

15
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"TELEFONIA DIGITAL Y RDSI. TRANSMISION Y
CONMUTACION EN LA TELEFONIA DIGITAL"

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

SALVADOR E CORDERO CAMACHO

ASESOR ING. JOSE LUIS RIVERA LOPEZ.

270156

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
PRESENTE.

DADA

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Telefonía Digital y RDSI. Transmisión y conmutación en la telefonía digital.

que presenta el pasante: Salvador Fraín Cordero Camacho
con número de cuenta: 8920123-1 para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 17 de Diciembre de 1998

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I y III</u>	<u>Ing. José Luis Rivera López</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u>	<u>Ing. Vicente María Cervantes</u>	<u>Vicente María Cervantes</u>
<u>IV</u>	<u>Ing. Blanca de la Peña Valencia</u>	<u>[Firma]</u>

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES Y ABUELITA:

Por el apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi vida y más aún en mi carrera profesional.

A MIS HERMANOS:

Por su orientación y consejos, que me ayudaron a concluir con satisfacción este objetivo tan importante en mi vida.

A GRACIELA:

Por estar siempre conmigo y ser el soporte que me ha impulsado a terminar mi carrera profesional.

PRÓLOGO

Mucho se ha hablado sobre la revolución en las telecomunicaciones, revolución que se ha manifestado en todos los aspectos tecnológicos, comerciales y normativos de la industria, y de la cual ya prácticamente ningún lugar del planeta se encuentra a salvo.

No hay duda que el principal indicador de todo lo sucedido en los últimos años es Internet por la manera brusca en que vino a alterar la conformación de las redes y el modo de operar de los mercados. Sin embargo, hay razones para afirmar que la telefonía es el terreno donde los cambios en materia de comunicaciones se han dado con más fuerza.

Por más que se hable de un tráfico de datos creciendo muy por encima del de voz, lo cierto es que las redes más grandes siguen siendo las telefónicas (su infraestructura se extiende a millones de hogares y oficinas en prácticamente todas las ciudades del mundo).

Dada la importancia que tienen las redes telefónicas como medio de transmisión, aunada al creciente uso de la telefonía digital, el presente trabajo aborda temas que son fundamentales en el envío y recepción de información utilizando este medio de comunicación.

INTRODUCCIÓN

Durante más de un siglo, el sistema telefónico ha representado la infraestructura fundamental para la comunicación internacional. Desde siempre, las redes telefónicas han funcionado con base en una técnica que se conoce como conmutación de circuitos. Un circuito conmutado es un canal que se reserva para ser usado en forma exclusiva por una sesión de comunicación. Cuando una persona descuelga su teléfono para marcar un número, y en el otro extremo alguien descuelga, el sistema telefónico asigna un enlace dedicado de extremo a extremo, y lo mantendrá reservado mientras dure la conversación.

Sin embargo, este sistema, que se diseñó para transmisiones analógicas de voz, ha demostrado que es inadecuado para resolver las necesidades de las comunicaciones modernas, como por ejemplo, la transmisión de datos, facsimil y video. La demanda de los usuarios, de éstos y otros servicios, ha propiciado que se establezca un compromiso internacional para sustituir una parte considerable del sistema telefónico, en todo el mundo, por un sistema digital avanzado llamado Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) dando paso al desarrollo de la telefonía digital.

La telefonía digital vino no sólo a sustituir, sino a perfeccionar el sistema analógico a través de la codificación de la voz en forma binaria, lo que fue posible gracias a los avances de la computación, que permite manejar la información con una inusitada

rapidez. Fue Alec Reever quien en 1938, en Francia, patentó la codificación "Pulse Code Modulation" (PCM) conocida en español como "Modulación por Impulsos Codificados" (MIC), que consiste en una transmisión y transcripción de información por medio de una serie de dígitos binarios. Sin embargo, los limitados avances tecnológicos de la época no permitieron su pleno desarrollo, que se dio años después, y no fue sino hasta 1969 cuando el sistema MIC se introdujo en México, instalándose en la red troncal metropolitana.

Las principales ventajas que presenta el uso de sistemas digitales son las siguientes:

- Hay menor sensibilidad a distorsión e interferencia.
- La conmutación es más fácil de instrumentar.
- Diferentes tipos de señales que pueden ser tratadas como señales idénticas tanto en la conmutación como en la transmisión.
- En un canal digital telefónico MIC se pueden transmitir varios canales telefónicos por un mismo circuito, ya que se utilizan 30 canales por cada dos pares telefónicos.
- Reducción del espacio para introducir el equipo digital, que ocupa un 25 por ciento del convencional.

ÍNDICE

PRÓLOGO	i
INTRODUCCIÓN	ii
CAPÍTULO I MEDIOS DE TRANSMISIÓN	
1.1. PAR TRENZADO	1
1.2. CABLE COAXIAL	2
1.3. FIBRA ÓPTICA	3
1.4. MICROONDAS	3
1.5. COMUNICACIÓN POR SATÉLITE	4
CAPÍTULO II TRANSMISIÓN DIGITAL	
2.1. SEÑALES ANALÓGICAS	12
2.2. SEÑALES DIGITALES	12
2.3. TRANSMISIÓN DE PULSOS	13
2.3.1. Ventajas de la transmisión digital	14
2.3.2. Desventajas de la transmisión digital	15
2.4. TRANSMISIÓN SÍNCRONA Y ASÍNCRONA	15
2.5. CODIFICACIÓN DE LÍNEA	18
2.5.1. Código sin retorno a cero (NRZ)	19
2.5.2. Código con retorno a cero (RZ).	20
2.5.3. Código Manchester	21
2.5.4. Código de Inversión Alternada de Marca (AMI) bipolar	21
2.5.5. Código HDB3 (Alta Densidad Bipolar Exceso 3)	22
2.6. DETECCIÓN DE ERROR	24
2.7. MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO	28
2.8. MULTIPLEXACIÓN ESTADÍSTICA	29
2.9. TÉCNICA DE MODULACIÓN PCM	31
2.10. SINCRONIZACIÓN	33
2.10.1. Sincronización de bit	34
2.10.2. Sincronización de la trama	34
2.10.3. Sincronización de red	36
2.10.3.1. Red asíncrona	36
2.10.3.2. Red síncrona, maestro esclavo	38
2.10.3.3. Red síncrona mutua	39

CAPÍTULO III CONMUTACIÓN EN LA RED TELEFÓNICA	
3.1. FUNCIÓN DE LA CONMUTACIÓN	40
3.1.1. LA NUMERACIÓN EN LA CONMUTACIÓN	41
3.2. CONMUTACIÓN ANALÓGICA, HÍBRIDA Y DIGITAL.	44
3.3. CONMUTACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO	47
CONCLUSIONES	50
GLOSARIO	51
BIBLIOGRAFÍA	72

CAPÍTULO I
MEDIOS DE TRANSMISIÓN

1.1. PAR TRENZADO

El medio de transmisión más antiguo, y todavía el más ampliamente utilizado, es el par trenzado. Este consiste en dos alambres de cobre aislados, en general de 1 mm de espesor. Los alambres se entrelazan en forma helicoidal, como en una molécula de DNA. La forma trenzada del cable se utiliza para reducir la interferencia eléctrica con respecto a los pares cercanos que se encuentran a su alrededor. (Dos cables paralelos constituyen una antena simple, en tanto que un par trenzado no).

La aplicación más común del par trenzado es el sistema telefónico, casi todos los teléfonos están conectados a la oficina de la compañía telefónica a través de un par trenzado. La distancia que se puede recorrer con estos cables es de varios kilómetros, sin necesidad de amplificar las señales, pero sí es necesario incluir repetidores en distancias más largas. Cuando hay muchos pares trenzados colocados paralelamente que recorren distancias considerables, como podría ser el caso de los cables de un edificio de departamentos que se dirigen a la oficina de teléfonos, éstos se agrupan y se cubren con una malla protectora. Los pares dentro de estos agrupamientos podrían sufrir interferencias mutuas si no estuvieran trenzados. En algunos lugares del mundo en donde las líneas telefónicas se instalan en la parte alta de los postes, se observan frecuentemente dichos agrupamientos, como cables con diámetros de varios centímetros.

Los pares trenzados se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, y su ancho de banda depende del calibre del alambre y de la distancia que recorre; en muchos casos pueden obtenerse transmisiones de varios Mbps, en distancias de

pocos kilómetros. Debido a su adecuado comportamiento y bajo costo, los pares trenzados se utilizan ampliamente y es probable que su presencia permanezca por muchos años.

1.2. CABLE COAXIAL

El **cable coaxial** (identificado con el término "coax"), es otro medio típico de transmisión. Hay dos tipos de cable coaxial que se utilizan con frecuencia, uno de ellos es el cable de 50 ohms, que se utiliza en la transmisión digital; en tanto que el otro tipo, el cable de 75 ohms, se emplea en la transmisión analógica.

El cable coaxial consta de un alambre de cobre duro en su parte central, es decir, que constituye el núcleo, el cual se encuentra rodeado por un material aislante. Este material aislante está rodeado por un conductor cilíndrico que frecuentemente se presenta como una malla de tejido trenzado. El conductor externo está cubierto por una capa de plástico protector. En la figura 1.1 se muestra un corte de un cable coaxial.

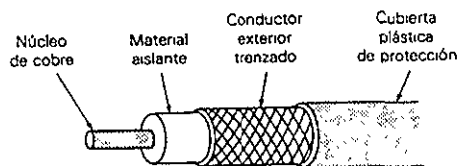


Figura 1.1. Un cable coaxial

1.3. FIBRA ÓPTICA

Los desarrollos recientes en el campo de la tecnología óptica han hecho posible la transmisión de información mediante pulsos de luz. Un pulso de luz puede utilizarse para indicar un bit de valor 1; la ausencia de un pulso indicará la existencia de un bit de valor 0. La luz visible tiene una frecuencia de alrededor de 10^8 MHz, por lo que el ancho de banda de un sistema de transmisión óptica presenta un potencial enorme.

Un sistema de transmisión óptica tiene tres componentes: el medio de transmisión, la fuente de luz y el detector. El medio de transmisión es una fibra ultra delgada de vidrio o silicio fundido. La fuente de luz puede ser un LED (diodo emisor de luz), o un diodo láser; cualquiera de los dos emite pulsos de luz cuando se les aplica una corriente eléctrica. El detector es un fotodiodo que genera un pulso eléctrico en el momento en el que recibe un rayo de luz. Al colocar un LED o un diodo láser en el extremo de una fibra óptica, y un fotodiodo en el otro, se tiene una transmisión de datos unidireccional que acepta una señal eléctrica, la convierte y la transmite por medio de pulsos de luz y, después, reconvierte la salida en una señal eléctrica, en el extremo receptor.

1.4. MICROONDAS

Como una alternativa del cable coaxial, en aplicaciones para comunicaciones de larga distancia, se ha utilizado muy ampliamente la transmisión por radio de microondas. Las antenas parabólicas se pueden montar sobre torres para enviar una

haz de señales a otra antena que se encuentre a decenas de kilómetros de distancia. Este sistema es ampliamente utilizado en transmisiones telefónicas y de video; cuanto mayor altura tenga la torre, más grande será el alcance que se obtenga. Con una torre de 100 metros de altura, por ejemplo, es posible que la señal alcance a transmitirse entre dos torres separadas por una distancia de 100 Km.

La ventaja de las microondas es que la construcción de dos torres resulta, por lo general, más económica que abrir una zanja de 100 Km. de longitud sobre la cual se pueda depositar el cable o la fibra, y posteriormente volver a cubrirla.

La transmisión mediante microondas se lleva a cabo en una escala de frecuencia que va desde 2 a 40 GHz, correspondiendo a longitudes de onda de 15 y 0.75 cm, respectivamente. Estas frecuencias se han dividido en bandas de portadoras comunes para aplicaciones de tipo gubernamental, militar y otras. La mayor parte del tráfico relacionado con llamadas telefónicas de larga distancia se realiza en la banda de 4-6 GHz, y continúa incrementándose su saturación. Existe la posibilidad de emplear bandas de mayor frecuencia, pero éstas resultan de menor utilidad para el tráfico de llamadas de larga distancia, debido a que su atenuación es mayor a medida que se incrementa la frecuencia.

