

40



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON

**AVANCES Y APLICACIONES DE LAS
COMUNICACIONES DIGITALES EN
EL ENTORNO ACADÉMICO**

68831

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A N:

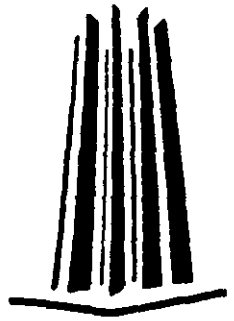
SANTA ISABEL MARTINEZ SANCHEZ

PERLA XOCHITL TORRES DE AVILA

ASESOR: ING. ENRIQUE GARCIA GUZMAN

MEXICO

2001.





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

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"CAMPESTRARION"

TESIS

AVANCES Y APLICACIONES DE LAS COMUNICACIONES
DIGITALES EN EL ENTORNO ACADÉMICO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN COMPUTACIÓN

DE AUTORÍA

SANTA ISABEL MARÍA GARCÍA SANDOZ
PERLA COCHITI GARCÍA DE ANA

ASESOR: DR. HÉCTOR GARCÍA GONZÁLEZ

A mi madre Catalina Sánchez de Martínez.

por haberme dado la vida y que con su ayuda y sacrificios supo impulsarme cada día para lograr esta meta.

A la memoria de mi padre Angel Martínez Herrera quien me inspiró la filosofía de la vida y el amor.

A mis hermanos por su estímulo proporcionado para terminar la carrera.

*Angel, Delfina, Manuel, María Luisa, Luis, Mario, Hector, Julio Cesar,
† Raymundo, Verónica, Alejandro, Rosa, Santiago.*

A mis maestros y a mi Asesor de Tesis quienes fueron mi guía en el duro camino del estudio.

A mis amigos y acompañamos que siempre estuvieron cerca de mí.

A mi Amiga Perla Kochil por haber compartido esta tesis juntas logrando nuestra meta que a pesar de los inconvenientes supimos salir adelante gracias a Dios.

*Sinceramente
Santa Isabel Martínez Sánchez.*

Agradezco a Dios por haberme dado buena salud, por guiarme para salir siempre adelante y permitirme realizar una de tantas metas que me he propuesto, una de ellas es la realización de esta tesis

A mis Padres: Luis Gonzalo Torres y Juana María De Avila por todos sus esfuerzos, su confianza y consejos que siempre me dan para tomar las decisiones más convenientes para mi bien, ya que sin su apoyo esto no hubiera sido posible.

A mis hermanos:

Leonardo, Luis Gonzalo, Julio Cesar, Laura, Miguel Angel, Maricela,
Adrián, Norma Guadalupe, Bruno Esteban.

Por su ejemplo y orientación que siempre me han brindado

A mis amigos y compañeros que siempre estuvieron pendientes de la realización de esta tesis, gracias por su amistad incondicional.

A mi asesor de tesis Enrique García Guzmán quien presto su total y constante interés para la realización de la tesis.

Perla Noehill Torres De Avila

ÍNDICE	PAGINA
Objetivo General	i
Justificación	i
Introducción	ii
 CAPÍTULO I	
Introducción a las Comunicaciones Digitales	
I.1 Antecedentes históricos	1
I.2 Comparación con señal analógica y señal digital	4
I.3 Perspectivas futuras de las Comunicaciones digitales	9
 CAPÍTULO II	
Medios de transmisión	
II.1 Introducción	11
II.2 Par Trenzado	11
II.3 Cable Coaxial	18
II.4 Fibra Optica	21
II.5 Microondas (Aire)	28
 CAPÍTULO III	
Modulación Digital	
III.1 Introducción	34
III.2 Tipos de Modulación Digital	36
III.3 Aplicaciones de Modulación Digital	44
III.4 Comparación de Anchos de Banda	45
 CAPÍTULO IV	
PCM y TDM	
IV.1 Introducción	50
IV.2 Procesos del PCM	51
IV.3 Procesos del TDM	60
IV.4 Aplicaciones PCM y TDM en telefonía	63
IV.5 Códigos de línea	70
 CAPÍTULO V	
Transmisión de Datos	
V.1 Introducción	75
V.2 Protocolos de Transmisión	76
V.3 Redes	97
V.4 Aplicaciones de Módem	110
 CAPÍTULO VI	
Transmisión de Vídeo	
VI.1 Introducción	128
VI.2 Sistemas de Transmisión de Vídeo	128
VI.3 Métodos de la Compresión de la señal	137
 GLOSARIO	
CONCLUSIÓN	
BIBLIOGRAFÍA	

OBJETIVO GENERAL:

Se mostrara la utilización de las Comunicaciones Digitales, como una forma de desarrollo para optimizar la transmisión e interactuar los métodos y modos de sus aplicaciones, proporcionando información necesaria para su estudio.

JUSTIFICACIÓN

Es interesante leer un libro sobre Comunicaciones Digitales hablando de un conjunto de adelantos científicos y tecnológicos. En más de una ocasión, a quienes de alguna forma realizan o investigan en algunos de sus variados aspectos, dichos conceptos resultan lejanos a su área de trabajo, de forma que se olvidan de exponerlos y profundizar en ellos. Además también existen otros factores que se han ido añadiendo a la lista, tales como: seguridad, calidad, y confiabilidad en la información.

De acuerdo al ambiente académico dentro de las Comunicaciones en el cual se presentan hoy en día como un avance tecnológico muy rápido, este punto de vista formativo en algunas asignaturas requieren de un apoyo bibliográfico amplio, actual y accesible para el entendimiento de las mismas, y esto presenta una problemática para las personas que necesitan este material, ya que algunas fuentes de información no son accesibles, ni amplias, ni actuales.

Con esto inducimos al lector a que se inicie en el complejo camino de las Comunicaciones Digitales que se han ido utilizando, y cómo se han desarrollado muchas áreas del conocimiento científico, para mantener una amplia comunicación y compartir las distintas técnicas que se utilizan en la actualidad.

INTRODUCCIÓN

Esta tesis incluye temas de mayor importancia para analizar los procesos de las comunicaciones digitales, es decir, las telecomunicaciones que se ocupan de elementos electrónicos, correo electrónico, teléfono, TV, etc.

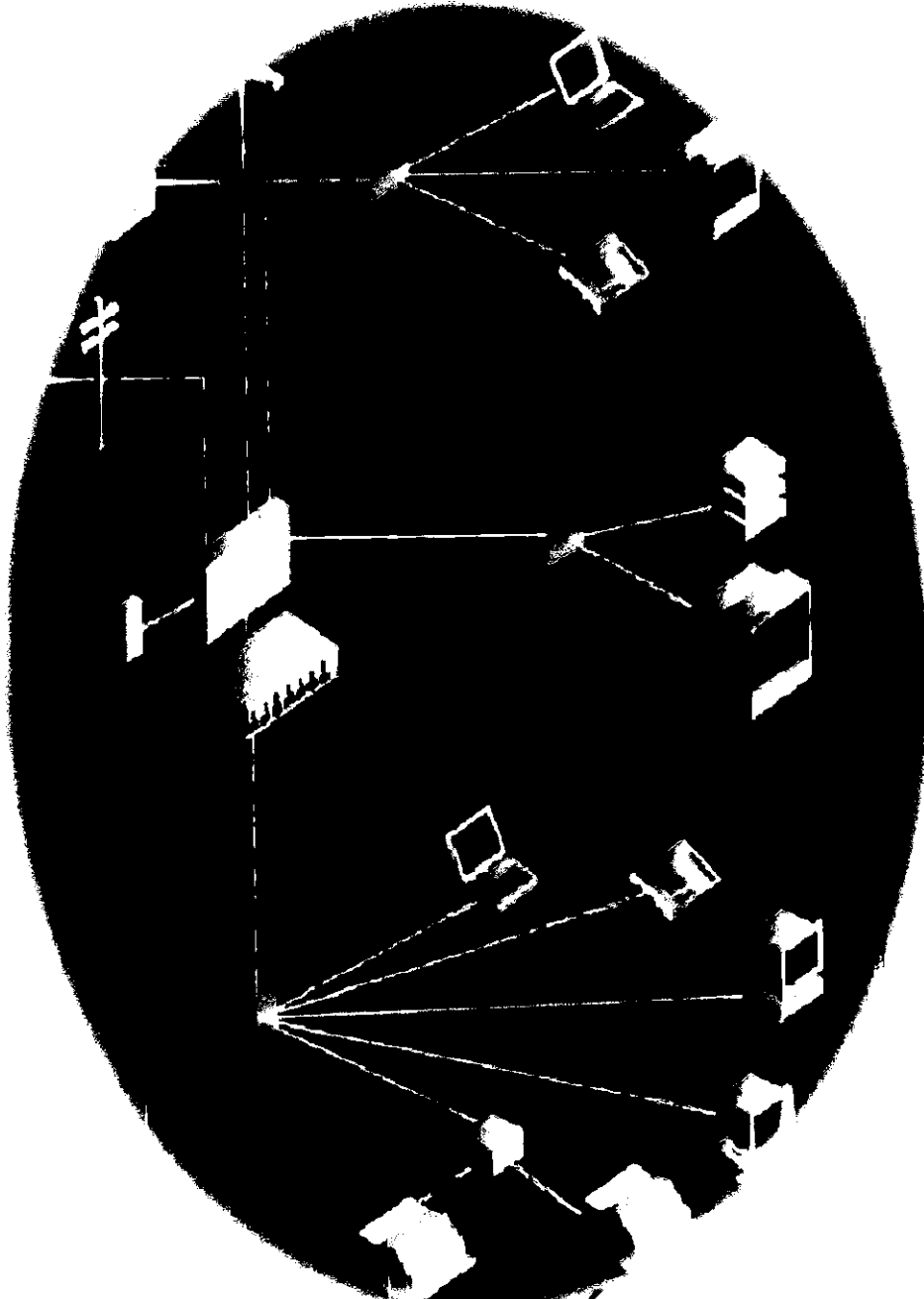
Lo cual se lleva a cabo por los medios de Comunicación, que tienen ciertas características para su uso. También existen técnicas de modulación que permiten modificar alguno de los parámetros de la señal como son: amplitud, frecuencia, fase, para facilitar su estudio, lo cual hay señales analógicas y digitales lo que para nuestros días lo digital es lo de hoy, ya que son señales más fáciles de manejar, son menos inmunes al ruido y se manejan por medios de códigos para una mejor transmisión. Existe convertidores de señales analógicas a digitales y viceversa lo cual recibe el nombre de PCM Y TDM, que se realiza por un modulador – demodulador llamado módem que es un dispositivo que permite que la computadora se comuniquen a través de líneas telefónicas.

La infraestructura que se ha alcanzado para integrar los tres tipos de tráfico: Voz, Datos, Vídeo, en un mismo canal, ha dado pie a la implantación del RDSI (red digital de servicios integrados), que es completamente digital, en la cual evoluciono de las redes telefónicas.

Por lo que se expondrán los avances y aplicaciones de las tecnologías que han surgido para su estudio, no olvidando los antecedentes que han servido de pauta para su desarrollo, ya que la información y el intercambio de la misma es un servicio de mayor importancia, las computadoras son dispositivos de primera necesidad para el procesamiento de la información de datos, se tienen plataformas compatibles para su transferencia basados en estándares y protocolos como son: OSI , X.25, Frame Relay, y ATM.

Otro tipo de tráfico como es el vídeo se menciona la importancia de la TV y la compresión de vídeo, ya que las teleconferencias, vía satélite, por mencionar algunos, juegan un papel importante, logrando una verdadera evolución.

CAPÍTULO I



INTRODUCCIÓN A LAS COMUNICACIONES DIGITALES

I.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A medida que desentrañaban los secretos de esa misteriosa fuente de energía denominada corriente eléctrica, los hombres de ciencia trataban de aplicarla a las comunicaciones. Descubiertos los principios del electromagnetismo, la tarea se hizo más fácil, y en 1835 aparecía el telégrafo, inventando casi al mismo tiempo por las siglas Wheatstone y el norteamericano Morse. Este último que recibe generalmente los honores de la prioridad, construyó en 1844 la primera línea telegráfica y creó poco después su famoso alfabeto de puntos y rayas. Veinte años más tarde quedaba tendido el primer cable teleográfico a través del Atlántico. El factor tiempo desaparecía así de las comunicaciones humanas, que podían establecer a través de las más dilatadas distancias sin perder un minuto. La aplicación de la electricidad venía a reducir ese lapso en forma inesperada y drástica, acelerando hasta un grado máximo de ritmo del contacto cultural entre las naciones. El progreso técnico se tornó vertiginoso a partir de ese momento. Lograda la transmisión del sonido a través de un alambre, comenzaron las experiencias tendientes a transmitir también la voz humana. Las palabras del primer mensaje transoceánico ("Europa y América están unidas por la telegrafía: "gloria a Dios en las alturas y paz en la tierra a los hombres de buena voluntad") parecían anunciar una era de fraternidad universal.

Los nuevos descubrimientos fueron fruto de la labor conjunta de muchos hombres. Los principios establecidos por el sabio alemán Enrique Hertz fueron aplicados por el ingeniero italiano Guillermo Marconi, quien logra crear en 1896 el primer transmisor telégrafo sin alambre. Su invención permitió mantener contacto por primera vez en la historia, con los buques que navegan en alta mar, impidiendo catástrofes náuticas. Poco tiempo transcurrió antes de que apareciera la radiotelefonía.

La válvula ideada por el sabio norteamericano Lee de Forest solucionó muchos problemas técnicos y permitió los grandes procesos alcanzados por la aviación. Nuevos desarrollos de los mismos principios permitieron establecer las primeras estaciones permanentes de radiotelefonía.

En los años posteriores a la Primera Guerra Mundial, los receptores de radio cubrieron casi toda la tierra y llegaron a convertirse en el medio de diversión más popular y difundido.

En los años que siguieron a la Segunda Guerra Mundial la televisión alcanzó un desarrollo tan rápido y sorprendente como el que antes había logrado la radiotelefonía.

El tiempo ha dejado de tener importancia para las comunicaciones desde la invención de Samuel Morse. La telegrafía ha progresado con rápido ritmo: los cables subterráneos y transocéánicos, el teletipo y los métodos de transmisión múltiple han venido a ser completados por el sistema llamado Ultrafax, que permite transmitir material fotográfico con increíble rapidez. Con este sistema se ha logrado transmitir las 1.047 páginas de la novela "lo que el viento se llevó" en sólo dos minutos. Un simple par de alambres de un telégrafo moderno permite transmitir 288 mensajes al mismo tiempo.

La telegrafía inalámbrica, inventada por Marconi, también ha realizado progresos sorprendentes y comunica hoy los lugares más distantes del mundo. El teléfono, a su vez es el medio más utilizado de comunicación personal.

Convertida en hada bien hechora que anunciaba un mundo más sonriente, la televisión hizo una aparición espectacular al fin de la segunda guerra mundial. Su prodigioso desarrollo la ha convertido en un admirable instrumento de comunicación. Es evidente que dará más cohesión a la familia, se transformará en poderoso vehículo de la educación infantil y rivalizará el interés con el cinematógrafo poder "ver" lo que ocurre en el mundo desde la propia casa que es ya un privilegio del hombre común, que contribuiría ampliar así su visión y su criterio sobre todos los problemas y cuestiones.

Los primeros satélites artificiales lanzados al espacio a partir de 1957, llevaban dispositivos de radio para establecer comunicación con tierra. El rápido progreso experimentado en la especialización de los satélites dio origen a la creación de un tipo de satélites llamados de telecomunicación, que pueden ser pasivos o activos.

Los pasivos sirven solamente de superficies reflectoras y su función se reduce a retransmitir, reflejando, los mensajes y señales que llegan a su superficie. Los satélites activos llevan equipos de radio, receptores y transmisores, y dispositivos electrónicos de registro y grabación de mensajes, que les permiten recibir y retransmitir miles de palabras por segundo. El satélite norteamericano Courier I (1960) pertenece a los tipos activos.

En 1962 se lanzó el satélite activo norteamericano Telstar con equipo completo de telecomunicación para la recepción y retransmisión de programas de televisión en colores, de conversaciones radiotelefónicas y mensajes radiotelegráficos.

¹ Los satélites más recientes son el Early Bird, satélite activo que puede transmitir hasta 240 canales de voz en doble vía o un canal de televisión en doble vía. El Intelsat II tiene la misma capacidad que el Early Bird, pero es mucho más potente, abarca una zona geográfica más amplia y es el primero que atiende tráfico simultáneo de varias estaciones terrestres. El Intelsat III puede retransmitir unos 1.200 canales de doble vía o cuatro canales de televisión. La vida útil de los satélites depende de la duración de las baterías solares. Como consecuencia de este enorme adelanto en materia de comunicaciones, la mayoría del mundo ha podido seguir en vivo, por televisión, hechos tan trascendentales como la conquista de la Luna, consumada por los astronautas del Apolo 11.

Conocida la historia de la comunicación humana y analizados sus aspectos actuales, llega el momento de resumir su importancia económica, cultural y social. Al ampliar nuestros horizontes personales, los medios de comunicación han introducido nuevos factores y estimulado nuevas aspiraciones. Toda clase de noticias, tendencias e ideas se entrecruzan con ritmo acelerado, debilitando los moldes de las sociedades estáticas. A este primer efecto se agrega otro, de orden económico. Al reducir las distancias entre los centros mercantiles, las comunicaciones aumentan la velocidad y eficacia de las transacciones, acentuando la interdependencia de las economías nacionales.

Desde el punto de vista político, los instrumentos de la comunicación moderna, en todos aquellos países donde existía la libertad de expresión, informan e ilustran libremente en la opinión pública. Por último, las comunicaciones han intervenido en el proceso de formación de una comunidad internacional que supere las fronteras nacionales y continuarán influyendo en la misma dirección. Conocer la vida de otros pueblos en un paso decisivo hacia la comprensión y la paz.

¹ Enciclopedia Ilustrada Cumbre páginas 165-166 (Tomo 4 Cervantes Churruca.) Edición 1982.

I.2 COMPARACIÓN CON SEÑAL ANALÓGICA Y SEÑAL DIGITAL.

Los sistemas de comunicación se pueden clasificar de diferente forma, dependiendo del parámetro de comparación. Se clasifican por la forma en que envía el mensaje; en digital o analógico, y puede ser en banda base, o en una portadora.

SEÑAL ANALÓGICA.

Una señal analógica o señales continuas en amplitud son las que varían en función del tiempo, adquiriendo valores dentro de un intervalo continuo.

Las señales análogas o analógicas tienen un número infinito de valores entre los límites altos y bajos de una señal portadora intermedia.

Por ejemplo, las señales enviadas a través de una línea telefónica por módems son análogas porque representan tonos de audio. Por ejemplo entre los 300 hertz y los 3300 hertz. Véase la figura I.1

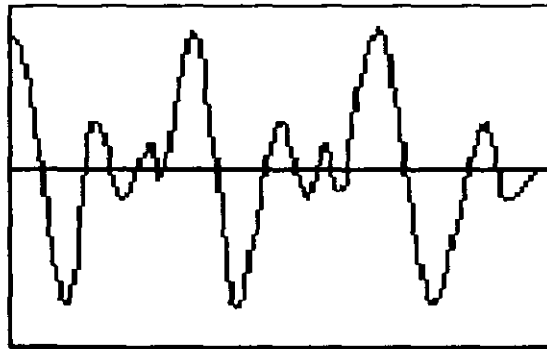


Figura I.1 Señal Analógica

SEÑAL DIGITAL.

Las señales digitales son discretas en el tiempo y en amplitud. Esquema de transmisión donde cualquier elemento de señal tiene solamente dos valores posibles (0,1), son menos inmune al ruido, la interferencia y la distorsión. Véase la figura I.2

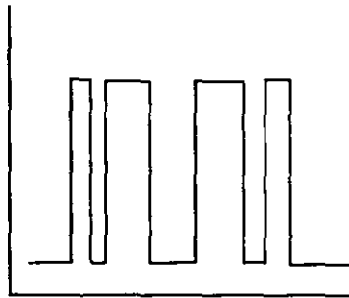


Figura 1.2 Señal Digital

Por lo que los diseñadores pensaron en un medio de pasar a forma digital las señales analógicas, transmitir las en esa forma y luego reconvertirlas, lo cual reciben el nombre de convertidores analógicos digital o ADC (del inglés Analog to Digital Conversion)²

El propósito básico de un convertidor analógico Digital, es el de traducir un valor de voltaje o corriente a un número binario correspondiente. El convertidor ADC puede instrumentarse de muchas formas, no solo de una o dos. El método que se escoja depende de muchos factores, incluyendo:

1. - Velocidad de conversión
2. - Exactitud
3. - Costo
4. - Estabilidad

Exactitud.

Primeramente, las técnicas del procesamiento digital de señales no son necesariamente más exactas o precisas que las analógicas, estas cualidades dependen del convertidor ADC y de la cantidad de procesamiento a efectuar. Un convertidor ADC es por sí sólo un circuito analógico y está sujeto por tanto a todas las limitaciones de un circuito analógico. Si se ha de efectuar un procesamiento extenso de la señal, el procesador digital sería quizás más eficaz. Es considerablemente más difícil controlar el ruido que se añade inevitablemente a una señal en los circuitos analógicos.

² Sistemas de Comunicaciones electrónicas, Autor. Tomas Wayne.

El ruido aumenta en cada etapa del procesamiento por las que pasa la señal. Sin embargo, cuando se dispone del hardware o tiempo de procesamiento suficiente para una señal digital (que es una secuencia de números), el ruido de procesamiento debido a redondeo o truncamiento, puede reducirse a cualquier nivel deseado.

Velocidad de Conversión:

El proceso de conversión entre las señales analógicas y digitales, consume desafortunadamente, cierto tiempo. Podemos afirmar así, casi en forma absoluta, que el procesamiento digital de señales analógicas es más lento que su procesamiento analógico. Los sistemas analógicos son más rápidos y generalmente menos caros, para aplicaciones pequeñas, que los sistemas analógicos - digitales. Sin embargo, el procesamiento digital puede ofrecer una capacidad casi ilimitada con ruido mínimo, ya que no se afecta por la temperatura, envejecimiento u otros factores ambientales, además se pueden efectuar operaciones extraordinariamente complejas al expresar digitalmente una señal. Las señales se clasifican como se muestra en la figura 1.3.

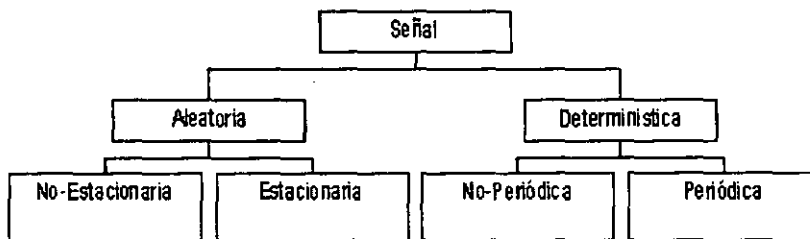


Figura 1.3 Clasificación de Señales

SEÑALES PERIÓDICAS.

$$X(t) = X(t + n T)$$

T = Periodo

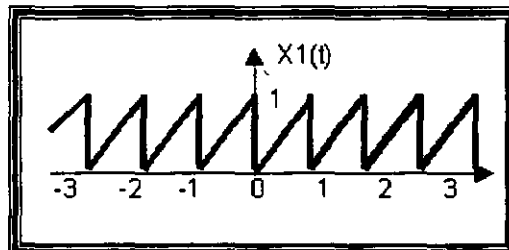


Figura I.4 Señal Periódica: Diente de Sierra con periodo T=1 seg. y amplitud 1.

