcapa de conmutación y transporte	14
1.5 Capa de control.	15
1.6 Capa de servicios.	19
1.7 Capa de gestión.	21
1.8 Tecnología xDSL.	23
1.9 Tecnología WDM	26
1.10 Tecnología PON	27
<b>Capitulo II Sistema E1, Norma G-703, G-704, G-732</b>	<b>34</b>
2.1 Interpretación de las normas para sistemas de 2.048 Mb/s	34
2.2 Recomendación UIT-T G-704, G-732	36
2.3 Estructura de trama de los sistemas E1.	39
2.4 Estructura de multitrama de los sistemas E1.	43
2.5 Formación del multiplexado E1.	46
<b>Capitulo III Código de líneaE1</b>	<b>48</b>
3.1 Datos digitales, señales digitales	49
3.2 Código binario y de línea.	57
3.3 HDB-3	62
<b>Conclusiones</b>	<b>72</b>
<b>Glosario</b>	<b>73</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>85</b>

---

## **INTRODUCCION.-**

En telecomunicaciones, un código en línea (modulación en banda base) es un código elegido para el uso en un sistema de comunicación para propósitos de transmisión.

Los códigos en línea son frecuentemente usados para el transporte digital de datos. Estos códigos consisten en representar la señal digital transportada respecto a su amplitud respecto al tiempo. La señal está perfectamente sincronizada gracias a las propiedades específicas de la capa física. La representación de la onda se suele realizar mediante un número determinado de impulsos. Estos impulsos representan los 1s y los 0s digitales. Los tipos más comunes de codificación en línea son el unipolar, polar, bipolar y Manchester.

Después de la codificación en línea, la señal se manda a través de la capa física. A veces las características de dos canales aparentemente muy diferentes son lo suficientemente parecidos para que el mismo código sea usado por ellos.

Los códigos en línea deberían hacer posible que el receptor se sincronice en fase con la señal recibida. Si la sincronización no es ideal, entonces la señal decodificada no tendrá diferencias óptimas, en amplitud, entre los distintos dígitos o símbolos usados en los códigos en líneas. Esto incrementará la probabilidad de error en los datos recibidos.

Para que la recuperación del reloj sea fiable en el receptor, normalmente se impone un número máximo de ceros o unos consecutivos razonables. El periodo de reloj se recupera observando las transiciones en la secuencia recibida, hasta que el número máximo permitido de 0s o 1s seguidos garantice la recuperación del reloj, mientras que las secuencias sin estas restricciones pueden empeorar la calidad del código.

En este trabajo de tesis se aborda el código de línea HDB-3 que es el más usado para los servicios E1 tomando en cuenta que hoy en día el servicio más vendido

---

en nuestro país es el internet de banda ancha y que no es otra cosa que los servicios de triple play.

Hacemos incapie que para hacer una prueba real de esta señal se podría utilizar el equipo que se encuentra en el laboratorio de comunicaciones y que desgraciadamente se encuentra abandonado; esperamos que con nuestro trabajo se pueda rescatar y utilizarlo para prácticas del mismo laboratorio



## Capítulo 1

### Red digital de acceso

Las Telecomunicaciones se encuentran en el umbral de una nueva etapa impulsada por la era tecnológica. La introducción de la técnica en la que se basa la transmisión de voz sobre IP ha venido a revolucionar el mundo de las Telecomunicaciones al grado de convertirse en una tendencia mundial inevitable. Su versatilidad en la conducción de voz y datos permite reducir los costos convirtiendo las llamadas de larga distancia nacionales, internacionales y mundiales en simples llamadas locales.

Las soluciones convergentes consisten en ofrecer al cliente una serie de servicios a través de un solo medio; Telefonía local y L.D., Internet de banda ancha, TV. de paga, y Telefonía Móvil. La Voz sobre IP ha acelerado esta convergencia por lo que el escenario de la competencia esta cambiando y permite que otras empresas participen del mercado en el que Telmex era proveedor exclusivo.

En el juego del mercado de las telecomunicaciones los proveedores de Voz sobre IP se alían para enfrentar las ventajas competitivas de Telmex. Con este propósito empresas especializadas en Voz sobre IP, en video (Cableras) y en transporte (carriers), se alían para ofrecer servicios de convergencia. Por si esto fuera poco realizan acuerdos con proveedores tecnológicos (de equipos) para lograr bajos costos en infraestructura.

1.1 Propuesta Tecnológica.

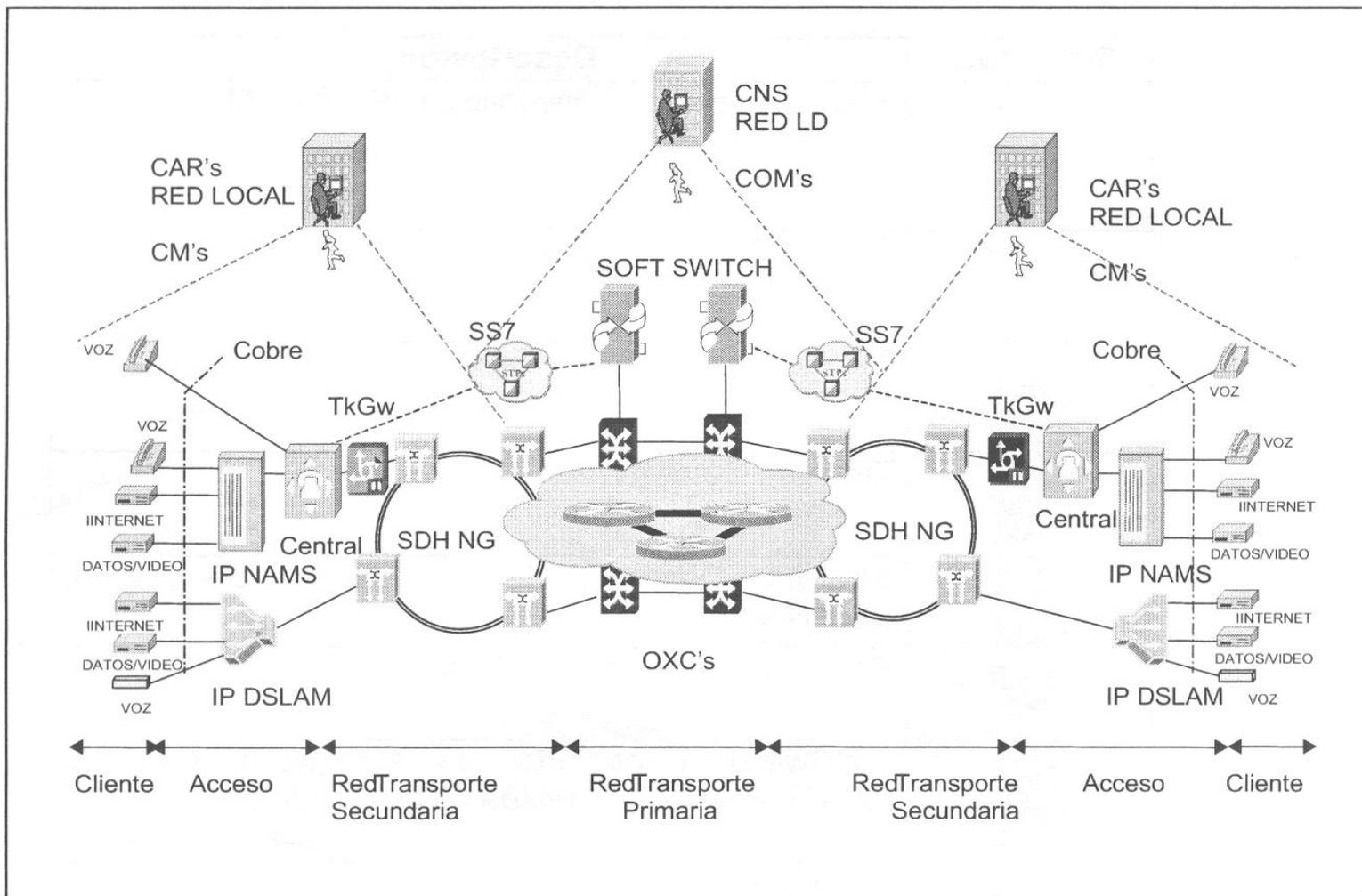
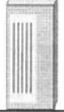


Fig. 1.1 Evolución tecnológica de la Red de Telecomunicaciones de TELMEX.

A continuación se describen los símbolos mostrados en la figura 1.1.

Símbolo...	Descripción...
	Nodo de Acceso Multiservicios IP, IP NAM.
	Central Telefónica Digital.
	IP DSLAM.
	Trunking Gateway, TkGw.
	Jerarquía Digital Sincrona de Nueva Generación, SDH NG.
	Red de señalización CCITT # 7, SS7.
	SoftSwitch, Controlador de los Media Gateway (MGC), Agente de llamadas (CA, Call Agent).
	Enrutadores.
	Cross Conector Óptico, OXC's.
	Centro de Administración de la Red, CAR.
	Centro Nacional de Supervisión, CNS.

- a) En la parte de conmutación local las centrales de conmutación de circuitos se sustituyen por centrales de acceso de tecnología IP, denominadas "Access Gateway", pero sin inteligencia de enrutamiento. En la red de acceso las URL's desaparecen y son sustituidas en su totalidad por los nodos NAMS, los cuales evolucionan a IP NAMS, ya que las interfaces V5.2 que las conectaban con las centrales, se sustituyen por interfaces IP que los interconectan con los "Access Gateway".
- b) En los servicios de acceso a Internet de alta velocidad los multiplexores de acceso con tecnología ADSL, conocidos por el genérico de DSLAM evolucionan a IP DSLAM

- c) La comunicación entre los diversos nodos de conmutación integra nuevos protocolos de señalización como SIP, H.248 (MEGACO), y H.323. La señalización SS7-ISUP permanece.
  
- d) La red de transporte local evoluciona al utilizar anillos de ADM's de tecnología SDH NG (New Generation), la cual incorpora los algoritmos de enrutamiento de las redes de datos, tales como OSPF (*Open Shortest Path First*, Protocolo abierto de selección de la trayectoria más corta primero); además es capaz de ofrecer interfaces Ethernet, que funcionan con un switch de datos, pudiendo recibir tráfico IP directamente de los clientes.
  
- e) La columna vertebral o backbone de transporte de alta capacidad para la red de larga distancia, con anillos de ADM's DWDM, así como crosoconectores ópticos OXC (Optical Cross Connect).
  
- f) Los centros de administración y control para las redes de transporte y conmutación, tales como los CAR (Centro de Atención a la Red) para la parte local y el CNS (Centro Nacional de Supervisión) para las redes de conmutación y transporte de larga distancia evolucionan para poder administrar las nuevas plataformas tecnológicas, mediante gestores que agrupen tecnologías y fabricantes diversos.
  
- g) Los centros de mantenimiento que atenderán los daños en campo son: CM's (Centros de Mantenimiento) para la red local y COM's (Centros de Operación y Mantenimiento) para la red de larga distancia.

Con el fin de poder entender los fundamentos en los que estará basada la Red de Nueva Generación (RNG) de Telmex, a continuación se explica su concepto desde el punto de vista del modelo funcional, sus capas y las tecnologías propuestas para cada una de ellas.

### Servicio de Conmutación Manual de Voz

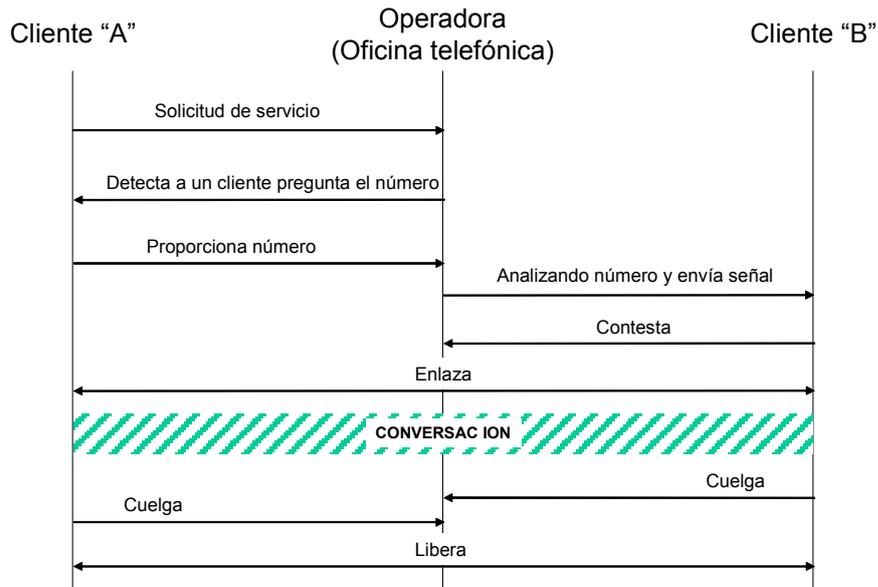


Fig. 1.2

### Servicio de Conmutación Automático de Voz

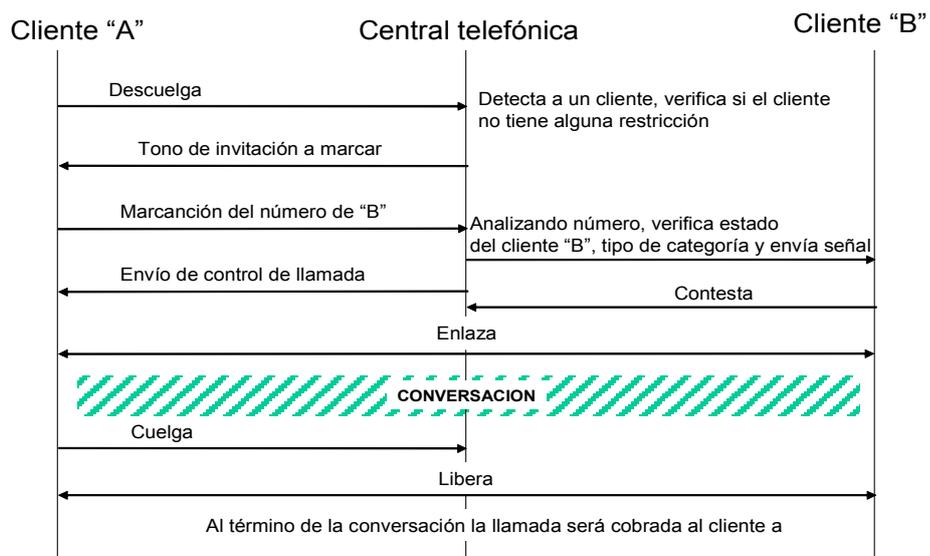


Fig. 1.3

### Servicio de Voz Urbana

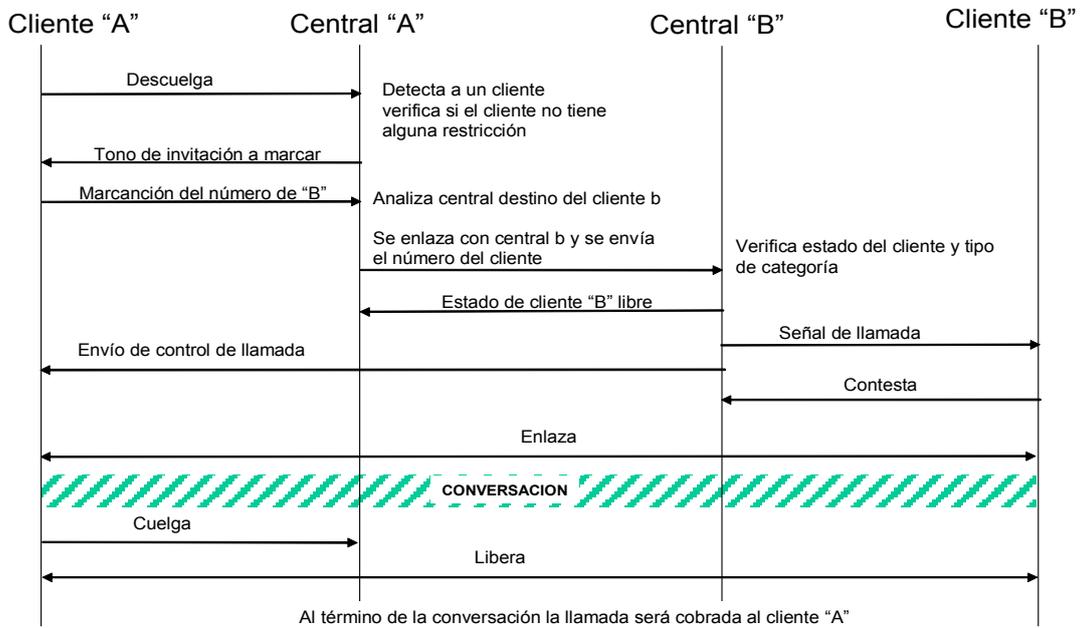
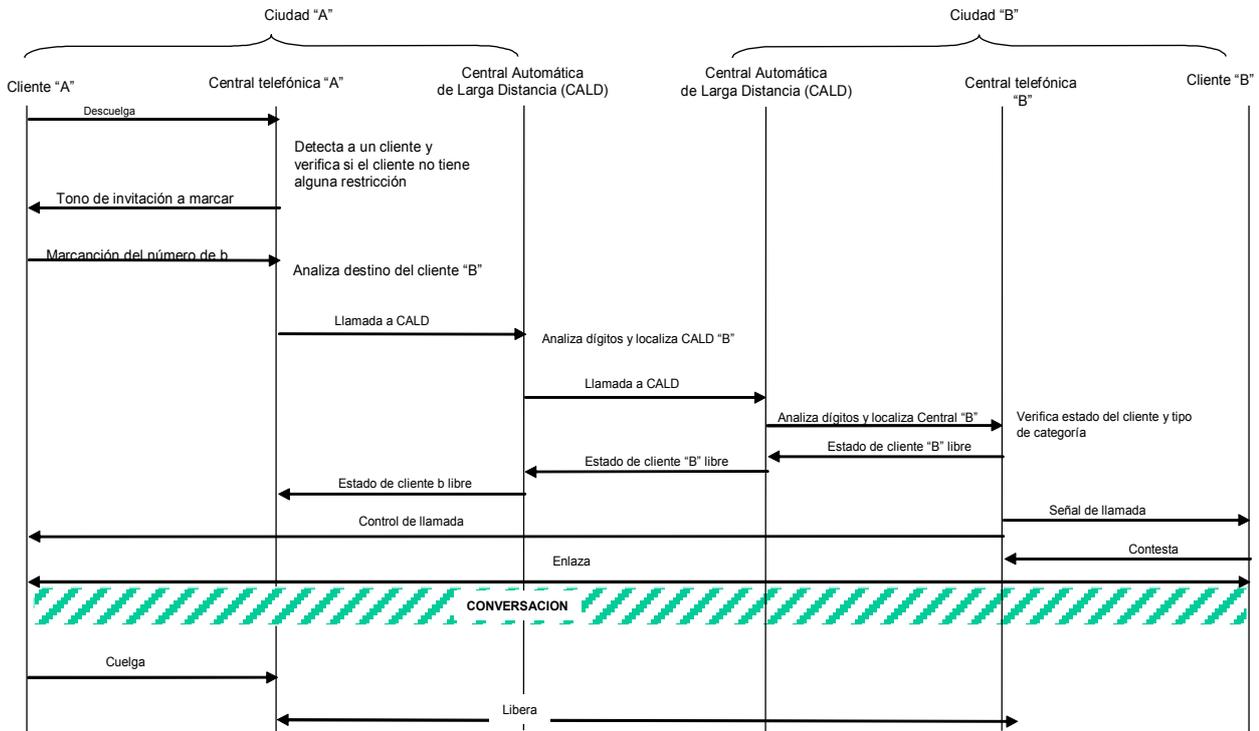


Fig. 1.4

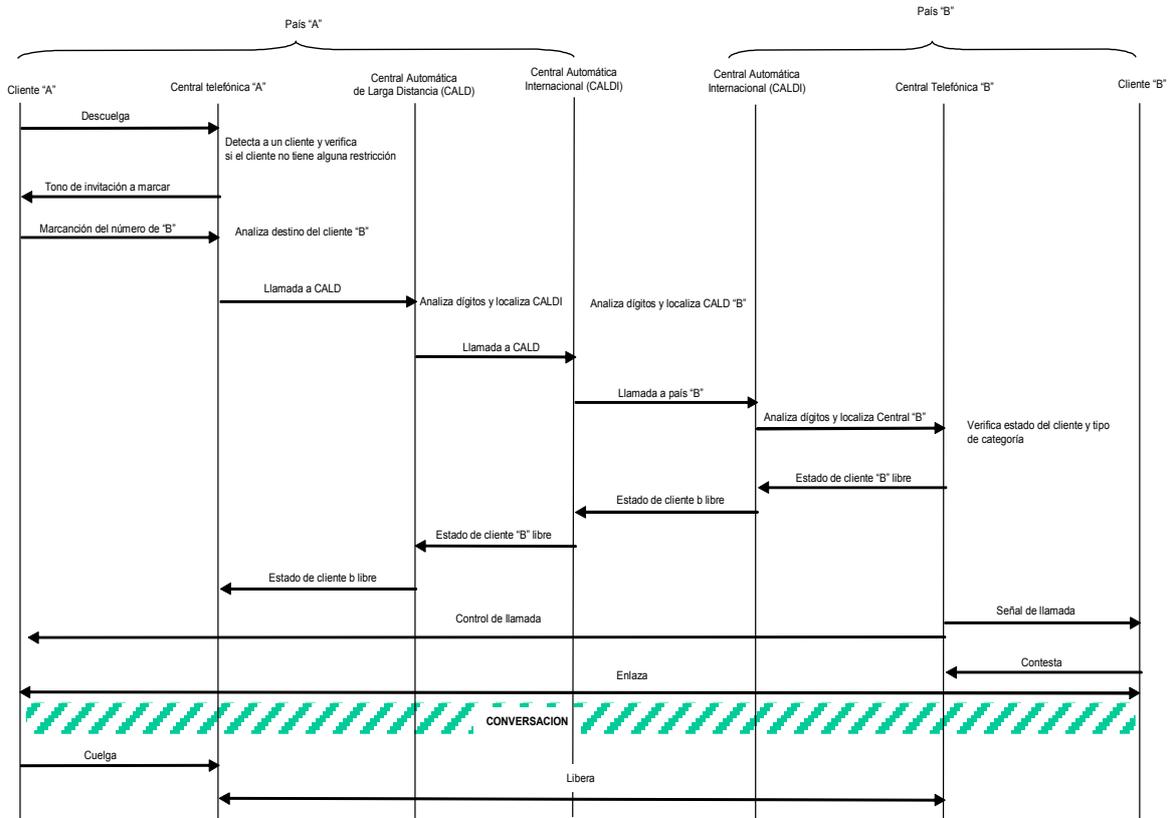
# Servicio de Voz Interurbana



Al término de la conversación la llamada será cobrada al cliente "A"