1.5. COMUNICACIÓN POR SATÉLITE

La comunicación mediante satélite tiene algunas propiedades que la hacen atractiva en algunas aplicaciones. Este tipo de comunicación puede imaginarse como si un enorme repetidor de microondas estuviese localizado en el cielo. Está constituido por

uno o más dispositivos receptor-transmisor, cada uno de los cuales escucha una parte del espectro, amplificando la señal de entrada y, después, la retransmite a otra frecuencia, para evitar los efectos de interferencia con las señales de entrada. El flujo dirigido hacia abajo puede ser muy amplio y cubrir una parte significativa de la superficie de la tierra, o bien, puede ser estrecho y cubrir una área de cientos de kilómetros de diámetro.

Según la Ley de Kepler, el periodo orbital de un satélite varía de acuerdo con el radio de la órbita elevado a la potencia de $3/2$. Cerca de la superficie de la Tierra, el periodo es aproximadamente de 90 minutos. Los satélites de comunicación ubicados a esta altura no son muy convenientes porque se encuentran a la vista de las estaciones terrestres durante un intervalo de tiempo demasiado corto.

Sin embargo, a una altura aproximada de 36 000 km por encima del Ecuador, el periodo del satélite es de 24 h, por lo cual giraría a la misma velocidad con que lo hace la Tierra. Un observador, mirando un satélite en la órbita del círculo ecuatorial, lo vería como un punto fijo en el cielo, aparentemente sin movimiento. Es muy deseable tener estas condiciones en un satélite, porque de otra manera sería necesaria una casa antena orientable para rastrearlo.

Con la tecnología actual, no es deseable tener satélites espaciados a una distancia menor de 4 grados, en un plano ecuatorial de 360 grados. El haz proveniente de la Tierra, considerando separaciones menores entre satélites, iluminaría no sólo al que se desea, sino también a aquellos que lo rodean. Con un espaciamiento de 4 grados, sólo se pueden tener $360/4 = 90$ satélites de comunicación geosíncronos, situados

en el cielo, al mismo tiempo. Además de estas limitaciones tecnológicas, también hay una competencia muy fuerte por obtener ranuras orbitales entre cada clase de usuarios (como por ejemplo, para la difusión de TV, usos de tipo militar y gubernamental, etc.). Debido a su gran potencia, los satélites de televisión necesitan un espaciamiento de 8 grados.

Afortunadamente, los satélites que utilizan diferentes zonas del espectro no compiten entre sí, así que cada uno de los 90 posibles, podrían tener varios flujos de datos transmitiéndose de y hacia la Tierra en forma simultánea. Alternativamente, dos o más satélites podrían ocupar una ranura orbital si operasen a diferentes frecuencias.

Con objeto de prevenir un posible caos en el cielo, se han establecido acuerdos internacionales sobre quién puede hacer uso de qué ranuras orbitales y de qué frecuencias. Las bandas de 3.7 a 4.2 GHz y 5.925 a 6.425 GHz, se han designado como frecuencias de telecomunicación vía satélite, para flujos de información provenientes del satélite o hacia el satélite, respectivamente. En la actualidad estas bandas, a las que en general se les conoce como la banda 4/6 GHz, se encuentran superpobladas porque también se utilizan por los proveedores de servicios portadores para enlaces terrestres de microondas.

Las bandas superiores siguientes, que se encuentran disponibles para la telecomunicación, son las de 12/14 GHz, las cuales no se encuentran todavía congestionadas, y a estas frecuencias los satélites pueden llegar a tener un espaciamiento mínimo de 1 grado. Sin embargo, existe otro problema: la lluvia. El agua es un excelente absorbente de estas microondas tan cortas. Afortunadamente,

las tormentas más fuertes pueden localizarse con facilidad, por lo que, utilizando varias estaciones terrestres suficientemente separadas, en lugar de una sola, puede resolverse el problema, pagando el costo adicional por el empleo de antenas, cables y partes electrónicas extras, cuya función sería llevar a cabo una serie de conmutaciones rápidas entre estaciones. Las bandas de frecuencias de 20/30 GHz también se han reservado para el área de telecomunicaciones, pero el costo del equipo necesario para utilizarlas es todavía muy elevado.

Un satélite típico divide su ancho de banda de 500 MHz en aproximadamente una docena de receptores-transmisores, cada uno con un ancho de banda de 36 MHz. Cada receptor-transmisor puede emplearse para codificar un flujo de información de 50 Mbps, 800 canales de voz digitalizada de 64 kbps, o bien, otras combinaciones diferentes. Además, dos receptores-transmisores pueden utilizar señales con diferente polarización, de tal manera que empleen la misma banda de frecuencia sin que exista el problema de interferencia. En los primeros satélites, la división de los receptores-transmisores en canales era estática, separando el ancho de banda en bandas de frecuencias fijas. En la actualidad, el canal se separa en el tiempo, primero una estación, después otra, y así sucesivamente, siendo este esquema mucho más flexible. A este sistema se le denomina multiplexación por división en el tiempo.

Los primeros satélites tenían un solo haz espacial que cubría todas las estaciones terrestres. Con la importante caída de los precios, tamaño, y necesidades de potencia de la microelectrónica actual se ha llegado a desarrollar una estrategia de

difusión mucho más sofisticada. Cada satélite está equipado con múltiples antenas y receptores-transmisores. Cada uno de los haces de información provenientes del satélite puede enfocarse sobre una área geográfica muy pequeña, de tal forma que se puedan hacer varias transmisiones simultáneas de haces hacia el satélite. A estas transmisiones se les llama traza de ondas dirigidas, y normalmente tienen una forma elíptica y un tamaño muy pequeño, de sólo unos cuantos cientos de kilómetros de diámetro.

Los satélites de comunicación tienen varias propiedades que son completamente diferentes de las que presentan los enlaces terrestres punto a punto. Por ejemplo, aun cuando las señales que van o vienen del satélite viajan a la velocidad de la luz (300 000 km/s), éstas introducen un retardo substancial, al recorrer la distancia total como consecuencia del tiempo que tarda la información en ir y venir. El tiempo de tránsito de extremo a extremo oscila entre los 250 y 300 ms, dependiendo de la distancia que existe entre el usuario y la estación terrestre, así como de la elevación del satélite con respecto al horizonte. Los enlaces terrestres de microondas tienen, un retardo de propagación aproximado de $3 \mu\text{s}/\text{km}$, mientras que para los enlaces por cable coaxial es de $5 \mu\text{s}/\text{km}$ (las señales electromagnéticas viajan a una velocidad menor por un alambre de cobre que en el aire).

Con frecuencia se dice que los enlaces vía satélite sufren un retardo mayor que los correspondientes enlaces terrestres (especialmente, ésta es la opinión de las personas que operan enlaces terrestres); aunque sea cierto que el retardo de propagación es mayor, el retardo total depende también del ancho de banda y de la

tasa de error. Por ejemplo, el retardo total para enviar x kilobits en una línea terrestre, a una velocidad de 9600 bps, es de $x/9.6$ s. Para enviar el mismo mensaje en un enlace vía satélite, a una velocidad de 5 Mbps, se necesitan $[(x/5000) + 0.270]$ s, incluyendo el retardo de propagación, que típicamente es de 270 ms. Para el caso de los mensajes superiores a los 2.6 kilobits, resulta más rápido su envío a través del satélite. Si se incluye el efecto de retardo introducido por las retransmisiones, la menor tasa de error del canal del satélite llevará el punto de cruce aun más abajo.

Además del retardo de propagación que es independiente de la distancia entre el que envía y el que recibe, los satélites también tienen la propiedad de hacer que el costo de transmisión del mensaje sea independiente de la distancia que se recorre. Una llamada a través del océano no cuesta más que una llamada al otro lado de la calle. Las estructuras de las tarifas actuales de un proveedor de servicios portadores se desarrollaron bajo condiciones muy diferentes y pasará mucho tiempo antes de que se puedan reconciliar.

Otra diferencia, potencialmente revolucionaria, que existe entre los satélites y los enlaces terrestres es el ancho de banda disponible. Las líneas telefónicas alquiladas de mayor velocidad, normalmente transmiten a 56 kbps, aunque existen líneas de 1.544 Mbps que se utilizan en algunos lugares donde se puede aceptar su elevado costo. Las transmisiones por satélite, de azotea a azotea, puentea el sistema telefónico y, potencialmente, ofrece velocidades de datos 1000 veces superiores. Alternativamente, una antena barata de azotea puede utilizarse para realizar una comunicación directa con una poderosa estación terrestre de satélite, situada en la

cercanía. De cualquier manera, la capacidad de adquirir un ancho de banda inmenso durante un corto tiempo, es un atractivo que crece conforme crece el impacto causado por el tráfico de ordenadores. El envío de una cinta magnética sobre una línea telefónica de 56 kbps lleva 7 horas; enviar la misma cinta por medio de un receptor-transmisor de satélite, que transmite a 50 Mbps, lleva 30 s.

Otra propiedad interesante de la difusión vía satélite es precisamente ésta: su poder de difusión. Todas las estaciones incluidas bajo el área del haz, pueden recibir la transmisión, incluso las "estaciones piratas", de las cuales no se entera el proveedor de servicios portadores común. Las implicaciones en cuanto a privacidad son obvias. Se necesita por consiguiente, alguna forma de codificación para mantener el secreto de la información privada.

Los satélites no sólo se utilizan para la transmisión de datos y comunicación telefónica, también se pueden utilizar para la difusión directa de señales de TV a las casas.

La comparación entre la comunicación por medio de satélites y la realizada por medio de fibras ópticas es interesante. Mientras que una simple fibra tiene, en principio, un ancho de banda potencial mayor que el de todos los satélites puestos en órbita, este ancho de banda no es accesible para todos los usuarios. Las fibras que actualmente se instalan, se emplean en el sistema telefónico con objeto de manejar muchas llamadas de larga distancia a la vez, y no para proporcionar un ancho de banda grande para un usuario individual. Más aún, muy pocos usuarios son los que tienen realmente acceso a un canal de fibra óptica. Una llamada a la oficina de la

compañía local de teléfonos, a una velocidad de 9600 bps, nunca dará un ancho de banda mayor de 9600 bps, sin importar cual es el ancho de banda del enlace intermedio. Con los satélites, resulta muy práctico para los usuarios montar una antena en el techo de su edificio y con esto saltarse totalmente al sistema telefónico. Para los países del tercer mundo, con territorios hostiles y con muy poca infraestructura existente, los satélites son una idea atractiva. Indonesia, por ejemplo, ya cuenta con satélite propio para el tráfico telefónico doméstico.

Por esta razón, es muy probable que la comunicación vía satélite incremente su popularidad hasta el momento en que todo el cobre del sistema telefónico pueda substituirse por fibras ópticas (en algún momento de mediados del siglo XXI), y este será el momento en el que la fibra venza finalmente, excepto tal vez, en las aplicaciones que requieran el proceso de difusión, como en el caso de la transmisión de programas de televisión.

CAPÍTULO II
TRANSMISIÓN DIGITAL

2.1. SEÑALES ANALÓGICAS

Señales que varían en forma continua en el tiempo; es decir, tienen un valor definido para cualquier momento. Señales que presentan un rango continuo de valores que se repiten y que no son discretos, sino que van cambiando gradualmente desde valores mínimos hasta valores máximos.

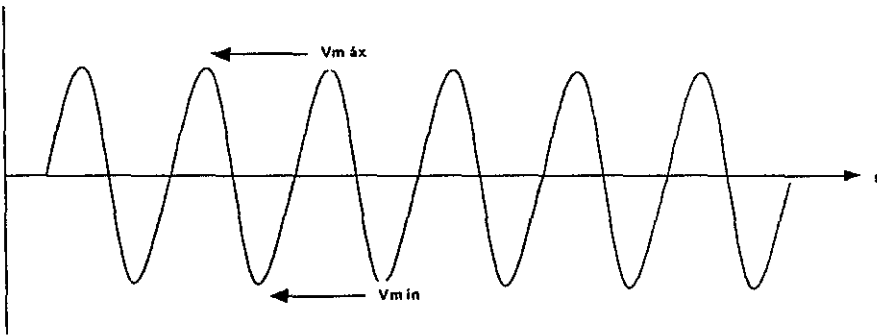


FIGURA 2.1. Señal Analógica

2.2. SEÑALES DIGITALES

Señales que sólo pueden tomar un número *discreto* de valores (presentan cambios muy abruptos en su voltaje), normalmente binaria: 0 ó 1.