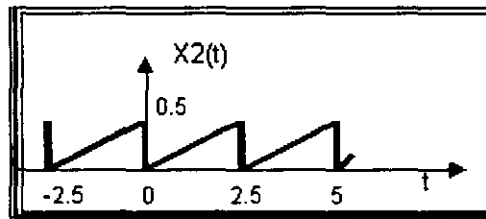


Figura I.5 Señal Periódica: Diente de Sierra con período T=2.5 seg. y amplitud 0.5.

SEÑALES NO PERIÓDICAS

$$X(t) = 2(t) + \text{Log}(t)$$

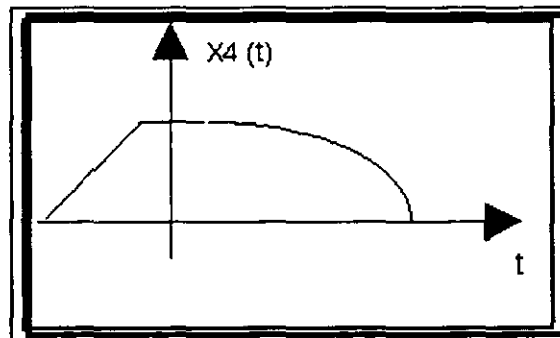
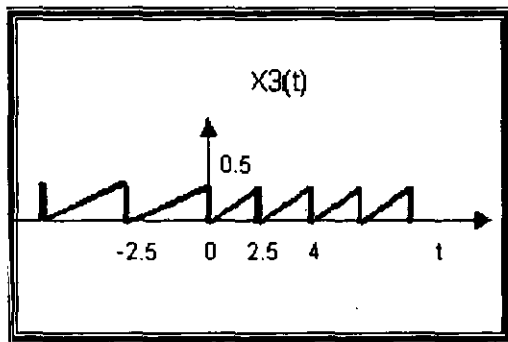


Figura I.6

a) Señal no periódica: diente de sierra no periódica con amplitud 0.5. Note que la duración del "diente" no es constante.

b) Señal no periódica

DIAGRAMA EN BLOQUES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES ANALÓGICO

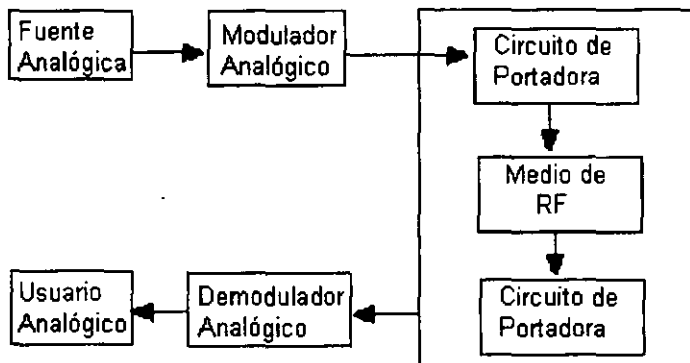


Figura I.7 Diagrama en Bloques de un Sistema de Comunicaciones Analógico

DIAGRAMA EN BLOQUES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES DIGITAL

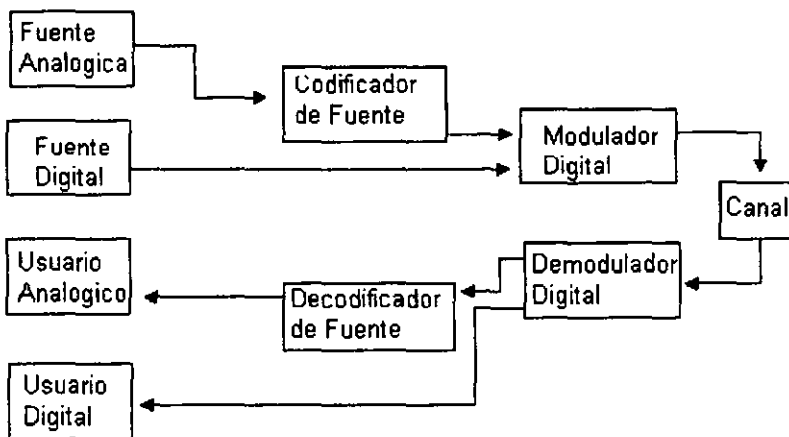


Figura I.8 Diagrama a bloques de un sistema de Comunicación Digital.

SISTEMA DE COMUNICACIÓN A BLOQUES

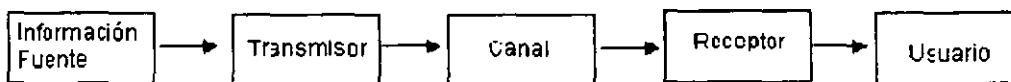


Figura I.9 Sistema de Comunicación

I.3 PERSPECTIVAS FUTURAS DE LAS COMUNICACIONES DIGITALES

Las tecnologías presentes y futuras relacionadas con las telecomunicaciones nos inducen a pensar de una manera diferente a como lo hemos hecho en el pasado. Los avances en tecnologías digitales y en transmisiones por fibras ópticas permiten hablar ahora de velocidades de transmisión y de conmutación menores de una mil millonésima de segundo.

Cada vez hay una conectividad mayor entre los usuarios de una red de telecomunicaciones y existe también mayor posibilidad de que las diferentes redes sean interconectadas, por lo cual es posible que en un futuro sea suficiente el estar conectado y tener acceso a una sola red para poder disfrutar de todos los servicios que se ofrezcan al público por medio de cualquier otra red. Seguramente no se verá revestido este hecho y la conectividad seguirá aumentando.

Las comunicaciones entre personas tienden a hacerse cada día más independientes del lugar donde se encuentran las mismas, con lo cual se nota una tendencia hacia accesos inalámbricos (y por tanto, móviles o al menos portátiles), hacia las redes que ofrecen los diferentes servicios. Probablemente seguirán proliferando estos sistemas con accesos que den al usuario cada día una mayor movilidad.

Las redes de telecomunicaciones tienden a ser redes de "autopistas" de información digital de altas capacidades, y la fuente de información, así como el servicio que se preste, son irrelevantes para la operación de las mismas.

Para una red no hay diferencia entre el transporte de datos correspondientes a voz, imágenes, textos, archivos provenientes de una computadora, o provenientes de otros tipos de fuentes. En el futuro, las redes efectivamente serán redes de transporte inteligente de bits, a velocidades de muchos millones de bits por segundo. Al ser digital el transporte de información, la calidad que podría ser disfrutada en cada uno de los servicios será muy alta.

En los últimos años, importantes desarrollos de fibra óptica que interconectan los países latinoamericanos con el resto del mundo parecían quitarle protagonismo a las comunicaciones por satélite.

Al día de hoy, prácticamente todos los países de Latinoamérica tienen comunicaciones internacionales por fibra óptica con el resto del mundo, los proyectos de expansión de estas redes de alta capacidad seguirán apareciendo conformando una inmensa malla de medios de comunicación altamente confiables, de alta calidad, capacidad y más bajos costos. No obstante, la industria satelital en América Latina presenta un saludable desarrollo, dando soporte a diversos sistemas de transmisión, entre los que se encuentran: los servicios tradicionales de transmisión troncal telefónica y de datos, el acceso asimétrico troncal a Internet (modalidad solamente permitida a través de medios por satélite).

Transmisión de datos a puntos aislados o lejanos de las redes terrestres, respaldo de contingencia para las redes de fibra óptica, difusión de señales de televisión permanente u ocasional, acceso directo del usuario final a Internet y comunicaciones telefónicas y de datos móviles.

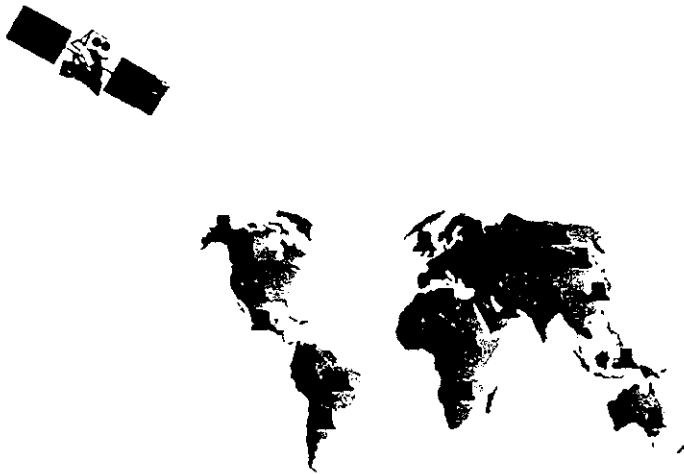
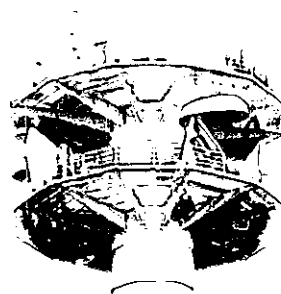


Figura I.10 Comunicaciones por Vía Satélite

Por lo que se realiza la conexión física entre las comunicaciones, para los medios de Transmisión los cuales son: Par Trenzado Cable Coaxial, Fibra Óptica, Satélites y Microondas (aire).

CAPÍTULO II



MEDIOS DE TRANSMISIÓN

II.1 INTRODUCCION

Se pueden usar varios medios físicos para la transmisión real; cada uno con su propia concavidad en términos de ancho de banda, retardo, costo y facilidad de instalación y mantenimiento. A grandes rasgos, los medios se agrupan en **medios guiados**, como el cable de cobre y la fibra óptica, y **medios no guiados**, como la radio y los láseres a través del aire.

II.2 PAR TRENZADO

➤ CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Es el medio de transmisión más viejo y todavía el más común. Un par trenzado consiste en dos alambres de cobre aislados, por lo regular de 1mm de grueso. Los alambres se trenzan en forma helicoidal, igual que una molécula de DNA. El propósito de torcer los alambres es reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos. Como se muestra en la siguiente figura II.1

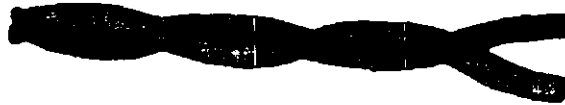


Figura II.1 Par Trenzado

➤ CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Grosor de 1mm.

El ancho de banda depende del grosor y de la distancia.

Velocidad del orden de 10 -100 Mbps.

Existen dos versiones del cable par trenzado:

- ❖ STP (apantallado): 2 pares de hilo, recubierto por malla
- ❖ UTP (no apantallado): 4 pares de hilos

DIFERENTES TIPOS DE PAR SIMETRICO

En este tipo de cable se definen las siguientes categorías:

❖ **Categoría 1**

Es el cable telefónico de par trenzado no apantallado tradicional por el que se puede transmitir voz, pero no datos. La mayoría del cable telefónico instalado antes de 1983 es de esta categoría.

❖ **Categoría 2**

Es el cable de par trenzado no apantallado certificado para la transmisión de datos hasta 4 Mbps y similar al tipo 3 del sistema de cableado de IBM. Este cable tiene cuatro pares trenzados.

❖ **Categoría 3**

Admite velocidad de transmisión de 10 Mbps y es necesario para las topología de red en anillo con paso de testigo (4 Mbps) y Ethernet 10 Base a 10 Mbps. El cable tiene cuatro pares y tres trenzas por cada pie.

❖ **Categoría 4**

Está certificado para velocidades de transmisión de 16 Mbps y es la calidad inferior aceptable para topologías de red en anillo con paso de testigo a 16 Mbps. El cable tiene cuatro pares.

❖ **Categoría 5**

Es cable de cobre de par trenzado a cuatro hilos de 100 ohm, que puede transmitir datos hasta 100 Mbps para admitir las tecnologías más recientes como Fast 7 Ethernet y ATM. El cable tiene una baja capacidad y presenta una baja diafonía.

> APLICACIONES

Los pares trenzados se pueden usar tanto para la transmisión analógica como digital. El ancho de banda depende del grosor del cable y de la distancia, pero en muchos casos se pueden lograr varios megabits/seg., durante algunos kilómetros.

Los pares trenzados se usan ampliamente debido a su rendimiento adecuado y a su bajo costo, y no parece que esto vaya a cambiar durante algunos años.

La aplicación más común del par trenzado es en el sistema de teléfono. Casi todos los teléfonos se conectan a la central telefónica por un par trenzado. Se pueden tender varios kilómetros de par trenzado sin necesidad de amplificación, pero se necesitan repetidoras para distancias mayores. Cuando muchos pares entrelazados corren distancias sustanciales en paralelo, como los cables que van de un edificio de departamentos a la central telefónica, se atan en un haz y se forran con una funda que los protege.

SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DE LOS CABLES MULTIPARES PARA CABLEADO ESTRUCTURADO.³

La computación es una herramienta esencial para las empresas modernas, el uso ha tenido cambios importantes desde su inicio. Al distribirse la capacidad de proceso entre varios equipos surge la red de área local (LAN), con una velocidad de transmisión alta pero una longitud limitada. El desarrollo de estas redes se hizo con propuestas distintas, con redes de configuración distinta; de vía común (BUS), anillo o estrella y con varios tipos de cable; pares sin blindaje (UTP) o blindados (STP); cables coaxiales de 50 Ω o de 75 Ω e incluso fibras ópticas.

Por varios años la situación fue la existencia de varias opciones, cada una de ellas con un desempeño satisfactorio pero totalmente incompatibles entre sí, tanto en codificación y equipos como en la infraestructura básica que es el cableado. En algunos casos el diseño de los mismos era propiedad de algunas empresas.

Con la amplia difusión de las redes de datos y la muy rápida evolución de los programas y equipos esto se hizo crítico, originando muchos inconvenientes a los usuarios e incluso un cuello de botella al modernizar la red. Por un lado el cableado es la parte del sistema de menor costo al instalar una red, pero durante la vida útil es caro, lento y molesto hacer cambios y recableados, que además son fuente frecuente de problemas y tiempos muertos en la red, todo esto no se podía evitar mientras el diseño de red y los cables de una y otra solución fueran incompatibles.

La solución de este problema se da con el concepto de **Cable Estructurado**, que es un conjunto de componentes físicos, reglas de diseño e instalación apegados todos a una norma y que permitan dar servicio a cualquier equipo y tipo de red que opere dentro del ancho de banda establecido en la norma.

³Revista: Pruebas en campo de cableado de cobre para comunicaciones

También se les llaman **sistemas abiertos** porque permiten romper la dependencia con un solo proveedor.

La primera norma con este tema fue la ANSI/TIA/EIA-568 publicada en 1991 como norma de industria y que pasa a ser norma nacional para EUA en 1995 al publicarse la primera revisión como ANSI/TIA/EIA-568-A. Ese mismo año se publica la primera edición de la norma internacional ISO/IEC 1180 1. Entre estas normas no existen conflictos en lo fundamental, sí hay algunas diferencias por manejarse en ISO/IEC más opciones en cuanto a cables: (Véase la siguiente tabla II.1)

ANSI/TIA/EIA-568-A	ISO/IEC 11801
4 Pares UTP de 100 Ω 2 Pares STP de 150 Ω	Pares de 100 Ω con o sin blindaje Pares de 150 Ω con o sin blindaje Pares de 120 Ω con o sin blindaje
Fibras ópticas multimodo de 62.5 mm	Fibras ópticas multimodo de 50 ó 62.5 mm
Fibras ópticas unimodo	Fibras ópticas unimodo.

Tabla II.1 Norma ISO/IEC

La versión original de la 568 aceptaba también cables coaxiales de 50 Ω lo cual cambió en la revisión. Ambas normas consideran como opción recomendada el par de 100 Ω que es el único caso en el que se establecen categorías que han evolucionado con el tiempo; no existía este concepto, simplemente se establecieron las características del cable para operar hasta 16 MHz, que era en esos momentos la frecuencia más alta para operación en LAN, para Token-Ring.

Esta primera edición dio la solución a la incompatibilidad entre proveedores y tipos de red, permitiendo la plantación e instalación de cableados para comunicaciones aun antes de conocer a detalle el equipo activo y protocolos a usar en la red, tuvo sin embargo una limitación importante, era aplicable a las redes existentes en ese momento pero quedaba corta para las futuras de mayor velocidad.

Es en este momento se establecen parámetros para cables y componentes para frecuencias mayores a los 16 MHz y se diferencian con el número de categoría; 3 hasta 16 MHz, 4 hasta 20 MHz y 5 hasta 100 MHz.

La Categoría 4 casi no se usa por falta de aplicaciones entre 16 y 20 MHz que la diferencia de la categoría 3. La Categoría 5 ha permitido sistemas de mayor velocidad como ATM 155, categoría Fast Ethernet a 100 Mb/s.

Las características que definen la categoría de un cable son: Atenuación, Diafonía, Impedancia y característica retorno estructural.

- ❖ **Atenuación:** Es la pérdida de potencia en la señal a lo largo del canal de transmisión, se expresa en forma logarítmica (dB).
- ❖ **Diafonía (cross talk):** Se expresa como la relación en dB entre la señal inducida y la de referencia por lo que al contrario de la atenuación, mientras mayor es el valor numérico mejor es la condición de transmisión. Si la medición se hace en el mismo extremo del cable donde se conecta la señal de referencia se reporta paradiafonía (NEXT) si se hace en el opuesto es telediafonía (FEXT).
- ❖ **Impedancia característica (Z_0):** En los cables es independiente de la Longitud pero varía con la frecuencia. Debe ser de $100 \Omega \pm 15$ desde 1 MHz hasta la frecuencia máxima de cada categoría para reducir pérdidas por reflexión en los puntos de conexión.
- ❖ **Retorno estructural (SRL):** Cuando se mide la impedancia en un cable o enlace se obtiene un valor promedio por lo que se complementa con SRL que mide las reflexiones por variaciones de impedancia a lo largo del cable, cambia con la frecuencia Y se reporta en dB la diferencia entre reflexión y señal de prueba por lo que mientras más grande es el valor es mejor. (Véase la siguiente tabla II.2)

Frecuencia (MHz)	Atenuación (DB/100 m)		NEXT (dB)	
	Categoría 3	Categoría 5	Categoría 3	Categoría 5
1	2.6	2.0	41	62
10	9.7	6.5	26	47
16	13.1	8.2	23	44
31	-	11.7	-	39
62	-	17.0	-	35
100	-	22.0	-	32

Tabla II.2 Categorías

La atenuación se determina por el calibre de conductor y tanto el espesor como el material del aislamiento. Poco se afecta en la instalación. En NEXT e impedancia intervienen la uniformidad de dimensiones en diámetros y pasos de torcido, en la instalación se pueden degradar por torsión o tensión en el cable así como por la longitud que se destuerzan los pares y se quita la cubierta al poner conectores. SRL depende de la uniformidad en dimensiones a lo largo del cable, decrece con golpes daños al tender el cable.

Los parámetros anteriores se aplican a los cables y, también en la verificación de enlaces y canales instalados, ajustando los valores por la interacción entre componentes y el efecto del manejo en la instalación, en estos casos se agrega una nueva característica que no se especifica para el cable; que es la diferencia entre la diafonía y la atenuación.

Los valores de estos parámetros establecen las distancias máximas de cableado dependiendo de las frecuencias utilizadas. (Véase la siguiente tabla II.3)

Tipo de cable	Canal tipo A 100 KHz	Canal tipo B 1 MHz	Canal tipo C 16 MHz	Canal tipo D 100 MHz	Enlace o Canal óptico.
Categoría 3	2 Km	200 m	100 m	--	--
Categoría 5	3 Km	260 m	160 m	100 m	--
Fibra Multimodo	--	--	--	--	--
Fibra unimodo					3K m

Tabla II.3 de distancia de canales

Las normas de cableado se especifican en MHz porque lo que se garantiza un ancho de banda con parámetros de transmisión especificados. La velocidad digital que se puede alcanzar en la red depende de ese ancho de banda, así como del código y equipo de transmisión. En sistemas PCM se consiguen 2 Mb/s por cada MHz, hay casos donde se maneja una relación 1 a 1, así ocurre con Ethernet y Token-Ring. El límite de 100 MHz para Categoría 5 coincide con el ancho de banda para cubrir, aun en este caso, la velocidad de 100 Mb/s que se usa en los sistemas 100% ópticos FDDI (siglas de Fiber Distributed Data Interface; un estándar de cables de fibra óptica). En sistemas más eficientes se logra una relación de 3 a 1, como es el caso de Fast Ethernet que transmite 100 Mb/s con 31.25 MHz. También se transmite ATM 155 en Categoría 5.

En todos los casos mencionados la información completa se transmite en un solo par, situación que cambia en los sistemas a 1 Gb/s. Estos operan con equipo activo que separa el Gb/s en cuatro señales de 250 MB/s que se transmiten en forma simultánea usando todos los pares del cable horizontal. En el otro extremo un equipo complementario reconstruye la señal original a 1 Gb/s. Con un código eficiente, los 250 MHz se pueden transmitir en 80 MHz sin saturar la capacidad de Categoría 5.

Por usar equipo dedicado, los enlaces a 1 Gb/s en par torcido son un sistema particular que usa el cableado Genérico en Categoría 5, sin embargo la transmisión simultánea en los 4 pares puso en evidencia la necesidad de agregar parámetros adicionales al cable Categoría 5:

- ❖ Además de padiofonía (NEXT), se especifica telediafonía (FEXT)
- ❖ Para ambos casos se especifica la potencia total (PS) inducida en cada par por los tres restantes.
- ❖ Se agrega un máximo de diferencia en el retaso entre los 4 pares (skew)
- ❖ Para diferenciar los cables que cumplen los nuevos parámetros se usa la designación Categoría 5e. que no tiene un mayor ancho de banda sino una seguridad adicional para la operación de estos sistemas.

En las revisiones actuales de las normas de cableado, que deben terminarse en el año 2000 ó 2001, puede hacerse oficial la diferencia entre categoría 5 y categoría 5e o más probablemente exigir a todos los Cables Categoría 5 los nuevos parámetros. Al mismo tiempo se van a establecer la nueva Categorías 6, con una frecuencia máxima de 200 MHz, compatible con RJ-45 y la Categoría 7 con un alcance hasta 600 MHz y con conectores distintos, aún en proceso de normalización.

Ninguna de estas categorías es aún oficial al preparar este documento, pero su grado de madurez es distinto; la categoría 5e está bien definida, la Categoría 6 está aún sujeta a pequeños ajustes en sus características y la categoría 7 es en muchos aspectos un borrador. Por esta razón, aún cuando los entes de certificación van a esperar la nuevas ediciones de las normas, los fabricantes tienen una referencia firme para ofrecer hoy Categoría 5e, para la categoría 6 se pueden fabricar cables "con los valores actuales" de norma, que pueden cambiar por lo que es prematuro llamarlos Categoría 6.

En el caso de la Categoría 7 hay aún discusión sobre sus características, el desarrollo de estos cables irá acompañando al del conector.