Fig. 1.5

# Servicio de Voz Internacional



Al término de la conversación la llamada será cobrada al cliente "A"

Fig. 1.6

## Servicio de Voz Mundial

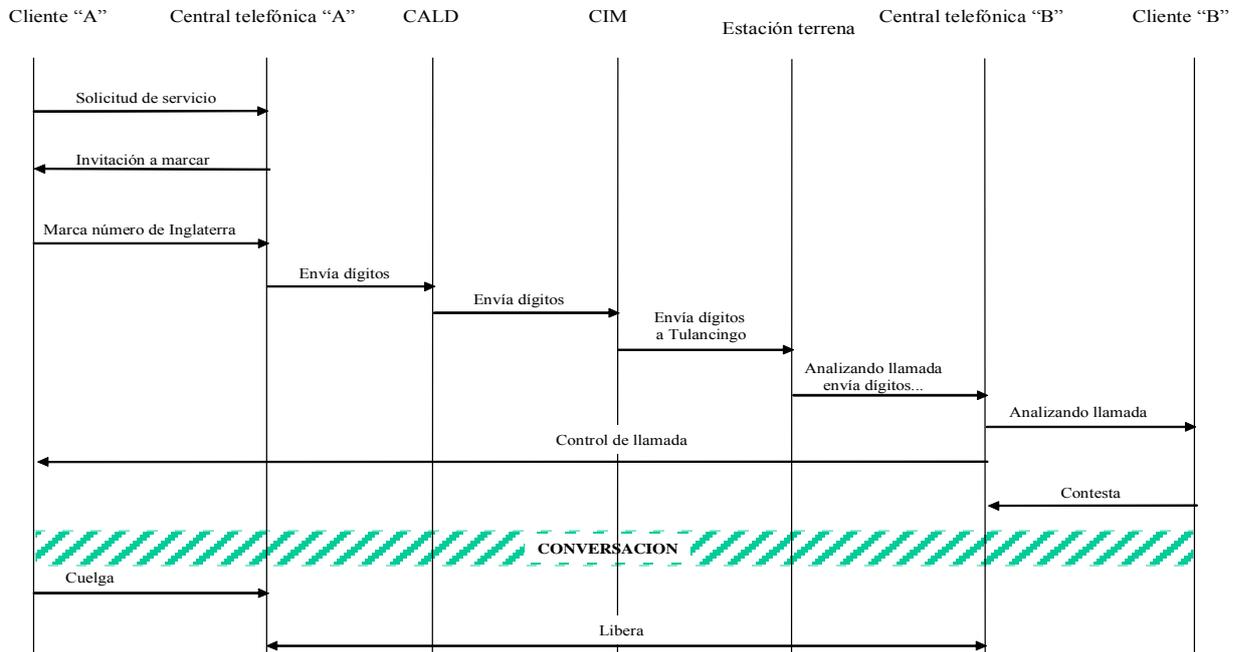


Fig. 1.7

### 1.2 Modelo Funcional de la Red

El Modelo Funcional de la Red de Nueva Generación de TELMEX se muestra en la figura 1.8 Este modelo propuesto esta dividido en capas.

El modelo funcional de la RNG está conformado por 4 capas fundamentales:

- Capa de conectividad
- sub capa de conmutación y transporte
- sub capa de adaptación
- sub capa de acceso
- Capa de control
- Capa de servicios
- Capa de gestión

Con la implantación de este modelo en la red, se podrán proporcionar los servicios de voz, datos y vídeo de una manera integral, sin importar que estos sean permanentes, semipermanentes o conmutados. Esto permitirá la optimización de las inversiones, la reducción de los costos de operación y mantenimiento, la creación de nuevos servicios, la flexibilidad del aprovisionamiento de los servicios actuales y futuros, así como mejoras importantes en la operación y mantenimiento de los mismos.

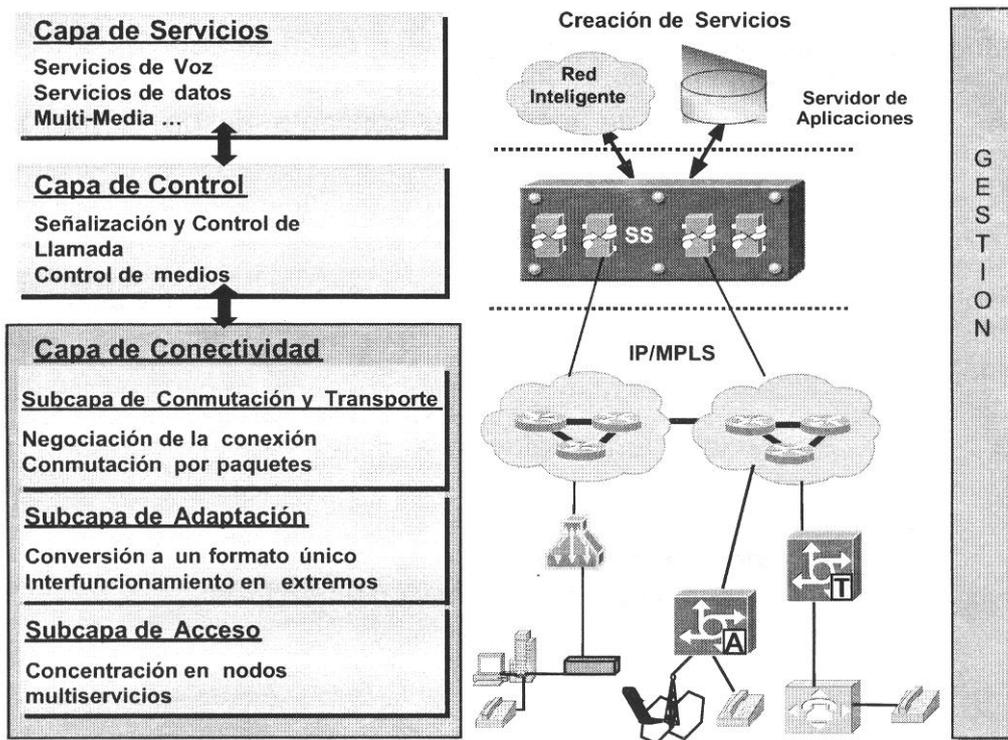


FIG. 1.8

### 1.3 Capa de conectividad

La capa de conectividad describe el acceso de diferentes usuarios, su adaptación a IP y el transporte dentro de la red, está conformada por tres partes fundamentales:

- sub capa de acceso
- sub capa de adaptación
- sub capa de conmutación y transporte

#### Subcapa de Acceso

La Sub capa de Acceso es la responsable de proporcionar la concentración de la gran variedad de interfaces y troncales provenientes de los usuarios a través de diferentes medios físicos consolidando su tráfico para de esta manera entregarlo, mediante interfaces estandarizadas, si es necesario ala sub capa de adaptación, o ala capa de conmutación y transporte si el servicio es en paquetes de manera natural.

#### Medios físicos de la subcapa de acceso

Los diferentes medios físicos de acceso que pueden ser utilizados son:

- Por radio, como WiMAX (IEEE 801.16, IEEE 801.20) 11

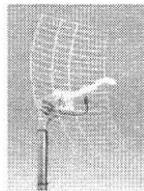


FIG. 1.9

- Por fibra óptica, con conceptos de fibra al edificio/poste/casa como GPON (Gigabit PON, basado en la recomendación de la ITU- T G.984 ).



FIG. 1.10

- Por cobre, mediante el uso de diferentes tecnologías como G.SHDSL, ADSL, ADSL2+ y VDSL que prolongarán el uso de la red existente.

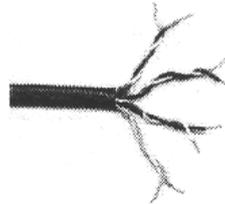


FIG. 1.10

### La subcapa de adaptación

La subcapa de adaptación es la responsable de proporcionar acceso a los diferentes tipos de interfaces de usuarios y truncales en cualquier formato (IP, FR, TDM, etc.) y procesarlas para convertirlas a paquetes IP y entregarlos a la subcapa de conmutación y transporte mediante interfaces estandarizadas basadas principalmente en 10/100/1000 Ethernet.

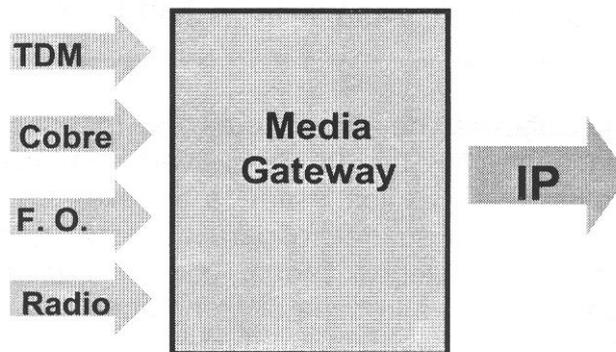


FIG. 1.11

Las funciones principales de esta subcapa son:

- Procesamiento de servicios críticos de tiempo real (por Ej. voz y vídeo) y no-críticos en el tiempo (datos) para adaptarlos a patrones de bits y formato de paquetes IP hacia la subcapa de conmutación para su procesamiento y transporte

- Procesamiento de la señalización del tráfico que egresa/ingresa entre la capa de conmutación y transporte y la red de no-paquetes, para inter operar con el servidor de llamadas inteligente y obtener el control de cualquier sesión mixta.

### Media Gateway (MGw)

El elemento que se encuentran en la subcapa de adaptación es el Media Gateway, el cual de acuerdo al lugar y funciones que realiza dentro de la red puede ser un: Trunking Gateway (TkGw) o un Access Gateway (AGw), los cuales se describen a continuación.

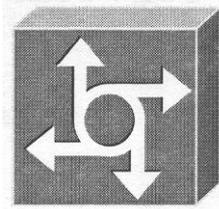


FIG. 1.112

### Trunking Gateway

La diferencia entre el Access Gateway o Trunking Gateway radica en el soporte de diferentes interfaces, es decir, el Trunking Gateway soporta principalmente interfaces de usuario del tipo E1.s y STM-1 y el Media Gateway soporta además de las interfaces ISDN PRI/PRA y V5.1.

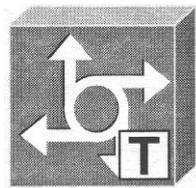


FIG. 1.13

La diferencia entre el Access Gateway o Trunking Gateway radica en el soporte de diferentes interfaces, es decir, el Trunking Gateway soporta principalmente interfaces de usuario del tipo E1.s y STM-1 y el Media Gateway soporta además de las interfaces ISDN PRI/PRA y V5.2

### Access Gateway

El Access Gateway realiza el mapeo o adaptación de los flujos provenientes directamente de equipos terminales o de acceso aun flujo de paquetes IP.

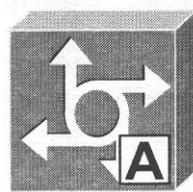


FIG. 1.14

En el proceso de adaptación de los flujos TDM a paquetes por medio de los "Trunking Gateway" y "Access Gateway", se utilizan codificadores para compresión de la voz, esto con el objetivo de optimizar el ancho de banda. Dentro de los codificadores que se utilizan para la compresión de la voz están los siguientes G.711 (compresión a 64 Kbps), G.723.1 (5.3 y 6.3 Kbps) y G.729 (8 Kbps).

### 1.4 Subcapa de conmutación y transporte

La subcapa de conmutación y transporte es la responsable del transporte de tráfico de los servicios de voz, datos o vídeo, está basada en tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS, SDH- NG, Switches Ópticos y WDM principalmente, lo que permitirá contar con una sola red de conectividad multiservicios.

Las funciones de esta capa son:

- Proporcionar una conexión cruzada básica entre puertos lógicos.
- Reenviar la información de usuarios (voz, datos y vídeo) haciendo uso de etiquetas o marcas en los paquetes de información. Específicamente, esto se llevará a cabo por medio de la tecnología MPLS, que además de cumplir con

las definiciones del modelo, agrega la facilidad de incorporar un mecanismo de QoS (Quality of Service -calidad de servicio) para los servicios transportados

- Soportar múltiples elementos de conmutación bajo el control de un solo controlador. Esto puede incluir a elementos ubicados remotamente a los cuales se tiene acceso a través del uso de interfaces SDH. Actualmente, se está promoviendo el uso de SDH de nueva generación, así como de RPR (Resilient Packet Ring, anillo de paquetes resiliente, IEEE 801.17), ambas tecnologías que permiten agregar capacidad de enrutamiento al nivel de SDH.
- Proporcionar una interfaz a los planos de adaptación, es decir, se tiene una función que permite tomar la información que es adaptada de las solicitudes de servicio de los clientes.

### 1.5 Capa de control

La capa de control tiene como función realizar el control de los diferentes servicios: voz, datos y vídeo y es responsable de las funciones de enrutamiento del tráfico entre las capas de conectividad y la capa de servicios. La capa de control debe ser modular y podría incluir varios controladores independientes

#### Funciones principales.

Las funciones principales de esta capa se indican a continuación:

- La capa de control es responsable del enrutamiento y reenrutamiento de tráfico y la asignación de recursos en la capa de conectividad y en la capa de aplicación.
- Enrutamiento de tráfico dentro de un nodo de conmutación, así como también el control del establecimiento de conexiones entre nodos de conmutación.
- Asignación y control del ancho de banda y parámetros de calidad de servicio a los flujos de información.
- Control de las funciones de establecimiento de llamada de los elementos de la subcapa de adaptación.
- Proporcionar protocolos estándares a los servidores de aplicación tales como SIP y Parlay.
- Soportar la variedad de interfaces de señalización que utilizará la red para el control de la voz, datos y video, incluyendo SS7, SIP, SIGTRAN, H.248, SIP- T, etc.
- Realizar las funciones de control de admisión e ingeniería de tráfico para la red.

- Proporcionar estadísticas a nivel de conexión, registros de detalle de llamada (CDR's) y alarmas.
- Capturar información de señalización de cada puerto para pasarla a la capa de control. Esto incluye SS7, así como también monitoreo de eventos dentro de banda tales como tonos DTMF sobre interfaces de voz.
- Esta capa debe tener la función de "8ignaling Gateway" (Gateway de señalización) entre dos o más redes que usen sistemas de señalización diferentes.
- Negociación de reservación de recursos de red para el transporte de tráfico en la capa de conectividad.
- Transferir la información necesaria para ofrecer calidad de servicio (QoS) y acuerdos de nivel de servicio (SLA) a través de la matriz de conmutación.
- Esta capa contendrá la lógica para establecer, modificar y liberar circuitos de extremo a extremo y administrará la capacidad de la red y el ancho de banda.

Dos tipos de control se pueden presentar en esta capa:

Control...	Descripción...
Distribuido	Es ampliamente utilizado, las centrales digitales TDM (conmutadores clase 5) son un ejemplo del control distribuido, cada una de ellas es una entidad independiente en donde se realiza el procesamiento del tráfico, la conectividad de los usuarios y se proporcionan funciones y facilidades para el aprovisionamiento de servicios para los usuarios conectados a ella.
Centralizado	Las funciones de procesamiento, conectividad y aprovisionamiento de los servicios de voz, datos y vídeo se realizan desde un punto centralizado, en las redes de nueva generación el dispositivo encargado de estas funciones es el Softswitch.

### Funciones del Softswitch

El Softswitch permite controlar las funciones desde un punto centralizado para interactuar con los servidores de aplicaciones y proporcionar las aplicaciones (voz, datos y vídeo) a los usuarios que se encuentran en los diferentes Gateways de adaptación. Con el control centralizado ya no se requerirá contar con un gran número de Softswitches en donde se realice el control de las llamadas.

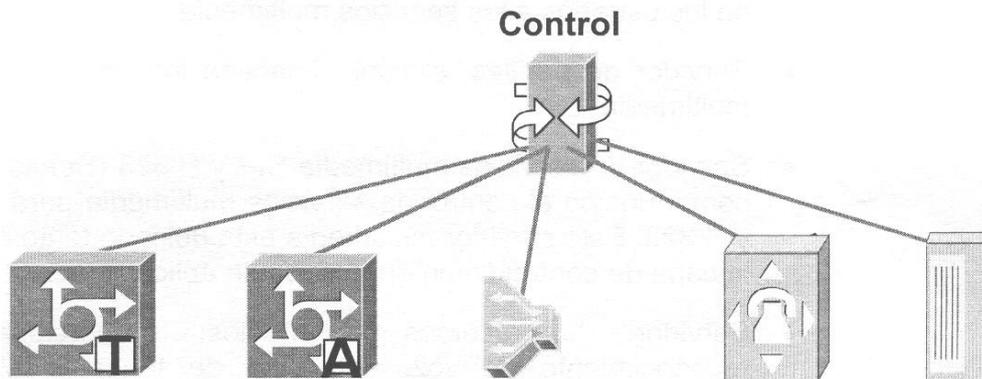


FIG. 1.15

El softswitch puede catalogarse de acuerdo a las funciones que realizan en clase 4 o clase 5.

El concepto de funcionalidad clase 4 consiste en que el Softswitch realice el control de las llamadas de tránsito, llamadas locales o de Larga distancia que son originadas y terminadas en las centrales host. Para realizar este control el Softswitch interactúa con los "Trunking Gateway" vía el protocolo de control estándar H.248.

Dentro o fuera del Softswitch se encuentra el "Signaling Gateway" (Gateway de Señalización) quien se encarga de hacer la adaptación de la señalización SS7, proveniente de las centrales digitales, al formato de la señalización manejada por el Softswitch.

El concepto de Softswitch con funcionalidad clase 5, consiste en proporcionar todas las funcionalidades, facilidades y servicios que hoy en día realiza una central host, además de que puede realizar la combinación de los servicios de usuarios que se encuentran en las redes de datos con usuarios de las redes TDM, así como el aprovisionamiento de servicios multimedia.

### **Dispositivos Asociados al Softswitch**

El Softswitch Clase 5 consiste de un conjunto de servidores y elementos de comunicación y control que interactúan para realizar el procesamiento de los servicios de voz, datos y multimedia. Los servidores y elementos con sus respectivas funciones son los siguientes:

- Servidor de Autenticación de usuarios: permite y valida el acceso de los usuarios a los servicios multimedia.
- Servidor de perfiles, el cual almacena los datos de los usuarios multimedia.
- Servidor de servicios multimedia SIP y H.323 (Servidor MM): tiene como función el control de servicios multimedia para usuarios SIP y H.323. Este servidor multimedia esta ubicado tanto en la parte en la capa de control como en la capa de aplicaciones.
- Servidor de recursos o medios: proporciona anuncios, reconocimiento de voz, detección de tonos DTMF, para los usuarios IP como usuarios analógicos conectados a los "Access Gateway's".
- Servidor de acceso: el cual puede estar dentro o fuera del servidor multimedia. Permite el acceso a las aplicaciones desarrolladas por terceros, utilizando mecanismos de protección por medio del protocolo Parlay.
- Access Gateway (Gateway's de Acceso -AGw): tienen como función principal conectar a los usuarios de los diferentes tipos de servicios como voz (POTS y PABX) y servicio de Internet a alta velocidad (ADSL) de manera rápida. Además son los entes capaces de proporcionar funcionalidades tales como: ruido de confort, cancelación de eco, anuncios, reconocimiento de voz, detección de tonos DTMF, etc.

### **Protocolos de Señalización.**

Para la interrelación de los diferentes elementos que conforman la solución de Softswitch Clase 4 y Clase 5 se requiere de la utilización de diferentes protocolos de señalización tales como:

- Protocolo de señalización y control SIP para el manejo de los usuarios SIP
- Protocolo de señalización H.248 utilizado entre el Softswitch y los AGw's, ya que contiene mensajes que permiten el control de los recursos de conmutación y comunicación de los AGw's y permite el establecimiento y liberación de conexiones de transporte sobre la red de paquetes. Es el protocolo que permite al Softswitch auditar los recursos de conmutación de los AGw's con el fin de

detectar posibles inconsistencias entre el control de la llamada y los recursos de los AGW's.

- Protocolo SIP- T, para la interconexión de Softswitches de diferentes dominios. Un dominio será aquel en donde un Softswitch controle aun grupo de Media Gateway.

## 1.6 Capa De Servicios

La capa de servicios es la responsable del aprovisionamiento de los diferentes servicios, tales como servicios Clase 5, servicios de valor agregado y servicios multimedia. Algunos de los servicios mencionados cuentan con su propia lógica de control y serán accedados directamente en esta capa y/o haciendo una petición desde la capa de control

### Funciones Principales

Las funciones de estas capas son las siguientes:

- Configuración y creación de servicios.
- 
- Habilitar interfaces con la capa de control.
- Desplegar servicios a toda la red.
- Habilitar servicios de Red Inteligente.
- Diseñar servicios con base en acuerdos de niveles de calidad (SIA: Service level Agreement) que permitirán ofrecer al usuario un servicio más adecuado a sus necesidades.
- Habilitar interfaces programables de aplicaciones (API: Application Programming Interface) para soportar aplicaciones de terceros proveedores y su conexión ala capa de control.
- Habilitar funciones AM (Accounting, Authentication, Authorization ).
- Activar servicios con distintos mecanismos de reconocimiento de datos de entrada (por ejemplo voz).
- Administrar directorios de aplicaciones.
- Configurar automáticamente los parámetros de operación de los servicios, es decir, que sólo sea necesario la conexión de equipos terminales y una llamada

al centro de atención para que la configuración adecuada se actualice y se preste el servicio.