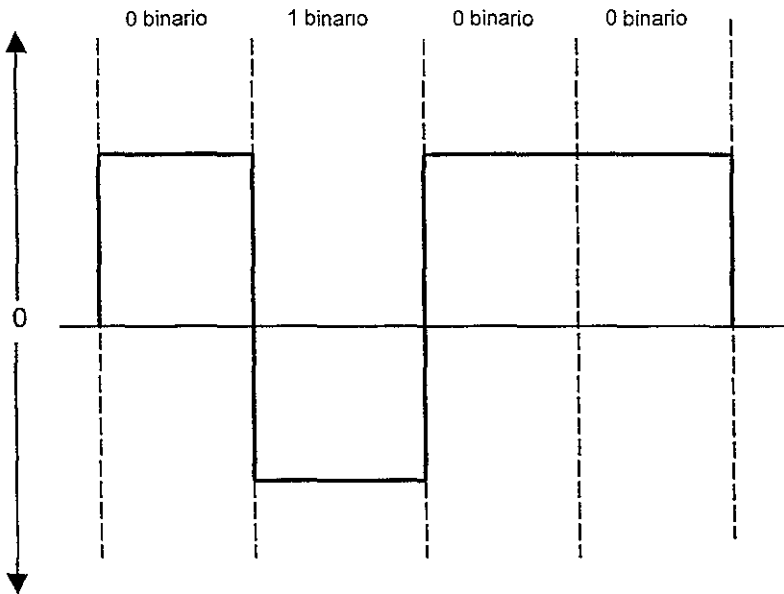


FIGURA 2.2. Señal Digital

2.3. TRANSMISIÓN DE PULSOS

La transmisión digital es la transmisión de pulsos digitales, entre dos puntos, en un sistema de comunicación. La información de la fuente original puede estar ya sea en forma digital o en señales analógicas que deben convertirse a pulsos digitales, antes de su transmisión, y convertirlas nuevamente en la forma analógica en el lado receptor. Con los sistemas de transmisión digital, se requieren una facilidad física tal como un par de alambres metálicos, un cable coaxial o un vínculo de fibra óptica para interconectar a los dos puntos en el sistema. Los pulsos están contenidos dentro de y se propagan por la facilidad de transmisión.

2.3.1. Ventajas de la transmisión digital

- a) La ventaja principal de la transmisión digital es la inmunidad al ruido. Las señales analógicas son más susceptibles que los pulsos digitales a la amplitud no deseada, frecuencia y variaciones de fase. Esto se debe a que con la transmisión digital, no se necesita evaluar estos parámetros, con tanta precisión, como en la transmisión analógica. A cambio, los pulsos recibidos se evalúan durante un intervalo de muestreo y se hace una sola determinación si el pulso está arriba o debajo de un umbral específico.
- b) Se prefieren a los pulsos digitales por su mejor procesamiento y multicanalización que las señales analógicas. La razón de transmisión de un sistema digital puede cambiarse fácilmente para adaptarse a diferentes ambientes e interconectarse con diferentes tipos de equipamiento.
- c) Los sistemas digitales utilizan la regeneración de señales, en vez de la amplificación de señales, por lo tanto producen un sistema más resistente al ruido que su contraparte analógica.
- d) Las señales digitales son más sencillas de medir y evaluar. Por lo tanto, es más fácil comparar el rendimiento de los sistemas digitales con diferentes capacidades de señalización e información, que con los sistemas analógicos comparables.
- e) Los sistemas digitales están mejor equipados para evaluar un rendimiento de error (por ejemplo, detección y corrección de errores), que los sistemas analógicos.

2.3.2. Desventajas de la transmisión digital

- a) La transmisión de las señales analógicas codificadas de manera digital requieren de más ancho de banda para transmitir que la señal analógica.
- b) Las señales analógicas deben convertirse en códigos digitales, antes de su transmisión, y convertirse nuevamente a analógicas en el lado receptor.
- c) La transmisión digital requiere de sincronización precisa, de tiempo, entre los relojes del transmisor y receptor.
- d) Los sistemas de transmisión digital son incompatibles con las facilidades analógicas existentes.

2.4. TRANSMISIÓN SÍNCRONA Y ASÍNCRONA

Una de las aplicaciones de la transmisión en serie es la comunicación con un teclado y una impresora en serie. Cada carácter consta de un código alfanumérico de 8 bits con bits adicionales insertados en ambos extremos del código del carácter. En la técnica de la **transmisión asíncrona** de datos en serie, cada carácter consta de tres partes: el bit de inicio, los bits de caracteres y los bits de paro. La convención es que la transmisión se mantenga en el estado 1 cuando no se transmiten caracteres. El primer bit, llamado bit de inicio, es siempre 0 y se utiliza para indicar el principio de un carácter.

Cuando no se envía un carácter, la línea se mantiene en el estado 1. La iniciación de una transmisión de caracteres se detecta por el bit de inicio, que siempre es 0. Los

bits de caracteres siguen siempre al bit de inicio. Después de que se transmite el último bit del carácter, se detecta un bit de paro cuando la línea regresa al estado 1, al menos mientras dura un bit. Mediante la aplicación de estas reglas, el receptor puede detectar el bit de inicio cuando la línea pasa de 1 a 0. Un reloj en el receptor examina la línea en tiempos adecuados de bits. El receptor conoce la velocidad de transferencia de los bits y el número de bits de caracteres que debe aceptar. Después de que se transmiten los bits de caracteres, se envían uno o dos bits de paro. Los bits de paro siempre están en el estado 1 y enmarcan el final del carácter para representar el estado inactivo o de espera.

Al final del carácter, la línea se sostiene en el estado 1 por un período de cuando menos 1 o 2 tiempos de bits de modo que se puedan volver a sincronizar el transmisor y el receptor. La cantidad de tiempo que la línea se mantiene en este estado depende del tiempo que se requiere para que el equipo se vuelva a sincronizar. Algunas terminales electromecánicas antiguas utilizan dos bits de paro, pero las terminales más nuevas usan solamente un bit de paro.

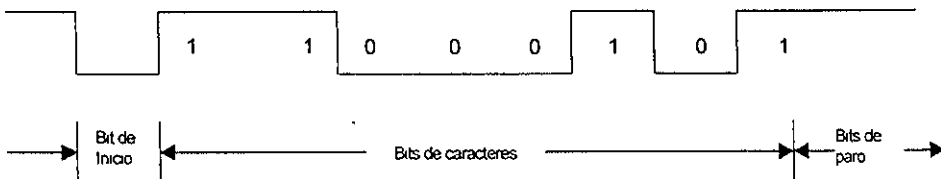


FIGURA 2.3. Transmisión Asíncrona

La **transmisión síncrona** no emplea bits de inicio y paro para formar caracteres. Los módems que se utilizan en la transmisión síncrona tienen relojes internos que se fijan a la frecuencia a la cual se transmiten los bits. Para que se realice una operación adecuada, se requiere que el reloj de los módems transmisor y receptor se mantengan sincronizados en todo momento. Sin embargo, la línea de comunicación transporta sólo los bits de datos, de los cuales se debe extraer la información del reloj. La sincronización de frecuencia se logra por medio del módem receptor, a partir de las transiciones de señales que ocurren en los datos recibidos. Cualquier cambio de frecuencia que pueda ocurrir entre los relojes del transmisor y receptor se ajusta continuamente conservando el reloj del receptor en la frecuencia del flujo de bits que llega. En esta forma, se mantiene la misma velocidad de transmisión en el transmisor y el receptor.

Contraria a la transmisión asíncrona, donde cada carácter se puede enviar por separado con bits de inicio y paro propios, la transmisión síncrona debe enviar un mensaje continuo a fin de mantener la sincronía. El mensaje consta de un grupo de bits que forman un bloque de datos. Todo el bloque se transmite con bits de control especiales al inicio y al final, a fin de estructurar todo el bloque en una unidad de información.

2.5. CODIFICACIÓN DE LÍNEA

En transmisiones de larga distancia, es económicamente más rentable incorporar la temporización dentro de la propia señal que se transmite, en vez de utilizar un canal diferente para la señal de reloj. Esto es lo que se conoce como un código autosincronizado. Los códigos no autosincronizados presentan el problema de que el reloj y los datos puedan resultar alterados al propagarse por canales diferentes. Es posible, por ejemplo, que la señal de reloj se haga algo más rápida o más lenta. Si eso ocurre, el receptor tendrá dificultades para sincronizarse con los datos transmitidos.

Con el uso de códigos autosincronizados, el receptor puede verificar por sí mismo si está muestreando la línea de transmisión en el momento exacto en el que se recibe el bit de datos. Para ello se requiere (en condiciones ideales) que la línea cambie su estado muy a menudo. A efectos de sincronización, los mejores códigos son los que causan cambios muy frecuentes en el estado de línea, ya que esos cambios de estado (por ejemplo, cambios de tensión) permiten al receptor ajustarse continuamente a la señal.

El reloj proporciona la referencia para la recepción de los bits. Lo ideal es un código que produzca cambios frecuentes y regulares en el canal. Las transmisiones determinan los intervalos temporales de transmisión de cada bit, y la lógica de muestreo busca constantemente las transiciones para alinear la recepción de los bits

El muestreo del receptor se produce a mayor velocidad que la velocidad de transmisión de bits, de forma que se puedan definir de manera precisa las celdas temporales que ocupa cada bit.

A continuación se explican algunos de los códigos de sincronización más empleados.

2.5.1. Código sin retorno a cero (NRZ)

En la figura 2.4 aparece un código sin retorno a cero donde se observa que el nivel de la señal permanece constante durante todo el intervalo de bit. En este ejemplo, la señal de nivel bajo corresponde al bit 1, y la señal de nivel alto al bit 0 (en otros casos se utilizan los voltajes opuestos). El código NRZ es ampliamente utilizado en comunicación de datos debido a su relativa simplicidad y bajo coste. Además, hace un uso eficaz del ancho de banda, ya que cada baudio (cambio de señal) representa un bit. Sin embargo, carece de capacidad de autosincronización, ya que una secuencia muy larga de unos o ceros haría transcurrir mucho tiempo antes de que se produjera una transición. Como consecuencia, el reloj del receptor podría sufrir derivas, lo que causaría que no se muestreara la línea en los instantes adecuados. El transmisor y receptor podría perder así la sincronización mutua. EL código NRZ puede ser polar o bipolar, dependiendo de cada realización concreta. Es muy utilizado en comunicaciones, ya que no requiere fases de codificación ni decodificación, y emplea muy eficientemente el ancho de banda del canal.

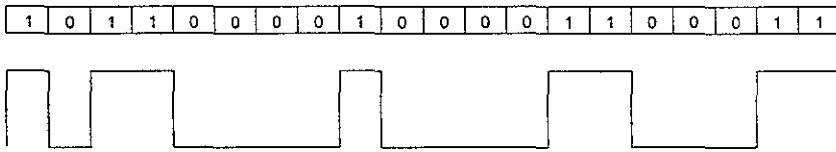


FIGURA 2.4. Código No Retorno a Cero (NRZ)

2.5.2. Código con retorno a cero (RZ).

Los códigos con retorno a cero producen el cambio en el estado de la señal al menos una vez en cada intervalo de bit, como se ilustra en la figura 2.5. Por ello presentan buenas características de sincronización. Su principal desventaja es que producen al menos dos transiciones de señal por bit y requieren, por tanto, al menos dos veces la velocidad en baudios de un código NRZ. Este tipo de códigos los encontraremos en algunos sistemas complejos de área local, fibras ópticas y tecnología relacionada con la luz.