II.3 CABLE COAXIAL

Es la tecnología de cableado más comprobada y conocida por los instaladores, llamado comúnmente por algunos como "coax". Un cable coaxial está compuesto de cobre rígido como núcleo, rodeado de material aislante, el aislante está rodeado a su vez con un conductor cilíndrico, que es una malla de tejido fuertemente trenzado y un conductor externo que se cubre con una envoltura de plástico. La malla de tejido protectora que rodea el conductor sirve como tierra. Como se muestra en la siguiente figura II.2

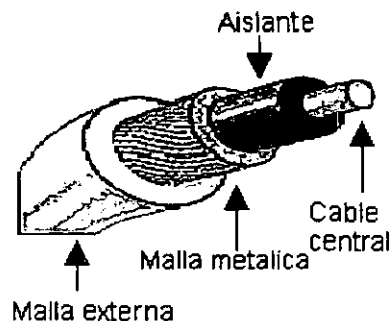


Figura II.2 Cable Coaxial.

➤ CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- Dos conductores. Uno de ellos es cilíndrico vacío y rodea al otro.
- El conductor externo puede ser bien sólido o en malla y va cubierto por un blindaje.
- El conductor interno puede ser sólido o de fibras.
- Un dieléctrico separa los dos conductores.

➤ CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Los hay de 2 impedancias:

- ❖ **75 ohmios:** banda ancha, utilizado en TV, distintos canales, 300MHz.
- ❖ **50 ohmios:** banda base, utilizado en Ethernet, un canal.
- ❖ Resistencia a la intemperie que les permite ser instalado en exteriores.

- ❖ Bajo nivel de pérdidas de transmisión.
- ❖ El blindaje metálico le proporciona protección contra interferencias electromagnéticas.
- ❖ Dimensiones estandarizadas que permiten el uso de conectores comerciales.
- ❖ Facilita la instalación por su bajo peso y flexibilidad.
- ❖ Amplio rango de temperaturas de operación.

➤ TRANSMISIÓN UTILIZADA EN EL CABLE

Básicamente existen dos:

Transmisión de banda Ancha.

Transmisión de banda base.

Transmisión en Banda Ancha en Cable Coaxial Gueso

Con una impedancia característica de 75 OHMIOS, utilizado en transmisión de señales de televisión por CABLE (CATV, "cable televisión"), y en red 10 BROAD 36 (cableado coaxial tipo RG59 A/U CATV), con una longitud extrema de 3.600 metros.

Como la tecnología de la televisión por cable es estándar, los cables se pueden extender a distancias bastantes grandes.

Transmisión de Banda Base en Cable Coaxial Delgado

Con una impedancia característica de 50 OHMIOS, utilizado en REDES LAN.

Dentro de este tipo se emplean dos tipos de cable: coaxial grueso ("thick") y coaxial fino ("thin")

Coaxial grueso ("thick"): Fue el cable más utilizado en LAN en un principio y aún sigue usándose en determinadas circunstancias con un alto grado de interferencia, distancias largas, etc.. Y el del total del cable de 0.4 pulgadas (aprox. 1 cm).

El ancho de banda (es el rango de las frecuencias que pueden pasar a través de un canal de comunicación) del cableado coaxial depende de la longitud del cable.

Coaxial fino ("Thin"): Surgió como alternativa al cable anterior, al ser más barato, flexible y fácil de instalar. Sus propiedades de transmisión (pérdidas de empalmes y conexiones, distancia máxima de enlace) son sensiblemente, peores que las del coaxial grueso. Con este coaxial se utiliza conectores BNC ("British National Connector) sencillos y de alta calidad.

SU TÉCNICA ES LA SIGUIENTE.

Los datos binarios son transmitidos sobre el cable de cobre mediante la aplicación de un voltaje en uno de los extremos y recepción e el otro. Un voltaje positivo +V presenta 1 (uno) digital, un voltaje V representa un 0 (cero) digital.

En el pasado el coaxial manejaba velocidades de 10 Mbps superior a la velocidad del par trenzado pero las novedosas técnicas de transmisión del cableado trenzado supera en algunas categorías la velocidad del coaxial, sin embargo el cable coaxial puede conectar dispositivos a distancias más largas.

➤ APLICACIONES

- ❖ Estos cables se usan en la transmisión de señales de vídeo, televisión o circuitos cerrados, para antenas parabólicas, transmisión de datos en equipos computacionales y señales de radio frecuencia.
- ❖ En general se usan donde se requiera transmitir señales eléctricas con bajas pérdidas y protección contra interferencias electromagnéticas.

II.4 FIBRA ÓPTICA

> CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La fibra es tan pequeña y frágil, que se le ubica dentro de un cable. El núcleo, que consiste de vidrio de silicio, tiene un índice de refracción más alto que el revestimiento de vidrio, cuarzo o plástico que lo rodea. A su vez, la superficie del revestimiento está protegida por una cubierta primaria de acrilato. La fibra está protegida contra esfuerzos mecánicos debidos al cableado, instalación, cambios de temperatura, etc., ya que usualmente se coloca libre en el tubo que forma la cubierta secundaria. (Como se muestra en la siguiente figura II.3)

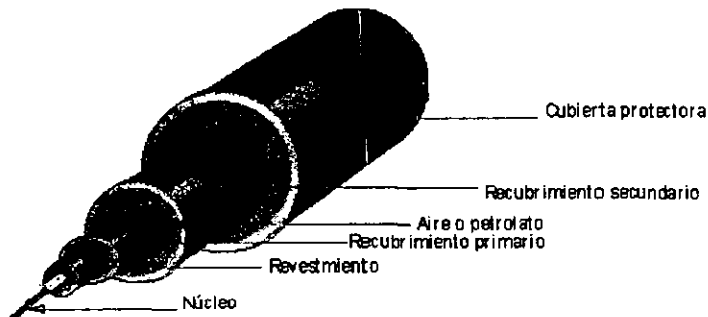


Figura II.3 Cable de una fibra

Se ha utilizado, en los últimos años, cada vez más como soporte físico en las redes locales y públicas. De todas formas, su costo sigue siendo demasiado elevado para que se utilice de forma generalizada. En la actualidad se utiliza principalmente para conexiones entre edificios. Está compuesta por un hilo de vidrio (fibra óptica), envuelto por una capa de algodón y un revestimiento de plástico. Es necesaria la existencia de un dispositivo activo que convierta las señales eléctricas en luz y viceversa.

Las ventajas de la fibra óptica residen en la resistencia total que ofrece a interferencias electromagnéticas, en ser un soporte físico muy ligero y, sobre todo, a que ofrecen distancias más largas de transmisión que los anteriores soportes. Sus inconvenientes se encuentran en el coste (sobre todo en los acopladores) y en que los conectores son muy complejos.

Los aspectos principales para la propagación de luz en las fibras ópticas son:

- ❖ Que la pureza del material del núcleo sea tan alta, que la atenuación se mantenga dentro de los límites razonables.
- ❖ Que los rayos, que por una razón u otra tiendan a cambiar su dirección de propagación, se mantengan dentro del núcleo de la fibra.
- ❖ La alta pureza fue un problema en el procesamiento del material de la fibra que ya ha sido resuelto. Se debe tener en cuenta que tanto el índice de refracción como la transparencia, varían con la longitud de onda y la temperatura. Una cierta pérdida por dispersión de la fibra no puede ser evitada por razones teóricas. A mayores longitudes de onda las pérdidas aumentan debido a la absorción de rayos infrarrojos (absorción del calor).
- ❖ Los rayos son mantenidos en el núcleo debido a que el índice de refracción disminuye cuando aumenta la distancia desde el centro de una sección transversal imaginaria del núcleo de la fibra. Por esto el índice de refracción puede disminuir por pasos, como en la fibra con índice escalonado o hacerlo gradualmente como en la fibra con índice gradual. Las fibras ópticas son también unos medios especialmente adecuados para el transporte de impulsos digitales de alta velocidad.
- ❖ Son formados por finos tubos de vidrio plástico o cuarzo fundido metidos de varias milésimas de milímetro. Su nombre deriva del hecho de que son excelentes guías de onda para los impulsos lumínicos, y se emplean para transmitir informaciones de cualquier naturaleza transformadas en bits, en forma de ondas electromagnéticas de elevadísimas frecuencias, iguales a la de la luz.
- ❖ Se utilizan concretamente frecuencias cercanas de infrarrojo, de unos 300 billones de hertzios, para las cuales tanto el vidrio como el cuarzo fundido son perfectamente transparentes, mientras que la envoltura de plástico es completamente opaca: de esta forma, las fibras ópticas tienen la gran ventaja de evitar los fenómenos de interferencia electromagnética, lo que las hace inmunes.

- ❖ Las fibras se reúnen en cables, que poseen un número variable de ellas. Los más difundidos llevan 216 fibras, reagrupadas tres veces de seis en seis. Estos cables resultan incluso más baratos que los cables de cobre clásicos, y también son más ligeros, manejables y fáciles de instalar. Para empalmar los cables ópticos hay que fundir con un equipo especial.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS:

- ❖ Una baja atenuación por Km cuando se transmite por las llamadas ventanas de transmisión, que están ubicadas en torno a los valores siguientes de longitud de onda: 0.8 mm, 1.3 mm y 1.55 mm. Esta última ventana es la que presenta menor atenuación.
- ❖ Total inmunidad al ruido y a las interferencias electromagnéticas, lo que constituye un medio especialmente útil en ambientes con alto ruido.
- ❖ Uso de potencias del orden de los mW, en comparación con otros medios de comunicaciones que requieren potencias mayores.
- ❖ Su pequeño tamaño y poco peso, hace de ellas medios de comunicaciones fáciles de instalar, especialmente cuando se trata de completar sistemas sobre ductos preexistentes, sobrecargados por otro tipo de medios que no es posible eliminar.

➤ CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

En su forma más simple, un sistema de comunicación por fibra óptica esta constituido por tres elementos:

1. Un modulo de emisión, que tiene por función transformar la información en forma de señal eléctrica a información en forma de luz. A este modulo se le llama **Emisor Óptico**.
2. Un canal transmisión de la luz, que es la **Fibra Óptica**.
3. Un modulo de recepción que tiene por función transformar la información óptica recibida en información con la forma de señal eléctrica; se le llamara **Receptor Óptico**.

Las transmisiones a distancias demasiado grandes pueden necesitar la utilización de uno o varios repetidores, cuya función es amplificar la señal óptica. Un repetidor está constituido por un receptor óptico seguido por un emisor óptico.

El emisor óptico contiene la fuente de luz, que puede ser un diodo electroluminescente o un diodo láser.

El receptor óptico contiene el detector óptico, el cual puede ser un fotodiodo o un fototransistor.

El emisor y el receptor ópticos están dotados de conectores que permiten acoplar la fuente y el receptor de la luz a la fibra. El canal de transmisión puede contener conectores que le permitan acoplar dos fibras entre sí.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS EN FIBRA ÓPTICA

- ❖ La velocidad de transmisión más rápida, ya sea en datos, voz o vídeo.
- ❖ El más bajo porcentaje de error de transmisión.
- ❖ Total inmunidad a interferencia electromagnética o de radio frecuencia.
- ❖ Resistencia a la corrosión, fuego y químicos.
- ❖ Las ventajas que ofrece la fibra óptica, autofinancian su costo, en comparación de las otras posibilidades.

Ventajas potenciales: Con respecto a los sistemas tradicionales de comunicación, los sistemas por fibra óptica poseen cierto número de ventajas potenciales, las cuales se deben a algunas características de la fibra, estas son:

- ❖ **Baja Atenuación:** Gracias a la baja atenuación de las fibras actuales se puede acrecentar la distancia entre las repetidoras en un sistema de comunicación por fibra óptica. De esta forma, si se disminuye el número de repetidoras (eliminándolos en la práctica), se aumenta la confiabilidad del sistema.

- ❖ **Aislamiento Eléctrico:** Las fibras se hacen de materiales aislantes eléctricos (vidrios, plásticos). Esto hace que las interferencias electromagnéticas externas no perturben la transmisión en la fibra. La transmisión será de muy alta calidad sin que se necesite una protección costosa contra el ruido electromagnético externo. Esto es una gran ventaja en lugares donde se producen variaciones bruscas de tensión y de corriente. Las fibras ópticas no sufren centelleos ni cortocircuitos, lo que las hace seguras en las fabricas de explosivos o de productos químicos y petroquímicos.
- ❖ **Peso y Dimensiones:** Un cable de fibra óptica es, por lo menos, 10 veces más ligero y más compacto que un cable coaxial clásico. Esta reducción de peso y dimensiones permite economizar el transporte y la instalación de cables; constituye también una ventaja neta para la instalación en aviones, barcos y en cualquier lugar donde el espacio sea limitado.
- ❖ **Gran Banda de Paso:** Una fibra óptica, gracias a su gran capacidad de banda pasante, permite reemplazarla en varios canales de transmisión clásicos, lo que es un importante logro económico.
- ❖ **Diafonia:** Como una fibra óptica no radia ni capta radiación externa, está completamente exenta de Diafonia, lo que proporciona una transmisión con muy buena calidad.

➤ DIFERENTES TIPOS

Existen básicamente tres principales tipos de fibras:

FIBRA DE INDICE ESCALONADO. En este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos reflejándose a los diferentes rayos ópticos, y se desfasan al viajar dentro de la fibra. Por esta razón, la distancia a la que se puede transmitir esta limitada. Tiene dispersión, y un reducido ancho de banda, son de bajo costo, dado que resultan tecnológicamente sencillas de producir.

FIBRA DE INDICE GRADUAL. En este tipo de fibra óptica el núcleo está hecho de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción, la propagación de los rayos en este caso sigue un patrón similar.

En estas fibras el número de rayos ópticos diferentes que viajan es menor y, por lo tanto, sufren menos los severos problemas de las multimodales. Son más costosas pero de gran ancho de banda, y se utilizan en los enlaces de más alta capacidad de información.

FIBRA MONOMODO: Esta fibra es la menor diámetro y solamente permite viajar al rayo óptico central. No sufre del efecto de las otras dos, pero es más difícil de construir y de manipular. Es todavía más costosa que las anteriores, pero permite distancias de transmisión mayores.

La fibra óptica ha venido a revolucionar la comunicación de datos ya que se tienen las siguientes ventajas:

- ❖ Gran ancho de banda (alrededor de 14 Hz).
- ❖ Muy pequeña y ligera
- ❖ Muy baja atenuación
- ❖ Inmune al ruido.

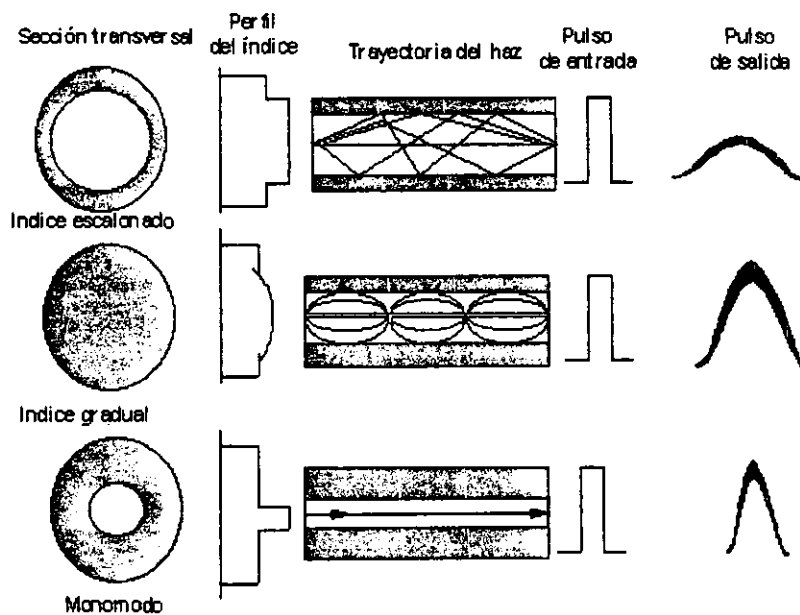


Figura II.4 tipos de fibras

➤ APLICACIONES

Los campos de aplicación de las fibras ópticas son numerosos. A continuación se listan los principales:

Telefonía:

- ❖ Enlaces sin repetidora entre centrales telefónicas;
- ❖ Enlaces interurbanos con repetidoras;
- ❖ Enlaces transoceánicos por cable óptico submarino;
- ❖ Transmisión de datos;
- ❖ Distribución de gran capacidad entre los abonados de servicios telefónicos, videofónicos y de transmisión de datos.

Televisión:

- ❖ Distribución por cable;
- ❖ Enlaces cámara-estudio;
- ❖ Teleconferencias;
- ❖ Sistemas de seguridad.

Informática:

- ❖ Enlaces entre computadoras;
- ❖ Enlaces entre computadoras y periféricos;
- ❖ Conexión de material de oficina;
- ❖ Enlaces internos de material informático.
- ❖ Control de Procedimientos e Instrumentación;
- ❖ Trabajo en un medio de flagrante;

- ❖ Controles nucleares;
- ❖ Instrumentación de medida y control.

Área militar:

- ❖ Comunicaciones tácticas;
- ❖ Aviación (helicópteros, interceptores);
- ❖ Marina (submarino, barcos).

Después de haber comentado, las características de los medios de transmisión como Par trenzado, cable coaxial, fibra óptica pondremos algunas compañías que los fabrican:

- ❖ **Condumex**

- ❖ **Cobra Electrónica S,A DE CV**

Productos y servicios para la Industria Electrónica y las Telecomunicaciones.

- ❖ **Electrónica Industrial, S.A DE C.V.**

Alcoa Fujikura

- ❖ **AMP Líder en Conectividad.** Diseña, Fabrica y Comercializa más de 2000 productos

II.5 MICROONDAS (AIRE)

➤ CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS MAGNÉTICAS

Microondas es un medio no guiado; es un término descriptivo que se utiliza para identificar ondas electromagnéticas en el espectro de frecuencias comprendido entre 1 GHz (10^9 Hz) y 30 GHz, que corresponde a longitudes de onda a próximamente desde 1mm. Hasta 30cm. Algunas veces también a frecuencias más elevadas (hasta 600 GHz) se les llama microondas. Estas ondas presentan algunas características interesantes que no ocurren en otros sectores del espectro electromagnético y que las hacen particularmente adecuadas para diversas aplicaciones útiles.

Las principales ventajas de utilizar transmisión por medio de microondas se deben a las pequeñas longitudes de onda (1mm a 30 cm) en relación con las dimensiones de los componentes o dispositivos que se emplean comúnmente.

Como las longitudes de onda son reducidas, la fase varía rápidamente con la distancia y, por consiguiente, las técnicas de análisis y diseño de circuitos, de mediciones y generación de potencia, así como las de amplificación en estas frecuencias difieren de las correspondientes en frecuencias más bajas.

Para manejar estas longitudes de onda pequeña, es necesario modificar los métodos de representación y análisis de circuitos. Aquí, la diferencia de fase originada por la interconexión entre varios componentes o varias partes de un componente ya no es despreciable. En consecuencia, los análisis basados en las leyes de Kirchhoff y los conceptos de distribución de voltajes y corrientes no son adecuados para describir el comportamiento del circuito en frecuencias de microondas. Se hace necesario analizar el circuito, o el componente, en términos de los campos eléctricos y magnético asociados electromagnética o electromagnética aplicada. Por tanto, se requiere una base de teoría electromagnética como prerequisite para comprender las microondas.

No sólo las técnicas de análisis, sino también los métodos de mediciones en microondas se deben especializar. Estos últimos se efectúan en términos de amplitudes de campo, diferencias de fase y potencias transportadas por las ondas. Un método que se emplea muy comúnmente en mediciones de microondas se basa en el estudio del patrón de onda estacionaria que se forma a lo largo de la línea, en virtud de la interferencia de ondas incidentes y reflejadas.

La razón de amplitudes y las relaciones de fase entre las ondas incidente y reflejada informan sobre las características de impedancia de los componentes que originan a la reflexión. Se han desarrollado algunas otras técnicas especiales para usarse en frecuencias de microondas.

El empleo de elementos concentrados en miniatura en frecuencias de microondas ha sido posible por el avance de la tecnología en microelectrónica en los últimos diez años. Estas técnicas permiten fabricar inductores, condensadores y resistores de uno a dos milímetros. El reto para generar microondas ha conducido a obtener amplia diversidad de dispositivos, tanto en tubos de vacío como en áreas de semiconductores. Véase la figura II.5

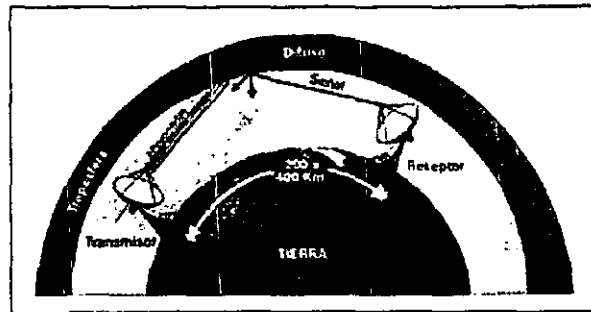


Figura II.5 Microondas

➤ TIPOS DE ACCESOS

Las microondas viajan en línea recta, si las torres están muy separadas, parte de la Tierra estorbaría. Por lo que se necesitan repetidoras periódicas. Cuanto más altas sean las torres, más separadas pueden estar. Las repetidoras se separan en forma muy aproximada con la raíz cuadrada de la altura de las torres. Con torres de 100 m de altura, las repetidoras pueden estar espaciadas a 80 Km. de distancia.

➤ APLICACIONES.

El estudio e investigación en microondas no se ha limitado a ser una labor académica desafiante, sino que ha llevado a encontrar aplicaciones útiles en comunicaciones, radar, investigación en física, medicina y en mediciones industriales, así como la cocción y desecación de productos agrícolas y alimenticios.

Una ventaja importante asociada con el uso de microondas en comunicaciones es su ancho de banda extenso. Un ancho de banda de 10% en 3 GHz implica un espectro disponible de 300 MHz, lo que significa que todas las señales de radio, televisión y otras comunicaciones que se transmiten en el espectro de frecuencia hasta 300 MHz pueden acomodarse en el ancho de 10% alrededor de 3 GHz (por ejemplo, desde 2850 a 3150 MHz).

En virtud de que la gama de frecuencias bajas del espectro de radio está congestionada, existe la tendencia a utilizar cada vez más la región de microondas (y aun frecuencias más elevadas) para diversos servicios.

Actualmente, las comunicaciones por microondas se usan mucho en redes telefónicas, sistemas de radiodifusión y televisión y en otras aplicaciones de comunicación para diversos servicios, ferrocarriles, etc.

Las longitudes de onda cortas simplifican también el diseño e instalación de antenas de alta direccionalidad. La direccionalidad de una antena depende de la razón de su apertura a la longitud de onda que va a transmitirse. En 10 GHz, puede obtenerse un haz direccional de 1° de anchura con antena de 6.9 pies. En 10 MHz, se requeriría una de 6,900 pies, lo que es impráctico, sobre todo si se desea girar la antena de manera que el haz incida de varias direcciones.