- Interoperabilidad con los servicios de Red Inteligente y otras aplicaciones proporcionadas por la red.

### Tipos de Servicios

Los servicios proporcionados en el modelo de la Red de Nueva Generación se pueden agrupar en tres grandes grupos:

- Servicios clase 5, los proporcionados por la red telefónica tradicional.

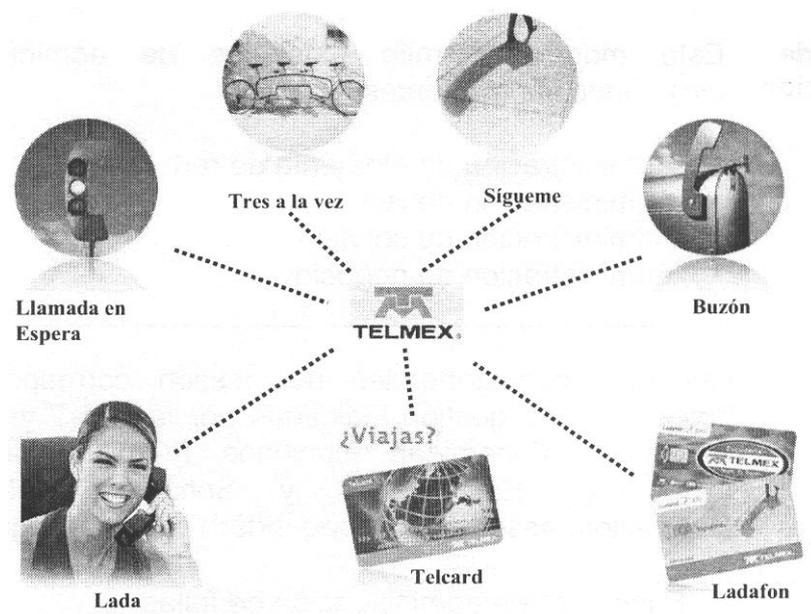


FIG. 1.16

- Servicios de valor agregado, los proporcionados por la Red Inteligente, por ejemplo servicios 800 y 900, Televoto, etc.
- Servicios multimedia, son los que combinan voz, datos y vídeo en una sola aplicación.

## Dispositivos

El dispositivo en esta capa es el servidor de aplicación, el cual es un servidor específico en el que residen las aplicaciones. El desarrollo de estas aplicaciones queda a cargo de proveedores especializados dedicados solo a este rubro.

La comunicación entre estos servidores y el Softswitch utiliza protocolos estandarizados como SIP y PARLAY e INAP CS1 con la plataforma de Red Inteligente para proporcionar los servicios de valor agregado.

### 1.7 Capa De gestión

La capa de gestión incluye funciones de administración para las capas de conectividad, de control y de aplicación. Estas funciones están basadas en el modelo TMN (Telecommunications Management Network) de la ITU-T.

#### Funciones de administración superiores

Este modelo permite funciones de administración superiores incluyendo las siguientes:

- Administración de elemento de red.
- Administración de red
- Administración de servicio
- Administración de negocio

#### Funciones FCAPS

Las funciones generales de gestión corresponden a las áreas funcionales de gestión indicadas por la ITU- T y por sus iniciales en inglés, se denominan funciones FCAPS (Faults, Configuration, Accounting, Performance y Security -fallas, configuración, facturación, desempeño y seguridad) y son las siguientes:

- Funciones de administración de fallas
- Funciones de administración de configuración.
- Funciones de administración de contabilidad (facturación)
- Funciones de administración de desempeño
- Funciones de administración de seguridad (autenticación de usuarios, control de acceso a los recursos, etc.)



FIG. 1.17

### **Capa de Conectividad: Acceso y Adaptación**

La Capa de Conectividad conjunta funciones diversas, tales como la convergencia entre redes fijas y móviles, la transición controlada de los servicios a los accesos multiservicio, como XDSL sobre cobre, inalámbrico fijo LDMS y fibra óptica con SDH y ATM.

Además, procesa los flujos de voz y datos para crear un formato único de paquetes que después serán conmutados y transportados a través de la red, utilizando los recursos de conmutación que también son controlados por la Capa de Conectividad.

### **Subcapa de Acceso**

El acceso al usuario sigue siendo el aspecto con mayor reto en la migración hacia la red de nueva generación. Técnicamente existen las opciones que son conocidas y no poseen grandes dificultades, no obstante el bucle de abonado aun es la parte más costosa en la mayoría de las redes y en Telmex no es la excepción. La razón es que este es generalmente una facilidad dedicada.

Normalmente los usuarios de pequeña, mediana y grande empresa se atienden con facilidades E1 y por lo tanto tienen una capacidad digital ligeramente adecuada para la conexión de éstos al backbone de la red. Sin embargo los usuarios residenciales generalmente se enlazan con los pares de cobre analógicos.

La RNG en el acceso, establece cómo los usuarios podrán acceder a los diferentes servicios con las capacidades que cada vez demandan más, tales como: ancho de banda, cobertura, protección y movilidad.

En la red de acceso se distinguen tres grandes rubros:

- Red de cobre.
- Red de fibra óptica.
- Red inalámbrica.

Las diferentes tecnologías para cobre, radio y fibra óptica se soportarán desde un nodo de acceso común.

### **Fusión Principal**

La función principal de la subcapa de acceso es proporcionar la conectividad a la red de Telmex utilizando distintos medios físicos, tales como cobre, fibra o radio y para lograrlo se tienen diferentes opciones tecnológicas:

### **Acceso Por Cobre**

La visión tecnológica para la red de cobre considera su explotación con mayores anchos de banda utilizando la técnica ADSL, ADSL2+ y el uso del VDSL, el cual se explotará en conjunto con enlaces punto a punto de fibra óptica que acerquen los nodos a los usuarios.

### **Acceso Por Fibra Óptica**

En términos de tecnología, se prevé soluciones en anillo con ADM/SDH-NG para usuarios del tipo corporativo y topologías arborescentes con redes ópticas pasivas PON para usuarios del tipo residencial.

Las redes PON deberán permitir al menos dos divisores en cascada y con base en los estudios de presupuestos de pérdidas por ramificación podrán manejarse hasta tres divisores en cascada con el fin de aumentar el número de usuarios finales.

Los sistemas para el transporte de bits en los árboles PON pueden resolverse en tres formas básicas: TDM/TDMA para servicios principalmente de voz en el ambiente actual, Gigabit Ethernet para servicios en formatos de paquetes y posteriormente CWDM sobre el cual podrá cursar IP directamente.

### **Acceso Inalámbrico**

En el caso de la interfaz de aire, se explotará en la red meta la técnica que utiliza el sistema de distribución local punto multipunto (LMDS: Local Multipoint Distribution System) que opera ya sea con FDM o TDM/TDMA.

La tecnología LMDS permitirá ofrecer accesos tales como los que se obtienen con los sistemas ADSL, pero con capacidades similares a la fibra óptica (en algunos casos se le ha denominado fibra en el aire). Con este sistema las interfaces hacia el usuario están orientadas hacia el uso de IP y ATM. La banda de frecuencias propuesta para este servicio está entre 10.5GHz, 26GHz, 28GHz y 38GHz.

Además de LMDS, se utilizan otras tecnologías como:

- WLAN basadas en el estándar 801.11b, 801.11g y 801.11n para proporcionar accesos con movilidad (Wi-Fi),
- WiMax para proporcionar servicios similares a ADSL
- WLL para proporcionar servicios similares a POTS.

### **Acceso Por Cobre**

Durante años se ha especulado sobre las limitaciones de las redes telefónicas y, en particular, si se podría superar los 14.4 kbit/s primero, y los 28.8 kbit/s después, utilizando pares de cobre. La RDSL dio un importante paso adelante al proporcionar 128 kbit/s en su acceso básico. En los siguientes años vimos cómo los nuevos módems xDSL se aproximaron a velocidades de 10 Mbit/s.

Dos acontecimientos importantes han impulsado a las tradicionales compañías operadoras telefónicas a investigar una tecnología que permitiera el acceso al servicio de banda ancha sobre sus tradicionales pares trenzados de cobre: Las nuevas aplicaciones multimedia y el acceso rápido a contenidos de Internet.

### **1.8 Tecnología xDSL**

La tecnología DSL (Digital Subscriber Line, Línea de Abonados Digitales) suministra el ancho de banda suficiente para numerosas aplicaciones, incluyendo además un rápido acceso a Internet utilizando las líneas telefónicas; acceso remoto a las diferentes Redes de área local (LAN), videoconferencia, y Sistemas de Redes Privadas Virtuales (VPN).

xDSL esta formado por un conjunto de tecnologías que proveen un gran ancho de banda sobre circuitos locales de cable de cobre, sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, entre la conexión del cliente y el primer nodo de la red. Son unas tecnologías de acceso punto a punto a través de la red pública, que permiten un flujo de información tanto simétrica como asimétrica y de alta velocidad sobre el bucle de abonado.

Las tecnologías más usadas en Telmex son: G.SHDSL, ADSL, ADSL2+ y VDSL.

### **Acceso Por Fibra Óptica**

La transmisión óptica tiene muchas e importantes ventajas en comparación con otros medios basados en cobre o radio. Una de sus características principales es que es inmune a las interferencias electromagnéticas y además no requiere de regeneradores en distancias cortas. Pero su mayor virtud es proporcionar un ancho de banda teóricamente ilimitado y por lo tanto una gran capacidad de transporte de bits, actualmente, en el orden de los TeraBits.

En su nivel más básico, las redes ópticas requieren tres componentes fundamentales:

- Una fuente de luz, LED o diodos láser
- Un medio sobre que transportarse, fibra óptica monomodo o multimodo
- Un receptor de luz, fotodiodos PIN o APD

Los bits son representados por impulsos de luz generados en el emisor, estos impulsos viajan a través de la fibra, utilizando una cierta longitud de onda o frecuencia, para ser finalmente detectados en el receptor en donde son recuperados.

Bajo estos fundamentos se han logrado construir sistemas con capacidades de Gbits y más recientemente utilizando WOM (Multiplexación por división de longitud de onda) sistemas con capacidades que están alcanzando la línea de los TeraBits.

### 1.9 Tecnología WDM

WDM es una tecnología que multiplexa datos de distintas fuentes a diferentes tasas de bits y diferentes protocolos (tales como Fibre Channel, Ethernet y ATM) en una única fibra óptica.

Cada canal de datos, o señal, es transportada en su propia longitud de onda. Una longitud de onda es comúnmente referida como una  $\lambda$ . Utilizando tecnología WDM, pueden multiplexarse una gran cantidad de longitudes de onda separadas en un haz de luz transmitido en una única fibra óptica.

En el lado receptor, cada canal es entonces demultiplexado nuevamente a su estado original. Este procedimiento es el mismo en el que están basadas las tecnologías CWDM y DWDM.

En ambientes de laboratorio se tienen dispositivos capaces de manejar hasta 1000 longitudes de onda en una fibra pero en explotación solo se ha llegado a las 160.

Como se mencionó anteriormente WDM está separada en un par de variantes:

Técnica...	Descripción...
<b>DWDM</b> , (Multiplexación por división de longitud de onda densa)	Tiene una mayor capacidad y es utilizada principalmente en la red de larga distancia.
<b>CWDM</b> , (Multiplexación por división de longitud de onda gruesa)	Posee una menor capacidad (de acuerdo al estándar hasta 18 longitudes de onda o $\lambda$ s) pero los dispositivos son menos costosos y es una buena opción para la red de acceso.

#### Técnica CWDM

La técnica de multiplexación CWDM (Coarse WDM -Multiplexación por División de Longitud de Onda Gruesa) consta de 18 longitudes de onda definidas en el intervalo 1270 a 1610 nm con un espaciado de 20 nm.

CWDM se caracteriza por un espaciado más amplio de canales que el de la multiplexación por división densa de longitud de onda (DWDM). Los sistemas CWDM son más rentables para las aplicaciones de redes metropolitanas.

El plan de longitudes de onda descrito en la nueva Recomendación UIT- T G.694.2 tiene un espaciado de canales de 20 nm para dar cabida a láser de gran

anchura espectral. Este espaciado amplio de canales se basa en consideraciones económicas relacionadas con el costo del láser y filtros, que varían según dicho espaciado.

CWDM utiliza láseres no estabilizados en combinación de filtros de banda ancha, lo cual les brinda un espaciado grueso de 20nm entre canales. Las tarjetas de los transmisores CWDM tienen un consumo de potencia menor que las de los transmisores DWDM, ya que no necesitan controlar la temperatura de los diodos láser.

### Ejercicio de utilización de CWDM

Para los servicios de voz puede utilizarse un transporte por fibra que enlaza los sitios de usuarios corporativos con la red del proveedor de servicios utilizando tecnología CWDM

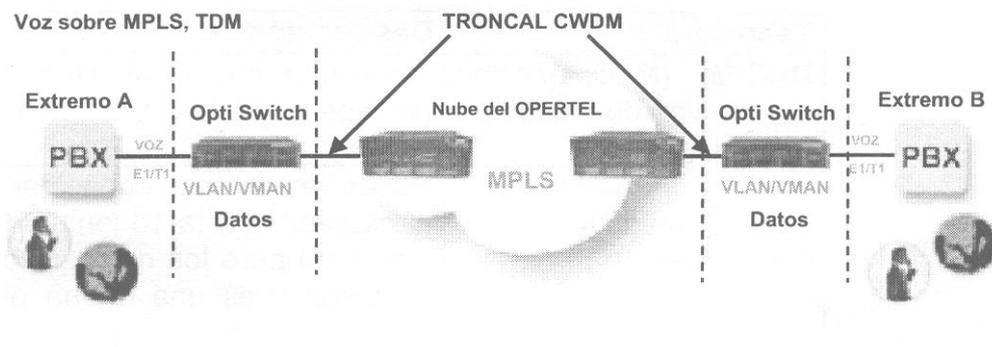


FIG. 1.18

### 1.10 Tecnología PON

PON (*Passive Optical Networks*, Red Óptica Pasiva) es la tecnología que permite construir redes ópticas utilizando componentes pasivos (splitters) para lograr la conexión entre el proveedor de servicio y el cliente en una arquitectura tipo árbol.

Actualmente la mayor parte de las redes ópticas instaladas están basadas en componentes activos ubicados en las instalaciones del proveedor de servicios, en el sitio del cliente ya través de las trayectorias (repetidoras, conmutadoras), logrando conexiones punto a punto.

Los dispositivos en la trayectoria por ser activos requieren de alimentación y una cierta capacidad de proceso, lo que repercute en costos más elevados y además en el aumento de los posibles puntos de falla.

Con PON todos los dispositivos activos en la trayectoria son eliminados y sustituidos por componentes ópticos pasivos los cuales se encargaran de guiar el tráfico en la red dividiendo la potencia de la señal óptica hasta hacerlo llegar al punto final.

Utilizando PON pueden construirse redes con arquitectura en árbol logrando que desde una sola fibra saliendo desde las instalaciones del proveedor se pueda brindar servicio a varios usuarios.

### Arquitectura PON

Una PON consiste en:

- Un Terminador de Línea Óptica, OLT (Optical Line Terminator) localizado en la oficina central y
- Un grupo asociado de Terminales de Red Óptica, ONT (Optical Network Terminator) localizados en los domicilios de los clientes.

Entre ellos se encuentra la Red de Distribución Óptica (ODN -Optical Distribution Network) compuesta de fibras y de divisores pasivos (PASSIVE SPLITTERS) o acopladores.

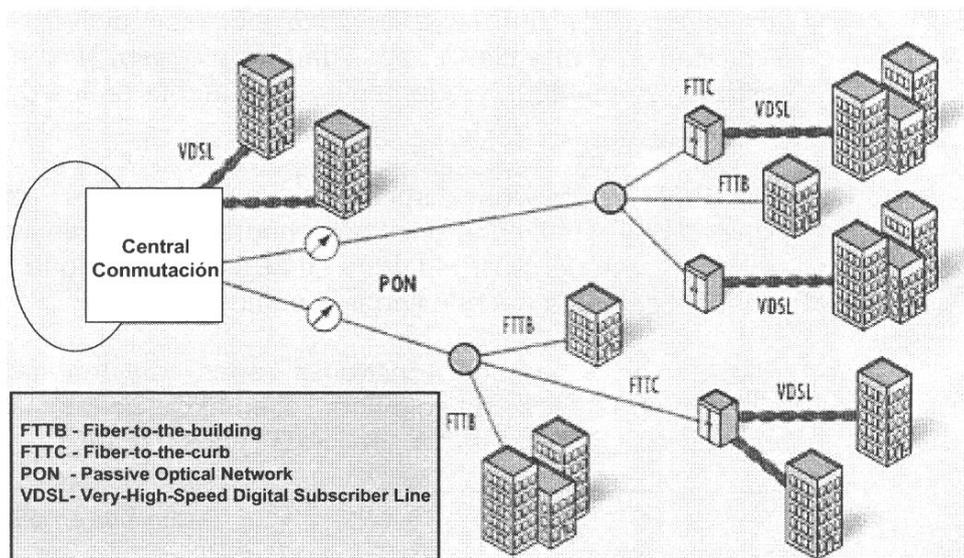


Fig. 1.19 Elementos de una red PON.

Tal como se muestra en la figura, en una red PON, una sola fibra parte desde la central para posteriormente ramificarse una y otra vez hasta alcanzar mediante tramos individuales de fibra cada edificio o equipo a servir, utilizando para ello divisores/acopladores pasivos.

Lo anterior permite que el alto costo de un cable, que iría de la central hasta el cliente, sea compartido entre muchos clientes y en consecuencia el costo del tendido de la fibra hacia el negocio (FTTB -Fiber To The Business) o fibra hasta el hogar (Fiber To The Home) se hace mucho más barato.

### **Funcionamiento de una Red PON**

La fibra principal en una red PON puede operar a 155 Mbps, 622 Mbps, 1.25 Gbps ó 1.5 Gbps utilizando los estándares:

- ATM PON (APON)
- Ethernet PON (EPON)
- Giga PON (GPON)

Donde el ancho de banda asignado a cada cliente, puede ser asignado estática o dinámicamente en orden de soportar aplicaciones de voz, datos y video.

Los datos de bajada (Downstream) son transmitidos desde OLT hacia cada ONT (broadcast) y cada ONT procesa los datos destinados a él, comparando la dirección en el encabezado de unidad de protocolo de transmisión.

El manejo de los datos de subida (Upstream) es más complicado debido a la naturaleza compartida del medio del ODN. Existe la necesidad de coordinar las transmisiones de cada uno de los ONT's hacia el OLT con el fin de evitar colisiones.

Los datos de subida (Upstream) se transmiten de acuerdo a mecanismos de control en el OLT, usando el protocolo TDMA (Time Division, Multiple Access -Acceso Múltiple por División de Tiempo), en el cual ranuras de tiempo dedicadas están garantizadas para cada ONT individual. Las ranuras de tiempo están sincronizadas de tal manera que las ráfagas provenientes de diferentes ONT's no colisionan.

## APON

La red APON típica es la que utiliza accesos VDSL, donde la ONU está a pocos metros del cliente. Es la forma más rápida y económica de dar servicios IP, video y 10/100 Ethernet sobre una plataforma de fibra hasta el cliente.

Se rige bajo el estándar G.983 que especifica los elementos activos de la red:

- OL T (Optical Line Terminal): que entrega datos usando TDM en 1550nm downstream a 155 o 622 Mbps.
- ONU (Optical Network Unit): cercano al equipo de abonado que entrega datos a 131 Onm upstream a 155 Mbps.

Convierten los pulsos de luz al formato deseado, ATM, Ethernet, etc.



FIG. 1.20

## EPON

Surge pensando en la evolución de las redes LAN de Ethernet a Fast Ethernet.

- Eliminan la conversión ATM/ IP en la conexión WAN-LAN.
- Disminuye la complejidad de los equipos.
- EPON es más eficiente en el transporte de tráfico basado en IP.
- Disminuye el costo de equipos, costos operativos, y simplifica la arquitectura.

Ethernet óptica en sus variantes Punto a Punto (P2P) y Punto a Multipunto (P2MP) es adecuada para acceso local.

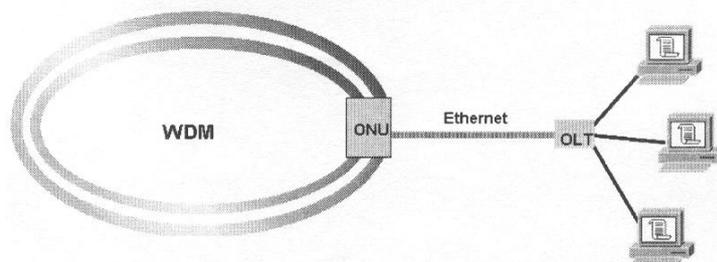


FIG. 1.21

### GPON

Trabaja igual que EPON, pero maneja tasas de transferencias dentro del orden de los 1000 Mbps.

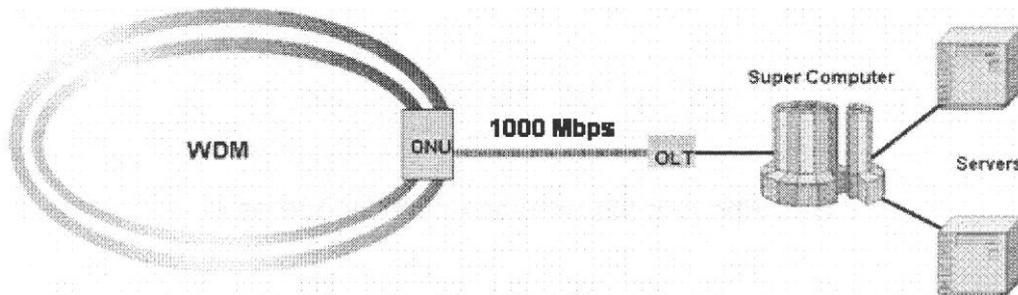


FIG. 1.22

### Beneficio de una red PON

La arquitectura PON es a prueba del futuro, ya que es capaz de manejar las aplicaciones actuales de voz, video y datos, e igualmente es capaz de manejar las aplicaciones emergentes del futuro. De esta manera, PON elimina la necesidad de costosas actualizaciones y mejoramientos.