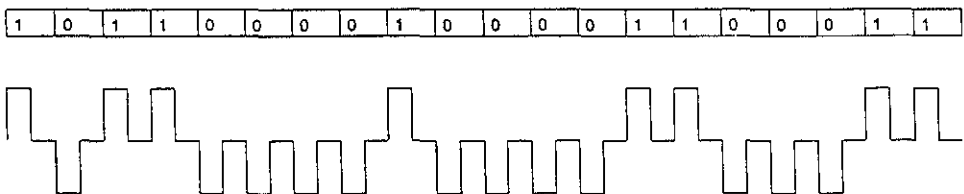


FIGURA 2.5. Código Retorno a Cero Bipolar (RZ)

2.5.3. Código Manchester

Este código produce también un cambio en el estado de la señal en cada intervalo de bit, por lo que es bueno desde el punto de vista de la sincronización. Pero como ocurría con el código RZ, requiere el doble de velocidad en baudios. Además, las interfaces que se emplean para conseguir estas velocidades binarias son bastante más caras que los que se utilizan para códigos NRZ. El código Manchester es utilizado en grabación en cintas magnética, enlaces por fibra óptica, enlace por cable coaxial y redes de área local.

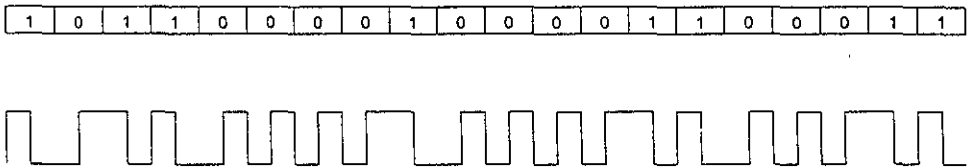


FIGURA 2.6. Código Manchester

2.5.4. Código de Inversión Alternada de Marca (AMI) bipolar

En la transmisión bipolar el 0 se codifica como ausencia de pulso y el 1 se codifica alternativamente como pulsos positivos y negativos, la alternación tiene lugar cada vez que se presenta un 1. Al invertir la dirección de marcas consecutivas, el promedio de componente de CD en la línea, cae a 0 volts. Por lo tanto el propósito

de este código es de reducir el continuo nivel de CD en la línea a 0 volts. Como resultado, este código es conveniente para transmisión a largas distancias.

Sin embargo un problema no está aún resuelto: este código no transmite el sistema de reloj. El receptor debe reconocer y seleccionar la razón de reloj de entrada explorando por transiciones en la cadena de bits de entrada. Si se tiene una serie de bits que son iguales a 0, el receptor ya no puede reconocer la razón de reloj, porque se tiene un continuo nivel de CD (0 volts) en la línea. Para resolver este problema, otro código ha sido desarrollado, llamado Alta Densidad Bipolar Exceso 3.

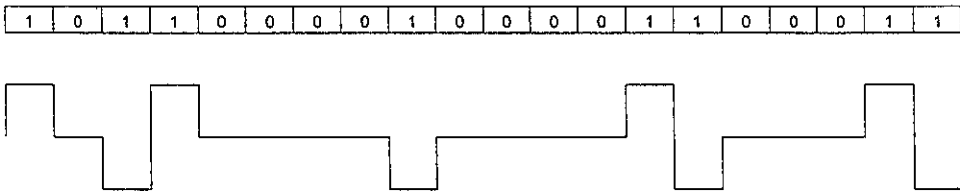


FIGURA 2.7. Código AMI Bipolar

2.5.5. Código HDB3 (Alta Densidad Bipolar Exceso 3)

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

Los pulsos de violación son insertados dependiendo del número de pulsos que han pasado, y dependiendo del signo del último pulso (después de inserción) El número

de pulsos que han pasado puede ser par o impar. El signo del último pulso puede ser positivo negativo. Los pulsos a insertarse son:

		NÚMERO DE PULSOS	
		IMPAR	PAR
ÚLTIMO PULSO	POSITIVO	— — — P	N — — P
	NEGATIVO	— — — V	P — — P

Cuando el número de pulsos que han pasado es impar, entonces únicamente el cuarto bit se cambiará a un pulso positivo o negativo. Este pulso es en la misma dirección que el anterior pulso. Esto es necesario ya que de otro modo el receptor no puede detectar este pulso como un pulso de violación. Este principio no puede ser usado cuando han pasado un número par de pulsos, ya que de otra forma, cuando tenemos una serie muy larga de ceros, se insertarían siempre pulsos en la misma dirección. Esto es peligroso, ya que podría generarse una componente de CD. Por esta razón se insertarán dos pulsos de violación. Uno en la primera posición de estos cuatro ceros y el otro en la última posición. Ambas son en la misma dirección, pero opuestos al último pulso. Si ahora se tiene una larga serie de ceros, se tendrán alternativamente dos pulsos positivos y dos negativos.

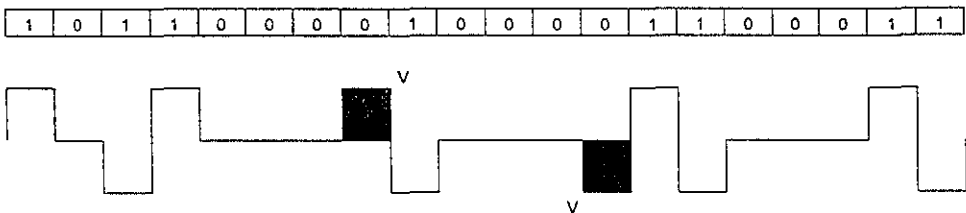


FIGURA 2 8. Código HDB3

2.6. DETECCIÓN DE ERROR

Una de las formas más simples de comprobación de errores se conoce como **eco remoto** (ecoplex en terminología inglesa). Con este mecanismo, el transmisor envía cada carácter al nodo remoto a través de una línea de comunicaciones dúplex. A su vez, el nodo remoto devuelve en forma de eco cada carácter al transmisor. Si el transmisor recibe el mismo carácter que envió, supone que la transmisión fue correcta. Si no, supone que ocurrió un error y retransmite el carácter de nuevo. La técnica de eco remoto está diseñada para circuitos bidireccionales en dúplex integral.

La **comprobación de paridad** es una técnica ampliamente utilizada para detección de errores. Consiste en añadir un único bit (denominado bit de paridad) a la cadena de bits que codifica un carácter. Por ejemplo, en un sistema de paridad impar de unos, este bit se pone a 0 ó 1 de que el número total de unos que se transmiten por carácter sea un número impar. El bit de paridad lo inserta la estación transmisora, y lo envía con cada carácter del mensaje. El receptor lo comprueba determinando la paridad de cada carácter. Si un error de transmisión causara que uno de los bits del carácter cambiara de 1 a 0 o de 0 a 1, la comprobación de paridad indicaría el error.

Sin embargo, si se produce un error en dos bits dentro de la transmisión de un mismo carácter (por ejemplo, un 1 se convierte en 0 y un 0 se transforma en un 1), no podrían ser detectados con la técnica de paridad anterior. Esto causaría una incidencia de errores alta en determinadas transmisiones. La modulación multinivel

(en la que cada estado de señal representa dos o tres bits) requiere el uso de una técnica sofisticada. La paridad de un sólo bit es también inadecuada en muchas líneas analógicas dedicadas a la transmisión de voz, ya que en este tipo de enlaces suelen aparecer los errores en forma de ráfagas

0	1	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	1	0

Bit de paridad

FIGURA 2.9. Ejemplo de comprobación de paridad

Un refinamiento a la técnica de paridad simple es el uso de **dobles paridad**. En lugar de agregar un bit de paridad a cada carácter, esta técnica asigna también una paridad (par o impar) a cada grupo de caracteres. La comprobación por bloque proporciona un método mejor de detectar errores dentro de un carácter o que afecten a varios caracteres. Se denomina también código de comprobación de paridad bidimensional. Sin embargo, tanto la paridad simple como la doble tienen el problema de que reducen el caudal efectivo debido a los bits adicionales de paridad que se introducen.

Otra forma de detectar errores es la **comprobación por suma (checksum)**. Es una técnica simple que produce mejoras en la detección de errores respecto a los métodos de comprobación de eco remoto y de paridad. En esencia, el transmisor suma todos los valores numéricos de los caracteres de la transmisión. Los 16 bits menos significativos del cálculo se colocan en un contador de comprobación de

bloque de esa misma longitud. Este valor se convierte en el código checksum del bloque y se transmite junto con los datos de usuario hasta el receptor. El receptor realiza el mismo cálculo y compara su código checksum con el código checksum transmitido. Si los dos valores son iguales, el receptor supone que el bloque se ha transmitido sin errores.

Existe una pequeña probabilidad de que una transmisión errónea no sea detectada.

$$\begin{array}{cccc}
 0 & 1 & 1 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 \\
 \hline
 1 & 1 & 1 & 0
 \end{array}$$

FIGURA 2 10. Ejemplo de comprobación por suma

Uno de los algoritmos de detección más efectivos es la **Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC)**. Con CRC, aproximadamente el 99.95% de todos los errores de transmisión se detectan. El CRC se usa generalmente con códigos de 8 bits, tales como EBCDIC o códigos de 7 bits (código ASCII), cuando no se usa la paridad.

En Estados Unidos el código CRC más común es el CRC-16, el cual es idéntico al estándar internacional, CCITT V.41. Con el CRC-16, se utilizan 16 bits para el BCC. Esencialmente, el carácter CRC es el sobrante de un proceso de división. Un mensaje de datos polinómico $G(x)$ se divide por una función de polinómico del

generador $P(x)$, el cociente se descarta, y el residuo se trunca en 16 bits y se agrega al mensaje como el BCC. Con la generación de CRC, la división no se logra con un proceso de división aritmética estándar. En vez de usar una resta común, el residuo se deriva de una operación de XOR. En el receptor, el flujo de datos y el BCC se dividen por la misma función de generación $P(x)$. Sin ningún error de transmisión ha ocurrido, el residuo será cero.

El polinomio generado para CRC-16 es:

$$P(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + x^0$$

en donde $x^0 = 1$.

El número de bits en el código CRC es igual al exponente más alto del polinomio generado. Los exponentes identifican las posiciones del bit que contiene un 1. Por lo tanto, b_{16} , b_{12} y b_0 son todos unos y todas las demás posiciones de bits son ceros.

La figura 2.11 muestra el diagrama a bloques para un circuito que generará un CRC-16 BCC, para el estándar CCITT V.41. Para cada posición de bit del polinomio generado en donde hay un 1 se coloca una compuerta excepto por x^0 .

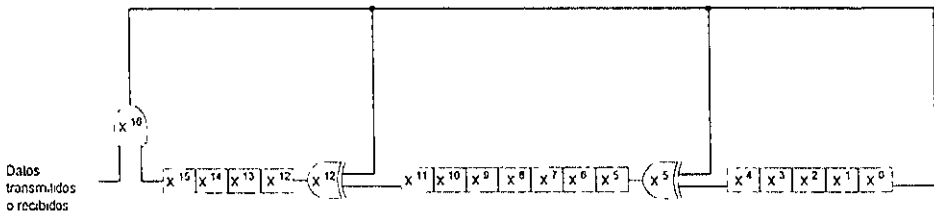


Figura 2.11. Circuito generador CRC-16 (CCITT V.41)

2.7. MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO

Su característica básica es que emplean una técnica digital, y sólo por esta razón cabe pensar que son los adecuados para ser usados en transmisión de datos entre ordenadores y terminales, que se comunican mediante el envío de datos binarios(bits).