Las pequeñas dimensiones de antenas y la propiedad de las microondas de reflejarse en superficies metálicas las hace adecuadas para operar sistemas de radar en estas frecuencias. El radar es un método electrónico para detectar la presencia de aviones (u otro objeto) en rangos y circunstancias donde otros medios de detección no operan. La operación del radar se basa en la medición del tiempo que requiere un pulso transmitido desde una antena para reflejarse en el objeto que se va a detectar y regresar a la antena y receptor.

También, en muchos radares, puede registrarse el corrimiento en la frecuencia de la señal reflejada originado por el efecto Doppler; la velocidad de blanco se puede calcular a partir de esta medición. La reflexión procedente del objeto tiene importancia sólo cuando la longitud de onda es mucho menor que la dimensión del propio objeto; de aquí que el radar no pudo llegar a utilizarse en bajas frecuencias y hubo necesidad de esperar hasta el desarrollo de la tecnología en microondas durante la época de la Segunda Guerra Mundial. En la actualidad, el radar constituye alrededor del 70% del equipo de microondas. Existe gran variedad de radares: el primitivo de prevención, el de persecución y guías de proyectiles, de control de fuego, de pronósticos de tiempo, de control de tráfico aéreo y aun radares para detectar y controlar la velocidad de automóviles.

Existen otras ventajas asociadas con las pequeñas longitudes de onda en frecuencias de microondas. A diferencia de las frecuencias de radio, las de microondas no se reflejan en la ionosfera y prácticamente tampoco las absorbe. Esto ha llevado a los radioastrónomos al empleo de estas frecuencias para estudiar radiaciones electromagnéticas que se originan en estrellas y otros objetos astronómicos. De la misma

manera, esta propiedad hace adecuadas a las microondas para comunicaciones especiales y por satélite.

Las técnicas de microondas están implantándose ahora en operaciones de computación extremadamente rápidas. Pulsos de anchuras muy pequeñas se usan en circuitos lógicos de alta velocidad. Cuando la anchura del pulso cae en el rango de subnanosegundo, la porción mayor del espectro del pulso se localiza en la región de microondas y de esta manera las técnicas de microondas son de utilidad en la transmisión y manejo de estos pulsos, que también son útiles en diversos radares de objetivos especiales para sensores de prevención de choques en maniobras de atraque de barcos, etc.

Las microondas presentan otro aspecto interesante. Los sistemas moleculares, atómicos y nucleares exhiben varios fenómenos de resonancia cuando se colocan en campos electromagnéticos periódicos. Algunas de estas líneas de absorción de resonancia se encuentran en el rango de las frecuencias de microondas. La absorción de resonancia se debe a transiciones rotacionales en las moléculas y la absorción proporcionan información acerca de la estructura molecular y de las energías intramoleculares. De este modo, las microondas se convierten en una herramienta molecular muy poderosa para el estudio de algunas de las propiedades básicas de los materiales.

Además de ser adecuada para investigación científica, la absorción de microondas por resonancias moleculares sirven también para diversas mediciones industriales. Puede usarse para medir la concentración de diferentes gases, por ejemplo, en chimeneas exhaustas para controlar la emisión de contaminantes, o en procesos químicos con el propósito de registrar en forma continua la concentración de gases involucrada en el proceso.

El estudio de resonancias de microondas en moléculas ha llevado a la creación de diversos dispositivos. Entre los más importantes, están los no recíprocos, que emplean ferritas y amplificadores y osciladores de microondas en estado sólido, llamados masers. Las propiedades magnéticas de las ferritas de microondas se deben a los espines electrónicos en sólidos. El acoplamiento entre espines es tal que divide a los átomos magnéticos en grupos con dipolos magnéticos orientados en oposición. Cuando se colocan en un campo magnético estático externo, estos materiales presentan un comportamiento no recíproco en frecuencias de microondas. El maser es un amplificador y oscilador de microondas que emplea, en calidad de sustancia de operación, un material paramagnético

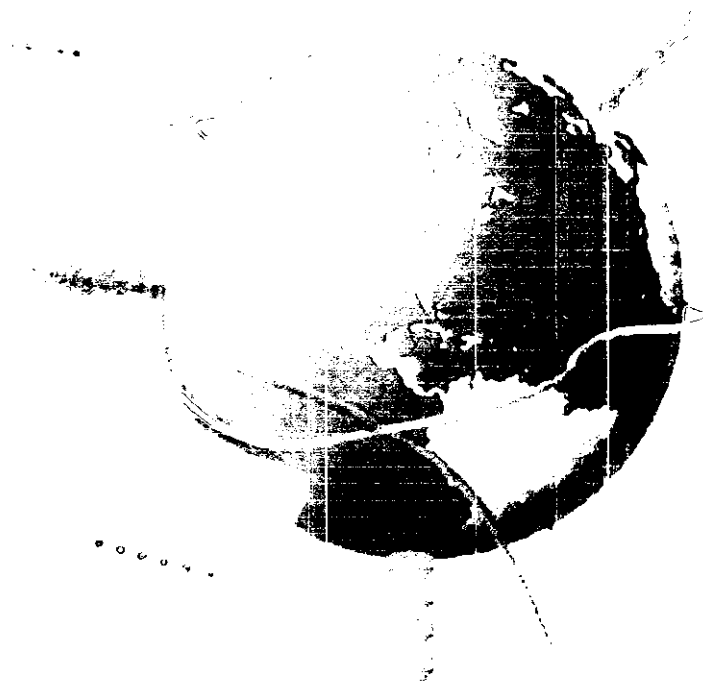
que posee un conjunto adecuado de niveles de energía de espín electrónico, separados por intervalos de energía que corresponde a las frecuencias en el rango de microondas. La transmisión estimula desde un estado de energía superior a uno inferior se traduce en radiación de frecuencias de microondas. Las masers tienen la cifra de ruido más bajas que cualquier otro tipo de amplificadores conocido y se usan en sistemas de comunicaciones donde se requieran características de ruido extremadamente bajas.

Como cualquier otra forma de energía, la de microondas puede usarse también para calentamiento. Los efectos térmicos producidos por las microondas tienen gran variedad de aplicaciones industriales. Los hornos de microondas para cocción obedecen al principio del calentamiento dialéctrico.

La cocción, se realiza muy rápido y continuamente con las microondas, pues el alimento se cocina por las ondas simultáneamente en su interior y exterior.

De acuerdo a las características de los medios de Transmisión mencionados se utilizan técnicas de modulación para analizar los parámetros como son: amplitud frecuencia o fase, para una mejor transmisión.

CAPÍTULO III



MODULACIÓN DIGITAL

III.1 INTRODUCCIÓN (ANTECEDENTES HISTÓRICOS)

El nacimiento de la comunicación digital de alta velocidad (1962-1966), el servicio de transmisión de modulación aparece en forma comercial; canales de banda ancha para señalización digital; la modulación por codificación de pulsos se hace factible en la transmisión de voz y TV; mejoras en la teoría e implementación de la transmisión digital; incluyendo métodos de codificación.

Los Sistemas de transmisión de datos digitales está creciendo a una velocidad extremadamente alta y las señales analógicas son cada vez con mayor frecuencia convertidas al formato digital antes de ser transmitidas.

Las señales de banda base producidas por diferentes fuentes de información no son siempre adecuadas para la transmisión directa a través de un canal dado. Estas señales son en ocasiones fuertemente modificadas para facilitar su transmisión. Este proceso de conversión se conoce como modulación, el cual utiliza la señal de banda base para modificar algún parámetro de una señal portadora de alta frecuencia.

Una portadora es una senoide de alta frecuencia, y uno de sus parámetros, como la amplitud, la frecuencia o la fase se varía en proporción a la señal de banda base, por todo esto se obtiene la modulación en amplitud (AM), la modulación en frecuencia (FM), o la modulación en fase (MP).

MODULACIÓN

Técnica empleada para modificar una señal con la finalidad de posibilitar el transporte de información a través de un canal de comunicación y recuperar la señal en su forma original en otra extremidad. En la actualidad son posibles dos técnicas para la transmisión de datos:

- ❖ Analógica
- ❖ Digital

MODULACIÓN ANALÓGICA

Una señal digital generada por el equipo de procesamiento de datos, en la onda portadora generada por el módem, siendo que las características originales de la onda son modificadas de acuerdo a la técnica de modulación utilizada por el módem y esta transporta los datos hasta la otra extremidad del enlace donde otro módem demodulará la señal. La amplitud de la onda es alterada de acuerdo con la variación de la señal de información.

Hay cuatro combinaciones posibles de datos y señales:

1. Los datos analógicos, señal analógica;
2. Los datos digitales, señal analógica;
3. Los datos analógicos, señal digital;
4. Los datos digitales, señal digital.

MODULACIÓN DIGITAL

Los sistemas digitales de comunicación emplean canales pasabanda, resulta ventajoso modular una señal portadora a la cual se le modifica una de sus características de acuerdo con la confirmación binaria que se pretende transmitir. La señal portadora (carrier) es normalmente una onda senoidal, la cual está definida por tres características: Frecuencia, Amplitud máxima y Fase.

DATOS DIGITALES SOBRE SEÑALES ANALÓGICAS.

Este método se usa para enviar la información de computadora sobre canales de transmisión que requieren señales analógicas, como unas redes ópticas de fibra, módems de computadora, redes celulares de teléfonos, y sistemas de satélites. En cada uno de estos sistemas, una onda portadora electromagnética se usa para llevar la información a través de grandes distancias y conectar usuarios digitales de información a ubicaciones remotas. Este proceso básico es llamado "Shif-Keying" para diferenciarlo de los sistemas puramente analógicos como AM FM y PM.

III.2 TIPOS DE MODULACIÓN

LOS SISTEMAS BÁSICOS DE MODULACIÓN SON LOS SIGUIENTES:

- Modulación de amplitud (ASK)
 - Modulación de frecuencia (FSK)
 - Modulación de fase (PSK)
 - Modulación Delta
- MODULACIÓN DE AMPLITUD (ASK)

La modulación de amplitud (ASK) se refiere al método mediante el cual se modifica la amplitud de la señal portadora de acuerdo a la información binaria que se pretende transmitir. El método más simple de modulación de amplitud consiste en enviar una amplitud cero para representar el valor binario 1. También se puede transmitir una amplitud determinada para representar los valores 0 y otra amplitud distinta para representar los valores 1, ambas distintas de cero. A este sistema de modulación también se le conoce con el nombre ASK (amplitude - Shift Keving, modulación por salto de amplitud.)

Para la modulación ASK la amplitud de la onda es alterada de acuerdo con la variación de la señal de información. Exige un medio en que la respuesta de amplitud sea estable, ya que este tipo de modulación es bastante sensible a ruidos y distorsiones.

En el ASK la amplitud de una señal portadora de alta frecuencia se altera entre los valores en respuesta al código PCM. En el caso binario, la elección común es el " conmutador" encendido - apagado. La onda de amplitud modulada resultante consiste en pulsos RF, llamados "marcas", que representan al 1 binario, y espacios que representan al 0 binario. (Véase la figura III.1 y la figura III.2)



Figura III.1 onda ASK ideal binaria

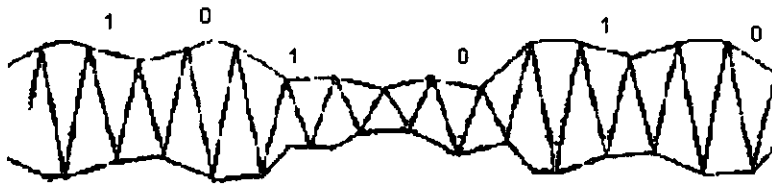


Figura III.2 onda ASK binaria de banda limitada

La ASK describe la técnica en que la onda se multiplica por la señal digital. La modulación de amplitud tiene la propiedad de traducir el espectro de la modulación a la frecuencia de portadora. La anchura de banda de la señal permanece sin cambiar.

El hecho que AM cambia simplemente el espectro de señal se usa frecuentemente para convertir la frecuencia de portadora al valor más apropiado sin alterar la modulación. Este proceso se conoce diversamente como mezclando, arriba conversión o abajo conversión. Alguna forma de conversión estará presente siempre cuando la portadora de canal ocupa una frecuencia que oscila afuera de la gama de frecuencia de modulación.

En el ASK, la amplitud de la onda portadora que se cambia entre niveles discretos (comúnmente dos) de acuerdo a los datos digitales. Una típica señal ASK se muestra en la figura III.3

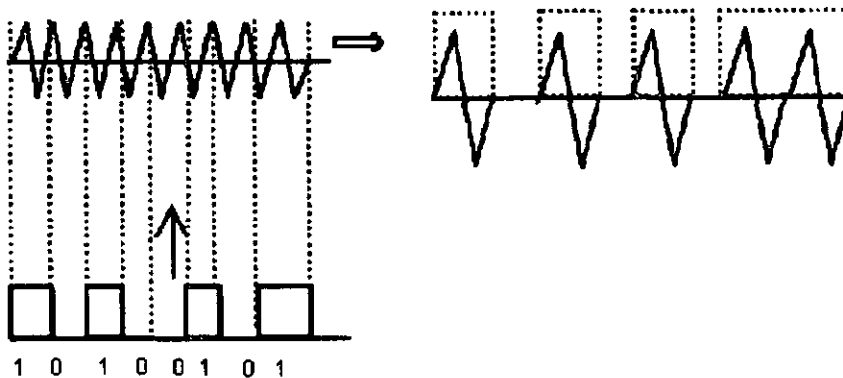


Figura III.3 señal ASK

El dato digital para ser transmitido es el número binario 10100101. Dos amplitudes se usan para directamente representar el dato, sea 0 o 1. En este caso, la modulación se llama traslado binario de amplitud keying o Bask. La señal se divide en cuatro de pulsos de duración igual que representa los bits en el dato digital.

El número de bits usado para cada carácter es una función del sistema, pero es típicamente ocho, siete de que representa los 128 caracteres posibles, el último bit se usa para verificar errores.

➤ MODULACIÓN DE FRECUENCIA (FSK)

Mediante la modulación de frecuencia (Frequency Modulation) se modifica la frecuencia de la señal portadora de acuerdo con la información binaria que se pretende transmitir. Con este sistema se mantiene la fase y la amplitud de la señal constante y se envía una frecuencia determinada para representar el valor binario 0 y otra. Frecuencia distinta para representar el valor binario 1. Este salto de frecuencia hace que a este sistema también se le conozca como FSK o frequency-shift Keying (Modulación por salto de frecuencia.) La modulación de frecuencia se suele utilizar para velocidades iguales o inferiores a 1200 bps.

Las recomendaciones de la UIT-T (CCITT) V.21 (300 bps) y V.23 (600 –1200 bps) siguen esta técnica de modulación. El Módem V.21, para poder trabajar en modo dúplex, utiliza dos canales de comunicación, uno de ellos lo utiliza en Módem originador de la llamada, y el otro, el Módem contestador de la llamada. El Módem V.23 solo puede operar en modo Semidúplex por red telefónica conmutada.

Para quien le guste afinar, existen dos tipos de modulación FSK: coherente, la cual realiza el cambio de frecuencias manteniendo la señal en fase, y no coherente, la cual no asegura que la señal se mantenga en fase en el momento de producirse el cambio de frecuencia. La modulación coherente Utiliza un solo oscilador, sobre el que realiza el cambio de frecuencia, mientras que la modulación no coherente utiliza un oscilador para cada frecuencia. En la actualidad, los módems FSK existentes emplean la modulación coherente. A continuación se muestra la Tabla III.1 con las Frecuencias de los Módem FSK normalizados por la UIT.

FRECUENCIAS DE LOS MÓDEMS FSK NORMALIZADOS POR LA UIT					
BIT A TRANSMITIR	V.21 (300 bps)		V.23		
	Canal 1	Canal 2	600 bps	1200 bps	RETORNO 75 bps
0	980 Hz	1650 Hz	1700 Hz	2100 Hz	450 Hz
1	1180 Hz	1850 Hz	1300 Hz	1300 Hz	390 Hz

Tabla III.1 Frecuencias de los Módem FSK normalizados por la UIT

En FSK la frecuencia instantánea de la señal portadora se alterna entre dos o más valores en respuesta al código PCM. Esto requiere que la onda FSK este compuesta por dos ondas ASK de diferentes frecuencias portadoras, en el caso binario.

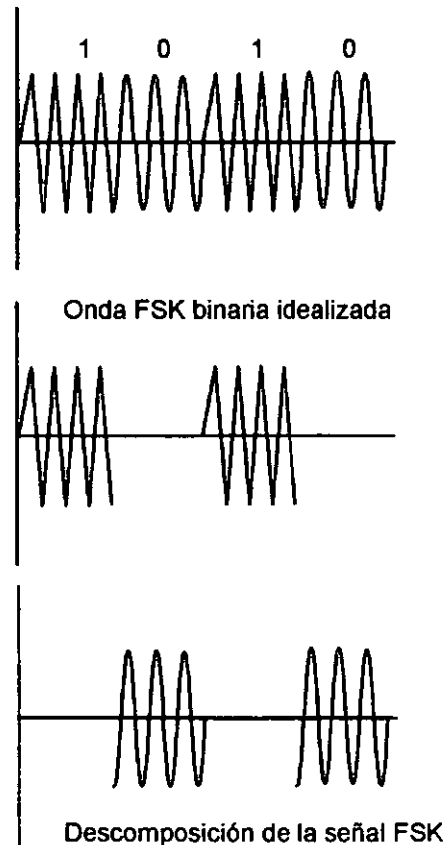


Figura III.4 señal FSK portadora.

➤ MODULACIÓN DE FASE (PSK)

La modulación de fase, también conocida como PSK (Phase - Shift Keying, Modulation por salto de fase) consiste en mantener la frecuencia y amplitud de la señal constante la fase en más o menos grados dependiendo de la información binaria a transmitir.

Existen distintos sistemas de modulación de fase:

- ❖ En la modulación de fase simple (PSK), si la información a transmitir cambia, la señal modulada se mantiene en fase (desplazamiento de fase 0°) y si la información a transmitir no cambia, la señal modulada se desfasa 180°
- ❖ En la modulación de fase diferencial (DPSK. Differential Phase - shift Keying) si la información binaria a transmitir en un 0, se modulará la señal de línea con un desfase de 270° , mientras que si la información a transmitir en un 1, el desfase será de 90° .

La modulación PSK presenta una mayor sensibilidad al ruido que la DPSK, por lo que generalmente se utiliza este último sistema. La modulación de fase es el sistema utilizado normalmente para velocidades superiores a 1200 bps, aunque en la mayoría de los casos, para conseguir velocidades elevadas se emplea la modulación de fase combinada con la modulación de amplitud.

En cuanto a la modulación de fase por si sola, para aumentar la velocidad de transmisión se emplea un tipo particular de modulación DPSK llamado modulación multifásica (MPSK, Multilevel Phase-Shift Keying).

El tren de datos a transmitir es dividido en grupos de dos o tres bits consecutivos (dibits o tribits), codificándose cada uno de esos grupos como un solo salto de fase. Cuando los grupos son de dos bits, el sistema recibe el nombre de **MODULACIÓN DE FASE CUATERNARIA (QPSK.)** Véase la siguiente Figura III.5 señal PSK

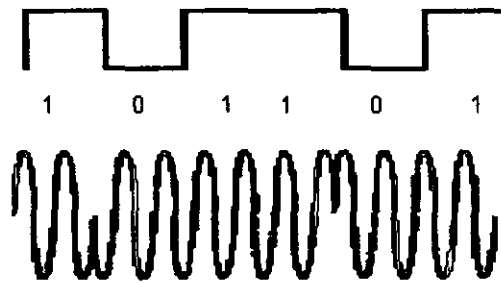


Figura III.5 señal PSK modulación de fase

MODULACIÓN EN CUADRATURA (QM, Quadrature Modulation).

Se aplica una combinación de modulación de fase DPSK y amplitud ASK es un sistema mediante el cual se envían a la línea dos señales portadoras, para que ambas señales portadoras no se interfieran entre si; se envían con un desfase de 90 grados (cuadratura). Cada una de las señales portadoras es modulada de forma que transporte parte de la información binaria, consiguiéndose en conjunto velocidades de transmisión elevadas.

Sus tipos son:

- ❖ En la modulación de amplitud en cuadratura, QAM (Quadrature Amplitude Modulation), ambas portadoras están moduladas en amplitud. Cada portadora transporta dos bits, por lo que el número total de bits por baudio es cuatro.
- ❖ En la modulación de fase en cuadratura, QPM (Quadrature phase Modulation), ambas portadoras se modulan en fase. Igual que en el caso anterior, el flujo de datos se divide en grupos de cuatro bits, dos de los cuales son transmitidos por una portadora y otros dos por la otra.
- ❖ En la modulación de fase y amplitud en cuadratura, QAPM (También llamada modulación AMPSK o QAMPSK), existe una combinación de modulación de amplitud con la modulación de fase.

Véase la siguiente figura III.6 de Modulación de Cuadratura QAM donde se aplica una combinación de modulación de fase DPSK y amplitud ASK.

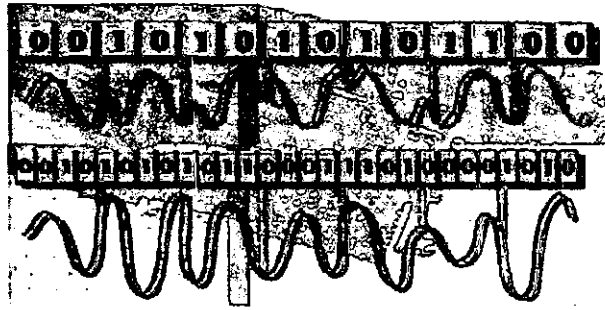


Figura III.6 Modulación en Cuadratura

➤ MODULACIÓN DELTA

La Modulación Delta es una técnica que permite codificar una señal analógica en cifras binarias (bit). Este proceso se realiza mediante las dos operaciones clásicas de muestreo y codificación de la señal a transmitir, por ello la Modulación Delta se puede considerar un sistema PCM ÓMIC.

La Modulación Delta tiene la ventaja de que la circuitería precisada para el modulador y el demodulador es más sencilla que la precisada para el PCM tradicional.