PON permite al operador de telecomunicaciones el ofrecer servicios adicionales. Con la arquitectura PON, el operador de telecomunicaciones puede ofrecer un amplio rango de servicios que hoy son marginales, como video digital conmutado, video bajo demanda, TV interactiva, juegos en red de banda ancha, así

como la posibilidad de aprovisionar ancho de banda de manera remota, de acuerdo a los cambios en las necesidades de los clientes.

### **Acceso Inalámbrico**

Una de las formas de transmitir datos es a través de señales de radio, este tipo de sistemas inalámbricos son excelentes porque que evitan todo tipo de cableados, esto los convierte en una solución económica y efectiva para la ultima milla y para redes locales privadas.

### **Limitaciones**

Los sistemas inalámbricos están limitados por el uso del espectro de frecuencias y la distancia entre el transmisor y el receptor, su medio de transmisión es la atmósfera y por ello todos los fenómenos atmosféricos afectan la calidad de la transmisión.

Uno de los graves problemas son las interferencias de otros sistemas cercanos que afectan la calidad de la señal, no olvidemos que los sistemas de radio son incapaces de transmitir señales en forma digital por lo que cualquier señal digital que se transmita vía radio deberá de convertirse previamente en una señal analógica y esto la hace susceptible a la afectación por ruido, claro que el ruido no solo será tolerado sino hasta eliminado dentro de ciertos rangos, pero es algo que ahora deberá de tomarse en cuenta.

De todo esto se desprende que para optimizar el uso del ancho de banda ahora debe de tomarse en cuenta no solo el ancho de banda de los datos a transmitir, sino que también el tipo de modulación, la distancia, la frecuencia de la portadora, los niveles de transmisión y recepción, el numero de receptores y transmisores atendidos por el sistema en forma simultanea y algo muy importante la seguridad de la información ya que por estar al aire cualquiera la podría interceptar perdiendo la privacidad que el usuario requiere.

**Sistemas NLOS**

Los sistemas de radio NLOS son aquellos que no requieren línea de vista, es decir que la antena transmisora y la receptora no requieren verse entre si, estos sistemas son omnidireccionales porque su señal se transmite hacia todos lados.

Un buen ejemplo es la tecnología WiFi utilizada en las redes LAN inalámbricas.

**Sistemas LOS**

Los sistemas que requieren línea de vista (LOS) son generalmente sistemas de mayor alcance hasta 50 Km. (Telmex utiliza la telefonía inalámbrica del fabricante ALVARION con alcance de hasta 25 Km.), se manejan en forma celular, lo que facilita la optimización de frecuencias y simplifica los aspectos de seguridad, la antena transmisora y la receptora deberán de tener el espacio entre ellas libre de obstáculos, es decir deberán de verse a simple vista, de esto depende su nivel de recepción y deberán de estar orientadas una con respecto a la otra, cualquier obstáculo o cambio en las condiciones de temperatura y humedad producirán variaciones en el nivel de recepción (Desvanecimientos).

Cuando se tienen sistemas (LOS) es común que se formen trayectos de señal diferentes (Multitrayecto) esto puede producir interferencias en la señal recibida al producirse según sea la fase de las señales recibidas sumas o restas del nivel, este efecto es el que observamos cuando de noche nos aproximamos a una ciudad, es común ver que las luces parpadean cuando en realidad su luminosidad esta fija, este efecto se debe a los multitrayectos por los cuales viaja la luz, así cuando se suman por la fase las señales, vemos un gran brillo y cuando se restan por la fase vemos que su luz se atenúa o desaparece.

## Capitulo 2

### Sistema E1, NORMAS G-703, G-704, G-732

#### 2.1 Interpretación de las normas para sistemas de 2.048 Mb/s.

Recomendación UIT-T G.703.

Características físicas y eléctricas de las interfaces

Digitales jerárquicas.

Esta Recomendación especifica las características físicas y eléctricas recomendadas de las interfaces a las velocidades binarias jerárquicas como se describe en la Recomendación G.702. Las interfaces se definen en términos de características generales, especificaciones en los puertos de salida y puertos de entrada y/o puntos de transconexión, puesta a tierra del conductor exterior o del blindaje y reglas de codificación.

Interfaz a 2048 kbit/s.

#### Características generales

Velocidad binaria: 2048 kbit/s  $\pm$  50 ppm

Código: Bipolar de alta densidad de orden 3 (HDB3) (la descripción de este código figura en el Capitulo 3).

Especificaciones en los puertos de salida.

Parámetro	Valor Recomendado	
Velocidad nominal del tren de pulsos	2048 Kb/s $\pm$ 50 ppm	
Impedancia (Entrada-Salida).	120 $\Omega$ Balanceada. 75 $\Omega$ Desbalanceada.	
Código.	HDB-3.	
Interfaz en cada dirección de TX.	Par simétrico.	Par coaxial.
Impedancia de carga.	120 $\Omega$ .	75 $\Omega$ .
Amplitud Pico del pulso (Estado 1).	3 Volts.	2.37 Volts.
Amplitud pico del pulso (Estado 0).	0 $\pm$ 0.3 Volts.	0 $\pm$ 0.237 Volts.
Anchura Nominal del pulso.	244 $\eta$ S	244 $\eta$ S

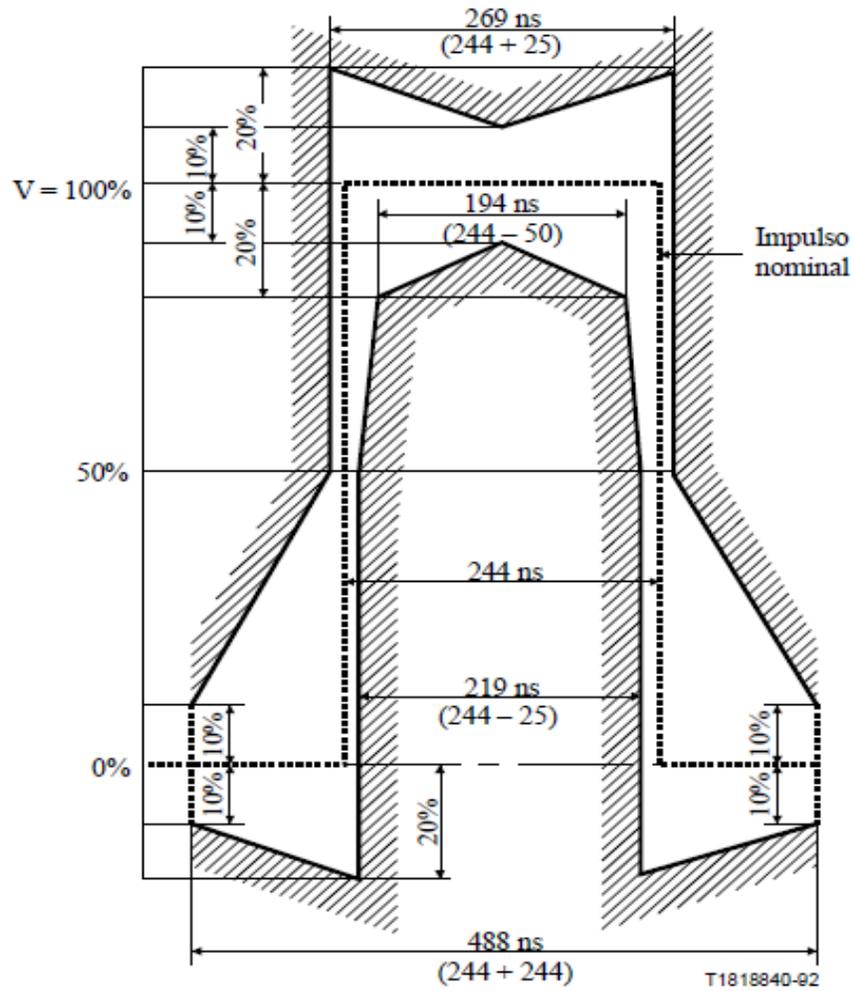


Fig2.1Mascara de pulso en el caso de una interfaz a 2048 kbit/s

Frecuencia	2048 kHz $\pm$ 50 ppm	
Forma de los impulsos	La señal debe ajustarse a la plantilla (figura 20). El valor V corresponde al valor de cresta máximo. El valor V <sub>1</sub> corresponde al valor de cresta mínimo.	
Tipo de par	Par coaxial (véase la nota en 13.4)	Par simétrico (véase la nota en 13.4)
Impedancia de carga de prueba	75 ohmios resistiva	120 ohmios resistiva
Tensión de cresta máxima (V <sub>op</sub> )	1,5	1,9
Tensión de cresta mínima (V <sub>op</sub> )	0,75	1,0
Máxima fluctuación de fase en el puerto de entrada	0,05 intervalos unitarios cresta a cresta, medidos en la gama de frecuencias $f_1 = 20$ Hz a $f_4 = 100$ kHz (nota)	
NOTA – Este valor es aplicable a los equipos de distribución de temporización de la red. Pueden especificarse otros valores para los puertos de salida de la señal de temporización de enlaces digitales que transportan la temporización de la red.		

Fig. 2.2 Interfaz de reloj digital a 2.048 MHz

## 2.2 Recomendación UIT-T G.704 y 732 (Tenga en cuenta que G.732 no se define la señalización de los estados, sólo el transporte de los estados a través de la señalización por canal asociado CAS)

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

- nodos de la red, en especial, equipos multiplex digitales síncronos y centrales digitales en redes digitales integradas (RDI) para telefonía y redes digitales de servicios integrados (RDSI), y
- equipo de multiplex

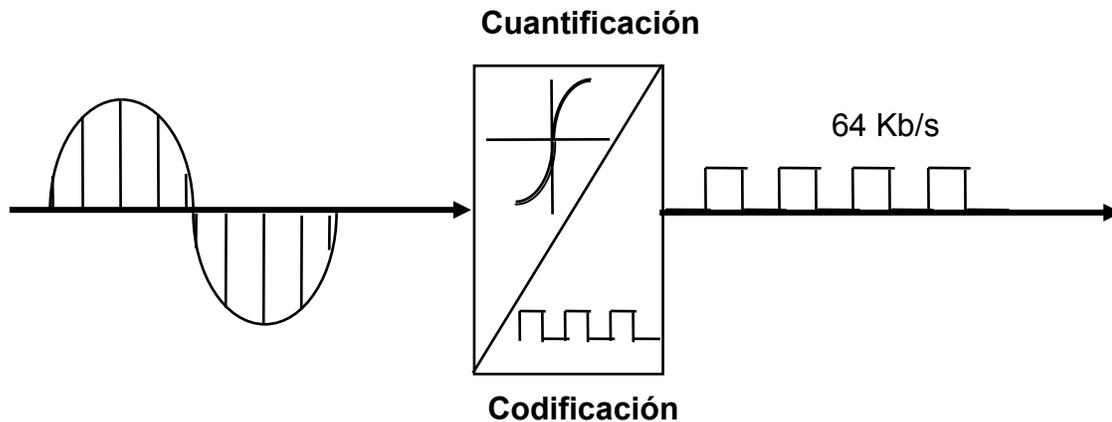


Fig. 1.3 Codificador E1

En la figura anterior se observa la señal digital que sale con velocidad de 64 Kb/s, esta es la velocidad del canal telefónico digitalizado y se obtiene de la multiplicación de los 8 bits de la palabra digital multiplicados por la frecuencia del muestreo de 8 KHz. Esta señal junta con otras 29 son multiplexadas en el multiplexor más 2 espacios de tiempo, el TS0 y el TS16, para formar la señal completa de 2048 Kb/s.

El multiplexado en los sistemas E1 se lleva a cabo Byte por Byte y para lograrlo se estructura la trama de acuerdo a la norma G-732 del UIT-T que pone de manifiesto que una trama se forma por 32 espacios de tiempo (Ts) y que su periodo de duración es de 125 microsegundos. Cada TS está formado por 8 bits que son obtenidos al codificar la muestra PAM (Modulación por Amplitud de Pulsos) cuantificada.

En este capítulo se describirá como se estructura la trama en estos sistemas de transmisión digital.

En transmisión el bit, es definido como la mínima cantidad de información que se puede transmitir a través de un medio de transmisión (par simétrico, cable coaxial, fibra óptica y microondas) constituido por un uno o un cero como se observa en la figura 1.15

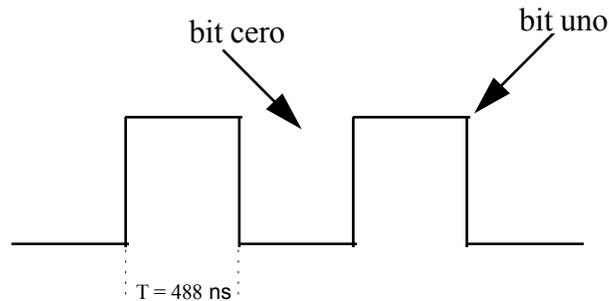


Fig. 1.4 El bit

Cuyo periodo del bit es de 488 nanosegundos, esto es porque en los sistemas E1 la frecuencia de transmisión es de 2048 KHz y al obtener el recíproco de este valor se obtiene el periodo del bit.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2048000 \text{ Hz}} = 488 \text{ ns}$$

f = frecuencia de transmisión

T = periodo del bit

### Time Slot (espacio de tiempo ts)<sup>1</sup>

Es un segmento de tiempo asignado por el sistema E1 a un canal. En telefonía el TS es de ocho bits consecutivos, su tiempo de duración es de 3.9 microsegundos

<sup>1</sup> También conocido como, Byte, Muestra, Canal.

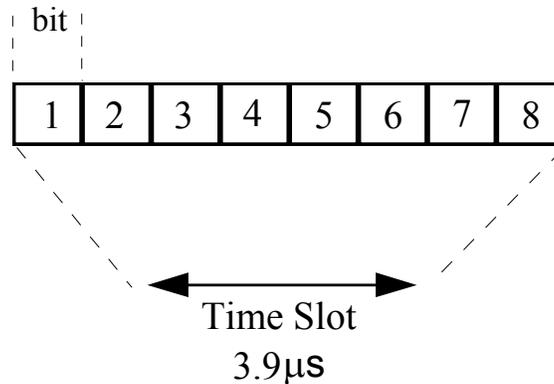


Fig. 1.5 Espacio de Tiempo

Al conjunto de los ocho bits se le llama Time Slot por sus siglas en ingles, pero también se le llama muestra codificada, palabra E1 y en computación Byte. Cuando esta palabra se transmite se envía siempre por el bit más significativo, esto quiere decir que al extremo remoto va a llegar primero el bit número uno, el dos y así hasta el bit número ocho.

El periodo del TS se obtiene al multiplicar el periodo del bit por ocho obteniéndose el resultado de 3.9 microsegundos, pero también se puede obtener al dividir el periodo de la trama que es de 125 microsegundos entre treinta y dos que son el número de espacios de tiempo que forman a dicha trama.

### 2.3 Estructura de trama de los sistemas E1

En una trama<sup>2</sup> de pulsos codificados existan intervalos de tiempo definidos exactamente. La trama asigna a cada señal multiplexada E1 un espacio de tiempo de 8 bits, siendo su frecuencia de repetición de trama igual a la frecuencia de muestreo de las señales de entrada (8 Khz correspondientes a 125 microsegundos).

La figura 1.17 la trama de estos sistemas esta dividida en los espacios de tiempo 0 a 31, lo que conduce a una longitud de trama de 256 bits, y una frecuencia de repetición de 8000 Hz. la capacidad de transmisión de 2048 Kb/s (recomendación G.732 y G.702 del UIT-T).

<sup>2</sup> G-704 de UIT-T

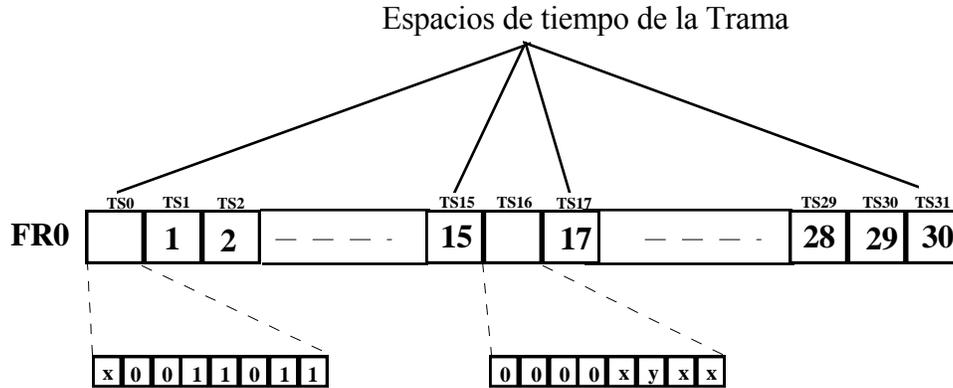


Fig. 1.6 La Trama

El comienzo de la trama está definido por la palabra de sincronía de trama de ocho bits en el espacio de tiempo cero. En este espacio de tiempo (TS0) se transmiten alternativamente la palabra de sincronía de trama y la palabra de alarmas, como se describirá más adelante. En el TS16 se transmite la palabra de sincronía de multitrama (únicamente en la trama cero).

Como se puede ver en la figura 1.17, el TS1 lleva información del canal 1, el TS2 del canal 2 y así hasta el TS15 que lleva información del canal 15. Después del TS16, el TS17 lleva información del canal 16 y así hasta el TS31 que lleva la información del canal 30.

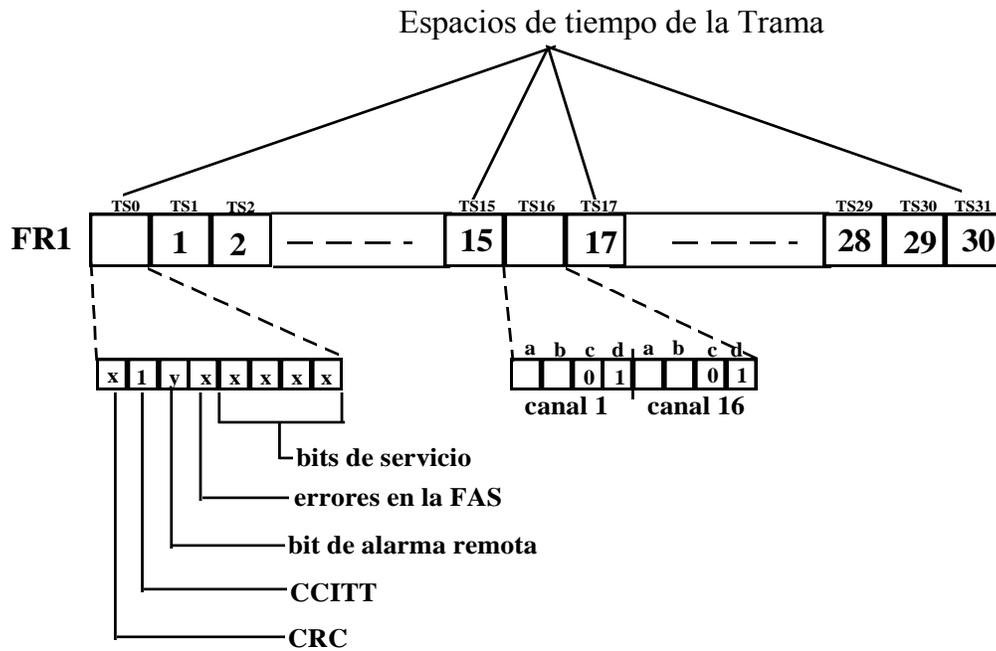
*SIGNIFICADO DE LOS BITS DE LA PALABRA DE SINCRONIA DE TRAMA*

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

Al bit número uno se le da uso nacional o internacional por norma de la UIT, en estado uno si la llamada es internacional y en estado cero si la llamada es nacional. Los bits del dos al ocho son el patrón de sincronía, estos bits deben de

llegar al extremo remoto sin que cambie su estado, si llegan cambiados el equipo remoto detecta un primer error en la palabra de sincronía y cuando recibe por tres o cuatro veces consecutivas errores en la palabra de trama el enlace se viene abajo.

En el TS0 también se transmite la palabra de alarmas, esta palabra formada por ocho bits contiene los bits de servicio y el bit de alarma remota así como un bit de sincronía y el bit que checa el código de redundancia cíclica como se muestra en la figura 1.18.



**FAS = Palabra de Alineamiento de Trama**

**CRC = Código de Redundancia Ciclico**

fig. 1.7 la trama

En el TS0 de la trama uno, el bit número uno checa el procedimiento del CRC el cual supervisa los sistemas de transmisión, estructura de la trama y trama de la señalización, ofrece en los sistemas E1 múltiples posibilidades para la supervisión simultánea de la ruta por la que transcurren en lo que se refiera a:

- \* La frecuencia de error binario (FEB) como criterio sobre la calidad de la ruta de transmisión digital.
- \* El sincronismo de la trama.
- \* La evaluación de los bits de alarma en la palabra de alarma.
- \* El fallo de la señal.

En la recomendación G.704 de la UIT se ha incluido el procedimiento CRC4 de verificación por redundancia cíclica para la supervisión de rutas E1, en especial con vistas a la red digital de servicios integrados (RDSI, ISDN). El CRC4 se utiliza para evitar la sincronía errónea motivada por palabras de alineamiento de trama simuladas en la señal transmitida y también para registrar errores binarios en el flujo de datos.

El bit número dos de la palabra de alarmas es utilizado por la UIT para la sincronía y para diferenciar la palabra de alineamiento de trama de la de alarmas.

El bit número tres es el bit de alarma remota, cuando se presenta en estado uno indica que el sistema remoto tiene un problema en su recepción por: no-señal, no-sincronía de trama, alta tasa de errores o una señal indicadora de alarmas (AIS).