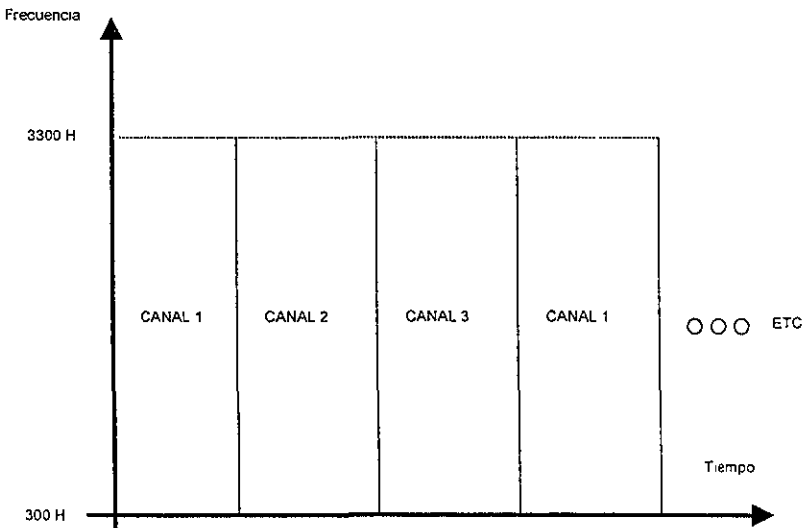


FIGURA 2.12. Multiplexación por División de Tiempo

Sus características básicas son:

- División del tiempo en intervalos.
- Muestreo de las líneas.
- Tiempos de guarda para evitar interferencias.

- Recomendación de señales en el extremo remoto.
- Necesidad del empleo de módems (hasta la implantación de la RDSI).

Dependiendo del tipo de muestreo existen TDM de bits o TDM de caracteres.

El muestreo bit a bit se caracteriza por intercalar bits de cada línea, empleando un formato de trama fijo y llenando los intervalos vacíos con marcas. Es transparente, presenta una débil sincronización y un bajo retardo (debido al almacenamiento), por lo que es adecuado para la multiplexación de terminales síncronos. Su coste es de tipo medio.

El muestreo carácter a carácter intercala caracteres con un formato fijo de la trama, rellenando los intervalos vacíos con señales de control; presenta así una buena sincronización, pudiendo realizar en transmisiones asíncronas una cierta compresión, ya que elimina los bits de inicio y de paro; por el contrario no es transparente al protocolo utilizado, y su coste es alto.

2.8. MULTIPLEXACIÓN ESTADÍSTICA

Un caso particular de la multiplexación por división en el tiempo es el "Estadístico" o STDm, consiste en no asignar intervalos de tiempo fijos a cada canal (rígidamente), sino en hacerlo en función del tráfico existente en cada momento en cada uno de ellos.

Sus características son:

- Tramos de longitud variable
- Muestreo de líneas en función de su actividad
- Intercala caracteres en los espacios vacíos
- Fuerte sincronización
- Control inteligente de la transmisión

La principal ventaja derivada del uso de multiplexores estadísticos radica en el hecho de poder realizar una óptima utilización del enlace, ya que la asignación de tiempos a cada línea no es fija, sino que se hace en función de su actividad, pudiéndose así asignar los recursos disponibles, es decir, la capacidad en bps de la línea de enlace, de la mejor forma posible.

En un multiplexor TDM a cada línea se le asigna una cierta velocidad y, por tanto, una cierta ocupación del canal de enlace, fija, independientemente de que esté en servicio o no; este hecho nos impone una gran limitación, que no se da en los STDM, ya que en un principio a cada canal se le puede asignar la velocidad máxima, y sólo habrá que tener en cuenta los porcentajes medios de utilización para no sobrepasar el límite del canal de enlace. De cualquier forma, estos equipos, que son inteligentes, disponen a la entrada de cada línea de un buffer, en donde se almacenan temporalmente los datos verídicos, realizándose la regulación del flujo mediante procedimientos de control tales como XON/XOFF o RTS/CTS. Su propia inteligencia

les permite el control y recuperación de errores, pidiendo la retransmisión en caso de ser necesario.

El control de flujo previene el desbordamiento (overflow) de los buffer cuando en los terminales existe una actividad superior a la prevista, aunque no logran impedir en este caso la disminución en el rendimiento del multiplexor, que sí se verá afectado.

2.9. TÉCNICA DE MODULACIÓN PCM

En las redes telefónicas se hace uso de la técnica de multiplexación TDM, y para la codificación de la voz y su transformación en señal digital, capaz de ser transmitida por los circuitos digitales, se utiliza la técnica MIC.

Los canales de voz se muestran mediante técnicas de Modulación por Impulsos Codificados (MIC) o en inglés PCM (Pulse Code Modulation) en intervalos de tiempo. Mediante ésta la señal analógica, procedente de la voz, se muestrea con una cadencia de 8000 veces por segundo –según la teoría de Nyquist se necesita muestrear con el doble del ancho de banda del canal (4000 Hz) para tener una reproducción fiel de la señal–; las muestras de amplitud obtenidas se cuantifican (asignación de un valor entre 1 y 128 o entre 1 y 256), lo que requiere palabras de 7 bits ($2^7 = 128$) o de 8 bits ($2^8 = 256$) respectivamente, con lo que la velocidad de transmisión necesaria será de 56 Kbps o 64 Kbps.

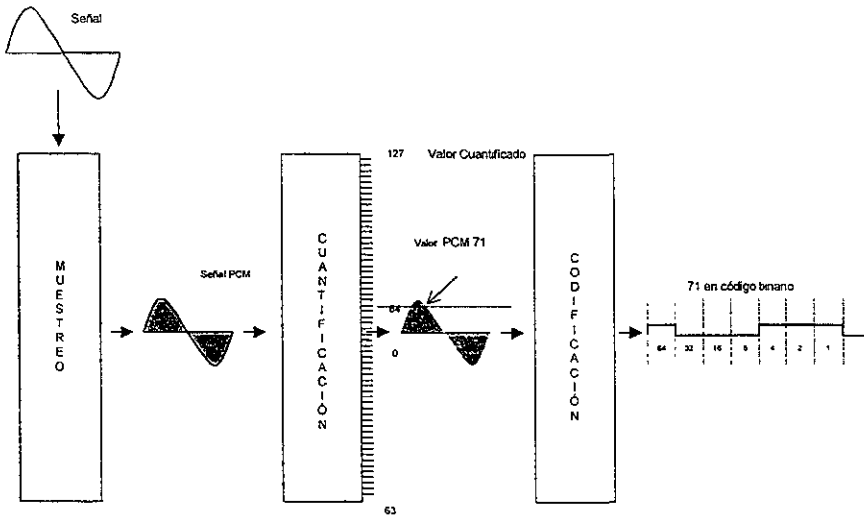


FIGURA 2.13. Muestreo y Codificación de una señal analógica mediante la técnica PCM

En Europa, para la codificación de las señales se emplea la denominada Ley A (curva característica definida por trece segmentos para la cuantificación no uniforme en los sistemas MIC de 64 Kbps), mientras que en USA se utiliza la Ley μ , resultando las jerarquías siguientes:

JERARQUÍA	Nº Canales	Velocidad (Mbps)
PRIMARIA (E1)	30	2048
2º ORDEN	120	8448
3º "	480	34368
4º "	1920	139264
5º "	7680	560000

Número de canales y su velocidad para la jerarquía europea (Ley A)

JERARQUÍA	Nº Canales	Velocidad (Mbps)
PRIMARIA (T1)	24	1544
2º ORDEN (T2)	96	6312
3º " (T3)	672	44736
4º " (T4)	4032	274176

Número de canales y su velocidad para la jerarquía americana (Ley μ)

En Europa es habitual utilizar la señalización por canal común, constituyendo una trama MIC 32 palabras de 8 bits, utilizándose el bit 0 (canal 0) para la sincronización, y el 16 (canal 16) para la señalización, con lo cual quedan 30 posiciones libres (bits 1 al 15 y 17 al 31) para la información. En este caso, sobre un canal de 2.048 Mbps tenemos 32 subcanales de 64 Kbps, de los que se utilizan 30 para transmitir información (voz digitalizada de datos)

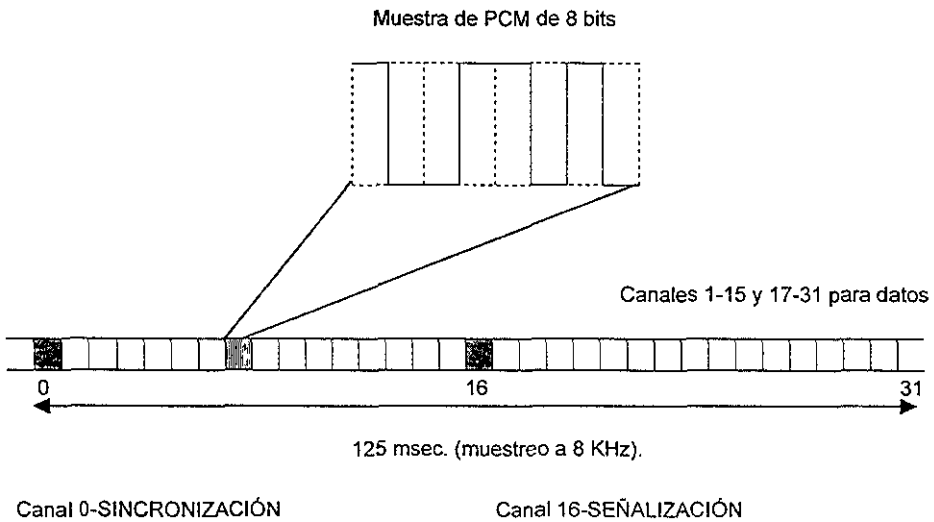


FIGURA 2.14. Asignación de canales en una trama PCM

2.10. SINCRONIZACIÓN

En una línea de transmisión digital, un número muy grande de bits pasa por cualquier punto, a una velocidad aproximada de 2 Mbps.

Para poder interpretar la información en el lado receptor, es necesaria la sincronización.

2.10.1. Sincronización de bit

Si los datos son explorados en la transición entre dos bits, es muy probable que la información recibida sea errónea. Por lo tanto, el primer paso para llevar cabo la sincronización en un sistema de comunicación es la sincronización de bit.

La sincronización puede ser lograda en 2 formas:

- Ajustar el reloj del receptor de manera que éste quede alineado con total exactitud con cada bit que vaya entrando.
- Introducir bastantes transiciones en la información para sincronizar a un nivel de bit (por ejemplo, con el código HDB3 se insertan pulsos de violación cuando más de tres 0's llegan sucesivamente).

2.10.2. Sincronización de la trama

Después de que los bits de entrada pueden ser reconocidos, los bits tienen que ser agrupados en canales de 8, representando una muestra de voz de una cierta comunicación.

Esta sincronización de la trama es obtenida por la repetición de un patrón fijo en el canal 0 de cada trama. Después de la sincronización de bits, el receptor iniciará la exploración del patrón fijo, el cual es esperado en el canal 0. Usando la estructura de 32 canales, el canal 0 de cada trama es usado para la alineación (sincronización de la trama)

El patrón A0011011 es usado para las tramas pares y el patrón B1CDEFGH es usado para tramas impares. Para la alineación de trama, se usan 8 bits. Estos son los bits del 2 al 8 del canal 0 de las tramas pares que contiene la alineación principal, y el bit 2 del canal 0 de las tramas impares.

En cada trama el primer bit del canal 0 es reservado para uso internacional (bit A y B). Estos bits son puestos a 1 mientras no se usan. Los bits D E F G H de cada trama impar, son reservados para uso nacional y no tienen significado en un enlace internacional, entonces son puestos a 1.

El bit C de cada trama impar es usado como bit de alarma del enlace, será puesto a 1 para informar a la central de origen en caso de que el enlace entre la central origen y la terminal esté fuera de alineación. Como consecuencia el enlace será puesto fuera de servicio.

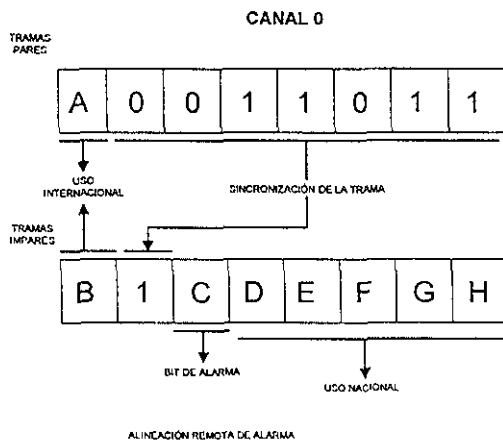


Figura 2.15. Patrones para tramas pares e impares

2.10.3. Sincronización de red

Cuando se conmuta información de PCM, se establece que la cadena de bits de entrada debe ser sincronizada con el reloj central del conmutador. Las cadenas de bits de entrada pueden originarse de diferentes centrales, donde han sido generados usando el reloj de esas centrales. Por lo tanto, se consideran tres casos:

2.10.3.1. Red asíncrona

En tal red, los relojes de las centrales son independientes, y la velocidad de transmisión de la cadena de bits de entrada puedan ser más rápida o más lenta que el impuesto por el reloj local de una central. Esto significa que el proceso de adaptación de los bits de entrada a la temporización de la información de la central se perderá o se repetirá de vez en vez. Entre más precisos y estables sean los relojes, más baja será la tasa de errores.