La forma básica de un sistema de Modulación Delta genera una aproximación a manera de una escalera con el tamaño del escalón igual al tamaño del paso mismo, la señal de Modulación Delta genera únicamente 2 niveles los cuales dependerán de la forma de la señal analógica. La diferencia entre la entrada y la aproximación es cuantizada únicamente dentro de los 2 niveles, esto es; si la señal analógica asciende, la forma de onda resultante a la salida del modulador son pulsos positivos, si la señal analógica desciende, la forma de onda resultante serán pulsos negativos de amplitud constante. Como se observa en la figura III.7 véase también la Figura III.8

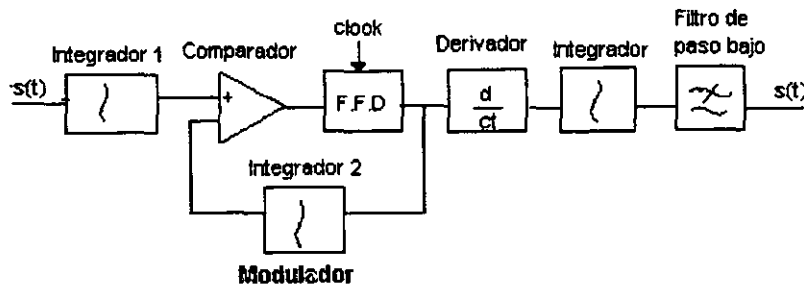


Figura III.7 Sistemas de Comunicación Delta

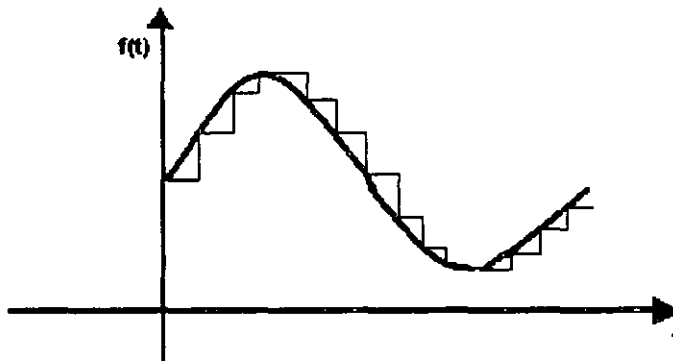


Figura III.8 Modulación Delta

MODULACIÓN DELTA-SIGMA

Es una técnica para disminuir la pendiente de la señal analógica aplicada al modulador Delta es la de integrar previamente la señal, introduciendo así una especie de preénfasis. En recepción se tendrá que añadir, respecto a la modulación Delta Lineal, la función inversa a la integración, o sea una derivación. Por lo que es posible disminuir la sobrecarga de pendiente sin empeorar el ruido de cuantificación.

MODULACIÓN DELTA ADAPTATIVA

La modulación delta lineal presenta el ruido de cuantificación y de la sobrecarga de pendiente; la disminución de uno de ellos implica generalmente el aumento del otro y viceversa.

Un método eficaz para reducir al mínimo los inconvenientes expuestos utiliza el compresión/expansión. mediante el cual el modulador varía su ganancia en base a la amplitud de la señal analógica de entrada.

De esta manera se podrá tener una pequeña amplitud de la rampa cuando la señal es baja y una amplitud mayor cuando la señal aumenta.; la amplitud de la rampa se adapta a la amplitud de la señal y esta es la razón por la cual la modulación se denomina adaptativa, para realizar la modulación Delta Adaptativa es conocido como CVSD.

III.3 APLICACIONES

- ❖ **En datos analógicos con señales digitales:** Una señal digital puede transmitirse sobre una conexión dedicada entre dos o más usuarios. A fin de transmitir datos analógicos, debe primero convertirse en una forma digital. Este proceso se llama muestreo, o codificación. El muestreo involucra dos pasos:
 1. Tome medidas a intervalos de muestreo regulares y
 2. Convierta el valor de la medida en el código binario.

- ❖ **El disco compacto:** Audio almacena información analógica (música) como una señal digital. La amplitud de la música se prueba a un valor alto, sobre 41,000 muestreos / seg. El componente más alto de frecuencia en cualquier señal de audio es 20 KHz. Por lo tanto en Nyquist el valor es 40 KHz, que explica la razón para una velocidad de muestreo de 41,000 muestreos / seg. En cada muestreo se da una representación binaria que usa 16 - bits, que da sobre 65,000 valores posibles para la amplitud de muestreo a cualquier tiempo. La señal puede tomar sobre el valor desde 1 a 65,000 en unidades arbitrarias (comúnmente voltaje).

- ❖ **Digital - Digital:** En su forma más simple, los datos digitales es una colección de ceros y unos, donde el valor de tiempo se llama un bit. Hay varias maneras diferentes en que un número binario es formateado, esta se llama modulación de código de pulso o PCM. El PCM en directo formato se designa como NRZ- L (para no de regreso a cero nivel) en este formato, el nivel directamente **representa el valor binario** el nivel bajo = 0, nivel alto =1.

- ❖ **Chequeo de Paridad:** Es posible que un error ocurra + en alguna parte del proceso de transmisión. Una manera para aumentar la confiabilidad de PCM transmitiendo señales está el agregar un bit de chequeo a cada pieza de datos. Por ejemplo, en una Palabra de ocho bit, siete bits pueden usarse para datos y el último reservado para un bit de chequeo. En un método, el bit de chequeo es determinado por la paridad (significando un número impar). En cada chequeo de paridad, un 0 o 1 se agregan para hacer el número total de unos (incluyendo el de chequeo) par. En la paridad impar, un 0 o 1 se agregara para hacer el número total de unos impar. Por ejemplo: los siete bits el campo de datos es 0100111, que ya tienen un número par de unos. En la paridad pareja, un 0 se agregaría como el bit de chequeo para hacer 01001110.

III.4 COMPARACION DE ANCHO DE BANDA

Las probabilidades de error de los sistemas ASK, FSK y PSK, están un intervalo de error de interés en los sistemas operativos típicos. La gráfica que se presenta se hace contra la energía de bit E dividida entre n . La densidad espectral de potencia del ruido.

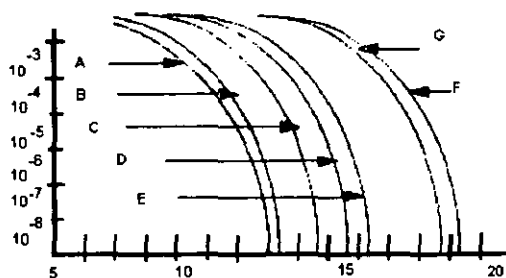


Figura III.9 Gráfica para sistemas de Modulación Digital Binaria.

A: PSK Coherente	E: ASK Coherente
B: DPSK	F: ASK no coherente
C: FSK (max) Coherente	G: ASK coherente
D: (ortogonal) FSK	

En la figura anterior (Véase figura III.9) se muestra la gráfica que supone la misma potencia pico para todos los sistemas. (si la comparación se hiciera en términos de las necesidades de potencia media, los esquemas de la ASK se desplazarían a la izquierda 3 dB y requerirían casi la misma cantidad de potencia que los esquemas FSK.)

La gráfica muestra que la señalización PSK coherente es la que menos potencia necesita. A continuación, en orden ascendente, están la DPSK, la FSK coherente, la FSK no coherente y la ASK no coherente. Aunque las diferencias entre algunas curvas son solo del orden de 1-2 dB, recuérdese que en los intervalos de interés práctico, un cambio de 1dB en la potencia de la señal provoca un cambio correspondiente aproximado del orden de magnitud.

Los transmisores de los sistemas ASK son muy fáciles de construir y tienen la ventaja de que no transmite potencia cuando no se envían datos. Estos sistemas se aplican en sistemas telemétricos miniaturas. Una desventaja del ASK es el umbral de decisión del receptor debe variarse con cambios en pérdidas de propagación (desvanecimiento). Normalmente, esto se maneja con un control automático de ganancia.

Los sistemas FSK, a diferencia de los ASK, operan simétricamente con respecto a un nivel de umbral de decisión cero. Prescindiendo de la fuerza de la señal portadora. Aparte de un posible aumento en la estabilidad necesaria de la frecuencia, hay muy poca diferencia entre la complejidad de los transmisores FSK y PSK con los ASK. La complejidad de receptor depende principalmente de si se usa un método de modulación coherente o no coherente. La FSK no coherente es relativamente fácil de instrumentar y es una elección frecuente para razones de transmisión de datos bajas a medias, como el teletipo. Las transmisiones FSK concebidas para demodulación no coherente requieren de más ancho de banda para una razón de bits dada que las ASK o PSK.

Estos últimos anchos de banda suelen ser iguales o ligeramente mayores que el ancho de banda de las transmisiones FSK para demodulación coherente puede hacerse tan pequeño como se desee Δf , pero en los casos en que $2\Delta f t < \frac{1}{2}$ requieren de un sacrificio de S/N los requeridos para ASK o PSK como se ha visto, los sistemas PSK son superiores a los ASK y FSK en que necesitan detección sincrónica y los sistema de recuperación de la portadora son más difíciles (y por ende costosos) de construir.

Los sistemas DPSK son a menudo un buen compromiso que sacrifica algo del comportamiento en cuanto a errores pero permite un receptor más económico. Los tres métodos de modulación digital más ampliamente utilizados para sistemas de comunicación son la PSK, la DPSK y la FSK no coherente.

No solamente los sistemas de modulación digital pueden transmitir una de dos señales posibles durante cada intervalo de señalización. Tienen una eficiencia teórica de ancho de banda 1 bps/Hz, en muchas aplicaciones, el sistema de comunicación resulta más económico si, es un ancho de banda determinado, pueden transmitirse más bits por segundo. Esto conduce el examen de métodos de modulación M-aria en la que se transmite una de M posibles señales durante cada intervalo de señalización.

El principio de multiplexión de cuadratura se combinan dos señales moduladas en cuadratura de fase, como se muestra en el siguiente diagrama que contiene un sistema básico para conseguir esto, llamado AM de cuadratura (QAM).

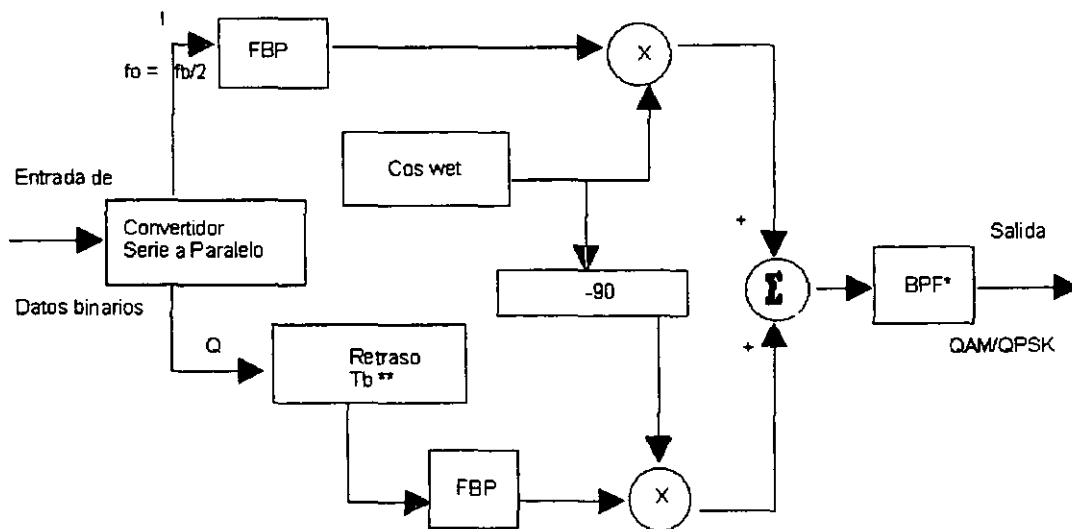


Figura III.10 Diagrama Modulador QAM/QSK

El convertidor serie a paralelo recibe la corriente de datos binarios entrante y entrega dos corrientes paralelas. Tras la conversión de serie a paralelo, se utilizan filtros pasabajo para restringir el ancho de banda y proporcionar la forma espectral deseada. Las señales de datos I y Q se modulan, la señal I usando la referencia portadora en fase y la señal Q con la referencia portadora en cuadratura. (Véase la figura III.11)

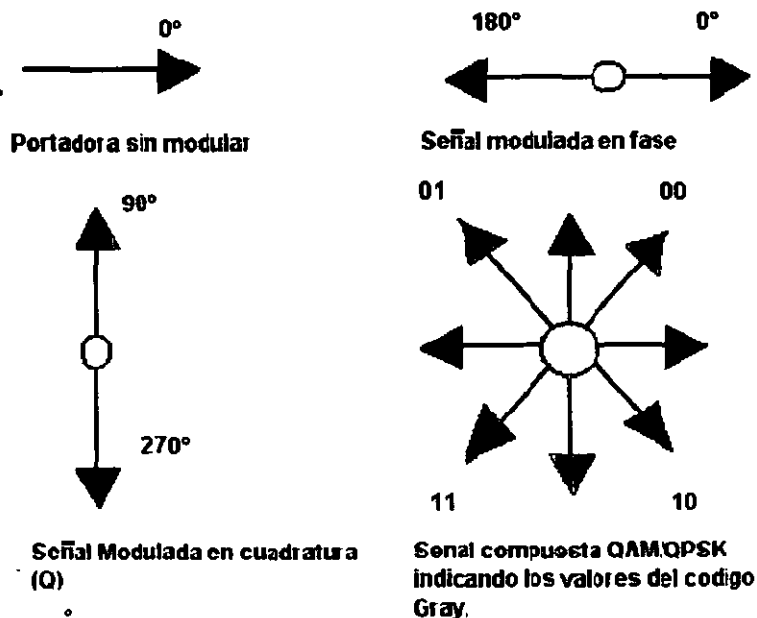


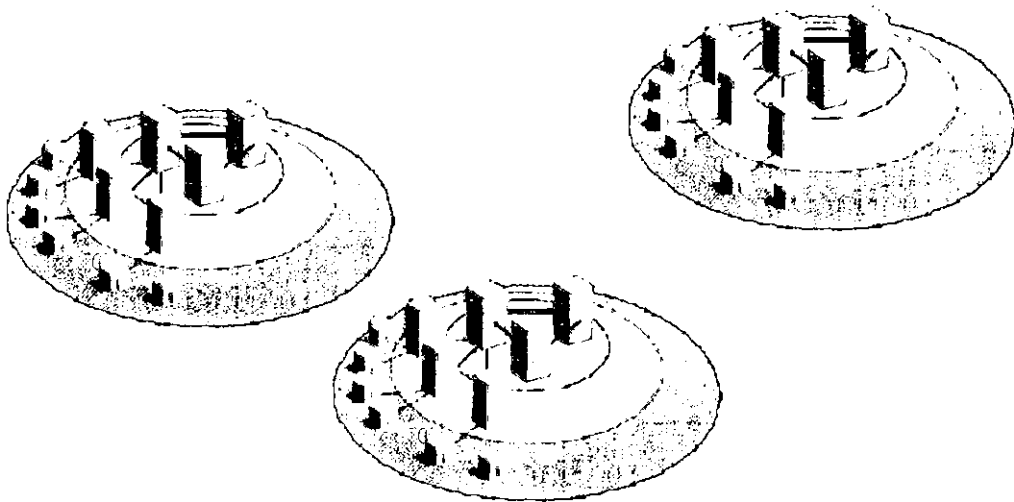
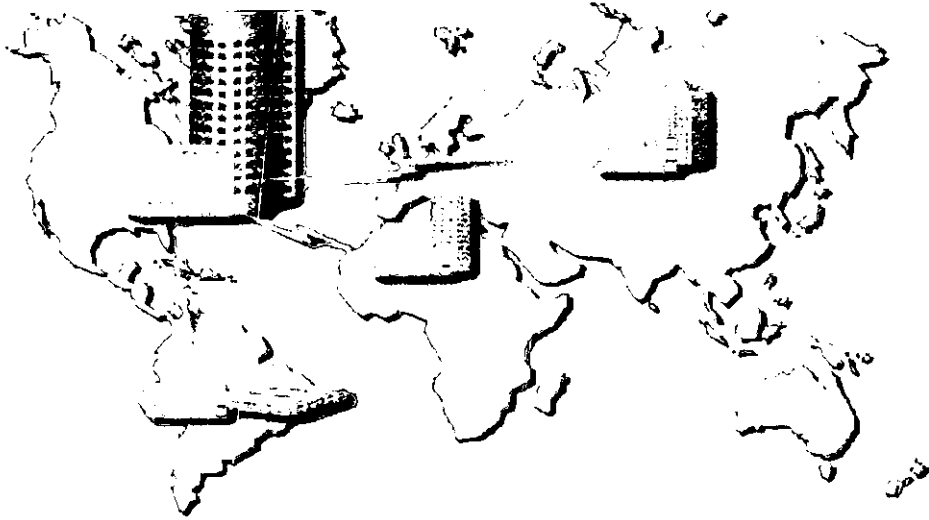
Figura III.11 Diagramas Fasoriales de modulación QAM/QPSK

Las señales I y Q se suman para formar la señal QAM. Analizando los diagramas fasoriales se revela que la QAM puede verse como modulación de fase si las señales I y Q tienen magnitudes idénticas. Tales sistemas se conocen comúnmente como PSK de cuadratura (QPSK).

En la QPSK toda la información es conducida por la fase y deseable una envolvente constante. Los filtros pasabajo del diagrama del modulador se utilizan para restringir al ancho de banda de la corriente de datos a menos de la frecuencia portadora. La diferencia entre los sistemas QAM y QPSK es que los primeros utilizan filtrado de premodulación (pasabajo) para la información espectral, en tanto que los QPSK utilizan el de postmodulación (pasabanda) e intenta mantener una envolvente constante en la onda modulada.

Dentro de la modulación digital se encuentra la modulación por Pulsos Codificados (PCM -MIC), en el cual su proceso es un convertidor Analógico/Digital en la Transmisión y un convertidor Digital/Analógico en la recepción.

CAPÍTULO IV



PCM Y TDM

IV.1 INTRODUCCIÓN (ANTECEDENTES HISTÓRICOS).

Para tener una visión del origen de PCM/MIC es necesario remontarse a finales del siglo pasado, cuando se establecieron las primeras raíces de dos técnicas que se pueden considerar como las bases que más tarde hicieron posible el desarrollo de PCM/MIC. Una de ellas es la técnica de Multiplexaje de Tiempo (TDM/MDT). Esta técnica fue aplicada en telegrafía, luego en 1903, W.N. Miner la aplicó en telefonía, y los resultados fueron satisfactorios para la transmisión de señales de voz de muestreo a una velocidad de 3500 - 4300 muestras/segundo, pero a velocidades menores y mayores.

La otra técnica es la Transmisión de Señales Digitales (es decir, una señal discontinua cuyos varios estados están separados por intervalos variables) la cual ha sido ampliamente aplicada en el campo de las telecomunicaciones. Inicialmente con la incursión del primer telégrafo hacia mediados del siglo XVIII, el cual enviaba señales digitales, en diferentes códigos, como El Código Morse. Sin embargo para esa época todavía era una incógnita el uso de señales digitales para la transmisión de conversaciones en la red telefónica.

A finales de la década de 1930 ya se conocía El Teorema de Muestreo y la Técnica de Multiplexación por División en el Tiempo, pero el interés primordial era aplicar técnicas digitales para la transmisión de señales análogas por la ventaja de inmunidad al ruido y las descritas para señales digitales.

Casualmente por esta misma época un grupo de investigadores en París (Francia) estaba tratando de hallar métodos de modulación adecuados para los radioenlaces de microondas y así tratar de solucionar un problema latente de ruido y distorsión en éste tipo de transmisión.

Uno de los resultados obtenidos por este grupo fue la invención de la Modulación por Impulsos Codificados (PCM/MIC) por ALEC H. REEVES EN 1937, la patente francesa se registro en 1938.

Tecnológicamente era demasiado temprano para usar PCM en la práctica, debido ha que no se contaba con instrumentos y equipos adecuados para ser aplicada esta nueva técnica, pero con la invención del transistor fue factible colocar en servicio una cantidad creciente de sistemas PCM en la red telefónica a principios de los años sesenta.

Con REEVES se establecieron claramente los tres procesos básicos que permite la conversión de señales analógicas en digitales (PCM/MIC):

MUESTREO: Generación de una señal PAM.

CUANTIFICACIÓN: Determina el valor de las muestras PAM.

CODIFICACIÓN: Representación de las muestras mediante un código numérico generalmente binario.

La gran ventaja de la técnica PCM/MIC radica en la generación de "unos" y "ceros" iguales a los de la información original en cada punto de regeneración a lo largo de la red de transmisión. Dada la importancia de la técnica PCM/MIC, los organismos internacionales competentes han establecido normas de aplicación de amplia aceptación para el desarrollo de equipos y sistemas basados en PCM/MIC.

IV.2. PROCESOS DEL PCM

La modulación de pulsos codificados PCM, es un método para convertir información analógica en información digital, cada una de las cuales está presentada por un tren de pulsos binarios. La conversión se realiza en tres procesos:

MUESTREO, CUANTIFICACIÓN, CODIFICACIÓN:

- **MUESTREO:** Muestreo es tomar valores instantáneos de la señal analógica a intervalos de tiempos iguales. Como se observa en la figura IV.1

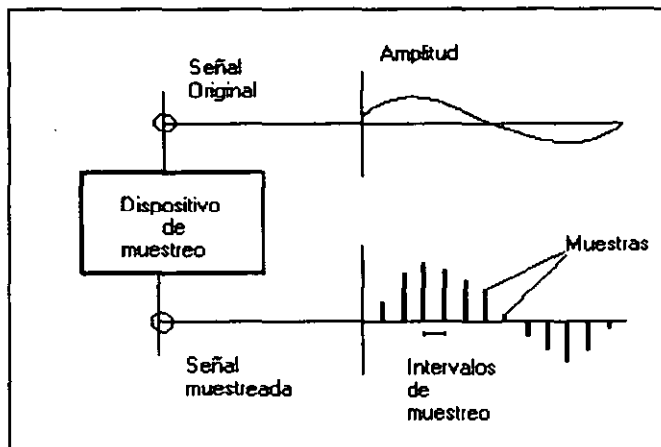


Figura IV.1 La señal de muestreo es un tren de pulsos, cuya envolvente es la señal original

Ahora ¿Cuál deberá ser la velocidad de muestreo, es decir, la cantidad de muestras por segundo? La respuesta a esta pregunta esta dada por el teorema del muestreo, que también ilustra el hecho fundamental de que la información contenida en la señal no es afectada por el muestreo.

- 1.- La señal original tiene limitación de banda, es decir, no tiene componente de frecuencia en su espectro más allá de cierta frecuencia B.
- 2.- La velocidad de muestreo es igual o superior al doble de B, es decir $f_s > 2B$.

El teorema de muestreo se ilustra en la figura IV.2. El espectro de la señal muestreada contiene el espectro de la señal original, es decir, no ha ocurrido pérdida de información.

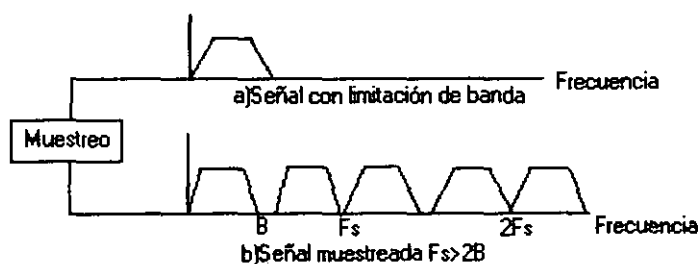


Figura IV.2 Espectro de
a) con limitación de banda
b) señal muestreada

En telefonía se usa la parte del espectro de conversación entre 300 y 3400 Hz. El espectro de la conversación humana se extiende desde una frecuencia más baja de alrededor de 100 Hz. Hasta frecuencias de audio muy altas. El aparato telefónico reduce esta gama de frecuencias pero no lo suficiente a altas frecuencias, de modo que a fin de que quede por debajo de este límite de banda a 3400 Hz, la señal de conversación debe pasarse por un filtro pasa bajos antes del muestreo.