El bit número cuatro es utilizado en algunos sistemas para detectar errores remotos en la palabra de sincronía de trama, cuando se presenta en estado uno indica que el sistema remoto está recibiendo errores en la palabra de sincronía de trama.

Los bits del cinco al ocho son bits de servicio y en los sistemas (Telmex) no tienen ningún uso, pero pueden ser activados para detectar algún tipo de alarma en el sistema remoto dependiendo del uso que se les quiera dar.

## **2.4 Estructura de multitrama de los sistemas E1**

Una multitrama es el conjunto de 16 tramas consecutivas, numeradas del 0 al 15, y es el ciclo completo donde se inserta toda la información (voz, sincronía, alarmas y señalización). El periodo de la multitrama se obtiene al multiplicar 16, que es el número de tramas, por 125 microsegundos, esto quiere decir que la palabra de sincronía de multitrama se va a presentar cada 2 milisegundos. Según la UIT en su norma G.732 un sistema pierde la sincronía en la multitrama si se detectan por dos veces consecutivas errores en el patrón de sincronía de la palabra de multitrama y se recupera esta sincronía cuando el sistema detecta una sola vez el patrón de sincronía correcto. En la figura 1.8 describe la multitrama con la información que llevan cada uno de los espacios de tiempo (TS).

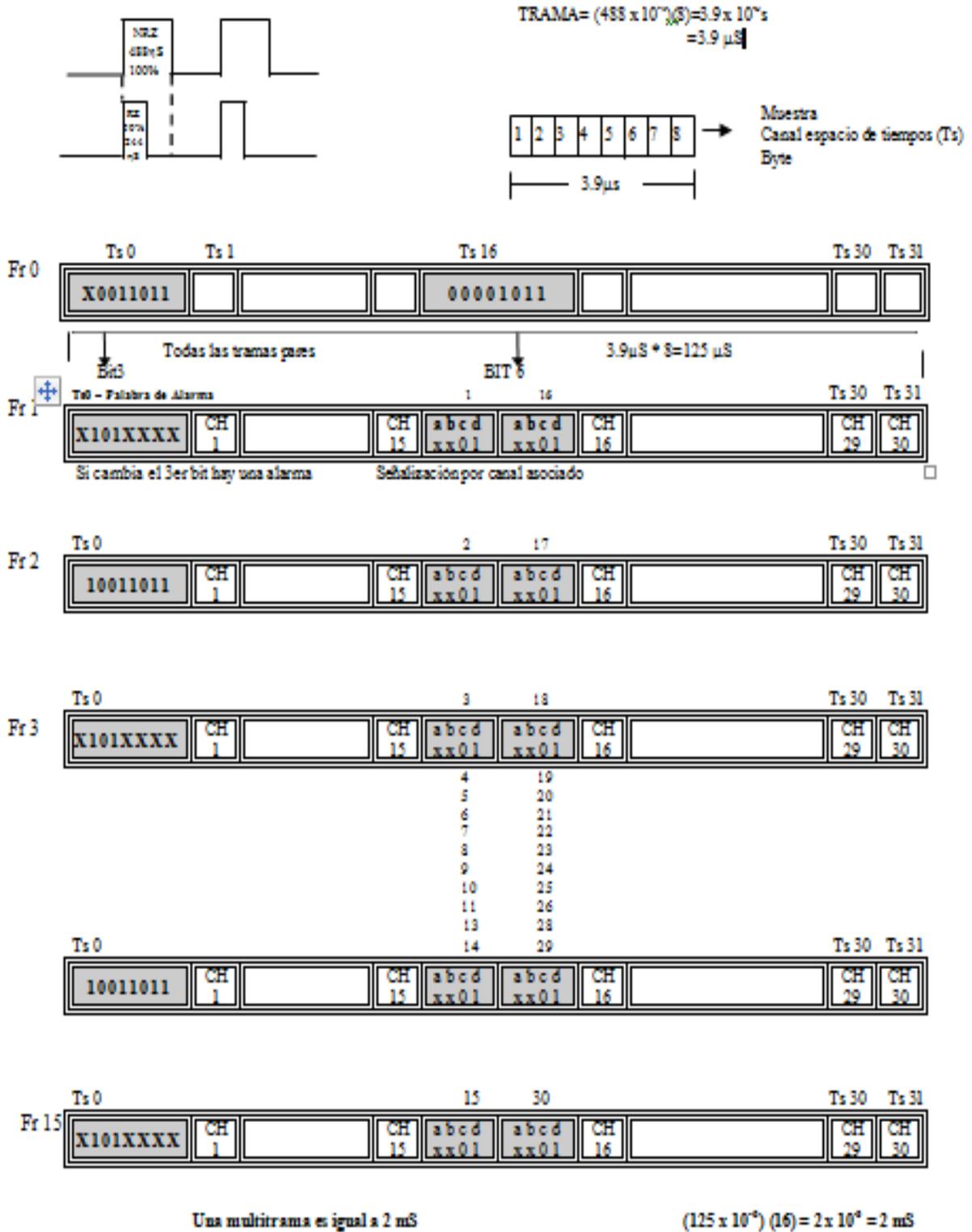


Fig. 1.8 Estructura de trama

El TS0 de las tramas pares se encuentra la palabra de sincronía de trama y en el TS0 de las tramas impares se encuentra la palabra de alarmas. En el TS16 únicamente de la trama 0 se encuentra la palabra de sincronía de multitrama. En el TS16 de la trama 1 a la trama 15 se encuentra la señalización por canal asociado llevando la señalización del canal 1 y 16 la trama 1, 2 y 17 la trama 2, 3 y 18 la trama 3 y así hasta la trama 15 que lleva la señalización del canal 15 y 30.

Las palabras de sincronía de trama y multitrama así como la de alarmas se observan en los sistemas E1 como se describen en la figura, siempre y cuando el enlace no tenga ningún problema. También en la figura 1.19 se puede ver que la información codificada de cada muestra de los treinta canales se acomoda en una trama, por lo tanto se entiende que en una multitrama solo lleva 16 muestras de cada canal.

#### *SIGNIFICADO DE LOS BITS DE LA PALABRA DE SINCRONIA DE MULTITRAMA*

Los primeros cuatro bits (00001X11) son el patrón de sincronía de multitrama, y cualquiera de ellos o todos que llegue al extremo remoto en estado uno se genera un primer error en la palabra y como se mencionó anteriormente si llegan dos palabras erróneas consecutivas se pierde la sincronía en la multitrama. El bit 5 es de servicio, el 6 es de alarma remota, esto quiere decir que cuando el extremo remoto pierde la sincronía de la multitrama, envía el bit 6 en estado uno al otro extremo. Los bits 7 y 8 también son bits de servicio.

La señalización de los treinta canales se transmite en el TS16 de la trama 1 a la trama 15 y se describe por medio de los bits a, b, c y d. Como se ve en la figura 1.19 los bits c y d están amarrados a 0 y 1 por el UIT-T en tanto que los bits a y b son los que lleva el estado del canal del sistema E1. Si un canal se encuentra ocupado y en buen estado llevará la señalización 0101, si el canal esta libre llevará la señalización 1001, si el canal se encuentra dañado en estado abierto llevará la señalización 0001 y por último si el canal está bloqueado llevará la

señalización 1101. Esta señalización es importante ya que a través de ella se puede detectar un fallo en x canal y también el cobro de la llamada, ya que el que descuelga el teléfono para hacer la llamada es el que la paga.

### **2.5 Formación del multiplexado E1**

Después de la codificación en el origen de la señal se dispone de una palabra de código de 8 bits a una frecuencia de 8 Khz para la transmisión digital por cada señal telefónica. Para obtener un rendimiento más elevado de los medios de transmisión se transmiten varias señales en múltiplex por división de tiempo (TDM), en el cual las palabras de código se entrelazan primeramente en forma temporal o en el tiempo y se agrupan en una trama de pulsos.

Además de los 30 intervalos de tiempo para las 30 señales telefónicas, hay adicionalmente un intervalo de tiempo **0** para la palabra de sincronía de trama o para la palabra de alarmas y un intervalo de tiempo **16** para la palabra de sincronía de multitrama y la señalización por canal asociado (que proviene de los abonados). La trama tiene 256 bits y se repite a una frecuencia de 8 KHz

En el lado receptor tiene lugar una sincronización de tramas para conseguir una distribución inequívoca de la señal digital. Para ello, y al comienzo de cada una de las tramas pares de una multitrama se presenta la palabra de sincronía de trama con una muestra fija de 7 bits.

Durante el proceso de sincronización se explora la corriente o el flujo de bits, bit a bit buscando esta muestra. Una vez encontrada, se continúa contando toda la trama (256 bits) y, por lo tanto, se prueba si el segundo bit de la palabra de código que sigue a ella (palabra de alarmas) es en estado lógico 1. En caso de que no ocurra de esta manera, se hace una interrupción y se vuelve a explorar bit a bit en busca de la muestra que forma la palabra de sincronía de trama. Solamente cuando la muestra de bits se ha detectado, de forma completa, se permite el multiplexado en la transmisión. La figura 1.20 se muestra este proceso.

También puede observarse que el código saliente del multiplexor es NRZ (no

retorno a cero). El cual no puede salir a la línea por contener altas componentes de corriente directa.

Para lograrlo se aplica a la señal otro proceso que es el de codificarla en un código de línea adecuado para el transporte correcto de la señal. Este código es el HDB-3 (alta densidad bipolar que no permite más de tres ceros consecutivos) utilizado en todos los sistemas E1 de norma europea.

Más adelante, se describirá detalladamente cómo es que la señal es convertida a código de línea HDB-3.

## Capitulo 3

### CODIGOS DE LINEA E1

La transmisión analógica se basa en una señal continua de frecuencia constante denominada portadora. La frecuencia de la portadora se elige para que sea compatible con las características del medio que se vaya a utilizar. Los datos se pueden transmitir modulando la señal portadora, donde por modulación se entiende el proceso de codificar los datos generados por la fuente, en la señal portadora de frecuencia  $f_c$ . Todas las técnicas de modulación implican la modulación de uno o más de los tres parámetros fundamentales de la portadora:

- La amplitud
- La frecuencia
- La fase

La señal de entrada (que puede ser tanto analógica como digital) se denomina señal moduladora o también señal en banda base  $s(t)$ . Como se indica en la figura 1,  $s(t)$  es una señal limitada en banda (pasabanda). La localización del ancho de banda asignado está relacionada con  $f_c$ , estando usualmente centrado en torno a ésta. De nuevo, el procedimiento de codificación se elegirá para optimizar algunas de las características de la transmisión.

Las cuatro posibles combinaciones mostradas en la figura 1 se utilizan con frecuencia; si bien, las razones por las que se elige una u otra pueden ser de diversa índole, como las que se indican a continuación:

Datos digitales, señales digitales: en términos generales, el equipamiento para la codificación digital es menos complicado y menos costoso que el equipamiento necesario para transmitir datos digitales modulando señales analógicas.

Datos analógicos, señales digitales: la conversión de los datos analógicos en digitales permite la utilización de las técnicas más recientes de equipos de conmutación para transmisión digital.

Datos digitales, señales analógicas: algunos medios de transmisión, como por ejemplo la fibra óptica y los medios no guiados, sólo permiten la propagación de señales analógicas.

Datos analógicos, señales analógicas: los datos analógicos de naturaleza eléctrica se pueden transmitir fácilmente y de una forma poco costosa en banda base. Esto por ejemplo es lo que se hace para la transmisión de voz en las líneas de calidad telefónica.

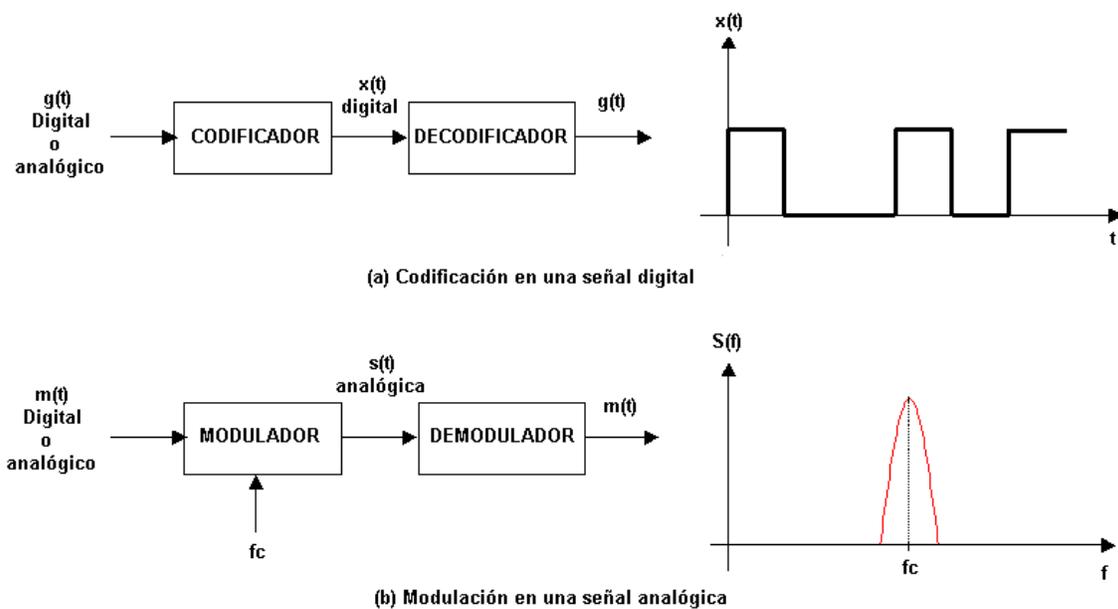


Figura 3.1 Técnicas de codificación y modulación.

### 3.1 Datos digitales, señales digitales.

Los códigos de línea surgen ante la necesidad de transmitir señales digitales a través de diversos medios de transmisión. Una señal digital es una secuencia de pulsos de tensión discretos y discontinuos, donde cada pulso es un elemento de la señal. Los datos binarios se transmiten codificando cada bit de datos en cada elemento de señal. En el caso más sencillo, habrá una correspondencia uno a uno entre los bits y dichos elementos, un cero se representa mediante un nivel bajo de tensión y un uno se representa por un nivel de tensión mayor

Antes de nada se va a introducir un poco de terminología. Si todos los elementos de señal tienen el mismo signo algebraico, es decir si son todos positivos o todos negativos, la señal se dice unipolar. En una señal polar, por el contrario, un estado

lógico se representará mediante un nivel positivo de tensión y el otro, mediante un nivel negativo. La razón de datos de una señal es la velocidad de transmisión, expresada en bits por segundo, a la que se transmiten los datos. La duración o longitud de un bit se define como el tiempo empleado en el transmisor para emitir un bit; para una razón de datos  $R$ , la duración de un bit es  $1/R$ . La razón de modulación, por el contrario, es la velocidad o razón con la que cambia el nivel de la señal, que dependerá del esquema de codificación elegido. La razón o velocidad de modulación se expresa en baudios, que equivale a un elemento de señal por segundo.

Los códigos de línea fueron desarrollados para mejorar las prestaciones de los sistemas de transmisión, el esquema de codificación es simplemente la correspondencia que se establece entre los bits de los datos con los elementos de señal. A continuación se describen algunas de las más utilizadas.

Definición de los formatos de codificación digital de señales.

No retorno a cero (NRZ-L)

0 = nivel alto

1 = nivel bajo

No retorno a cero invertido (NRZI)

0 = no hay transición al comienzo del intervalo (un bit cada vez)

1 = transición al comienzo del intervalo

**Bipolar – AMI**

0 = no hay señal

1 = nivel positivo o negativo, alternadamente

**Pseudoternaria**

0 = nivel positivo o negativo, alternadamente

1 = no hay señal

**Manchester**

0 = transición de alto a bajo en mitad del intervalo

1 = transición de bajo a alto en mitad del intervalo

**Manchester diferencial**

Siempre hay una transición en mitad del intervalo

0 = transición al principio del intervalo

1 = no hay transición al principio del intervalo

**B8ZS**

Igual que el Bipolar-AMI, excepto que cualquier cadena de ocho ceros se reemplaza por una cadena que tiene dos violaciones al código.

**HDB3**

Igual que el Bipolar-AMI, excepto que cualquier cadena de cuatro ceros se reemplaza por una cadena que contiene una violación al código

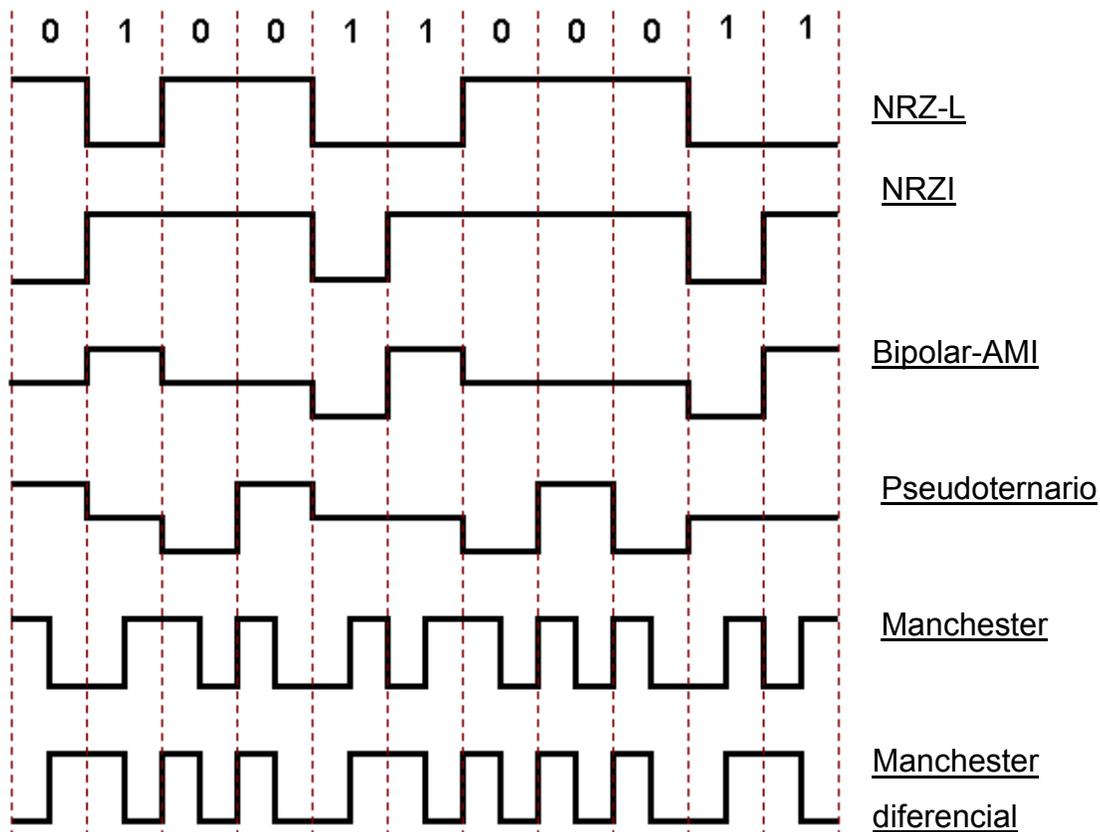


Figura 3.2 Formato de codificación con señal digital

### No retorno a cero (NRZ, “Nonreturn to Zero”)

La forma más frecuente y fácil de transmitir señales digitales es mediante la utilización de un nivel diferente de tensión para cada uno de los bits. Los códigos que siguen esta estrategia comparten la propiedad de que el nivel de tensión se mantiene constante durante la duración del bit; es decir, no hay transiciones (no hay retorno al nivel cero de tensión). Por ejemplo, la ausencia de tensión se puede usar para representar un 0 binario, mientras que un nivel constante y positivo de tensión puede representar al 1. Aunque es más frecuente usar un nivel negativo para representar un valor binario y una tensión positiva para representar al otro. Este último, mostrado en la figura 2, se denomina código Nivel no retorno a cero (NRZ-L “Nonreturn-to-Zero-Level”). NRZ-L se usa generalmente para generar o

interpretar los datos binarios en los terminales y otros dispositivos. Si se utiliza un código diferente, éste se generará usualmente a partir de la señal NRZ-L

**No retorno a cero, invertido (NRZI, “Nonreturn to Zero, invert on ones”).**

Una variante de NRZ se denomina NRZI. Al igual que NRZ-L, el NRZI mantiene constante el nivel de tensión mientras dura un bit. Los datos se codifican mediante la presencia o ausencia de una transición de la señal al principio del intervalo de duración del bit. Un 1 se codifica mediante la transición (bajo a alto o alto a bajo) al principio del intervalo del bit, mientras que un cero se representa por la ausencia de transición.

NRZI es un ejemplo de *codificación diferencial*. En la codificación diferencial, en lugar de determinar el valor absoluto, la señal se decodifica comparando la polaridad de los elementos de señal adyacentes. Una ventaja de este esquema es que en presencia de ruido puede ser más seguro detectar una transición en lugar de comparar un valor con un umbral. Otra ventaja es que en unos sistemas complicados de transmisión, no es difícil perder la polaridad de la señal. Por ejemplo, en una línea de par trenzado, si los cables se invierten accidentalmente, todos los 1 y 0 en el NRZ-L se invertirán. Esto no pasa en un esquema diferencial.

La principal limitación de las señales NRZ es la presencia de una componente dc continua y la ausencia de capacidad de sincronización. Para ilustrar esta última desventaja, téngase en cuenta que una cadena larga de unos y ceros en un esquema NRZ-L o una cadena de ceros en el NRZI, se codificará como un nivel de tensión constante durante un largo intervalo de tiempo. En estas circunstancias, cualquier fluctuación entre las temporizaciones del transmisor y el receptor darán lugar a una pérdida de sincronización entre ambos.

Debido a su sencillez y a la respuesta en bajas frecuencias, los códigos NRZ se usan con frecuencia en las grabaciones magnéticas. No obstante, sus limitaciones

hacen que estos códigos no sean atractivos para aplicaciones de transmisión de señales.