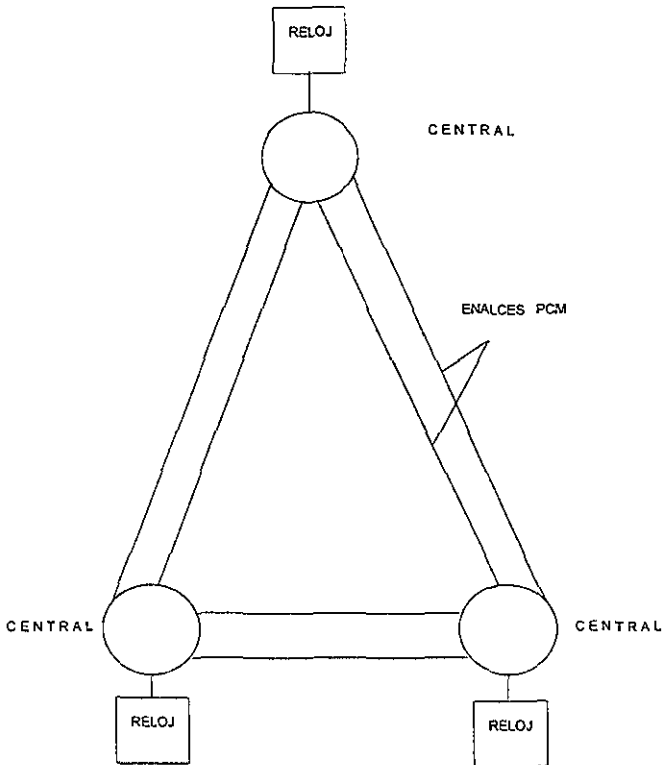


Figura 2.16. Red Asíncrona

2.10.3.2. Red síncrona, maestro esclavo

En una red síncrona maestro-esclavo, un reloj es maestro y el otro sincroniza su frecuencia usando el reloj regenerado desde la central maestra. En tal red la velocidad de transmisión de bits es la misma, pero la fase de la cadena de bits de entrada puede ser diferente debido al retraso de la transmisión.

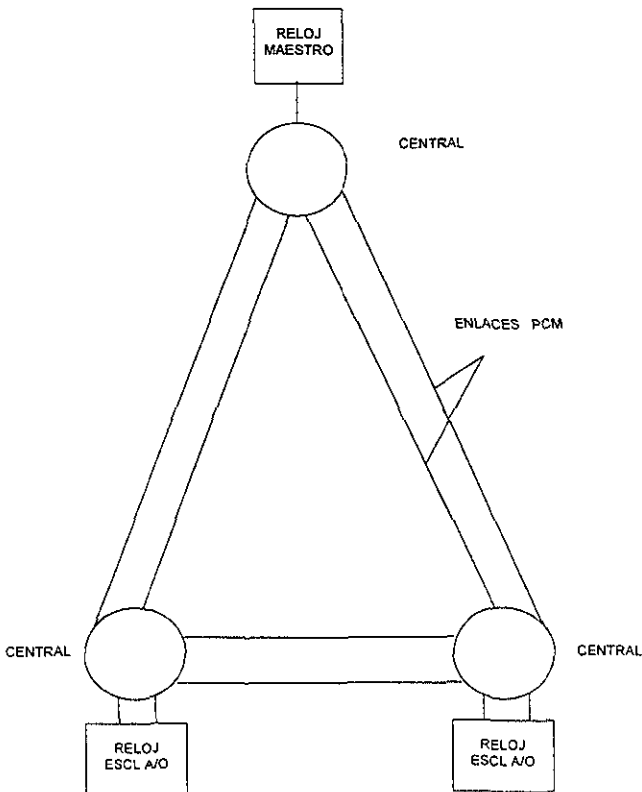


Figura 2 17. Red Síncrona, Maestro-Esclavo

2.10.3.3. Red síncrona mutua

Aquí ningún reloj es maestro. Todos los relojes están sincronizados al valor medio de todas las velocidades de transmisión de bits de entrada. En esta forma la red adopta una razón de velocidad de bit uniforme. A mayor cantidad de centrales, mejor trabajará este sistema.

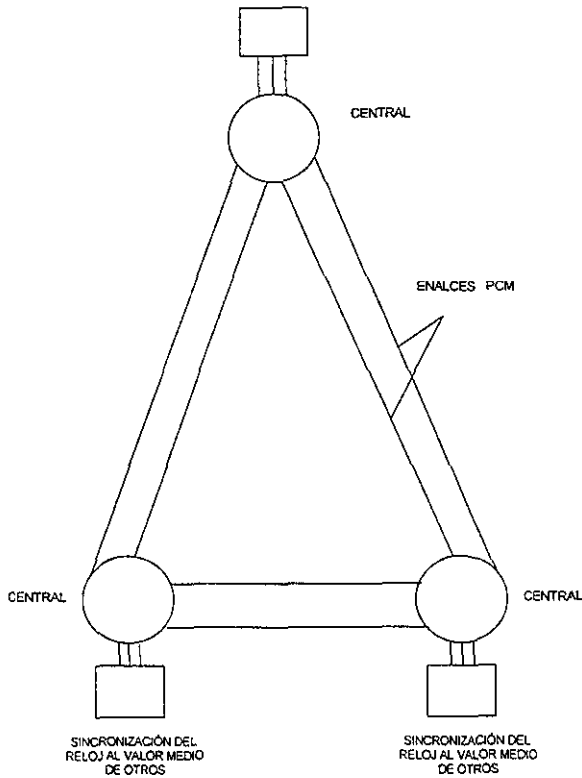


Figura 2 18 Red Síncrona Mutua

CAPÍTULO III
CONMUTACIÓN EN LA RED TELEFÓNICA

3.1. FUNCIÓN DE LA CONMUTACIÓN

Una red de teléfonos consta de trayectorias que conectan nodos de conmutación, de manera que cada teléfono en la red se puede conectar con cualquier otro al que la red le proporcione servicio. Actualmente hay cientos de millones de teléfonos en el mundo y casi todos se pueden comunicar con cualquier otro. La transmisión permite que dos abonados cualesquiera de la red se escuchen satisfactoriamente. La conmutación permite que la red se construya económicamente concentrando los recursos de transmisión. Estos recursos constituyen las trayectorias que conectan los nodos de conmutación.

La conmutación establece una trayectoria entre dos terminales específicas que, en telefonía, se conocen como abonados.

El conmutador establece la trayectoria de comunicación cada vez que se pide y la deshace cuando la trayectoria ya no se necesita. Ejecuta operaciones analógicas para establecer la trayectoria y determina automáticamente el cobro correspondiente por el uso del sistema. En términos generales, un sistema comercial de conmutación satisface los siguientes requisitos del usuario:

1. Cada usuario tiene la necesidad de poder comunicarse en cualquier otro usuario.

2. La velocidad de conexión no es crítica, pero el tiempo de conexión debe ser relativamente corto comparado con el tiempo de retención o el tiempo de conversación.
3. La calidad de servicio o la probabilidad de completar una llamada, tampoco es crítica, pero debe ser alta. El porcentaje mínimo aceptable de llamadas logradas durante el HP puede bajar hasta un promedio de 95%, sin embargo, la meta general del grado de servicio para el sistema debe ser de 99% * (equivalente a $p=.01$).
4. El abonado espera y supone un carácter privado en su conversación, pero por lo común no la pide específicamente ni se le puede garantizar, excepto en casos especiales.
5. La principal forma de comunicación, para la mayoría de los usuarios, será la voz (o el canal de voz)
6. El sistema debe estar disponible para el usuario en cualquier momento que él desee usarlo.

3.1.1. La numeración en la conmutación

Un abonado telefónico que observe hacia el interior de una red telefónica verá una especie de árbol con varias ramas, que constituyen los enlaces. En cada punto de ramificación existen múltiples elecciones. Suponga que el abonado que llama desea comunicarse con un abonado distante en particular. Para alcanzar a ese abonado, se

* Ver CCITT Rec. Q 95, $p=0.1$ por enlace en una conexión internacional

establece una conexión utilizando una elección en cada punto de ramificación. Naturalmente, algunas elecciones llevan hacia el punto terminal deseado y otras se alejan de él. La llamada se encamina a través de la red telefónica, mediante el número telefónico. Este número es el que activa el conmutador o los conmutadores en los puntos de ramificación de la red telefónica.

En realidad el número telefónico realiza dos operaciones importantes 1) enruta la llamada; y 2) activa los aparatos necesarios para el cargo correspondiente de la llamada. A cada abonado telefónico se le asigna un número definido, el cual se lista en el directorio telefónico con su nombre y dirección y, en su central telefónica local, se le asigna una línea correspondiente de abonado.

Si el abonado desea hacer una llamada telefónica, levanta su microteléfono y espera el tono de invitación a marcar que le indica el conmutador que le atiende; está listo para recibir instrucciones. Estas "instrucciones" son el número que el abonado marca (o las teclas que oprime), para dar al conmutador cierta información necesaria tanto para enrutar la llamada hacia el abonado distante con quien se desea comunicar como para establecer el costo de la misma.

El número de abonado es el número que se debe marcar para alcanzar a un abonado en la misma área local (de servicio). El área de servicio local es el área atendida por un solo conmutador (central).

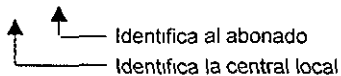
Si se tiene un conmutador con capacidad para 100 líneas, se pueden atender hasta 100 abonados y se pueden asignar números telefónicos de 00 a 99.

Si se tiene un conmutador central con capacidad para 1000 líneas, se pueden atender hasta 1000 abonados y se pueden asignar números telefónicos de 000 a 999.

Si se tiene un conmutador con capacidad para 10,000 líneas, se pueden atender hasta 10,000 abonados y se pueden asignar números telefónicos de 0000 a 9999.

La mayoría de los sistemas de conmutación actuales, presentan un límite máximo para la cantidad de abonados que se pueden atender con una unidad de conmutación. Una unidad de conmutación determinada es más económica cuando se opera con el número máximo de abonados para el que se diseñó. Sin embargo, por razones prácticas es necesario mantener en reserva algo de la capacidad. Por ejemplo, consideraremos centrales con números de abonado de siete dígitos:

746-3489



El abonado se identifica con los cuatro últimos dígitos, lo que permite tener hasta 10,000 abonados, de 0000 a 9999, no dejando lugar para números bloqueados, tales como:

746-0000

El área de servicio tiene capacidad para 999 centrales, no dejando de nuevo lugar para números bloqueados tales como:

000
911(número de emergencia en EE.UU)

3.2. CONMUTACIÓN ANALÓGICA, HÍBRIDA Y DIGITAL.

En una central analógica las conexiones físicas son establecidas entre dos abonados usando *conmutación analógica* y sistemas de transmisión analógicas. Durante la fase de establecimiento de la llamada, operan los conmutadores estableciendo la conexión entre dos aparatos telefónicos. Durante la conversación la conmutación permanece inmóvil y la trayectoria permanece en el lugar hasta liberarse.

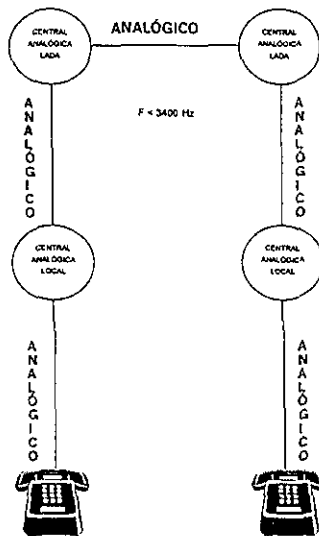


Figura 3 1. Red Telefónica Analógica

La **conmutación híbrida** apareció como una solución al problema que existía con las transmisiones analógicas ya que las señales que se enviaban presentaban ruido de transmisión lo que reducía la calidad de la red. De esta manera, se buscó la forma de poder transmitir datos sin introducir ruido, es decir, la introducción de transmisión digital dentro de las redes telefónicas analógicas.