En telefonía, se usa una velocidad de muestreo de 8000 Hz., para los sistemas PCM, esta velocidad es algo superior al doble de la frecuencia más alta de la banda, 3400 Hz, a causa de la dificultad en la construcción de filtros pasa bajos suficientemente cortantes. Se dice que la señal muestreada esta modulada por amplitud de pulsos porque consiste en un tren de pulsos, cuyas amplitudes han sido moduladas por la señal original.

La modulación por amplitud de pulsos (Pulse Amplitude Modulation = PAM), es un método de modulación de pulsos analógicos, porque las amplitudes de los pulsos pueden variar de manera continua de acuerdo con las variaciones de la señal original.

La relativa simplicidad de los sistemas PAM los hace atractivos para algunas aplicaciones telefónicas. No obstante, la PAM no es adecuada para la transmisión en distancias largas a causa de la dificultad de la regeneración de los pulsos con suficiente exactitud, lo cual es importante porque los pulsos PAM contienen la información en la forma del pulso.

- **CUANTIFICACIÓN:** La gama continua de amplitudes de los pulsos es descompuesta en una cantidad finita de valores de amplitud en el proceso de cuantificación. La gama de amplitudes se divide en intervalos y a todas las muestras cuyas amplitudes caen dentro de un intervalo de cuantificación específico se les da la misma amplitud de salida, como se muestra en la figura IV.3.

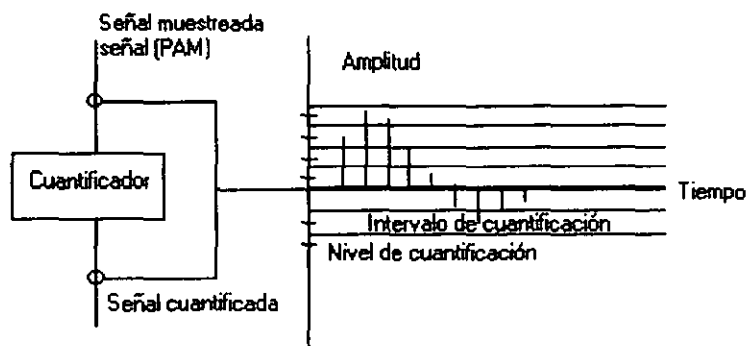


Figura IV.3 Proceso de Cuantificación

El redondeo de las muestras provoca un error irreparable, distorsión de cuantificación en la señal. Este sacrificio voluntario, que puede reducirse a límites bajos adecuados haciendo que la cantidad de niveles de amplitud permitidos sea suficientemente grande, se acepta porque hace posible la transmisión libre de errores teniendo solo una cantidad discreta de amplitudes.

En la figura IV.3 anterior la distorsión de cuantificación es independiente de la amplitud de la muestra. Esto significa que una persona que habla en voz alta y una que habla en voz baja hacen que el que escucha oiga la misma distorsión de cuantificación. Con respecto a los niveles de conversación, el que habla en voz baja genera mucho más distorsión que el que habla en voz alta. Además, un análisis estadístico muestra que para

un hablante individual las amplitudes pequeñas son más probables que las grandes. A fin de obtener una distorsión de cuantificación aceptable sobre toda la gama dinámica de la señal de conversación, los niveles de cuantificación deben dimensionarse con respecto a los niveles de conversación bajos, es decir, los intervalos de cuantificación a altos niveles de conversación será mucho menor que la requerida, pero al costo de una gran cantidad de intervalos de cuantificación.

Obviamente, el error de cuantificación no será independiente de la amplitud de las muestras sino que estará relacionado con ella, de modo que las muestras pequeñas están sometidas a pequeños errores y las muestras grandes están sometidas a grandes errores de cuantificación, a fin de encontrar una solución óptima entre la calidad de la transmisión y la cantidad de intervalos de cuantificación. Esto puede efectuarse de dos maneras, o comprimiendo el rango dinámico de la señal antes de la cuantificación y expandiéndolo nuevamente en el lado de recepción, usando intervalos de cuantificación crecientes con la amplitud. Este proceso a menudo se denomina compansión, (comprensión y expansión). Los sistemas PCM modernos usan el último método de compansión. Con una ley aproximadamente logarítmica que gobierna el aumento en el tamaño de intervalo de cuantificación, es posible obtener una relación aproximadamente constante de señal a distorsión de cuantificación en una amplia gama de volúmenes de conversación, empleando a la vez mucho menos niveles que los que se requerirán con intervalos de cuantificación. Para el PCM en la telefonía, el CCITT ha recomendado dos leyes, que son conocidas comúnmente como la ley A y la ley μ .

Estas leyes también se denominan leyes de codificación ya que en los casos prácticos el proceso de cuantificación se efectúa en el codificador. La gráfica de la ley A se muestra en la figura IV.4.

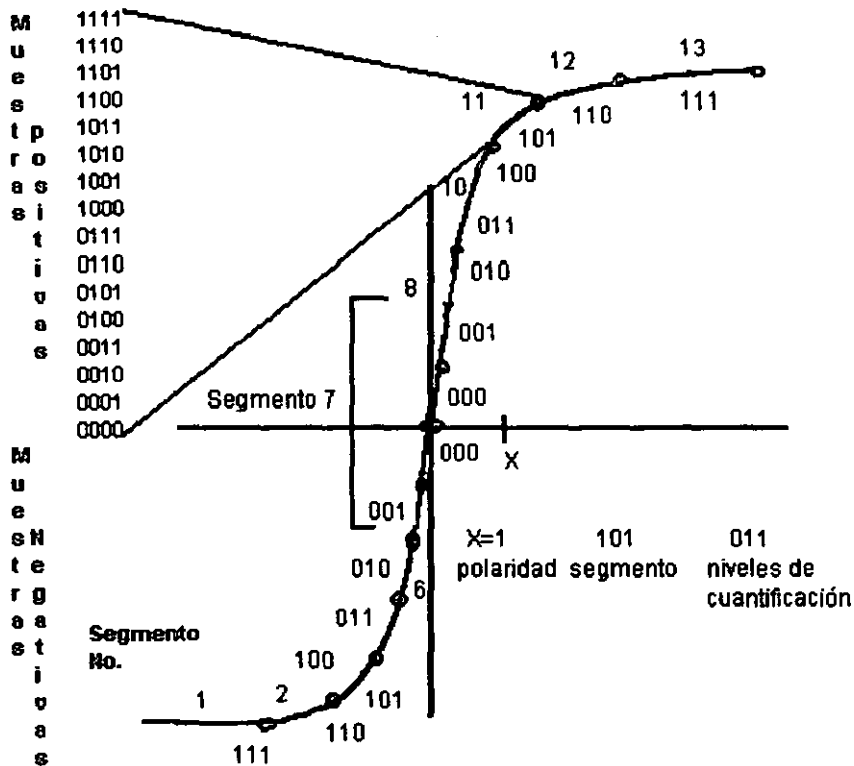


Figura IV.4 Gráfica de la Ley de Codificación A

- **CODIFICACIÓN.** Las muestras cuantificadas todavía no son apropiadas para la transmisión, porque será difícil construir circuitos regeneradores capaces de distinguir entre la gran cantidad de amplitudes de las muestras, usualmente 256, que necesitamos para las señales de conversación, sin embargo, hay gran flexibilidad en la codificación de estas amplitudes en formas eléctricas adecuadas para la transmisión. En general, la muestra cuantificada puede codificarse en dos ó más pulsos con menos niveles de amplitud por pulso. Un grupo de n pulsos, cada uno con b niveles de amplitud discreta posibles, puede representar los niveles de muestras cuantificadas. Como se muestra en la tabla 1.

SUBSEGMENTO	SEGMENTO	+/- RANGO DE NIVEL		TAMAÑO	
7	000	0	16	1	mV
7	001	16	32	1	mv
6 Y 8	010	32	64	2	mV
5 Y 9	011	64	128	4	mV
4 Y 10	100	128	256	8	mV
3 Y 11	101	256	512	16	mV
2 Y 12	110	512	1024	32	mV
1 Y 13	111	1024	2048	64	mV

Tabla 1 Para la ley A

Como sabemos, los pulsos con dos niveles, es decir, los pulsos binarios, son atractivos para la transmisión porque son fáciles de regenerar en la línea de transmisión. No es difícil construir circuitos regeneradores capaces de determinar si un pulso este presente o no.

Los sistemas prácticos actuales usan la codificación binaria de las muestras de conversación cuantificadas. Como se muestra en la figura IV.5. Como la telefonía usa 256 niveles de cuantificación, cada muestra se codificará en un grupo de código, o palabra PCM, consistente en 8 pulsos binarios (8 bit). Como la velocidad de muestreo usada es de 8000 muestras/segundo, una señal de conversación modulada por pulsos codificados generara una señal digital de 64 Kbit/s.

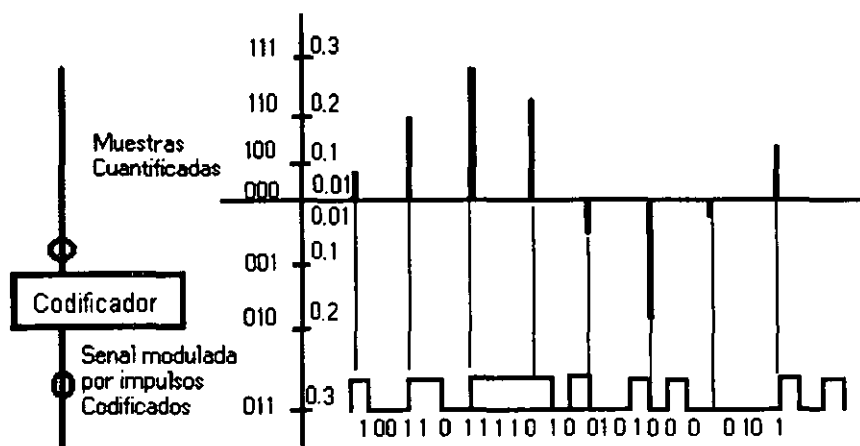
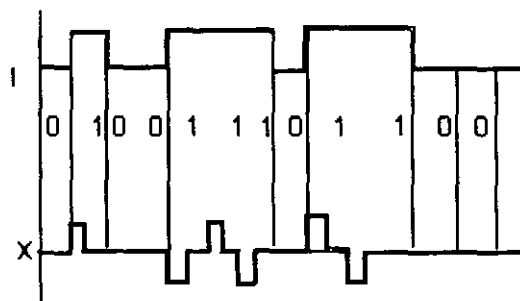


Figura IV.5 Codificación de muestras cuantificadas con 8 niveles

LAS SEÑALES TIENEN OTROS PROCESOS COMO SON: TRANSMISIÓN, Y DECODIFICACIÓN.

TRANSMISIÓN. Las señales digitales dentro del terminal usualmente se transmiten en la forma de un tren de pulsos unipolares en el modo sin retorno a cero (Nonreturn-To-Zero, NRZ). Véase la figura IV.6.



I un tren de impulsos unipolares sin retorno a cero (NRZ).
 II un tren de impulsos bipolares con retorno a cero (RZ)

Figura IV.6 Tren de Pulsos

Esta forma de señal no es apropiada para la transmisión en largas distancias.

Una forma mejor es una señal bipolar con retorno a cero NRZ,

Las ventajas de esta señal son:

- ❖ No tiene potencia en las partes inferiores de su espectro, es decir, no tiene componente de corriente continua; esto se debe a las polaridades alternadas de los pulsos.
- ❖ La interferencia entre símbolos está reducida por la característica de retorno a cero. Por supuesto, también esta señal será atenuada y distorsionada durante la transmisión y se la agregará ruido a la misma.
- ❖ En algún punto de la línea de transmisión, la señal debe ser restaurada. Esto se efectúa introduciendo en la línea un dispositivo que primero examina el tren de pulsos distorsionados para ver si el nivel binario posible es 1 ó 0 y luego genera y transmite a la línea nuevos pulsos de acuerdo con el resultado del examen. Tal dispositivo se le denomina repetidor regenerativo.

- ❖ A la vez que se le vuelve a dar forma a los pulsos se elimina el ruido agregado durante la transmisión, al menos si la amplitud de la señal de ruido no es suficientemente grande como para llevar la señal de código recibida a la zona incorrecta de nivel de decisión de un generador.
- ❖ Normalmente, la señal de código regenerada es idéntica a la señal de código original transmitida. Aún después de una gran cantidad de repetidores regenerativos, la señal de código es prácticamente idéntica a la señal original. Esta es la razón de la alta calidad de transmisión que se obtiene con los sistemas de transmisión con PCM.

DEMODULACIÓN. Los procesos de receptor que convierten la señal PCM entrante en una señal de conversación analógica nuevamente son regeneración, decodificación y reconstrucción.

El proceso de regeneración tiene el mismo objetivo y se efectúa de la misma manera que en la línea de transmisión, es decir, los pulsos distorsionados son remplazados por nuevos pulsos cuadrados, como se muestra en la figura IV.7.

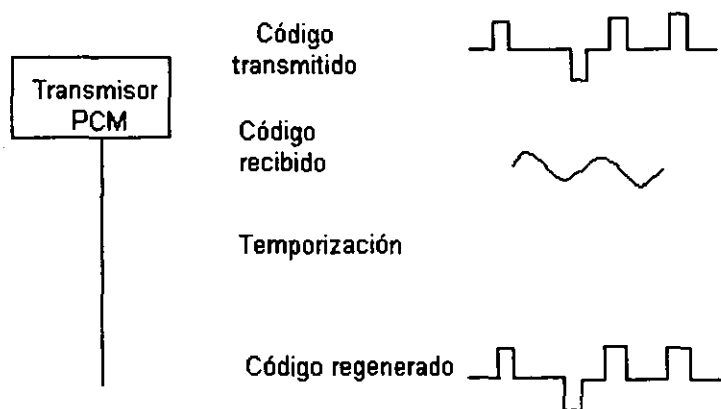


Figura IV.7 Formas de los pulsos en una línea de transmisión

Antes de entrar al decodificador, la señal bipolar es reconvertida en unipolar. En el proceso de decodificación, las palabras de código generan pulsos de amplitud, cuyas alturas son iguales a las alturas de las muestras cuantificadas que generarán las palabras del código.

De modo que después de pasar por el decodificador, se ha recuperado el tren de muestras cuantificadas. Como se muestra en la siguiente figura IV.8.

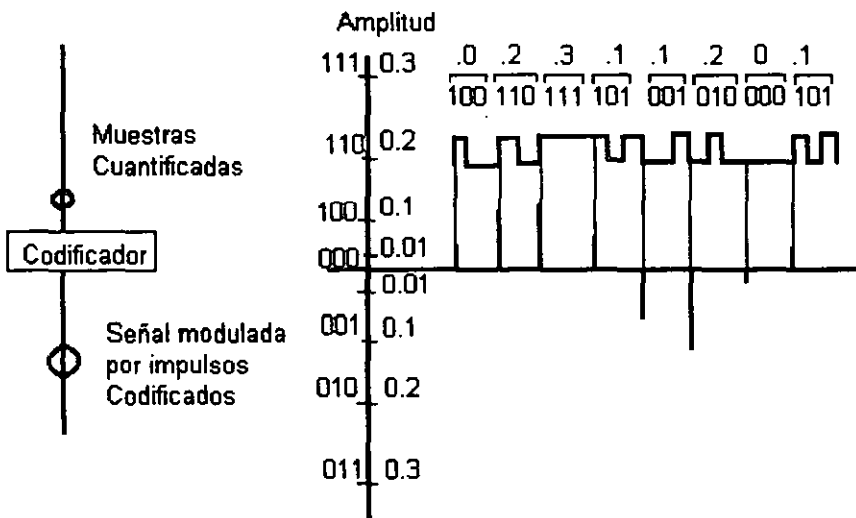


Figura IV.8 Decodificador de niveles de amplitud codificada

La señal analógica es reconstruida en un filtro pasa bajos, figura IV.8. Esto puede verse en la figura IV.9. El espectro de una señal original. Un filtro pasa bajos con una frecuencia de corte B Hz elimina todos los componentes de frecuencia del espectro superior a B Hz y queda el espectro de la señal analógica deseada.

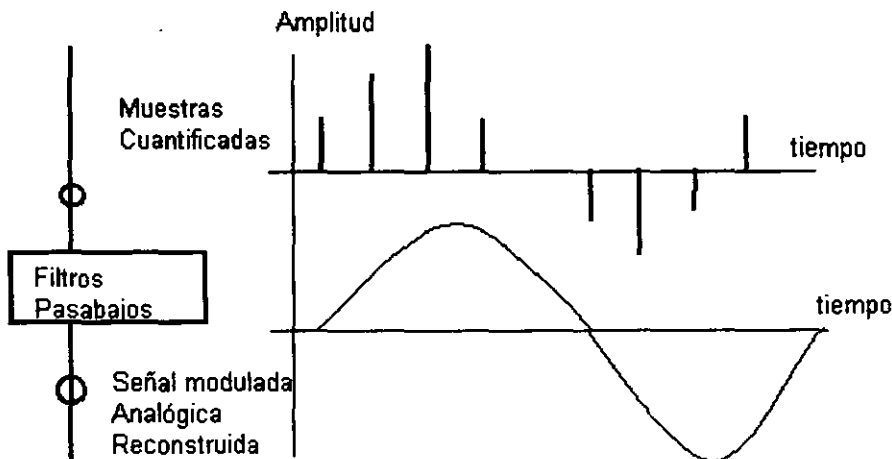


Figura IV.9 Reconstrucción de la señal analógica

IV.3 PROCESOS DEL TDM.

La multicanalización por división de tiempo de las señales digitales se usa comúnmente para combinar múltiples fuentes de señal en un solo canal común que se comparte. Estas señales pueden ser representaciones digitales de señales analógicas o señales generadas originalmente en forma digital. El proceso de multicanalización en tiempo sirve como un importante ejemplo de eficiente procesamiento de las señales que pueden llevarse a cabo cuando éstas se encuentran en forma digital.

Las principales ventajas que ofrecen las técnicas de transmisión digital son, entre otras; una mayor calidad de transmisión, casi independiente de la distancia y del volumen de información.

El CCITT recomienda dos sistemas de transmisión: el sistema de 30 canales, que es el adoptado en Europa, y el sistema de 24 canales, utilizado en Estados Unidos. El sistema Americano emplea la ley de compresión μ y el sistema Europeo emplea la ley de compresión A que es el que se utiliza actualmente aquí en México.

El sistema Europeo se considera como un multiplexor de 32 intervalos de tiempo que permite transmitir 30 canales de información. Los otros dos intervalos se destinan, uno a la señalización y el otro al sincronismo.

La siguiente figura IV.10. Representa la forma de cómo se estructura la información de un sistema PCM Básico (Sistema Europeo).

Una trama dura $125 \mu\text{s}$, que es el valor que tarda el multiplexor en tomar las muestras de los canales y el valor de $3.9 \mu\text{s}$ es el tiempo que se tarda en cada canal, el cual se obtiene de dividir el tiempo de la trama entre el número de los canales que en este caso son 32.

El tiempo de cada bit es 488 ns , que se obtiene de dividir el tiempo de cada canal ($3.9 \mu\text{s}$) entre 8 bit.

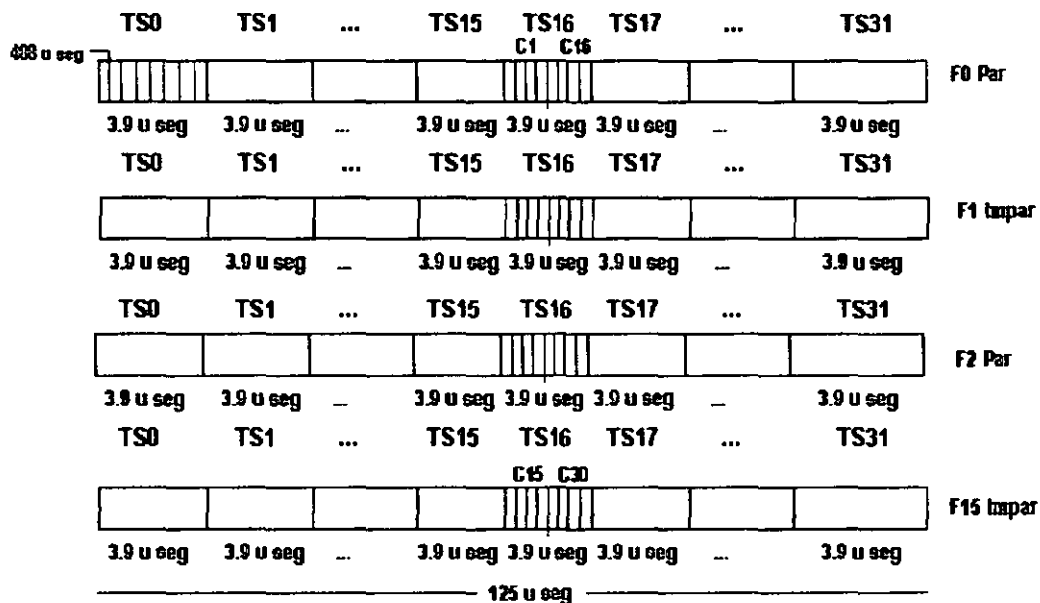


Figura IV.10 Sistema PCM Básico

El siguiente diagrama de la figura IV.11 muestra el proceso de una señal de voz al llegar al punto de abonados donde se realiza el proceso de PCM Y TDM.