### **Binario Multinivel.**

Las técnicas de codificación denominadas binario multinivel subsanan algunas de las deficiencias mencionadas para los códigos NRZ. Estos códigos usan más de dos niveles de señal. En la figura 2 se muestran dos ejemplos, el “Bipolar-AMI” (“Alternate Mark Inversión”) y el Pseudoternario.

En el caso del esquema bipolar-AMI, un 0 binario se representa por ausencia de señal y el 1 binario se representa como un pulso positivo o negativo. Los pulsos correspondientes a los 1 deben tener una polaridad alternante. Este tipo de esquema tiene las siguientes ventajas. En primer lugar, no habrá problemas de sincronización en el caso de que haya una cadena de 1. Cada 1 fuerza una transición, por lo que el receptor se puede sincronizar en dicha transición. Una cadena larga de ceros, todavía es un problema. En segundo lugar, ya que los elementos de señal correspondientes a 1 alternan el nivel de tensión, no hay componente continua. Además, el ancho de banda de la señal resultante es considerablemente menor que el correspondiente a NRZ. Por último, la alternancia entre los pulsos proporciona una forma sencilla de detectar errores. Cualquier error aislado, tanto si elimina como si introduce un pulso, significa un incumplimiento de dicha propiedad.

Los comentarios del párrafo anterior son también trasladables a los códigos pseudoternarios. En este caso, el bit 1 se representa por la ausencia de señal, y el 0 mediante pulsos de polaridad alternante. No hay ventajas particulares de esta codificación respecto de la anterior, si bien es la base de muchas aplicaciones.

No obstante, el grado de sincronización proporcionado por estos códigos todavía presenta algunos problemas (una cadena larga de ceros en el caso del AMI o de

unos en el Pseudoternario). Así pues, con las modificaciones pertinentes, el esquema binario multinivel supera los problemas de los códigos NRZ. Como desventaja se tiene que el receptor de señales codificadas con binario multinivel se ve obligado a distinguir entre tres niveles, en lugar de los dos niveles de los otros esquemas presentados anteriormente. Por lo tanto, la señal de un código binario multinivel necesita mayor potencia que las señales bivaluadas para la misma probabilidad de error.

### **Bifase.**

Hay otro conjunto de técnicas de codificación alternativas, agrupadas bajo el término *bifase*, que superan las limitaciones encontradas en los códigos NRZ. Dos de estas técnicas, denominadas Manchester y Manchester diferencial, se usan frecuentemente.

En el código Manchester, siempre hay una transición en mitad del intervalo de duración del bit. Esta transición en la mitad del bit sirve como un procedimiento de sincronización a la vez que se transmiten los datos: una transición de bajo a alto representa un 1, y una transición de alto a bajo representa un 0. En Manchester diferencial, la transición a mitad del intervalo se utiliza tan solo para proporcionar sincronización. La codificación de un 0 se representa por la presencia de una transición al principio del intervalo del bit, y un 1 se representa mediante la ausencia de transición. El Manchester diferencial tiene como ventajas adicionales las derivadas de la utilización de una aproximación diferencial.

Todas las técnicas bifase fuerzan al menos una transición por cada bit pudiendo tener hasta dos en ese mismo periodo. Por lo tanto, la máxima velocidad de modulación es el doble que en los NRZ; esto significa que el ancho de banda necesario es mayor. No obstante, los esquemas bifase tienen varias ventajas:

1. *Sincronización*: debido a la transición que siempre ocurre durante el intervalo de duración correspondiente a un bit, el receptor puede

sincronizarse usando dicha transición. Debido a esta característica, los códigos bifase se denominan también auto-sincronizados.

2. *No tienen componentes en continua:* con todas las implicaciones que antes se mencionaron.
3. *Detección de Errores:* se pueden detectar errores si se detecta la ausencia de la transición esperada en mitad del intervalo. Para que el ruido produjera un error no detectado tendría que invertir la señal antes y después de la transición.

Los códigos bifase se usan con frecuencia en los esquemas de transmisión de datos. Uno de los más conocidos es el código Manchester que se ha elegido como parte de la especificación de la normalización IEEE 802.3 para la transmisión en redes LAN con bus CSMA/CD usando cable coaxial en banda base o par trenzado. El Manchester diferencial se ha elegido en la normalización IEEE802.5 para redes LAN en anillo con paso de testigo, en las que se usan pares trenzados apantallados.

El código **HDB3** pertenece a los códigos de línea llamados **Técnica de Altibajos**. Consisten en sustituir secuencias de bits que provocan niveles de tensión constantes por otras que garantizan la anulación de la componente continua y la sincronización del receptor. La longitud de la secuencia queda inalterada, por lo que la velocidad de transmisión de datos es la misma; además el receptor debe ser capaz de reconocer estas secuencias de datos especiales. Los objetivos en el diseño de estas técnicas son:

- Evitar la componente en continua.
- Evitar las secuencias largas que correspondan a señales de tensión nula.
- No reducir la velocidad de datos.
- Capacidad para detectar errores.

El esquema de codificación basado en Norteamérica se llama **B8ZS** y el utilizado en Europa y Japón es el **HDB3**, ambos se basan en la codificación AMI.

En el esquema **HDB3**, se reemplazan las cadenas de cuatro ceros por cadenas

que contienen uno o dos pulsos. En este caso, el cuarto cero se sustituye por un estado de señal no permitido en el código, este procedimiento se denomina violación del código.

En las violaciones siguientes, se considera una regla adicional para asegurar con ello que tengan una polaridad alternante y así no introducir componente en continua. Si la última violación fue positiva, la siguiente debe ser negativa y viceversa. Esta condición se determina dependiendo si el número de pulsos desde la última violación es par o impar y dependiendo de la polaridad del último pulso anterior a la aparición de los cuatro ceros.

La mayor parte de la energía se concentra en una región estrecha en torno a la frecuencia correspondiente a la mitad de la razón de datos. Por tanto, estos códigos son adecuados para la transmisión a altas velocidades.

A continuación se hará una descripción a detalle de cómo se forma este código y se mostrará para efectos de examen profesional el programa que se desarrollo para simular este código.

### **3.2 Código binario y de línea**

En este subtema se describirán algunos de los códigos más utilizados por los sistemas E1 como son NRZ, RZ, ADI, AMI, y HDB-3, describiendo las ventajas que tienen algunos y las razones por las cuales son utilizados en la transmisión en la línea E1.

En el capítulo 1 se vio como se forma una señal E1 y el tren de pulsos resultantes para ser transmitido. Dependiendo del tipo de medio de transmisión adoptado (cable, radio enlace etc.), aparecen dificultades al emplear una señal constituida de esa forma, por lo que es necesario darle un tratamiento para que se mantengan inalteradas las informaciones contenidas en ella.

El objetivo fundamental de codificar la información es el de tener un mejor control de ella, haciéndose esto, por medio de símbolos y reglas que expresen bien dicha información. Existe una gran cantidad de códigos que sirven para dar un mejor tratamiento y seguridad a la información.

Para el almacenamiento, recuperación y transmisión de datos se utilizan dos tipos fundamentales de códigos con el fin de preservar la integridad y seguridad de los mismos estos son:

**Códigos Internos** (dentro de los dispositivos de almacenamiento y procesamiento)

**Códigos de Línea** (en las líneas de transmisión)

A continuación se describe cada uno de ellos.

#### **Códigos internos**

Estos códigos son utilizados en el procesamiento interno de la señal E1 y almacenamiento de información en memoria, destrucción de largas cadenas de ceros, etc. Son unipolares y se les llama códigos internos porque no pueden salir a la línea, debido a que contienen largas componentes de corriente directa y ésta no puede pasar a través de las etapas de regeneración. Los códigos internos que se utilizan en los sistemas E1 son:

**NRZ** (no retorno a cero)

**RZ** (retorno a cero)

**ADI** (inversión de dígitos alternados)

**NRZ:** En este código el periodo del bit es al 100% de su ciclo de trabajo como se ve en la figura 3.3

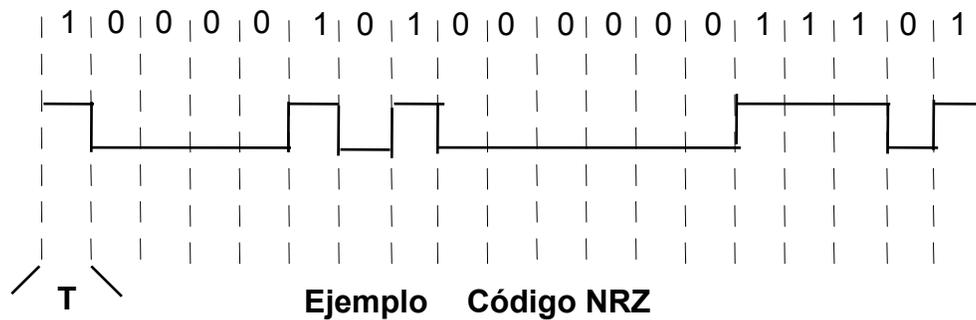


Fig. 3.3 Código no retorno a cero

Como se puede ver en la figura anterior el periodo del bit ocupa todo el periodo de tiempo, se dice que es una señal al 100% de su ciclo de trabajo.

### Desventajas

El NRZ tiene desventajas para ser usado en la línea de transmisión E1, en especial por cable, debido a que:

- Es más sensible a perturbaciones.
- No es posible que la señal de componente continua pase a través de los regeneradores de línea.
- La extracción (o recuperación) de la sincronía de reloj no es posible obtenerla.

En la práctica, el reloj se extrae de las transiciones de la señal recibida para sincronizar un circuito tanque o similar (de cada regenerador y del múltiplex en recepción). Usando un NRZ, existiría una pérdida de sincronía al presentarse largas cadenas de ceros o de unos.

**RZ:** Retorno a cero. Unipolar al 50%.

En este código el ciclo de trabajo de cada bit se reduce al 50%. Se usa en el interior de los mismos equipos puesto que aun tiene las mismas desventajas que el código anterior para la transmisión. En la figura 3.4 se puede ver este tipo de código.

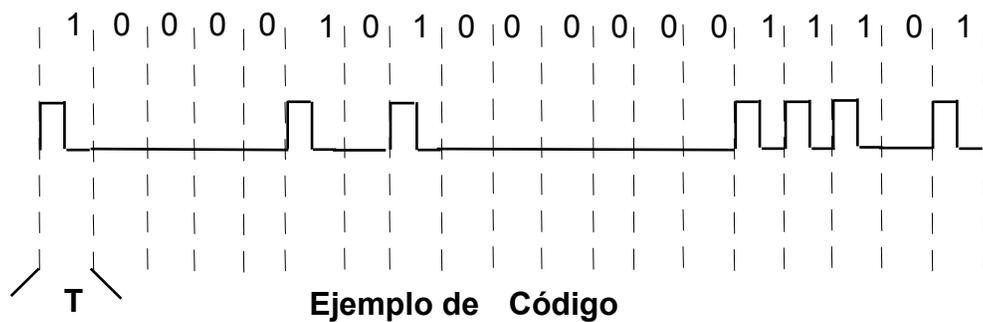


Fig. 3.4 Código retorno a cero

Como se puede ver en la figura anterior este código es al 50% de su ciclo de trabajo, por lo que su periodo completo es como se observa en la figura.

**ADI:** El código ADI significa inversión de dígitos alternados por sus siglas en ingles. Este código sigue un patrón conocido como PINININI, lo cual significa que el primer bit de cada palabra E1 (grupo de 8 bits) se le toma y respeta su polaridad, al siguiente bit hay que cambiarle su estado (inversión), al siguiente bit dejarlo normal, al siguiente bit hacerle una inversión y así sucesivamente. Le sirve al equipo para evitar largas cadenas de unos y de ceros y lo utilizan internamente los equipos de transmisión E1. En la figura 3.5 se observa este código.

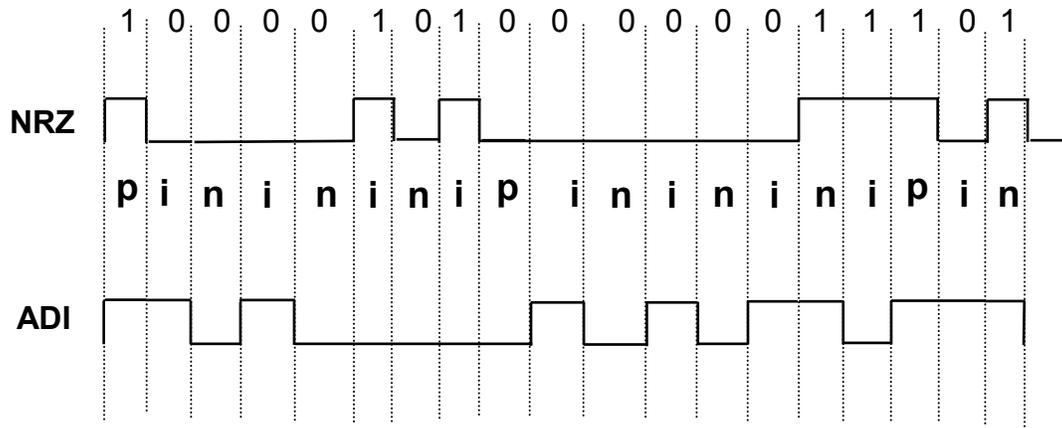


Fig.3.5 Código ADI

Como se puede ver en la figura anterior a un código NRZ se le aplica la palabra PINININI y el resultado es un código ADI (inversión de dígitos alternados). Se utiliza en los multiplexores cuando estos transportan solo voz, debido a que cuando no hay tráfico se multiplexan puros ceros y es ahí donde el código ADI invierte el bit par para darle mejor claridad a los símbolos.

### Códigos de línea

**AMI:** Inversión de Marcas Alternadas, bipolar al 50% alternativo a tres niveles.

En este código, una vez aplicado el RZ, se alternara la polaridad de los unos, de esta forma, no existirá componente de corriente continua. Se considera ya un código de línea, aunque con algunas deficiencias ya que no elimina la posibilidad de que una cadena larga de ceros haga imposible la extracción de la frecuencia de reloj. En la figura 3.6 observa este código

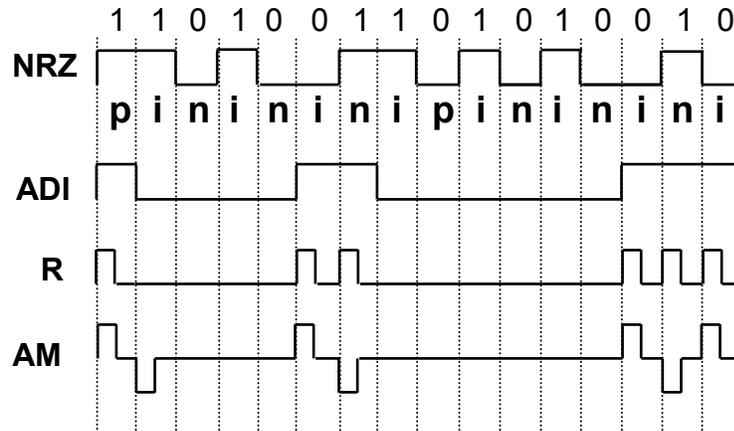


Fig. 3.6 Código AMI

### 3.3 HDB-3

Bipolar de alta densidad de máximo 3 ceros consecutivos, al 50% alternativo a tres niveles.

El código de alta densidad bipolar, alterna los pulsos en forma similar que el código AMI, pero tiene la restricción de no permitir mas de tres ceros consecutivos en la línea, para el caso en que se presenten mas de tres ceros, se insertaran pulsos de violación y marcas de violación según las siguientes tres reglas.

#### REGLAS DEL HDB-3

**Primer regla:** Pulsos de violación (V). Se insertan en la posición del cuarto cero cuando hay más de tres ceros consecutivos en la señal. El primer bit de violación tendrá la misma polaridad que el último bit de información, después estos pulsos se irán alternando.

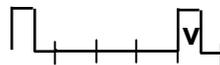


Fig. 3.7

**Segunda regla:** Marcas (M). Si el bit de violación no rompe alternancia se inserta una marca (pulso extra) en la posición del primer cero con la misma polaridad que el último bit de violación.

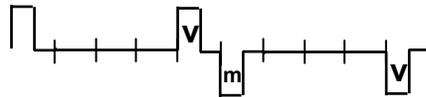


Fig. 3.8

**Tercer regla:** Inversión de la información. Si al aplicar la regla número dos, el siguiente bit de información tiene la misma polaridad que el bit de violación y el bit de marca, se invierte toda la información consecuyente hasta volver a encontrar mas de tres ceros consecutivos.

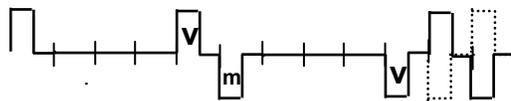


Fig. 3.9

En la figura 3.10 se observan los pasos a seguir para codificar en código HDB-3.

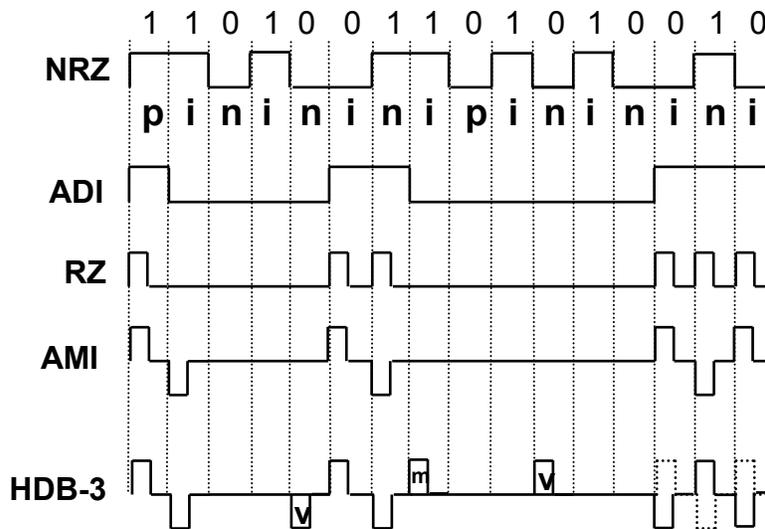


Fig. 3.10 Código HDB-3

Los códigos de línea son utilizados en los sistemas E1 con el fin de poder pasar a través de las etapas de regeneración, y a la salida de estos sistemas para poder pasar a través de la etapa de acoplamiento por transformador, el cual acopla de una alta impedancia a una impedancia de 75 Ohm. En la figura 1.26 se observa esta etapa de conversión de un código NRZ a un código HDB-3.

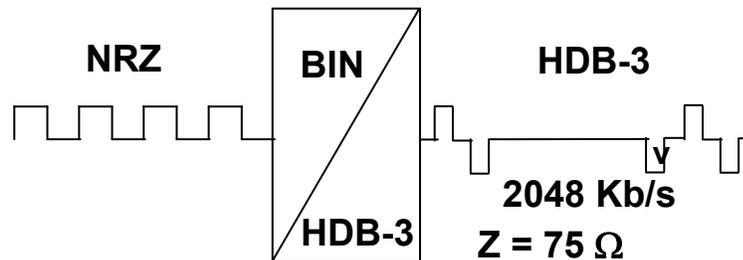


Fig. 3.11 Codificador de Línea

En la interfaz digital a 75 Ohms es donde se analizan algunas de las normas del UIT-T para checar calidad en estos sistemas de transmisión digital una de estas normas es la G-703.

A continuación se mostrara como se codifica la señal.

### 3.4 Codificación

La función del codificador es generar los caracteres de la señal en números binarios y que representan los valores cuantificados de las muestras, de hecho, los procesos de cuantificación y codificación son funciones combinadas en los sistemas prácticos.

A la muestra cuantificada se le asigna un valor finito comprendido dentro de la ley **A**, a este valor, el codificador le asigna un código de 8 bits mediante las siguientes 3 etapas.



$$F = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{64}} = \frac{64}{4} = 16 \text{ veces}$$

Fig. 3.13

De esta manera, las muestras de la señal analógica son cuantificadas mediante un proceso no lineal o compresión con la **ley A**, lo cual asigna la relación de números binarios que corresponden a un cierto rango de amplitud.

La curva se representa mediante 13 segmentos. La **ley A** del compresor se basa en la división del rango de trabajo del sistema en 64 intervalos, para amplitudes positivas y 64 intervalos para las amplitudes negativas. La función de transferencia se divide en 13 segmentos, siendo cambiada la pendiente en cada segmento por un factor de 2, de esta forma, una amplitud que corresponde a 1/64 del rango de trabajo total, se reproduce en el compresor como una señal de salida con una amplitud de  $16/64 = 1/4$  del rango total de trabajo, es decir, esta señal de bajo nivel es amplificada por un factor de:

**3. - Codificación lineal.** En la última etapa del proceso, la muestra es codificada de una manera lineal mediante un método de codificación apropiado.

### Ejercicios de codificación

Para codificar una muestra PAM de “x” amplitud se hará uso de la siguiente tabla de codificación. Los datos de esta tabla fueron obtenidos directamente de la curva de la ley A.

Segmento	Valor binario	Rango de nivel hasta (mV)	Tamaño del escalón
7	00	> 0 a 16	1m
7	00	> 16 a 32	1m
6 y 8	01	> 32 a 64	2m
5 y 9	01	> 64 a 128	4m
4 y 10	10	> 128 a 256	8m
3 y 11	10	> 256 a	16mV
2 y 12	11	> 512 a 1024	32mV
1 y 13	11	> 1024 a 2048	64mV

Tabla de codificación

Ejemplo:

Codificar la muestra PAM cuya amplitud de 13 mV.

Solución:

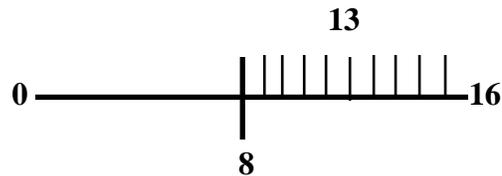
Como la muestra es positiva, el primer dígito será 1. De acuerdo a la tabla de codificación, la muestra se encuentra entre los límites de cero y 16 y por lo tanto los siguientes tres dígitos serán 000. De esta manera se han obtenido los 4 primeros bits de los 8 a codificar 1000.