Esta red telefónica híbrida consiste en:

- Sistemas de transmisión digital basado en un formato de trama de 32 canales PCM.
- Puntos de conmutación analógica conectando conversaciones en forma analógica.
- Un convertidor de analógico a digital en el nivel de troncales de cada central.

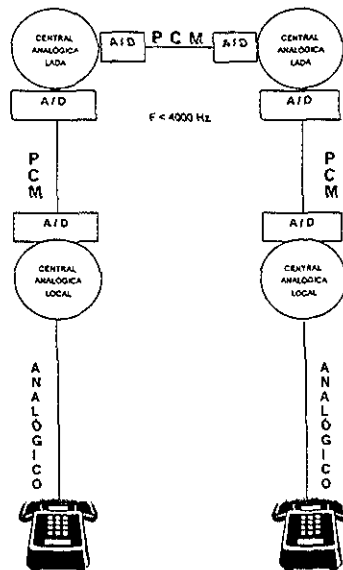


Figura 3.2 Red Telefónica Híbrida

La tecnología de **conmutación digital** se utiliza cada vez más para realizar las funciones de encaminamiento y conmutación de las informaciones formadas por pulsos digitales.

Ejemplo de conmutación digital:

En la Figura 3.3. dos llamadas se originan en la central local L1, la primera será enrutada a la central local L2 y la segunda a la central local L3.

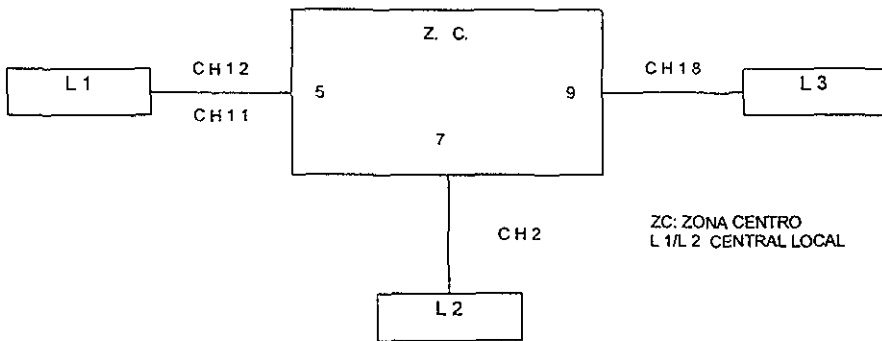


Figura 3.3. Conmutación Digital

La primera llamada es enrutada a través de la red de conmutación de L1 a una troncal de salida, dando acceso al canal 11 TDM de 32 canales que lleva a la zona centro, el cual es conectado al puerto 5.

El puerto 7, se conecta al sistema TDM de 32 canales que lleva a la central local L2.

Una vez preparada ésta, la llamada se asignó al canal 2. De esta manera, los datos

transmitidos en el canal 2 serán enviados a una troncal de entrada de la central local L2, la cual es conectada a través de la red al abonado llamado.

La segunda llamada se inicia desde otro abonado conectado a L1. Esta es enrutada a través de la red de conmutación de L1 a una troncal de salida dando acceso al canal 12 del mismo sistema TDM que lleva hacia la zona central, la cual esta conectada al puerto 5. El puerto 9 esta conectado a un sistema TDM de 32 canales que lleva hacia L3. Al momento del establecimiento, la llamada fue asignada al canal 18. De esta manera, los datos transmitidos en el canal 18 se enviarán a una troncal de entrada de la central L3, la cual es conectada a través de la red hacia el abonado llamado.

3.3. CONMUTACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO

Con este tipo de conmutación, las n líneas de entrada se muestrean en secuencia, para constituir una estructura de entrada de n ranuras; en donde cada una de estas ranuras tienen K bits.

La parte medular del conmutador por división de tiempo es el intercambiador de ranura de tiempo, que acepta y produce tramas, en la entrada y salida respectivamente, en las que las ranura se han reordenado. En la figura 3.4, la entrada de la ranura 4 sale en primer lugar, después la 7, y así sucesivamente. Por último, se demultiplexa la trama de salida con la ranura de salida 0 (ranura de

entrada 4), dirigiéndose a la línea 0, y así sucesivamente. En pocas palabras, el conmutador mueve un octeto de la línea 4 de entrada a la línea 0 de salida; otro octeto de la línea 7 de entrada a la línea 1 de salida, y así sucesivamente.

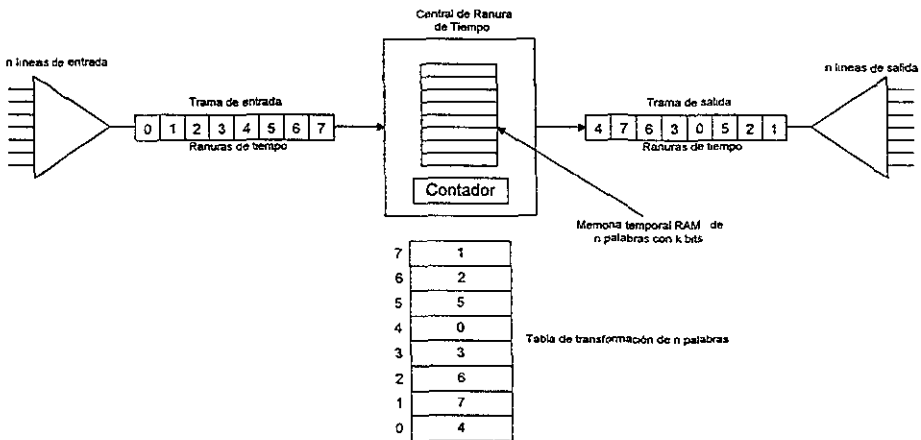


Figura 3.4. Conmutación por División de Tiempo

El intercambiador de la ranura de tiempo trabaja de la siguiente manera: cuando una trama de entrada está lista para su procesamiento, cada ranura (es decir, un octeto), se escribe en una memoria temporal RAM, localizada en el interior del intercambiador. Las ranuras se escriben ordenadamente, de tal forma que la palabra 1, en la memoria temporal, contiene la ranura 1.

Después de que todas las ranuras de la trama de entrada se almacenan en la memoria temporal, se construye nuevamente la trama de salida por medio de la lectura de las palabras, pero en un orden diferente. Existe una tabla de

transformación la cual se utiliza para direccionar la tabla RAM. De esta manera, si la palabra 0 de la tabla de transformación contiene un 4, la palabra 4 de la memoria temporal RAM será la primera en ser leída, y la primera ranura de la tabla de salida será la ranura 4 de la trama de entrada.

El contenido de la tabla de transformación, por consiguiente, determina que permutación de la trama de entrada se generará como trama de salida, y también, qué línea de entrada se conectará a qué línea de salida.

CONCLUSIONES

En la transmisión analógica, cuando un ruido se suma a la señal enviada, es difícil de regenerar la señal original lo que ocasiona que haya pérdidas en la información o existan inconvenientes tales como: cruce de voz (diafonía), distorsión, etc.

Los problemas con la transmisión analógica se incrementan con la longitud de la línea. Los niveles de ruido se incrementan continuamente en proporción a la longitud de las líneas.

En la transmisión digital, a diferencia de la analógica, la calidad de la transmisión es casi independiente de la longitud de las líneas; es decir, todo el ruido de transmisión puede ser eliminado en tanto que la señal permanezca lo suficientemente fuerte en relación al ruido. Por lo tanto, se puede establecer que la calidad de la voz es la misma al final de la trayectoria de transmisión como lo fue al inicio.

Debido al desarrollo de la tecnología digital, el ancho de banda que ofrecen actualmente los sistemas de telecomunicaciones ha hecho posible que el transporte de la voz sea más rápido y con el mínimo de pérdidas en la información.

Hoy en día, aunque existen redes de datos, Internet y todo tipo de novedades tecnológicas, cabe resaltar que la telefonía sigue siendo el componente principal de las telecomunicaciones de fin de siglo.

GLOSARIO

GLOSARIO

A**Abonado.**

Usuario de un servicio de telecomunicaciones, que normalmente ha celebrado contrato con el proveedor de un servicio público.

Ancho de banda.

Rango de frecuencias asignadas a un canal de transmisión; se corresponde con las situadas entre los puntos en que la atenuación de la señal es de 3 dB.

ANSI (American National Standards Institute).

Instituto Nacional Americano de Normalización, miembro de ISO en Estados Unidos. Representa al CCITT.

ASCII (American Standard Code for Information Interchange).

Código de 7 bits/128 caracteres posibles- estándar para el intercambio de información del American National Standard Institute.

Asíncrona.

Modo de transmisión de datos en el que el instante de emisión de cada carácter o bloque de caracteres se fija arbitrariamente, sincronizando con Start-Stop.

Atenuación.

Diferencia entre la potencia transmitida y la recibida debida a los equipos, líneas u otros dispositivos de transmisión; es medida en decibeles.

B**Banda base.**

Transmisión de la señal sin utilizar una señal portadora, usando la banda de frecuencias original.

Baudío.

Unidad de medida de la velocidad de señalización de una señal digital, equivalente al número de estados o eventos discretos por segundo.

BCD (Binary Code Decimal).

Decimal Codificado en Binario.

BCC (Block Check Character).

Carácter de chequeo de bloque

BER (Bit Error Rate).

Tasa de error en bits.

Binario.

Sistema numérico de base 2 en cual solamente los dígitos 1 y 0 son usados. El sistema base 2 o sistema binario, nos deja expresar cualquier número, si tenemos suficientes bits, como una combinación de 1's y 0's. Porque éstos dígitos pueden ser usados para representar dos estados, encendido y apagado, o verdadero y falso, alto y bajo.

Bit (bit/binary digit).

Dígito binario. Es la menor unidad de información, con valores posibles 0 y 1.

bps.

Bits por segundo. Velocidad de transmisión a una tasa de 1 bit por segundo.

Búffer.

Todos los discos duros modernos tienen cierta cantidad de memoria en la tarjeta, la cual es denominada búffer. El búffer es una dirección estacionada para petición de datos después de que es leída desde un lugar del disco. La ventaja a un búffer de disco es que esta decrementa la demora del sistema debido a las limitaciones físicas

de la velocidad del disco. Las secuencias de lectura pueden ser aceleradas teniendo al búffer para mantener la información que se anticipa a lo que el sistema pedirá.

Byte.

Un conjunto de bits tratados como unidad. Normalmente tienen una longitud de 8 bits –octeto-. La capacidad de almacenamiento de un dispositivo, frecuentemente, se da en bytes o kbytes (K significa 1024 bytes).

C**Calidad del servicio (QoS/Quality of Service).**

Es un parámetro significativo a la apreciación que el usuario hace de un determinado servicio, compuesto por varios factores.

Canal.

Vía interna de comunicación de datos en cualquier dispositivo informático, ó de interconexión de éste con el exterior.

Carácter.

Letra, cifra, signo, etc , que forma parte de un mensaje; pueden existir algunos tipos correspondientes a símbolos especiales o de control de ciertas funciones.

CCITT (Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony).
Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía. Ahora se denomina ITU-T.
Organismo internacional encargado de establecer recomendaciones referentes a las telecomunicaciones –telefonía, telegrafía y datos-.

CD.

Corriente Directa

Central.

En telefonía, es un elemento de conmutación que permite a los distintos usuarios poder establecer una comunicación entre sí, al establecer una ruta de enlace.

Circuito.

Canal que se establece entre dos puntos para la transferencia de información. Puede ser físico ó virtual.

CODEC (Coder/Decoder).

Codificador/Decodificador. El CODEC toma una señal analógica en su entrada y la convierte a una señal digital a su salida. Y también realiza el proceso inverso de señal digital a señal analógica.