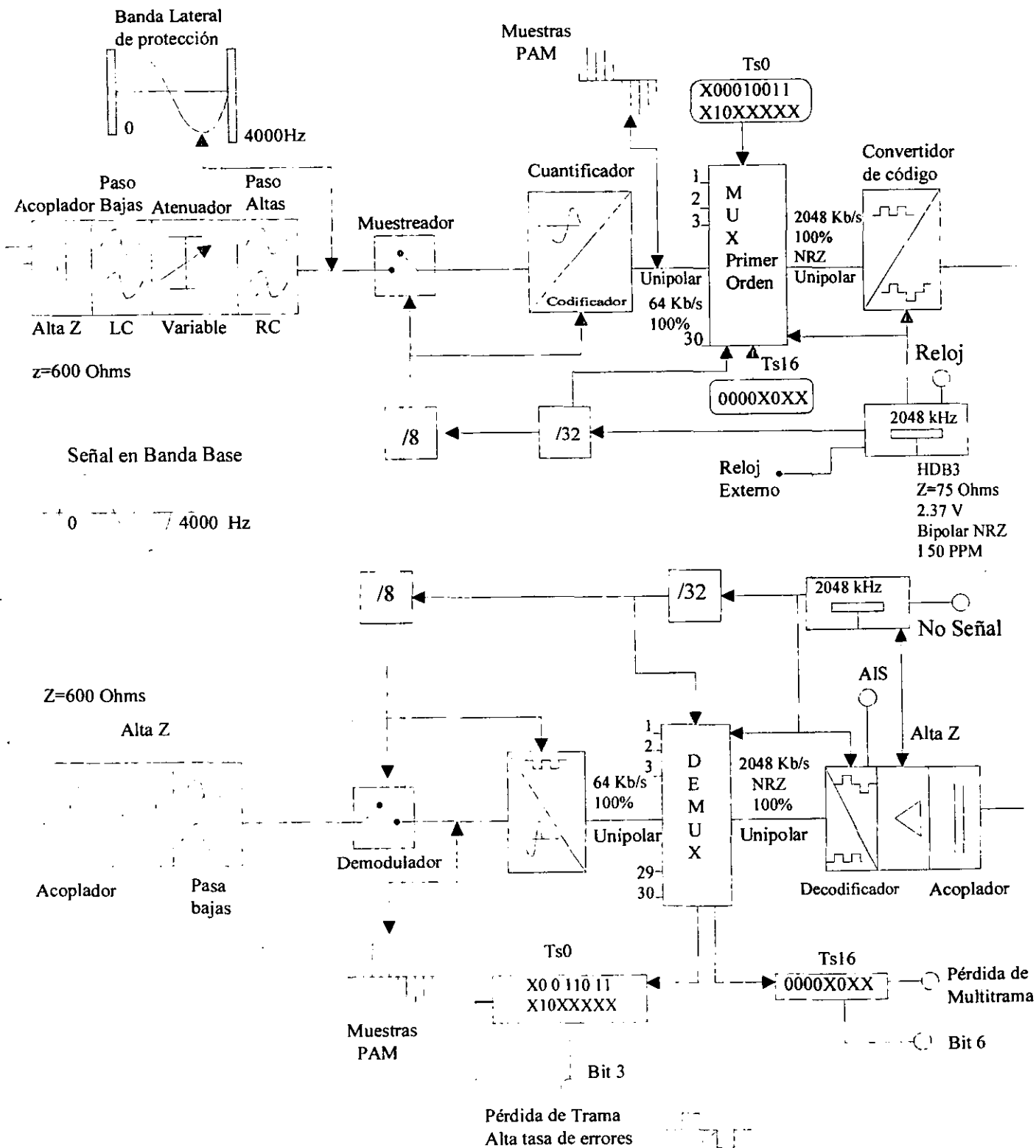


Figura IV.11 Proceso de PCM Y TDM

Entre las ventajas de la modulación de pulso con multiplexión por división del tiempo (TDM) está el hecho de que los circuitos necesarios son digitales, proporcionando alta confiabilidad y eficiente operación. Estos circuitos son más simples que los moduladores y demoduladores requeridos en la multiplexión por división de frecuencias FDM (modulación de ángulo). La multiplexión de muchos canales de datos a relativamente baja frecuencia puede efectuarse muy eficientemente usando TDM si las entradas tienen anchos de banda comparables.

Otra ventaja de los sistemas TDM es la relativamente baja diafonía entre canales debida a la linealidad de los amplificadores que manipulan las señales en el transmisor y el receptor. Estas alinealidades producen armónicos que afectan a los canales de mayor frecuencia en los sistemas FDM.

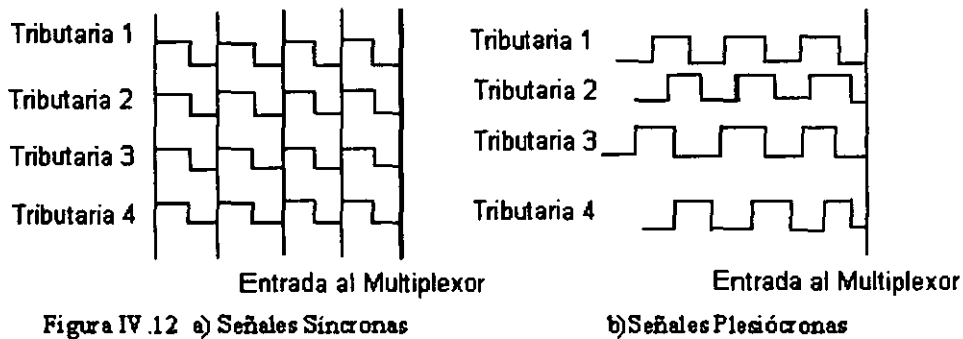
En los sistemas TDM las señales de canales diferentes no se manejan simultáneamente pero se les asignan diferentes intervalos de tiempo.

Las desventajas del TDM incluyen el hecho de que la precisión del pulso y el desajuste del tiempo son un problema primordial a altas frecuencias, por lo cual los sistemas TDM operan normalmente a frecuencias del reloj inferiores a 100 Mhz. Además, se necesita sincronización entre el transmisor y el receptor.

IV. 4. APLICACIÓN PCM Y TDM EN TELEFONÍA

Los tipos de señales digitales según su fase y frecuencia son: Síncronas, Plesiócronas Asíncronas.

- ❖ **Señales Síncronas.** Son señales que tienen la misma fase y frecuencia entre sí. Por ello, paralelamente en el proceso de la digitalización de las centrales telefónicas, Telmex estableció el sistema de sincronización de la red, para la cual instaló y puso en operación a partir de Septiembre de 1991, un sistema de relojes de haz de cesio; estos proporcionan los pulsos de referencia para la transmisión de información en los sistemas digitales del país. Como se muestra en la figura IV.12.
- ❖ **Señales Plesiócronas.** Tienen la misma velocidad nominal (el valor que se espera), pero con diferencias de fase y frecuencia. Véase la figura IV.12.



- ❖ **Señales Asíncronas.** Nunca están en fase, ni en frecuencia entre sí (ninguna de sus escalas de referencia son iguales). Como se muestra en la figura IV.13.

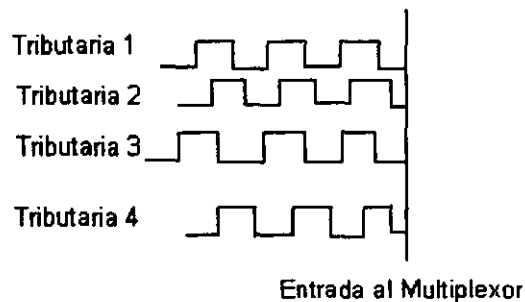


Figura IV.13 Señales Asíncronas

Hay diferentes tipos de justificación, lo cual es un procedimiento que se utiliza para compensar las diferencias de fase y velocidad que existen entre las tributarias como son:

- a) **Positiva:** Consiste en insertar varios pulsos carentes de información, llamados bits de relleno o justificación previstos para ello.
- b) **Negativa:** Este proceso consiste en suprimir algunos pulsos de información de los tributarios, para ajustar las velocidades de señal. Los pulsos suprimidos se transmiten a través de un intervalo de tiempo de baja velocidad.
- c) **Positiva/Negativa:** Este proceso es una combinación de los métodos anteriores en el que se transmiten bits de relleno y también se suprimen bits de información, cada vez que hay justificación.
- d) **Positiva/Nula/Negativa:** Se efectúa utilizando la justificación positiva/negativa que se menciono anteriormente, con la diferencia de que se realizará solo cuando sea esencial.

Para la aplicación en telefonía se le llama sistemas PDH (Jerarquía Digital Plesiocrona).

Hay cuatro tipos diferentes de velocidades para transmitir información (ATM, Modo de Transferencia Asíncrona).

➤ ENTRELAZADO DE BITS

Los multiplexores PHD utilizan el método de Multiplexación por enlace cíclico de bits. El entrelazado de bits se efectúa cíclicamente tomando 1 bit de cada tributaria para la formación de la trama del orden jerárquico 2° ⇒ 3° ⇒ 4° ⇒ 5° Orden. Se van formando bloques, donde en el primer bloque se tiene información del primer bit de cada tributaria, el segundo bloque contiene información de los segundos bits de cada tributaria y así sucesivamente como se muestra en la figura IV.14

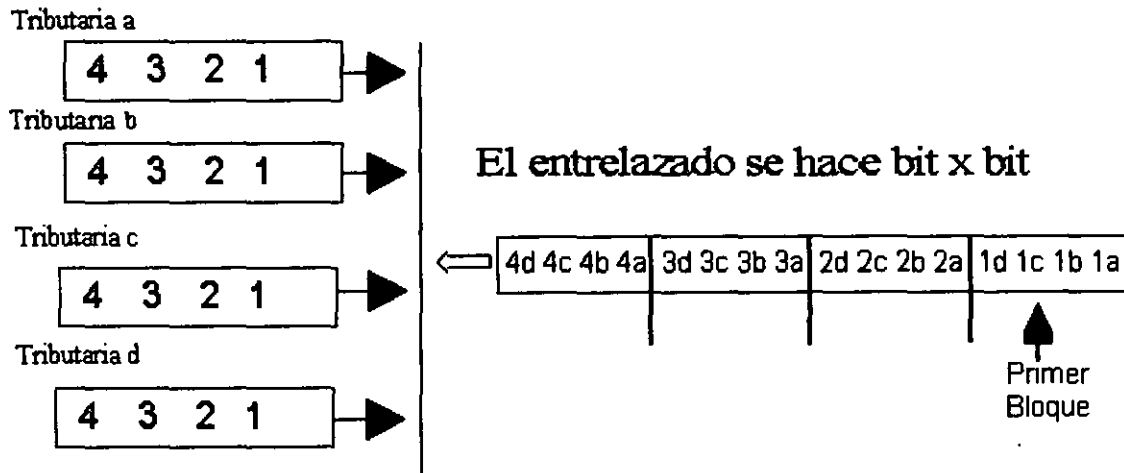


Figura IV.14 Entrelazado de bits

El sistema de primer orden se muestra en la figura siguiente IV.15

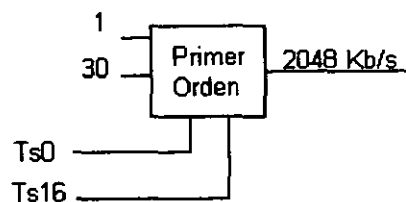


Figura IV.15 Sistema de Primer Orden

En el Sistema Europeo de Segundo Orden, que como se muestra en la Figura IV.16. El cual cuenta con 120 canales de salida con una velocidad de 8448 Kb/s.

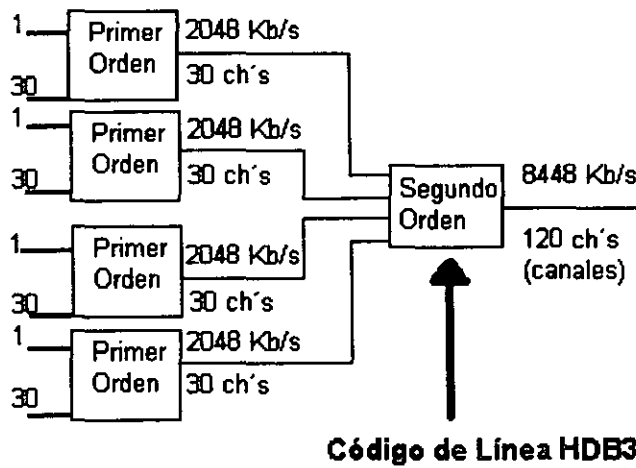


Figura IV.16 Sistema de Segundo orden

TRAMA DE SEGUNDO ORDEN:

Se divide en 4 grupos

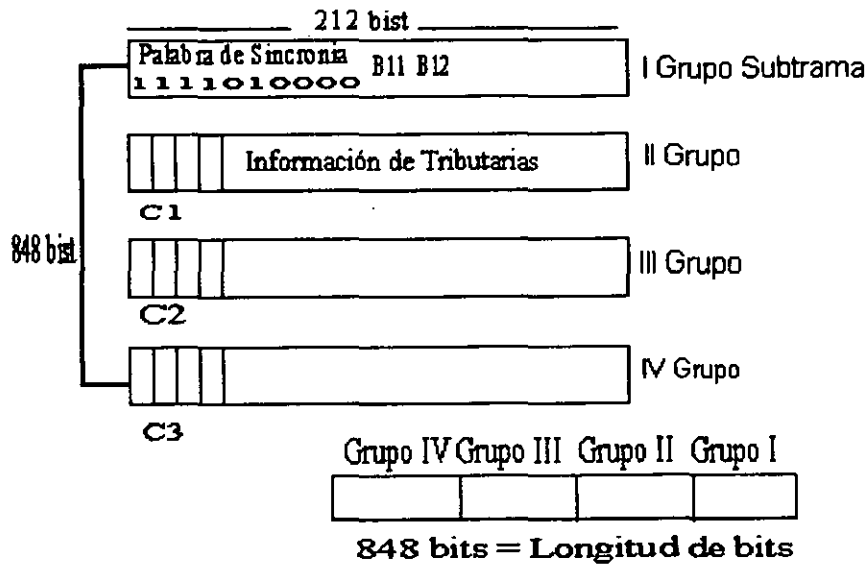


Figura IV.17 Agrupación de una Trama de Segundo Orden

La información entra bit por bit, y la comunicación es en serie.

B11= Bit de Alarma

1 Con Alarma

0 Sin Alarma

B12=Bit de uso futuro

Los 200 bits restantes son para introducir la información de las tributarias.

C1,C2 C3, Son bits de control de justificación y se encuentran al inicio de cada subtrama, y se ordena de la siguiente manera. Véase la Tabla IV.2

C1T1	C1T2	C1T3	C1T4
C2T1	C2T2	C2T3	C2T4
C3T1	C3T2	C3T3	C3T4
C30T1	C30T2	C30T3	C30T4

Tabla IV.2

Cálculos para un Sistema de Segundo Orden:

La Frecuencia de Repetición se calcula.

$$FR = \frac{VT}{LOGBIT} = \frac{8448 \text{ Kb}}{848 \text{ bits}} = 9.9622 \text{ KHz}$$

Para calcular el tiempo que dura una trama:

$$T = \frac{1}{F}$$

$$T = \frac{1}{9.9622} = 100.378 \mu \text{ seg}$$

Para saber cuantos bits son para las tributarias se tiene 24 bits:

10 bits Palabra Sincronía

12 bits Control de Justificación

2 bits Alarma y uso futuro

Para calcular el número de bits reales que cabe en una tributaria es multiplicar la velocidad entrante al sistema de segundo orden por el tiempo que dura una trama.

$$(2048 \text{ Kbits})(100.378 \mu \text{ seg}) = 205.5757 \text{ bits}$$

$$VT = 8448 \text{ Kb/s}$$

$$\text{Logbit} = 848 \text{ bits}$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{VT}{\text{Logbit}}$$

$$\text{Frecuencia} = 9.9622 \text{ KHz}$$

$$\text{Tiempo} = \frac{1}{9.9622 \text{ KHz}} = 100.378 \mu \text{seg}$$

Los sistemas de Tercer Orden, Cuarto Orden y Quinto Orden se muestran en la figura IV.18

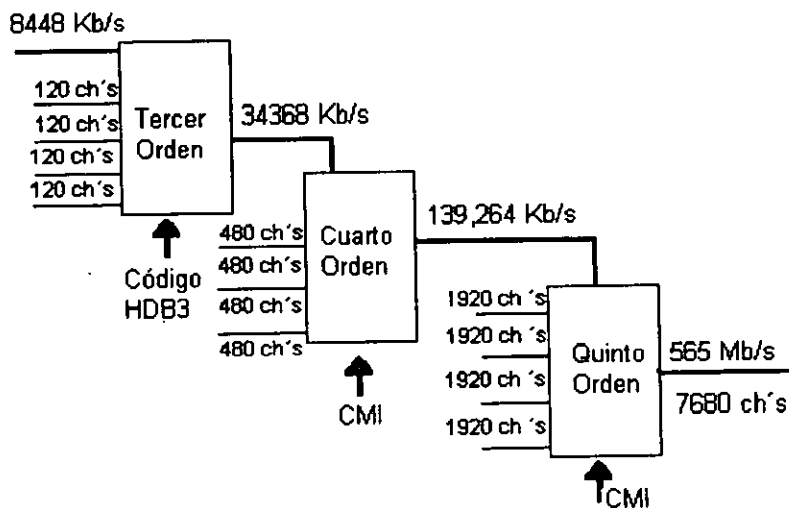


Figura IV.18 Sistemas de Tercer, Cuarto y Quinto orden

➤ PARA UN SISTEMA DE TERCER ORDEN

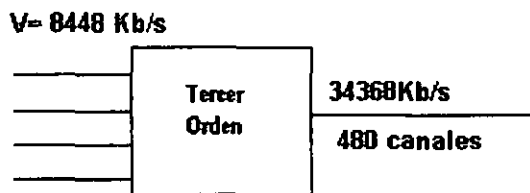


Figura IV.19 Sistema de Tercer Orden

$$VT = 34368 \text{ Kb / s}$$

$$\text{Logbit} = 1536 \text{ bits}$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{VT}{\text{Logbit}}$$

$$\text{Frecuencia} = 22.375 \text{ KHz}$$

$$\text{Tiempo} = \frac{1}{22.375 \text{ KHz}} = 44.697 \mu\text{seg}$$

Bits por tributaria=378bits

Bits para las 4 tributarias = 1512

Bits reales que aporta cada tributaria = (8448Kb/s)(44.697μseg) = 377.654 bits

➤ PARA UN SISTEMA DE CUARTO ORDEN

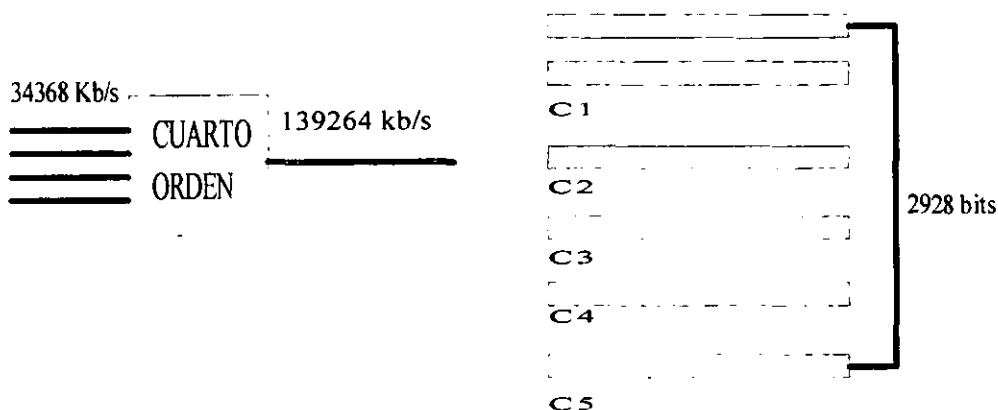


Figura IV.20 Sistema de Cuarto Orden

$$VT = 139264 \text{ Kb/s}$$

$$\text{Logbit} = 2928 \text{ bits}$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{VT}{\text{Logbit}} = \frac{139264 \text{ Kb/s}}{2928 \text{ bit}} = 47.5628 \text{ KHz}$$

$$\text{Tiempo} = \frac{1}{47.5628 \text{ KHz}} = 21.024 \mu\text{seg}$$

Para información real suministrada por tributaria es:

$$(VT)T = 34368 * 21.024 = 722.5528 \text{ bits}$$

12 bits son Palabra de Sincronía

ABC Son de Alarma y uso futuro

20 bits de Control de Justificación (C1, C2, C3, C4, C5) * 4 = 20 BITS

Se tiene 36 bits ocupados y para información por tributaria son: 723

IV.5 CÓDIGOS DE LÍNEA.

Es un código elegido de modo que convenga en las características de un canal. Antes de aplicar la señal PCM a un modulador, pueden elegirse diferentes formas de conducir la información de código binario dependiendo del tipo de modulación y demodulación empleado y otras restricciones de ancho de banda, complejidad del receptor. En la siguiente figura IV.21 se muestra su representación.

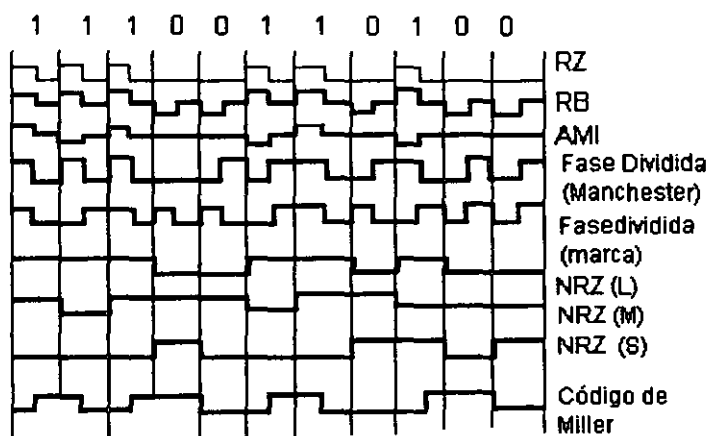


Figura IV.21 Código de Línea

El método de regreso a cero (RZ) representa el 1 por un cambio al nivel 1 durante la mitad del intervalo del bit, después de lo cual la señal regresa al nivel de referencia en la mitad restante. Se indica un 0, dejando a la señal sin cambio en el nivel de referencia.

El método de regreso a la polaridad se usan tres niveles: 0, 1 y un nivel de polarización. La señal regresa al nivel de polarización durante la última mitad de cada intervalo de bit. La representación RB también ocupa más ancho de banda que el necesario y usa tres niveles.

El método de inversión alterna de marcas (AMI, Alternate Mark Inversion), el primer 1 binario se representa con +1, el siguiente con -1, el tercero con +1, etc.

La representación AMI se deriva con facilidad del código RZ y viceversa, invirtiendo en forma alterna los unos. Tiene valor promedio cero y es muy usada en sistemas telefónicos PCM.

El método de la fase dividida de Manchester, el 1 se representa con el nivel 1 durante la primera mitad del intervalo del bit, y luego se desplaza al nivel 0 durante la mitad restante; el 0 se indica con la representación inversa.

El método de fase dividida (Marca), se usa una representación simétrica similar excepto que la inversión de fase con relación a la fase previa indica un 1 (una marca para indicar un 0 no hay cambio de fase.)

En la representación NRZ (L), el pulso del bit se mantiene en uno de los dos niveles durante el intervalo completo.

El método NRZ (M), se usa un cambio de nivel para indicar una marca (es decir, un 1) y ningún cambio de nivel para un 0.

El método NRZ (S), se usa el mismo excepto que el cambio de nivel se emplea para indicar un espacio (es decir un 0). Las representaciones NRZ son eficientes en términos del ancho de banda y su uso es amplio.

En el código Miller, un 1 se representa con una transición de señal en el centro del intervalo de un bit. Un 0 se representa con ninguna transición, a menos que esté seguido por otro cero, en cuyo caso la transición de señal ocurre al final del intervalo del bit.

Hay otros códigos como BCD y ADI que son internos, y unipolares, es decir trabaja a 100% y es un NRZ; mientras que los códigos AMI y HDB3 son bipolares trabajan a un 50% y son NR, trabaja los puros 1 alternados +1, -1, etc.

La palabra que convierte el código BCD en código ADI es PINININI que significa:

P = Polaridad

I = inversión

N = Normal

Como se muestra en la figura IV.22

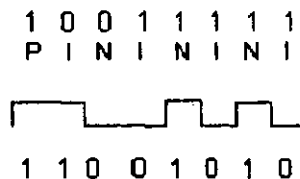
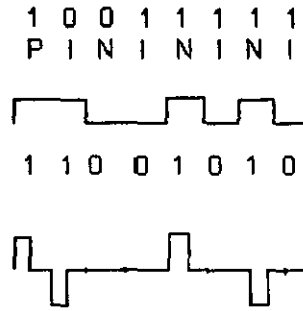


Figura IV.22

El código AMI (Inversión de Marcas Alternas), tiene un ciclo de trabajo del 50% a 3 niveles. Este código invierte las marcas de información (1 lógicos) alternativamente. Por lo que cada marca de información tendrá polaridad opuesta a la que le precede. Como se muestra en la figura IV.23



Código AMI

Figura IV.23

CÓDIGO HDB3 (Alta Densidad bipolar, el 3 significa que no debe de haber más de 3 ceros consecutivos.).Regla para codificar de código AMI a HDB3.