El siguiente paso es codificar linealmente para obtener los otros 4 dígitos, para esto se utilizará el método de aproximaciones sucesivas.

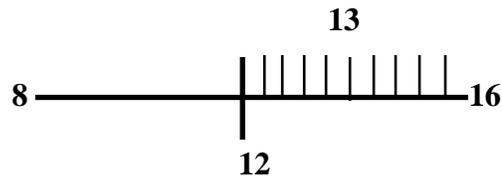
El método consiste en lo siguiente: se suman los límites entre los cuales cae la muestra y el valor obtenido se divide entre 2, el resultado será la media, si el valor de la muestra cae a la derecha de la media el dígito número 5 será 1, si cae a la izquierda será cero. Para obtener el bit 6 se sigue el mismo procedimiento con los

nuevos límites y así hasta obtener los 8 bits.

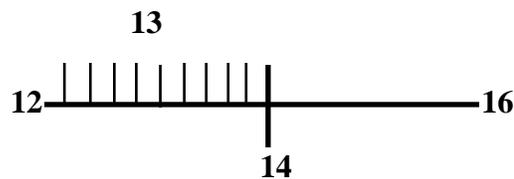
En el ejemplo los límites son  $>0$  a 16 sumando estos dos valores y dividiendo el resultado entre 2 el valor obtenido es 8, (la media). Como el valor de la muestra cae a la derecha de la media el bit 5 es 1.



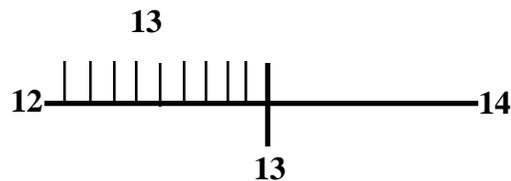
Los nuevos límites son 8 y 16, por lo tanto la media es 12. La muestra cae a la derecha de la media, por lo tanto el bit número 6 es 1.



Los nuevos límites son 12 y 16, por lo tanto la media es 14. La muestra cae a la izquierda de la media, por lo que el bit número 7 es cero.



Los nuevos límites son 12 y 14, por lo tanto la media es 13.



Como el valor de la muestra es igual al de la media el criterio que se debe seguir es codificar el siguiente dígito como cero para disminuir el ruido de cuantificación,

el bit número 8 es cero.

De esta manera se han codificado los 8 bits, por lo tanto para una muestra PAM con una amplitud de 13 mV, le corresponde un valor binario con la siguiente combinación: 10001100.

A continuación se muestra la máscara de la norma G-703<sup>1</sup>

Para su uso en prácticas de laboratorio, cabe mencionar que los parámetros que se solicitan están configurados para las impedancias que se manejan en equipos con salidas de 120 $\Omega$  y 75 $\Omega$ .

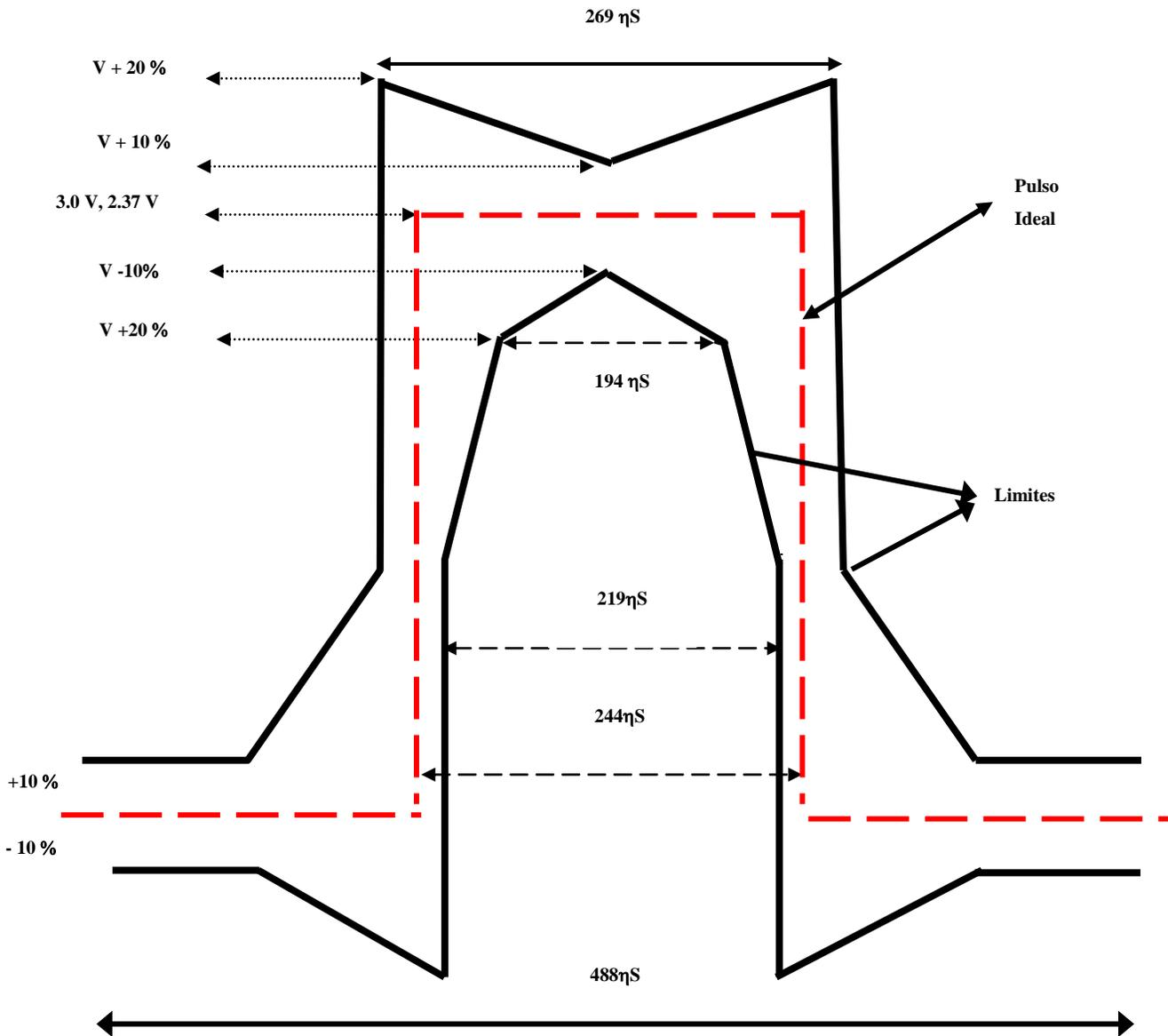
Se agrega un ejemplo de código de línea HDB-3 (Alta Densidad Bipolar de nivel 3) Y CMI (Inversión de Marcas Codificadas).

Este ejemplo esta tomado de un programa realizado por nuestro asesor de tesis y que se pone a disposición para las personas que lo requieran.

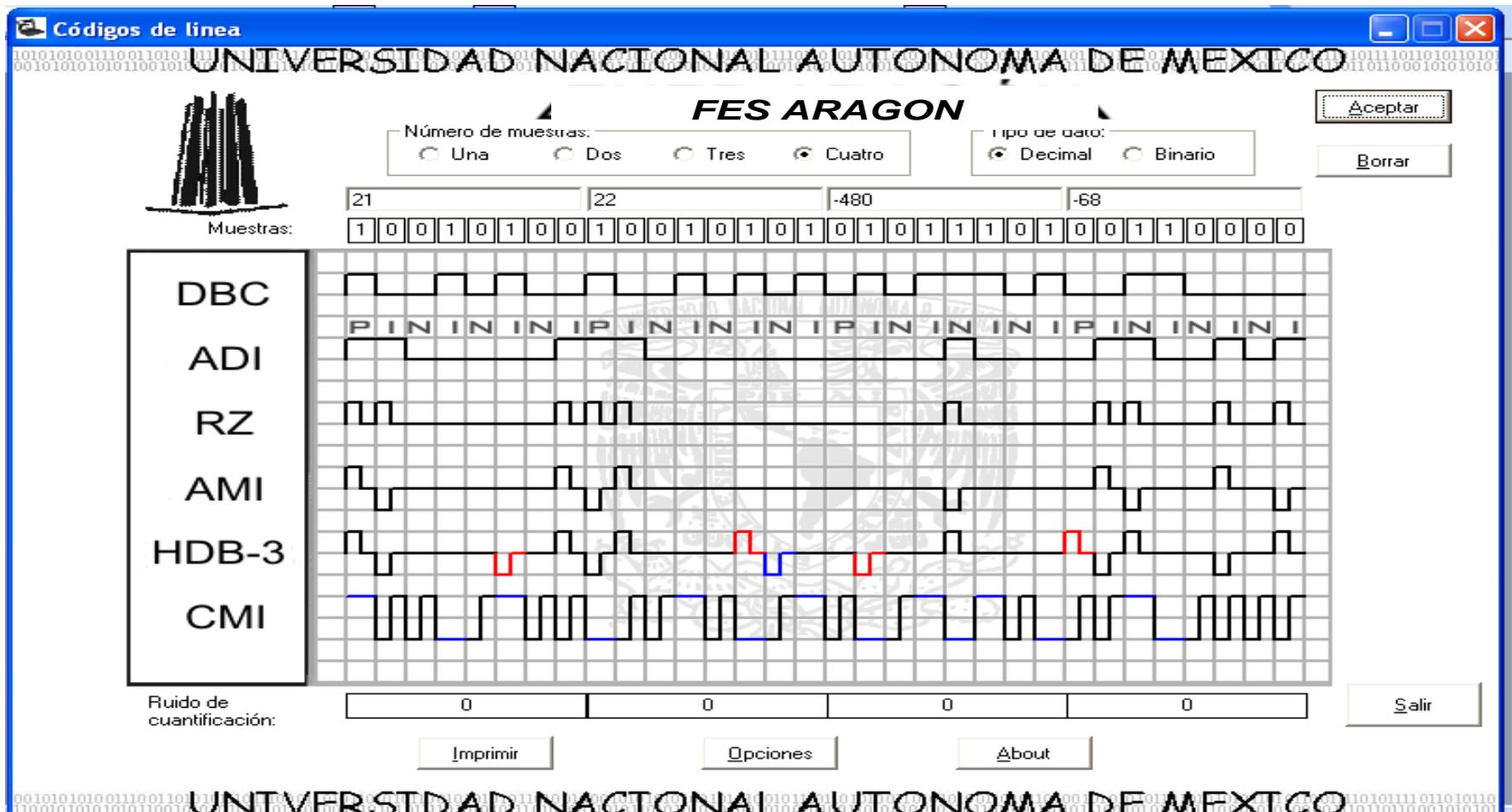
---

<sup>1</sup> Norma G-703 perteneciente a UIT-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones y Telegrafía)

Parámetro	Valor Recomendado	
Velocidad nominal del tren de pulsos	2048 Kb/s ± 50 ppm	
Impedancia (Entrada-Salida).	120 Ω Balanceada. 75 Ω Desbalanceada.	
Código.	HDB-3.	
Interfaz en cada dirección de TX.	Par simétrico.	Par coaxial.
Impedancia de carga.	120 Ω.	75 Ω.
Amplitud Pico del pulso (Estado 1).	3 Volts.	2.37 Volts.
Amplitud pico del pulso (Estado 0).	0 ± 0.3 Volts.	0 ± 0.237 Volts.
Anchura Nominal del pulso.	244 ηS	244 ηS



Ejemplo de codificación HDB-3



Para una copia del programa, ponerse en contacto a la siguiente dirección:

[benoenp@att.net.mx](mailto:benoenp@att.net.mx)

[benoenp@itelcel.com](mailto:benoenp@itelcel.com)

## Conclusiones.

La red telefónica se diseño hace muchos años con un objetivo totalmente distinto al actual: transmitir la voz humana en forma más o menos reconocible.

Su adaptabilidad para la comunicación a computadora y manejar datos con frecuencia estaba limitada, pero esta situación ha cambiado rápidamente con las introducción de la tecnología digital y mejores medios de transmisión como la fibra óptica y la creación de nuevas redes de comunicación con conceptos que aprovechan al máximo la infraestructura ya existente teniendo un acceso a la red telefónica a mayores velocidades.

Las redes de acceso usualmente la mayor parte de valor invertido en la red telefónica de una ciudad (debido a que incluye cables de cobre, ductos y el costo de instalarlos en las calles). Una parte vital de la visión del futuro debe ser acerca de las redes de acceso y que hacer con ellas.

La inversión basada en las redes de acceso es alta, pero ls costos actuales para su mantenimiento aun son altos, ya que la red esta sujeta a condiciones climáticas por ejemplo, si se desea incluir mas usuarios, es muy caro “tender” mas pares de cobre y más aun si estos ya están saturados.

Con este trabajo hacemos referencia en lo importante que es el transporte de datos y la seguridad con la que viajan; el código HDB-3 es la parte en la transmisión que hace posible que la banda ancha proporcione los servicios que en estos momentos están en boga con el triple play.

## GLOSARIO

**802.11.** Conjunto de estándares de red de área local inalámbrica definidos por el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 'Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos'). Entre estos estándares se encuentra 802.11b, que es en el que se basa Wi-Fi.

**802.11b/g.** estándar de modulación: 802.11g. Que es la evolución del estándar 802.11b, Este utiliza la banda de 2.4 Ghz (al igual que el estándar 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, que en promedio es de 22.0 Mbit/s de velocidad real de transferencia, 652 similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias. B

**802.11i.** Estándar de seguridad para WLAN, combina el uso de 802.1x y protocolos de cifrado TKIP/CCMP que ofrece autenticación de usuario (no de dispositivo), confiabilidad e integridad de los datos.

**Acceso alámbrico.** El uso de teléfonos de cobre, líneas de cable o fibra. Las ventajas del acceso alámbrico incluyen la confiabilidad alta, tolerancia a la interferencia alta y, generalmente, la posibilidad de resolver problemas en forma más sencilla. En el caso de la fibra, el acceso alámbrico cuenta con un ancho de banda excepcionalmente alto. El acceso alámbrico es el opuesto tecnológico del acceso inalámbrico.

**Administrador.** Persona responsable del mantenimiento y/o gestión de una red corporativa, red de área local (cableada o inalámbrica) o de un servidor de red.

**Administración de red** Término genérico que se usa para describir sistemas o acciones que ayudan a mantener y caracterizar una red o resolver problemas de la red.

**Ancho de banda.** El rango de frecuencia necesaria para transportar una señal, medido en unidades de hertz (Hz). Por ejemplo, las señales de voz normalmente requieren aproximadamente 7 kHz de ancho de banda y el tráfico de datos por lo común requiere de aproximadamente 50 kHz de ancho de banda, pero esto depende estrechamente del esquema de modulación, velocidades de datos y la cantidad de canales del espectro de radio que se usen.

**ANSI.** Acrónimo del Instituto nacional de estándares de Estados Unidos. Una organización voluntaria compuesta de miembros corporativos, gubernamentales y de otros tipos que coordina las actividades relacionadas con los estándares, aprueba los estándares nacionales de Estados Unidos y desarrolla posiciones en las organizaciones de estándares internacionales. ANSI ayuda a desarrollar estándares internacionales y de la Unión Americana relacionados con, entre otras cosas, las comunicaciones y las redes.

- Antena.** Un dispositivo para transmitir o recibir una frecuencia de radio (RU). Por lo común, las antenas están diseñadas para frecuencias específicas y definidas de manera relativamente estricta y su diseño varía mucho. Por ejemplo, una antena para un sistema de 2.5 GHz (MMDS) normalmente no funcionará para un diseño de 28 GHz (LMDS).
- AP.** Acrónimo de punto de acceso. Un punto de acceso es un dispositivo que normalmente conecta a los dispositivos de cliente, por ejemplo, tarjetas PCMCIA, con la porción Ethernet de una LAN. Normalmente un punto de acceso tiene un puerto Ethernet y otro de energía en la parte trasera e incluye una o dos antenas que transmiten y reciben señales RU de los dispositivos de cliente, otros puntos de acceso o puentes de grupos de trabajo.
- ASCII.** Acrónimo del Código estándar de Estados Unidos para el intercambio de información. Especifica un código de 8 bits para la representación de caracteres (7 bits más la paridad).
- Atenuación.** La pérdida de energía en la señal de comunicación, ya sea por el diseño del equipo, manipulación del operador o transmisión a través de un medio, por ejemplo, la atmósfera, cobre o fibra.
- Autenticación.** En seguridad, la verificación de la identidad de una persona o proceso.
- Autenticación abierta.** Un tipo de autenticación donde un punto de acceso concede la autenticación a cualquier cliente, sin importar si pertenece o no a la red de ese punto de acceso en particular. Se puede decir que es más común en los dispositivos de datos sencillos, por ejemplo, los lectores del código de barras que tienen poco poder de procesamiento.
- Autenticación de estación** El proceso de autenticar un dispositivo 802.11, por ejemplo, un puente o punto de acceso, a diferencia de autenticar un cliente, como una tarjeta PCMCIA.
- Balizas/Beacons:** Tramas de administración o sondas que emiten los puntos de acceso para informar a sus clientes o a otros puntos de acceso de su presencia y de otros datos.
- Banda base** Característica de una tecnología de red donde sólo se usa un portador de frecuencia. Ethernet es un ejemplo de una red de banda base. También se conoce como banda angosta.

**Banda de paso.** Las frecuencias que un radio permite que pasen desde su entrada hasta su salida. Cuando un receptor o transmisor usa filtros con bandas de paso angostas, sólo la frecuencia deseada y frecuencias adyacentes son un aspecto que debe tomar en cuenta el diseñador del sistema. Si un receptor o transmisor usa filtros con bandas de paso amplias, entonces muchas frecuencias más cercanas a la frecuencia deseada serán un problema para el diseñador del sistema. En un sistema de multiplexión por división de frecuencia (FDM), las bandas de paso de transmisión y recepción serán diferentes. En un sistema de multiplexión por división de tiempo (TDM), las bandas de paso de transmisión y recepción son las mismas.

**Bandas ISM.** Normalmente, pero no siempre, se acuerda que las bandas industriales, científicas y médicas son las siguientes: 902 a 928 MHz, 2.4 a 2.485 GHz, 5.15 a 5.35 GHz y 5.725 a 5.825 GHz.

**Bit.** Una contracción de dígito binario, que es la unidad más pequeña posible de información que puede controlar una computadora. Un carácter alfabético o numérico normalmente está compuesto de 8 bits, lo que a su vez forma un byte de información. Por tanto, un carácter sencillo, por ejemplo, la letra b, requiere de la combinación de ocho 1 y 0.

**BLUETOOTH.** Es una tecnología inalámbrica que permite intercomunicar equipos a una distancia de varios metros (menos de 10 metros). Al contrario que otras tecnologías como Wi-Fi, la tecnología Bluetooth no está pensada para soportar redes de ordenadores, sino, más bien, para comunicar un ordenador o cualquier otro dispositivo con sus periféricos: un teléfono móvil con su auricular, una PDA con su ordenador, un ordenador con su impresora, etc.

**BPSK.** Acrónimo de la Modulación de fase por desplazamiento binario. Una técnica de modulación de frecuencia digital que se usa para transmitir información. Este tipo de modulación es menos eficiente pero más sólido que otras técnicas de modulación parecidas, por ejemplo, QPSK y 64 QAM.

**BSS.** Basic Service Set, 'Conjunto de Servicios Básicos'. Es una de las modalidades de comunicación en las que se pueden configurar los terminales de una red Wi-Fi. En este caso, la red inalámbrica dispone de un equipo punto de acceso) que se encarga de gestionar las comunicaciones (internas y externas) de todos los dispositivos que forman la red. Este modo de conexión también es conocido como modo infraestructura.

**CCK.** Complementary Code Keying, 'Salto de Código Complementario'. Es una técnica de modulación utilizada en Wi-Fi junto con las técnicas de espectro distribuido.

**Certificado** Una declaración firmada en forma digital de una entidad que establece que una clave pública de alguna otra entidad tiene algún valor en particular. Los certificados son un concepto común en la sociedad moderna. Los usamos como licencias de conducir, membresías a clubes y como identificaciones. Estos elementos asignan una clave pública a un individuo, posición u organización.

**Cifrado.** Una clave que convierte el texto sencillo en texto cifrado. Esto no se debe confundir con algunas formas de códigos secretos en los cuales ciertas palabras o frases se reemplazan con palabras o frases de códigos secretos.

**Clave.** Se usa para "abrir" un texto cifrado; la clave se puede considerar en los mismos términos relativos que un cerrojo o una llave. Una sola clave puede generar una cantidad grande de versiones diferentes de texto cifrado desde el texto sencillo. También existen diferentes tipos de claves, por ejemplo, la clave de ejecución que cifra la frecuencia de un número de bits, y una clave de mensaje, la que es diferente para cada uno de los mensajes. En el uso de las claves como las de mensajes, obviamente tanto la fuente de la transmisión como la parte receptora deben conocer el orden y una clave específica que se usa en cada transmisión.

**Cortafuegos.** Es un dispositivo de seguridad (hardware o software) que controla los accesos a una red local desde el exterior (típicamente, Internet).

**CSMA/CA.** Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, 'Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Evitación de Colisión'. Es el sistema que emplea Wi-Fi para negociar las comunicaciones entre los distintos dispositivos. Este sistema evita que dos dispositivos puedan intentar hacer uso del medio simultáneamente (evita la colisión).

**CSMA/CD.** Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, 'Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisión'. Es el sistema que emplean las redes Ethernet para negociar las comunicaciones entre los distintos dispositivos. Este sistema detecta que dos dispositivos han intentado hacer uso del medio simultáneamente (detecta la colisión) y hace que cada uno lo intente de nuevo en tiempos distintos.