Código.

Conjunto de símbolos que representan datos o instrucciones.

Codificación.

Alteración de la transmisión de una señal de forma que no se pueda recibir sin un decodificador operativo autorizado.

Compresión.

Técnica que permite reducir el volumen de información de un mensaje sin afectar al contenido del mismo.

Conmutación.

Proceso consistente en la interconexión de unidades funcionales, canales de transmisión o circuitos de telecomunicaciones por el tiempo necesario para transportar señales.

Conmutación de Circuitos.

Técnica que establece un circuito, con la capacidad requerida, durante el tiempo de vida de la llamada, sin almacenamiento intermedio.

Cuantificación.

Proceso que consiste en dividir el rango de amplitud de una señal en un número finito de valores discretos, y dependiendo de la amplitud de la señal analógica, asignar el valor discreto más cercano para cada muestra.

D**DCE (Data Communications Equipment).**

Equipo de comunicaciones de datos. Dispositivo ubicado donde el usuario final, típicamente un módem (analógico o digital) u otro dispositivo de comunicaciones, que actúa como un punto de acceso al medio de transmisión.

Diafonía.

Acoplamiento no deseado de las señales eléctricas en un medio de transmisión con las de otro.

Discreto.

Representación para una variable que puede adoptar cualquier valor para determinados instantes de tiempo.

Distorsión.

Cualquier cambio en la señal transmitida. La distorsión puede estar causada por la diafonía, el retraso en el tiempo, la atenuación y otros factores.

DS-0: Señal Digital 0.

Interface física para transmisión digital a una tasa de 64 Kbps. Corresponde al canal básico de voz.

DTMF(Dual Tone Multifrequency).

Procedimiento de marcación telefónica mediante la selección de 2 frecuencias para cada cifra, de entre un grupo de 16 combinaciones posibles.

Dúplex Integral.

Transmisión simultánea de datos en dos direcciones, lo que significa que un canal de comunicaciones puede enviar y recibir datos al mismo tiempo.

E

E1/T1.

Circuitos digitales alquilados de alta velocidad. E1 a 2048 Mbps(30x64) en Europa y T1 1.544 Mbps(24x64) en EU. E3 (34.368 mbps) y T3(44.736 Mbps) son las versiones a mayor velocidad.

EBCDIC (Extended BCD Interchange Code).

Código de intercambio extendido binario codificado en decimal. Código alfanumérico de 8 bits

Enlace.

Circuito de comunicaciones de alta capacidad que conecta muchos canales entre dos centros de conmutación o concentradores.

Erlang.

Unidad estándar para la medida del tráfico telefónico, careciendo de medida. Un Erlang de carga indica la ocupación continua (al 100%) de un circuito telefónico.

F

FDM (Frequency Division Multiplexing).

Multiplexación por División de Frecuencia.

Fotodiodo.

Combinación de una célula fotoconductor con un diodo de unión en forma de dispositivo semiconductor de dos electrodos. Sirve como sensor óptico para tratamiento de la información.

Frecuencia.

Número de veces que una corriente alterna cumple su ciclo completo en un segundo de tiempo. Un ciclo por segundo es un Hertz (Hz); 1 000 ciclos por segundo un kilohertz (KHz); 1 000 000 de ciclos por segundo, un Megahertz (MHz); y 1 000 000 000 de ciclos por segundo, un Gigahertz (GHz).

G

Gbps (Gigabits por segundo).

Velocidad de transmisión de mil millones de bits por segundo.

Geosíncrono.

Ángulo del satélite con inclinación cero de forma que el satélite parece que flota sobre un punto del ecuador.

H**Hz.**

Hertz. Medida básica de las características de frecuencia de radio. Una onda electromagnética completa una oscilación completa desde el polo positivo al negativo y vuelve en lo que se denomina un ciclo. Un Hz equivale a un ciclo por segundo.

I**IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers (Insitituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).**

Organización de estándares y especificaciones que cubre actividades en el área de computadores y electrónica.

Interface.

Nexo de interconexión (hardware o software) que facilita la comunicación/interconexión entre dos dispositivos.

Interferencia.

Energía que tiende a interferir con la recepción de las señales deseadas, como el desvanecimiento de los vuelos aeronáuticos, las interferencias de los canales adyacentes o el espectro resultante de la reflexión de objetos como montañas o edificios.

Internet.

Sistema mundial de redes interconectadas entre sí. Fue creado a mediados de los setenta por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para mantener comunicación constante entre centros de investigación y el ejército en caso de alguna emergencia nacional. Hoy en día la puede utilizar cualquier persona que tenga acceso a ella, mediante una línea telefónica, para intercambios y consultas generales de información.

ISO (International Standards Organization).

Organismo cuya función es la de coordinar los trabajos de normalización realizados por los diferentes organismos internacionales.

ITU-T (International Telecommunications Union -Telecommunications Standard Sector).

Unión Internacional de Telecomunicaciones - Sector de estándares de Telecomunicaciones. Cuerpo de recomendaciones, especificaciones y estándares internacionales formales, inicialmente conocido como CCITT. La ITU-T hace parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) fundado en 1948 y auspiciado por las Naciones Unidas para promover los temas relacionados con Telefonía y telegrafía.

K**Kbps (Kilobits por segundo).**

Velocidad de transmisión de mil bits por segundo.

L-LL**LAN (Local Area Network).**

Red de Área Local. Una red que hace interconexión entre PC's, terminales, estaciones de trabajo, servidores, impresoras y otros periféricos a una alta velocidad sobre distancias cortas.

Línea.

Circuito de enlace, basado en cualquier medio físico de transmisión, que proporciona enlace entre dos elementos de la red.

Llamada.

Proceso consistente en emitir las señales de dirección y control necesarias para poder establecer un enlace entre dos o más estaciones de datos.

M**Mbps (Megabits por segundo).**

Velocidad de transmisión de un millón de bits por segundo.

MODEM (Modulador/Demodulador).

Dispositivo que convierte señales digitales a analógicas adaptándolas al medio de transmisión y viceversa.

Modulación.

Variación en el tiempo de ciertas características de una señal eléctrica, portadora, conforme a la señal que se desea transmitir.

Modulación por Impulsos Codificados (MIC).

Es una técnica (muestreo a 8,000 veces por segundo y codificación de las muestras con ocho bits) para transmitir de forma digital señales analógicas; típicamente la voz, sobre un flujo digital de 64 kbit/s.

Muestreo.

Proceso de toma de muestras de una señal analógica, a alta velocidad, para proceder a su cuantificación y transformación en digital.

Multiplexor.

Dispositivo que permite la transmisión de varias señales por un mismo enlace simultáneamente, puede ser por división temporal o de frecuencia.

N**Nodo.**

Cualquier dispositivo que esté conectado a la red y tenga una dirección definida, teniendo como función principal la de conmutación, de circuitos o de mensajes.

Norma.

Documento que comprende una especificación de carácter técnico, no de obligado cumplimiento, aunque se recomienda su aplicación una vez que ha sido avalada por los organismos competentes.

P**PABX (Private Automatic Branch Exchange).**

Central Privada de Conmutación, situada en casa del usuario, que proporciona acceso de éstos entre sí y con la red telefónica pública.

PBX (Private Branch Exchange).

Central de Abonado. Un circuito switch que provee el acceso a un sistema de telefonía público.

PCM (Pulse Code Modulation).

Modulación por Impulsos Codificados. Ver MIC

Protocolo.

Conjunto de normas que regulan la comunicación, establecimiento, mantenimiento y cancelación entre los distintos dispositivos de una red o de un sistema.

Pulso.

Cambio en la intensidad o nivel de un medio durante un plazo de tiempo relativamente breve.

R**RTS/CTS (Request to Send/Clear to Send).**

Solicitud de Envío/Libre para enviar. Procedimiento de control de flujo utilizado entre una terminal y un módem. Request to Send indica que el terminal quiere enviar datos y Clear to Send significa que el módem está preparado para aceptar datos.

RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).

Modelo de referencia del protocolo adoptado por la ITU-T para brindar un servicio digital extremo a extremo e interactivo para datos, audio y video.

RDSI-B (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha).

Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha. Conjunto de recomendaciones del CCITT para los servicios de banda ancha, que son aquellos por encima de los 2 Mbps.

Red.

Conjunto de recursos (nodos de conmutación y sistemas de transmisión) interconectados por líneas o enlaces, cuya función es que los elementos a ella conectados puedan establecer una comunicación.

S**Satélite.**

Sofisticada estación electrónica de comunicaciones que orbita a 22.237 millas (unos 35.900 km.) sobre el ecuador y que se desplaza siguiendo una órbita fija a la misma velocidad y dirección de la Tierra (a unos 11.263 km/h de este a oeste).

Señal.

Representación física de caracteres o de funciones. Es la información que se transmite por una red de telecomunicaciones, pudiendo ser analógica (si toma valores continuos) o digital (si toma valores discretos), en función del tiempo.

Señalización.

Es el intercambio de información y mensajes dentro de una red de telecomunicaciones, para controlar, establecer, supervisar, conmutar y gestionar las comunicaciones.

Señalización por canal asociado.

Señalización asociada al canal, el cual transporta tanto información de usuario como de señalización y sincronización.

Señalización por canal común.

La utilización de un canal compartido para controlar varios canales de comunicación. El más conocido es el SSCC7 del CCITT, de gran difusión de redes públicas telefónicas (por ejemplo, en la RDSI).

Sincronización.

Proceso de orientación de los circuitos del receptor y del transmisor para que transmitan en armonía.

Síncrono.

Modo de transmisión de datos en el que el instante de transmisión de cada señal que representa un elemento binario esta sincronizado con una base de tiempos

STDM (Statistical Time Division Multiplexing).

Multiplexación por División de Tiempo Estadístico.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

T

TDM (Time Division Multiplexing).

Multiplexación por División de Tiempo. Es una técnica de asignación de ancho de banda en la que cada canal puede acceder al ancho de banda durante un periodo determinado de tiempo.

Telefonía.

Transmisión de voz entre lugares distantes

Tráfico.

Cantidad de información cursada por una vía de comunicación. En redes de datos se pueden medir como bits/s y en las de voz como erlangs.

Trama.

Conjunto de espacios de tiempo y de bits consecutivos. Es la unidad básica de información que se transmite por el canal de comunicaciones. En la mayoría de los sistemas contiene los campos de control, comprobación de errores y de datos de usuario.

Troncal.

Es un conjunto de circuitos que unen dos unidades de conmutación distintas y que conectan una ruta de salida de la primera unidad con una ruta de entrada de la segunda unidad.

X**XON/XOFF.**

Procedimiento de control de flujo frecuentemente utilizado entre terminales y ordenadores conectados a un DCE. Un carácter XON inicia el flujo de datos y un carácter XOFF lo detiene.

XOR. (OR EXCLUSIVO)

Función lógica utilizada para el procesamiento de información en los sistemas digitales.

BIBLIOGRAFÍA

ALCATEL-INDETEL TELECOM, Introducción a la Telefonía Digital, Marzo de 1992.

ANDREW S. Tanenbaum, Redes de Ordenadores, Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, México 1991, 759 p, (2ª edición).

BLACK, Uyles, Redes de Computadoras, Ed. Alfaomega Grupo Editor, México 1997, 585 p. (2ª Edición).

FREMAN, Roger L, Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Ed. Limusa, México 1989, 606 p.

HUIDOBRO Maya J. Manuel, Manual de Telefonía Fija y Móvil, Ed. Paraninfo, España 1997, 147 p.

SMALE P.H., Introducción a los Sistemas de telecomunicaciones, Ed. Trillas, México, 1993, 210 p.

TELEDATA, Fundamentos de Comunicaciones Digitales, México D.F. 1993.

TOMASÍ Wayne, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, México 1996, 858 p. (2ª edición).

DIRECCIONES CONSULTADAS EN INTERNET

<http://alpha.telecom-co.net/tec-news/glosario/>

<http://www.sudnet.com.av/hlp2cows/gnglosari.htm>

<http://www.comstream.com/Spanish/gloss.html>

<http://www.solcresa.com.mx/gosario.htm>

<http://www.telmex.com.mx/>