**Desautenticado y disociado.** Estado en el que un cliente está desconectado de la red y no se asoció con el Punto de Acceso

**Dirección MAC.** Dirección estandarizada de la capa de enlace de datos que se requiere para cada puerto o dispositivo que se conecte a una LAN. Otros dispositivos de la red usan estas direcciones para asignar puertos específicos en la red y crear, además de actualizar, tablas de direccionamiento y estructuras de datos. Las direcciones MAC son de 6 bytes de longitud y son controladas por el IEEE. También se conocen como direcciones de hardware, direcciones de capa MAC y direcciones físicas.

**DSSS.** Acrónimo del Espectro extendido de secuencia directa. Una técnica de propagación en la que distintas señales de datos, voz y video, o ambas, se transmiten a través de un conjunto específico de frecuencias de manera secuencial desde la frecuencia más baja hasta la más alta, o desde la más alta hasta la más baja.

**Encabezado.** Información de control colocada antes de los datos cuando se encapsula esa información en red.

**Encapsular.** Envolver los datos en un encabezado de protocolo específico, por ejemplo, los datos Ethernet se envuelven en un encabezado Ethernet específico antes de convertirse en tráfico de la red. Además, cuando se crean puentes entre redes, la trama completa de una red simplemente se coloca en el encabezado que usa el protocolo de la capa de enlace de datos de la otra red.

**Espectro electromagnético.** El rango completo de frecuencias electromagnéticas (al igual que magnéticas); un subconjunto de este espectro se usa en los sistemas RU comerciales.

**Espectro extendido.** Una técnica de propagación en la que se distribuyen señales de datos, video o voz a través de un rango amplio de frecuencias; luego las señales son agrupadas y recopiladas en el receptor.

**Ethernet.** Especificación para una LAN de banda base que inventó la compañía Xerox Corporation y que fue desarrollada en conjunto por Xerox, Intel y Digital Equipment Corporation. Las redes Ethernet usan CSMA/CD y funcionan a través de una variedad de tipos de cable a 10 Mbps. Ethernet es similar al conjunto de estándares 802.3 del IEEE.

**Ethernet rápido.** Alguna de las variedades de especificaciones Ethernet de 100 Mbps. Ethernet rápido ofrece un incremento en la velocidad 10 veces mayor al de la especificación Ethernet 10 Base-T y al mismo tiempo mantiene las cualidades del formato de las tramas, mecanismo MAC y MTU. Este tipo de similitudes permite el uso de aplicaciones 10 Base-T existentes y las herramientas de administración de red en las redes Ethernet rápido. Está basado en la extensión de la especificación 802.3 de la IEEE.

**ETSI.** Acrónimo del Instituto Europeo de estándares de comunicaciones. Una organización que crearon los PTT europeos y la Comunidad Europea para proponer estándares de telecomunicaciones para Europa.

**FCC.** Acrónimo de la Comisión federal de comunicaciones. Es una agencia gubernamental de Estados Unidos que supervisa, otorga licencias y controla los estándares de transmisión electrónica y electromagnética.

**FHSS.** Acrónimo del Espectro extendido de saltos de frecuencia. Una técnica de propagación mediante la cual distintas señales de datos, voz y video, o ambas, se transmiten a través de un conjunto específico de frecuencias en un orden pseudoaleatorio, en lugar de usar un método secuencial que va desde la frecuencia más baja hasta la más alta, o desde la más alta a la más baja, como en el caso de DSSS. Las señales se propagan en el rango de tiempo, no en el rango de frecuencia. Vea también DSSS y espectro extendido.

**Filtrado de MAC.** Método de configuración de seguridad en puntos de acceso que restringe a determinadas direcciones MAC la posibilidad de unirse a la red y autenticarse.

- Firewall.** Direccionador o servidor de acceso, o varios direccionadores o servidores de acceso, que tienen la tarea de funcionar como un búfer entre cualquier red pública conectada y una red privada. Un direccionador firewall usa una lista de acceso y otros métodos para asegurar la protección de una red privada.
- Frecuencia.** Número de ciclos, medidos en hertz (1 por segundo), de una señal de corriente alterna por unidad de tiempo. Por ejemplo, una frecuencia de 1 MHz tendría un ciclo completo (una onda senoidal completa) pasando por un punto determinado en el espacio a la velocidad de un millón de ciclos por segundo. Una frecuencia de 1 GHz haría que pasen ondas senoidales a través de un punto determinado en el espacio con una velocidad de mH millones de veces por segundo, y así sucesivamente.
- Getway.** Pasarela. Es un sistema informático que transfiere datos entre dos aplicaciones o redes incompatibles entre sí. El gateway adapta el formato de los datos de una aplicación a otra o de una red a otra. Se utiliza generalmente para interconectar dos redes distintas o para hacer que una aplicación entienda los datos generados por otra aplicación distinta.
- HIPERLAN.** High-Perfomance Radio Local Area Network, 'Red de Area Local de Radio de Alto Rendimiento'. Es un estándar de red de área local inalámbrica definido por ETSI (Instituto Europeo de Normalización en Telecomunicaciones) que permite transmitir datos hasta 54 Mbps trabajando en la banda de 5 GHz.
- HOMERF.** Home Radio Frequency', 'Radio Frecuencia del Hogar'. Es una tecnología de red de área local inalámbrica que en su día fue promovida por Intel (además de otros). Existen tres versiones en el mercado que alcanzan los 1,6, 10 y 40 Mbps, respectivamente. En cualquier caso, HomeRF ha quedado hoy en día en el olvido debido al auge de Wi-Fi.
- IBSS.** Independent Basic Service Set, 'Conjunto de Servicios Básicos Independientes'. Es una de las modalidades de comunicación en las que se pueden configurar los terminales de una red Wi-Fi. En este caso, la red inalámbrica no dispone de punto de acceso, llevándose a cabo las comunicaciones de forma directa entre los distintos terminales que forman la red. Este modo de conexión también es conocido como modo ad hoc, modo independiente o de igual a igual peer-to-peer en inglés).
- IEEE.** Acrónimo del Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos.
- ISO.** International Standard Organization, 'Organización Internacional para la Normalización'. Esta organización ha definido los protocolos de comunicaciones conocidos como ISO/OSI, utilizado por las redes públicas de conmutación de paquetes.

- ITU.** Acrónimo de la Unión internacional de telecomunicaciones. Institución internacional que desarrolla estándares en todo el mundo para las tecnologías de telecomunicaciones.
- IV.** Acrónimo de Vector de inicialización. Un valor externo necesario para iniciar las operaciones de cifrado; en otras palabras, un valor matemático que depende del texto cifrado para su codificación. Un IV con frecuencia se puede considerar una forma de clave de mensaje. En general, un IV debe acompañar al texto cifrado, y por tanto, siempre extiende el texto con el tamaño del IV. En las redes 802.11, se recomienda que se despliegue un IV único por paquete para eliminar una secuencia predeterminada que los piratas informáticos puedan explotar. En particular, esto ocasiona que sea difícil para los piratas informáticos escribir o realizar ataques que usen tablas matemáticas, que simplemente programan el número de combinaciones de la clave hasta que se descubre alguna o más que funcionan.
- LAN.** Acrónimo de Red de área local. Una red de datos de alta velocidad y pocos errores que cubre un área geográfica relativamente pequeña (por lo común, algunos miles de metros). Las LAN se conectan a estaciones de trabajo, periféricos, terminales y otros dispositivos dentro de un solo edificio u otra área limitada geográficamente. Los estándares LAN especifican el cableado y el método de señales de las capas físicas y de enlace de datos del modelo OSI. Ethernet, UDDI y Token Ring son tecnologías LAN que se usan ampliamente. Se compara con una MAN y una WAN.
- MAC.** Acrónimo del Control de acceso a medios. La inferior de las dos subcapas de la capa de enlace de datos definida por el IEEE. La subcapa MAC controla el acceso a los medios compartidos, por ejemplo, si se usará el pase de tokens o la contención.
- Método de acceso.** Generalmente, la forma mediante la cual los dispositivos de red acceden a otras redes; en otras palabras, el medio que conecta a las LAN. Los ejemplos incluyen los sistemas inalámbricos fijos de banda ancha, DSL y módems de cable.
- Módem.** Contracción de modulador/demodulador. Un dispositivo que convierte señales digitales y análogas. En la fuente, un módem convierte las señales digitales a una forma que se ajuste a la transmisión a través de equipo de comunicación análogo. En el punto de destino, las señales análogas se vuelven a convertir a la forma digital. Los módems permiten la transmisión de datos a través de las líneas telefónicas de voz.
- Modulación.** El proceso mediante el cual las características de las señales eléctricas se transforman para representar información.
- Nodo.** En general se le llama nodo a cualquier ordenador conectado a una red.

- OFDM.** Acrónimo de la Multiplexión por división ortogonal de frecuencia. Una técnica de modulación UDM que se usa para transmitir señales al dividir la señal de radio en varias frecuencias en las que se transmite en forma simultánea. Una de las diferencias principales entre OUDM y DHSS o UHSS es que las señales en OUDM se envían simultáneamente a través del tiempo en lugar de manera secuencial.
- OSI.** Abreviatura del Modelo de referencia de Interconexión de sistemas abiertos. Algunas ocasiones se conocen como Pila de referencia 081. Es el modelo de arquitectura de red desarrollado por ISO e ITU-T. El modelo consiste de siete capas, cada una de las cuales realiza funciones de red específicas, por ejemplo, asignación de direcciones, control de flujo, control de errores, encapsulado y transferencia confiable de mensajes. La capa inferior (capa física) es la que está más cercana a la tecnología de medios. Las dos capas inferiores se implementan en el hardware y software, mientras que las cinco capas superiores sólo están implementadas en el software. La capa más alta (capa de aplicación) es la más cercana al usuario. El modelo de referencia 051 se usa de forma universal como un método para enseñar y entender la funcionalidad de una red. Es parecida en algunos aspectos a SNA. Otros términos asociados son: capa de aplicación, capa de enlace de datos, capa de red, capa física, capa de presentación, capa de sesión y capa de transporte.
- Paquete.** Agrupamiento lógico de información que incluye un encabezado que contiene la información de control y (normalmente) los datos del usuario. Los paquetes se usan con mayor frecuencia para referirse a las unidades de datos de la capa de red. Los términos datagrama, trama, mensaje y segmento también se usan para describir los agrupamientos lógicos de información en varias capas del modelo de referencia 081 y en distintos círculos tecnológicos.
- PCI.** Peripheral Component Interconnect, Interconexión de Componentes Periféricos'. Son unas especificaciones creadas por Intel y que definen un sistema de bus local que permite conectar al PC hasta 10 tarjetas de periféricos. El estándar PCI ha venido a reemplazar al antiguo estándar ISA (Industry Standard Architecture).
- PCMCIA.** Personal Computer Memory Card International Association, 'Asociación Internacional de Tarjetas de Memoria para Ordenadores Personales'. Se trata de una asociación de fabricantes de equipos que en 1989 sacó al mercado un tipo de puerto y de dispositivo de pequeño tamaño que permite que se le puedan instalar todo tipo de periféricos a los ordenadores personales. En un principio se dedicaron sólo a ampliar la memoria, de ahí su nombre. Tanto el puerto como los dispositivos reciben también el nombre de PCMCIA. En inglés se la conoce más coloquialmente como PC Card (tarjeta de PC).
- Pila de protocolos.** Conjunto de protocolos de comunicación relacionados que operan juntos y, como un grupo, resuelven la comunicación en alguna o todas las siete capas del modelo de referencia 051. No todas las pilas de protocolo cubren cada una de las capas del modelo y con frecuencia un solo protocolo de la pila incluye un número de capas a la vez. **TCP/IP** es una pila de protocolos típica.

- Puente.** Dispositivo que conecta y pasa paquetes entre dos segmentos de red que usan el mismo protocolo de comunicación. Los puentes operan en la capa de enlace de datos (Capa 2) del modelo de referencia OSI. En general, un puente filtrará, reenviará o rechazará una trama entrante basándose en la dirección MAC de esa trama.
- QAM.** Acrónimo de la Modulación de amplitud de cuadratura. Método de modulación de señales digitales en una señal de portadora de frecuencia de radio que se relaciona con la amplitud y el código de fase. QAM es un esquema de modulación que se usa principalmente en la dirección de flujo descendente (QAM-64, QAM-256). QAM-16 normalmente se usa más en la dirección de flujo ascendente. Los números indican la cantidad de puntos de código por símbolo.
- QoS.** Acrónimo de Calidad de servicio. Una característica de algunos protocolos de red que trabajan con tipos distintos de tráfico de red en forma distinta para asegurar los niveles requeridos de confiabilidad y latencia de acuerdo con el tipo de tráfico. Algunos tipos de tráfico, por ejemplo, el de voz y video, son más sensibles a los retrasos en la transmisión y, por tanto, tienen prioridad sobre los datos que son menos sensibles a los retrasos. Por ejemplo, los sistemas Cisco Systems PTM BBUW tradicionalmente tienen cuatro niveles de QoS, pero algunos sistemas tienen hasta 13 niveles, dependiendo de cuántos bits se usen para priorizar el tráfico. La mayor parte de los sistemas usan tres o cuatro niveles de QoS, mismos que se conocen normalmente como Servicio garantizado no solicitado (UGS, por sus siglas en inglés), Bit de velocidad constante (CBR; en ocasiones conocido como CIR o velocidad de información constante) y velocidad del mejor esfuerzo (BER). UGS tiene una prioridad sobre CIR/CBR, que a su vez tiene prioridad sobre BER. Los niveles QoS se establecen en la Capa 2 (capa de enlace de datos) de la pila de referencia OSI.
- QPSK.** Acrónimo de la Modulación de fase por desplazamiento en cuadratura. Un método de modulación de señales digitales en señales de portadora de frecuencia de radio mediante el uso de cuatro estados de fase para codificar dos bits digitales.
- RC4.** Un algoritmo de seguridad que usa WEP. Considerado abiertamente como un algoritmo inseguro, RC4 fue desarrollado en 1987 por Ron Rivest, para la compañía RSA Data Security y fue un algoritmo propietario hasta 1994, cuando el código fue publicado en Internet y por tanto, para el resto del mundo.
- Red.** Conjunto de ordenadores interconectados entre sí. También puede hacer referencia a la infraestructura que permite la interconexión de estos ordenadores.
- Red de área local.** Es una red de datos que interconecta ordenadores situados en el entorno de un edificio o de las oficinas de una empresa dentro de ese edificio. Una red local permite a sus usuarios compartir información y recursos de la red, como impresoras o líneas de comunicaciones (acceso a Internet).

- RF.** Acrónimo de Frecuencia de radio. En general, se refiere a las comunicaciones inalámbricas con frecuencias por debajo de 300 GHz. El término RU se usa comúnmente también para cubrir todos los tipos de sistemas inalámbricos.
- RFC.** Acrónimo de Solicitud de comentarios. Conjunto de documentos que se usa como el medio principal para comunicar información acerca de Internet. Probablemente las versiones más conocidas son las del IEEE. Algunas RFC son designadas como estándares de Internet. La mayor parte de las RUC documentan especificaciones de protocolo, por ejemplo, Telnet y UTP, pero algunas son humorísticas o históricas. Las RUC están disponibles en línea desde varias fuentes.
- Router.** Es un sistema utilizado para transferir datos entre dos redes que utilizan un mismo protocolo. Un router puede ser un dispositivo software, hardware o una combinación de ambos. Los puntos de acceso, generalmente, hacen las funciones de router. A este equipo también se le conoce en español por el nombre de enrutador.
- Señal análoga.** La representación de información mediante una cantidad física que varía continuamente, por ejemplo, el voltaje. Debido a este cambio constante de la forma de la onda respecto a su paso a través de un punto determinado en el tiempo o espacio, una señal análoga puede tener una cantidad infinita de estados o valores. Esto contrasta con una señal digital, la que tiene un número muy limitado de estados.
- Servidor.** Se trata de un software que permite ofrecer servicios remotos a sus usuarios. También puede recibir el nombre de servidor el propio ordenador donde está instalado el software servidor. El ordenador de los usuarios contacta con el servidor gracias a otro software llamado cliente.
- SOHO.** Acrónimo de Oficina pequeña/oficina del hogar.
- TCP.** Acrónimo del Protocolo de control de transmisión. Es un protocolo de la capa de transporte orientado a las conexiones y proporciona la transmisión de datos dúplex completa confiable. Es parte de la pila de protocolos TCP/IP.
- TCP/IP.** Acrónimo de Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet. Es el nombre común para el conjunto de protocolos que desarrolló el Departamento de defensa (DoD, por sus siglas en inglés) en la década de los setenta para soportar la construcción de redes interconectadas en todo el mundo. TCP e IP son los dos protocolos más conocidos del conjunto.
- Texto cifrado.** Texto que ha sido cifrado o codificado. A pesar de que el texto cifrado contiene la misma información que el texto simple, puede contener, o no, el mismo número de bits. Es posible que algunos sistemas de bajo nivel tengan dificultades para resolver el cifrado, para lo cual se usa el término cifrado de expansión de datos. El texto cifrado siempre requiere de una clave para determinar el texto sencillo.

**Texto sencillo.** La información original que se puede leer. Normalmente es un conjunto de caracteres alfanuméricos, pero también puede tener otras formas de datos, por ejemplo, valores o símbolos matemáticos.

**Trama.** Agrupamiento lógico de información que se envía como una unidad de la capa de enlaces de datos a través de un medio de transmisión. Con frecuencia, se refiere al encabezado y al indicador de fin, empleado en la sincronización y control de errores, que rodea a la información de usuario contenida en la unidad. Los términos célula, datagrama, mensaje, paquete y segmento también se usan para describir agrupamientos de información lógicos en varias capas del modelo de referencia OSI y en distintos círculos tecnológicos.

**Transceiver.** Transmitter-Receiver, 'Transmisor-Receptor'. Es un equipo de radio que puede tanto transmitir como recibir.

**U-NII.** Acrónimo de Infraestructura nacional de información libre de licencia. Principalmente una banda de frecuencia de Estados Unidos. Los productos inalámbricos para esta banda funcionan en la frecuencia de 5.725 a 5.825 GHz para el uso exterior. Existen otras dos bandas U-NII: 5.15 a 5.25 GHz y 5.25 a 5.35 GHz. La banda de 5.15 GHz es para el uso en interiores sólo en Estados Unidos, mientras que la banda de 5.25 a 5.35 GHz se puede usar tanto en interiores como en exteriores dentro de Estados Unidos. Los dos conjuntos inferiores de frecuencia U-NII, se transmiten con niveles de potencia más bajos que los de la banda de 5.725 a 5.825 GHz. Estas frecuencias no requieren el uso o compra de una licencia de sitio, pero el equipo requiere de una certificación de la UCC y el cumplimiento estricto con sus regulaciones. U-NII fue un término creado por los reguladores federales para describir el acceso de ciudadanos y empresas a una red de información. Es equivalente al término "supercarretera de información", no describe la arquitectura, protocolo o topología de los sistemas.

**VLAN.** Acrónimo de Red de área local virtual. Un grupo de clientes que están ubicados en distintos lugares pero que se comunican entre ellos como si pertenecieran al mismo segmento LAN.

**VoIP.** Acrónimo de Voz sobre IP. Permite a un direccionador transportar tráfico de voz (por ejemplo, llamadas telefónicas y faxes) en una red IP. En VoIP el DSP segmenta las señales de voz en tramas, las cuales se agrupan en conjunto de dos y se almacenan en paquetes de voz. Estos paquetes de voz se transportan usando IP de acuerdo con la especificación H.323 de ITU-T.

**VPN.** Acrónimo de Red privada virtual. Una red privada virtual es un enlace privado que reside entre dos partes pero viaja a través de redes públicas.

- WAN.** Acrónimo de Red de área amplia. Red de comunicaciones de datos que da servicio a usuarios que se encuentran en un área geográfica y extensa, y con frecuencia usan dispositivos de transmisión proporcionados por las compañías de telecomunicaciones comunes.
- WECA.** Wireless Ethernet Compability Alliance, 'Alianza de Compatibilidad Ethernet Inalámbrica'. Es una asociación de fabricantes de equipos de red creada en 1999 con el objetivo de fomentar la tecnología inalámbrica y asegurarse la compatibilidad de equipos. WECA es la creadora de la marca Wi-Fi y es quien certifica los equipos con esta marca.
- WEP.** Acrónimo del Protocolo equivalente al cableado. WEP es un protocolo de seguridad que principalmente usan los radios 802.11 para proteger las comunicaciones inalámbricas de robo de información y de espionaje, además, evita el acceso no autorizado a una red inalámbrica. El sistema WEP surgió con la idea de ofrecerle a las redes inalámbricas un estado de seguridad similar al que tienen las redes cableadas.
- WI-FI.** Wireless Fidelity, 'Fidelidad Inalámbrica'. Es una marca creada por la asociación WECA con el objetivo de fomentar la tecnología inalámbrica y asegurarse la compatibilidad de equipos. Todos los equipos con la marca Wi-Fi son compatibles entre sí y utilizan la tecnología inalámbrica difundida por el IEEE en su estándar 802.11b.
- WLAN.** Wireless Local Area Network, 'Red de Área Local Inalámbrica'. Es el acrónimo con el que se hace referencia a las redes de área local inalámbricas. Las redes Wi-Fi son un ejemplo de este tipo de redes.
- WPA.** Wi-Fi Protected Access, 'Acceso Wi-Fi Protegido'. Son unas especificaciones de seguridad basadas en el estándar IEEE 802.11i que incrementa fuertemente el nivel de protección de datos y de control de acceso de las redes Wi-Fi. Las facilidades de seguridad ofrecidas por WPA pueden implantarse en las redes Wi-Fi existentes mediante una instalación de software.

## **BIBLIOGRAFIA.**

**COMUNICACIONES Y REDES DE COMPUTADORAS  
WILLIAM STALLINGS.  
PRENTICE HALL.**

**SISTEMAS DE COMUNICACIONES E1 (PARTE 1)  
BENITO BARRANCO CASTELLANOS.  
FES ARAGON.**

**BASICO DE TRANSMISION.  
INTELMEX.**

**[www.itu.int](http://www.itu.int)**