REGLA 1.

PULSO DE VIOLACIÓN (V): Se inserta cuando hay mas de tres ceros consecutivos en la salida. El pulso de violación se inserta en la posición del cuarto cero, y tiene la misma polaridad que el pulso de información anterior. Los siguientes pulsos se van alternando entre sí.

REGLA 2.

Marca (M). Si el bit de violación no rompe alternancia, se pone una marca en la posición del primer cero, con la polaridad contraria al último bit de información.

REGLA 3.

Si al aplicar la regla número 2 el seguimiento de la información tiene la misma polaridad que el bit de violación y marca se invierte el bit de información para evitar 3 unos con la misma polaridad. Véase la figura IV.24

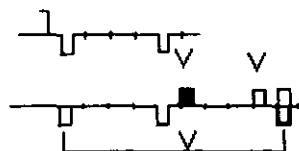


Figura IV.24

CÓDIGO CMI

Código de Inversión de Marcas Codificadas, se utiliza para un sistema de cuarto orden. Es un código de 2 niveles sin retorno a cero Binario se codifica de manera que los niveles de amplitud A1 Y A2 se alternan cada uno durante un periodo T igual a un intervalo unitario completo.

Los unos se alternan, si esta en A2 el otro uno empieza en A1. Véase la figura IV.25.

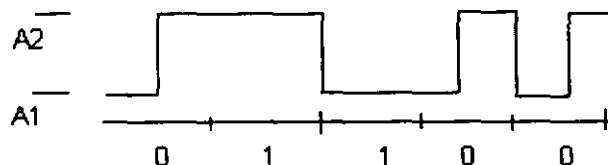


Figura IV.25

ESTOS CÓDIGOS SE UTILIZAN EN EL SISTEMA AMERICANO:

Código Miller y Código Manchester,

En el código Miller, un 1 se representa con una transición de señal en el centro del intervalo de un bit. Un 0 se representa con ninguna transición, a menos que esté seguido por otro cero, en cuyo caso la transición de señal ocurre al final del intervalo del bit.

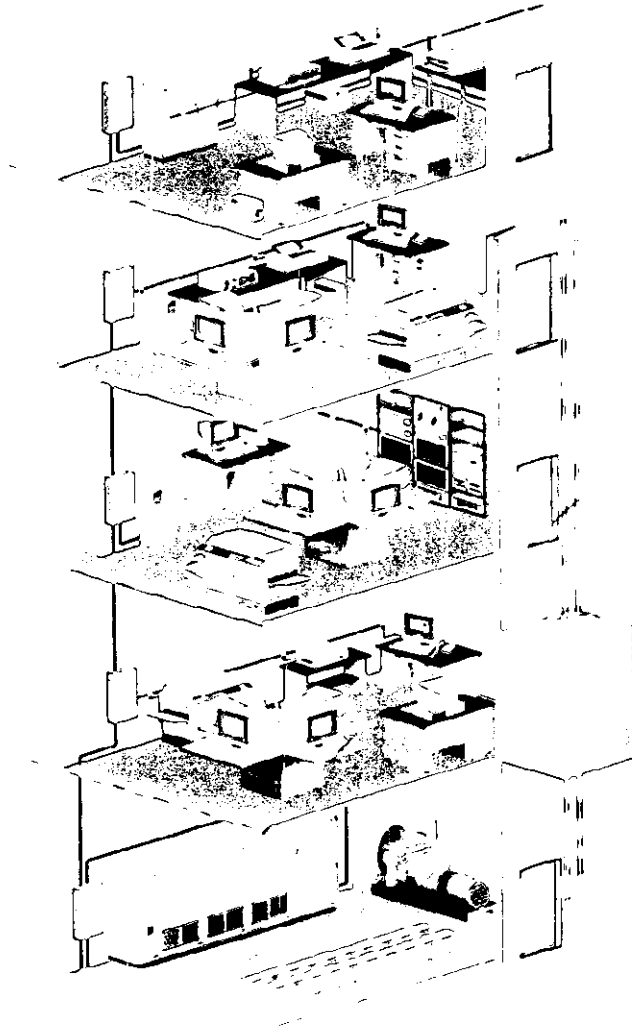
El método de la fase dividida de Manchester, el 1 se representa con el nivel 1 durante la primera mitad del intervalo del bit, y luego se desplaza al nivel 0 durante la mitad restante; el 0 se indica con la representación inversa.

NOTA:

Las normas relacionados en estos temas se encuentran en el libro azul de la secretaria de Comunicaciones y transportes de las recomendaciones de la serie G.700, G701, G702, G703, G704, G705, G706, G711, etc.

Debido a los avances en telefonía, surge la necesidad de la transmisión en datos, entre dos o más dispositivos conectados entre sí, para compartir recursos e información.

CAPÍTULO V



TRANSMISIÓN DE DATOS

V.1 INTRODUCCIÓN

La comunicación de datos se ocupa del intercambio de información codificada digitalmente entre dos (DTE)(Data Terminal Equipment) Equipos de terminales de la información.

La separación física de los dos equipos puede variar desde una cuantas decenas de metros por ejemplo, entre dos Computadores personales, hasta varios cientos de kilómetros, si por ejemplo, los dos dispositivos están conectados a través de una pública (centrales Telefónicas).

En el contexto de la comunicación de datos, normalmente reservamos el término "datos" para describir un conjunto o bloque de uno o más caracteres alfabéticos o numéricos codificados en forma digital que se intercambian entre dos dispositivos. Por lo regular, estos datos representan, por ejemplo, una cadena de números o el contenido de un archivo de computador que mantiene un documento almacenado. Cuando las dos partes (DTE) en comunicación se valen de un recurso de comunicación de datos para transferir este tipo de dato, también deben intercambiar mensajes de control a fin, por ejemplo de compensar el efecto de los errores de transmisión dentro del recurso de comunicación. Para distinguir los dos tipos de mensaje, con el término más general de información describimos los datos de usuario reales que se intercambian a través del recurso de comunicación.

Así pues, la comunicación de datos no sólo se ocupa de la forma en que se transmiten los datos por el medio de transmisión físico, sino también de las técnicas que pueden adoptarse para detectar y, en caso necesario, corregir los errores de transmisión. La comunicación de datos también se ocupa del control de la tasa de transferencia de datos, del formato de datos transferidos y de otros aspectos relacionados.

El término datos, se refiere a la información que puede haber sido tomada de documentos originales, como pedidos de venta, registro de producción, entre otras; de algún medio de almacenamiento, como son las cintas magnéticas o la memoria de una computadora. El traslado de estos datos entre máquinas situadas a cierta distancia es la **transmisión de datos**.

V.2 PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN.

➤ EL MODELO OSI (Internacional Standards Organization)

Este modelo fue desarrollado por la necesidad de interconectar sistemas de distintos fabricantes, por lo que fue hecho en base a las necesidades generales de todos los sistemas, de tal forma que los fabricantes pudieran apegarse a estas funciones.

El modelo OSI se compone de 7 niveles (capas), cada una de ellas con una función específica. La utilidad principal del modelo OSI radica en la separación de las distintas tareas que son necesarias para comunicar dos sistemas independientes. El modelo OSI se construye como el marco de trabajo para el desarrollo de protocolos y estándares para la comunicación entre dos capas homónimas ubicadas en equipos separados. (Véase la siguiente tabla V.1)

NIVEL	NOMBRE	FUNCIÓN
1	Físico	Conexión de equipo
2	Enlace	Detección de errores
3	Red	Enrutamiento de los mensajes
4	Transporte	Integridad de los mensajes
5	Sesión	Diálogos de control
6	Presentación	Interpretación de los datos
7	Aplicación	Datos normalizados

Tabla V.1 Referencia OSI

CAPA FÍSICA:

El nivel físico es el encargado, primordialmente de la transmisión de los bits (0 o 1), a través de los circuitos de comunicaciones. El propósito principal de este nivel es definir las reglas para garantizar que cuando la computadora emisora transmita el bit 1, la computadora receptora verifique que un 1 fue recibido y no un 0. Es el nivel de comunicación física de circuitos.

Adicionalmente, esta capa provee los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y de procedimiento para establecer, mantener y liberar las conexiones físicas entre el dispositivo terminal (DTE) y el punto de conexión a la red (DCE), o entre dos DTE.

CAPA DE ENLACE:

Es el nivel de datos donde los bits tienen algún significado en la red, y este nivel puede verse como el departamento de recepción y envío de una compañía de manufactura, el cual debe tomar los paquetes que recibe de la capa de red y prepararlos de la forma correcta (Tramas) para ser transmitido por el nivel físico. De igual forma sucede cuando recibe paquetes (bits) de nivel físico y tiene que ponerlos en la forma correcta (tramas) para verificar si la información se está recibiendo no contiene errores, si los paquetes, si los paquetes vienen en orden, si no faltan paquetes, etc.; para integrarlos a un nivel de red sin ningún tipo de error.

Dentro de sus funciones se incluyen la de notificar al emisor (la computadora remota) si algún paquete (trama) se recibe en mal estado (basura); si alguna de las tramas no se recibieron y se requiere que sean enviadas nuevamente (retransmisión), o si alguna trama está duplicada, también cuando la trama llegó sin problemas.

Es responsable de la integridad de la recepción y envío de la información, así como de saber donde comienza la transmisión de la trama y donde termina, garantizar que tanto la computadora transmisora como la receptora estén sincronizadas en su reloj y que emplean el mismo sistema de codificación y decodificación.

Se determina el uso de una disciplina de comunicaciones conocida como HDLC (High Data Link Control). El DIC es el protocolo de línea considerado como un estándar universal que muchos toman como modelo. Los datos en DIC se organizan en tramas. La trama es un encuadre que incluye bits de redundancia y control para corregir los errores de transmisión; además, regula el flujo de las tramas para sincronizar su transmisión y recepción, también enmascara a las capas superiores de las imperfecciones de los medios de transmisión utilizados.

CAPA DE RED:

Es el responsable del direccionamiento de mensajes y de la conversión de las direcciones y nombres lógicos a físicos. También determina la ruta del mensaje desde la computadora emisora hasta la computadora receptora, dependiendo de las condiciones de la red. Dentro de las funciones de ruteo de mensajes evalúa la mejor ruta que debe seguir el paquete, dependiendo del tráfico en la red, el nivel de servicios en la red, etc. Los problemas de tráfico que controla tienen que ver con el ruteo (routing), intercambio (switching) y congestiónamiento de paquetes en la red.

A la información proveniente de la capa de transporte se le agregan componentes apropiados para su ruteo en la red y para mantener un cierto nivel en el control de errores. La información es presentada según el método de comunicaciones para acceder a la red de área local, la red de área extendida y la comunicación de paquetes.

El diseño de este nivel debe considerar que:

- ❖ Los servicios deben ser independientes de la tecnología empleada en la red de datos.
- ❖ El nivel de transporte debe ser indiferente al número, tipo y topología de las redes utilizadas.
- ❖ La numeración de la red debe ser uniforme a través de LANs Y WANs.

CAPA DE TRANSPORTE:

Es llamado ocasionalmente el nivel de host to host o el nivel de end to end (fin a fin), debido a que en él se establecen, mantienen y terminan las conexiones lógicas para la transferencia de información entre usuarios. En particular de la capa 4 hasta la capa 7 son conocidas como niveles end to end y los niveles del 1 al 3 son conocidos como niveles de protocolo.

El nivel de transporte se relaciona más con los beneficios de end to end, como son las direcciones de la red, el establecimiento de circuitos virtuales y los procedimientos de entrada y salida a la red. Solamente al alcanzar el nivel superior de transporte (sesión) se abordarán los beneficios que son visibles al usuario final.

Este nivel puede incluir las especificaciones de los mensajes de broadcast, los tipos datagramas, los servicios de correo electrónicos, las prioridades de los mensajes la recolección de la información y su administración, seguridad, tiempos de respuesta, estrategias de recuperación en casos de falla y segmentación en la información cuando el tamaño es mayor al máximo del paquete según el protocolo. Al recibir información del nivel de red, el nivel de transporte verifica que la información esté en el orden adecuado y revisar si existe información duplicada o extraviada. Si la información recibida está en desorden, lo cual es posible en redes grandes cuando se rutean las tramas, el nivel de sesión en donde se le dará un proceso adicional.

Algunos de los principales parámetros de calidad de los que se hace mención son:

- ❖ Retardo en el establecimiento de la conexión
- ❖ Falla en el establecimiento de la conexión
- ❖ Protección contra intrusiones
- ❖ Niveles de prioridad
- ❖ Interrupción por congestión
- ❖ Retardo en la liberación de la conexión
- ❖ Error en la liberación

CAPA DE SESIÓN:

Permite que dos aplicaciones en diferentes computadoras establezcan, usen y terminen la conexión llamada sesión. El nivel de sesión maneja el diálogo que se requiere en la comunicación de dos dispositivos y brinda el servicio de recuperación de errores, es decir, si la comunicación falla y esta es detectada, el nivel de sesión puede retransmitir la información para completar el proceso en la comunicación.

Este nivel es el responsable de iniciar, mantener y terminar cada sesión lógica entre usuarios finales. También en este nivel se ejecutan funciones de reconocimiento de nombres para el caso de seguridad relacionado a aplicaciones que requieren comunicarse través de la red.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Sus funciones son:

- ❖ Establecimiento de la conexión a petición del usuario
- ❖ Liberación de la conexión cuando la transferencia termina
- ❖ Intercambio de datos en ambos sentidos.
- ❖ Sincronización y mantenimiento de la sesión para proporcionar un intercambio ordenado de los datos entre las entidades de presentación.

CAPA DE PRESENTACIÓN:

Define el formato en que la información será intercambiada entre las aplicaciones, como la sintaxis usada entre las mismas. Se traduce la información recibida en el formato del nivel de aplicación a otro intermedio reconocido. En la computadora receptora la información es traducida del formato intermedio al usado en el nivel de aplicación de dicha computadora y es a su vez el responsable de la obtención y liberación de la conexión de sesión cuando existan varias alternativas disponibles.

El nivel de Presentación maneja servicios como la administración de la seguridad de la red, como la encriptación y desencriptación, también brinda las reglas para la transferencia de información (data transfer) y comprime datos para reducir el número de bits que necesitan ser transmitidos.

CAPA DE APLICACIÓN:

Al ser el nivel más alto del modelo de referencia, el nivel de aplicación es el medio por el cual los procesos de aplicación acceden al entorno OSI. Por ello, este nivel no interactúa con uno más alto. Proporciona los procedimientos precisos que permiten a los usuarios ejecutar los comandos relativos a sus propias aplicaciones. Estos procesos de aplicación son la fuente y el destino de los datos intercambiados.

Se distinguen primordialmente 3 tipos de procesos de aplicación:

- ❖ Procesos propios del sistema
- ❖ Procesos de gestión
- ❖ Procesos de aplicación del usuario

La transferencia de archivos y el acceso remoto a archivos, son probablemente sus aplicaciones más comunes.

➤ LA RED X.25 Y SUS PROTOCOLOS DE SOPORTE.

En 1974, el CCITT emitió el primer borrador de X.25 (el libro gris) sufrió después revisiones en 1976, 1978, 1980 y de nuevo en 1984, con la publicación en 1985 de las recomendaciones del "libro rojo": El documento inicial incluía una serie de propuestas de Datapac (Canadá), Tymnet y Telnet (U:S), tres nuevas redes de conmutación de paquetes. Desde 1974, X.25 se ha ampliado para incluir muchas opciones, servicios y utilidades. Es el estándar de interfaz orientado a usuario predominante en las redes de paquetes de cobertura amplia.

X.25 define los procedimientos para el intercambio de datos entre los dispositivos de usuario (ETD) y los nodos de la red de paquetes (ETCD). Su título formal es "interfaz entre equipos terminales de datos y equipos terminales de circuito de datos para terminales que funcionan en modo paquete sobre redes de datos públicas".

NIVELES DE X.25

El interfaz de nivel físico recomendado entre el ETD y el ETCD es X.21. X.25 supone que el nivel físico X.21 mantiene activo los circuitos T (Transmisión) y R (de recepción) para el intercambio de paquetes. X.25 utiliza el interfaz físico X.21 como un conducto de paquetes, transmitiendo y recibiendo los paquetes por la patillas (pines) de transmisión (T) y de recepción (R).

X.25 Y EL NIVEL DE ENLACES DE DATOS.

X.25 supone que el nivel de enlace de datos es LAPB: Este protocolo de línea es un subconjunto del ámbito HDLC; permite también, aunque no se aconseja, el uso de LAP. Los fabricantes utilizan también otros controles de enlace, como bisync (control binario síncrono), en este nivel. LAPB y X.25 interactúan del siguiente modo:

El paquete x.25 se transporta en la trama lapb en el campo i (información). La tarea de LAPB es asegurar que los paquetes X.25 se transmitan sin errores por un canal susceptible a errores desde/a el ETD/ETCD (para diferenciar entre un paquete y una trama, tener en cuenta que los paquetes (datagramas) se crean en el nivel de red y se insertan en las tramas, que se crean en el nivel de enlaces de datos).

LAPB utiliza un subconjunto específico de HDLC para funcionar en el entorno X.25. Las trece ordenes y respuestas son:

ORDENES	RESPUESTAS
Información	Receptor preparado (RR)
Receptor preparado (RR)	Rechazo (REJ)
Rechazo (REJ)	Receptor no preparado (RNR)
Receptor no preparado (RNR)	Aceptación no numerada (UA)
Desconexión (DSC)	
Establecer modo de respuesta asíncrona (SANM)	Rechazo de trama (FRMR)
Establecer modo de respuesta equilibrado (SABM)	Desconectar modo (DM)

NORMAS AUXILIARES.

Además de los anteriores estándares para los niveles físico y de enlace, X.25 asume otras normas. Las siguientes recomendaciones auxiliares se utilizan como parte del estándar X.25. La recomendación de X.25 hace referencia a las siguientes normas:

- X.1 Clases de servicio a usuario internacionales en redes de datos públicas.
- X.2 Servicio y facilidades de usuario internacionales en redes de datos publicas.
- X.10 Categorías de acceso.
- X.92 Conexiones de referencia para paquetes de transmisiones de datos.
- X.96 Señales de llamada en curso.
- X.121 Plan internacional de numeración.
- X.213 Servicios de red.

X.25 utiliza mucho la terminología telefónica (canales, circuitos, llamadas, etc.)

CARACTERÍSTICAS DE X.25

X.25 trabaja sobre servicios basados en circuitos virtuales. Un circuito virtual consiste en que el usuario cree que existe un circuito físico que lo conecta con el computador que está utilizando, pero en realidad ese circuito físico "dedicado" es compartido por muchos usuarios. Mediante el uso de técnicas de multiplexación estadística, se entrelazan en un mismo canal físico paquetes procedentes de diversos usuarios. Idealmente, las presentaciones del canal son lo suficientemente buenas como para asegurar que los usuarios no perciban la degradación de servicio causada por la presencia de otros paquetes de usuarios en el canal. X.25 utiliza números lógicos de canal (LCNs) para identificar las conexiones de las ETD a la red. Se puede asignar hasta 4095 canales lógicos y sesiones de usuario en un mismo canal físico.

OPCIONES DEL CANAL X.25

Presentaremos a X.25 en más detalle considerando las opciones que existen para establecer sesiones entre ETD dotados de capacidades X.25. El estándar proporciona cuatro mecanismos para establecer y mantener las conexiones:

- a) **Circuito virtual permanente (PVC).** Un circuito virtual permanente es análogo a una línea alquilada de la red telefónica. El ETD que transmite tiene asegurada la conexión con el ETD que recibe a través de la red de paquetes. X.25 requiere que se establezca un circuito virtual permanente antes del comienzo de la sesión. En consecuencia antes de reservar un circuito virtual permanente, ambos usuarios han de llegar a un acuerdo con la compañía explotadora de la red. A partir de entonces, cuando un ETD transmisor envía un paquete a la red, la información de identificación del paquete (el número de canal lógico) indica que el ETD solicitante tiene un circuito virtual permanente de conexión con el ETD receptor. En consecuencia se puede establecer la conexión con la red y el ETD receptor sin necesidad de un posterior arbitraje o negociación. El PVC no requiere procedimientos de establecimiento ni de liberación, y el canal lógico está siempre en modo de transferencia de información.

- b) **Llamada virtual.** Una llamada virtual (también conocida como llamada conmutada virtual) recuerda que en cierto modo algunos de los procedimientos asociados con las líneas telefónicas convencionales. El ETD original envía por la red un paquete de solicitud de llamada con un número de canal lógico (LCN) de 11. La red encamina el paquete de solicitud de llamada al ETD destino. Este recibe dicho paquete como paquete de llamada entrante procedente de su nodo de red con un LCN de valor 16.

- c) **La herencia del datagrama en X.25.** El datagrama es un servicio no orientado a conexión, y fue incluso en las primeras versiones del estándar. Sin embargo, este sistema ha recibido poco apoyo por parte de la industria. Por ello, las revisiones de 1984 y 1988 de X.25 ya no lo incluyen. Sin embargo el servicio de datagrama permanece como una característica importante en otras redes, como evidencias los estándares IEEE 802 y el Protocolo Internet (IP).

- d) **Selección rápida.** La premisa básica del datagrama (eliminar la sobrecarga debido al envío de paquetes de establecimientos de sesión y de desconexión), tiene mucho sentido en ciertas aplicaciones, como por ejemplo, aquellas con muy pocas transacciones o sesiones cortas. Por eso el estándar X.25 incorpora la utilidad de selección rápida. La versión de 1984 de X.25 proporciona la selección rápida como una utilidad esencial, lo que significa que se insta a los vendedores y fabricantes de equipos X.25 a incorporarla para ser reconocidos oficialmente como suministradores de equipos de red X.25. Consultar la tabla V.2 .

OTROS TIPOS DE PAQUETES:

TIPOS DE PAQUETE		SERVICIO	
De ETCD a ETD	De ETD a ETCD	VC	PVC
Establecimientos y Liberación de llamada			
Llamada entrante	Solicitud de llamada		X
Llamada conectada	Llamada aceptada	X	
Indicación de liberación	Solicitud de liberación		X
Confirmación de Liberación de ETCD	Confirmación de Liberación de ETCD	X	
Datos e Interrupciones			
Datos de ETCD	Datos de ETD	X	X
Interrupción de ETCD	Interrupción de ETD	X	X
Confirmación de Interrupción de ETCD	Confirmación de Interrupción de ETD	X	X
Control de flujo y reinicialización			
RR de ETCD	RR de ETD	X	X
RNR de ETCD	RNR de ETD	X	X
	REJ de ETD	X	X
Indicación de reinicialización	Solicitud de reinicialización	X	X
Confirmación de Reinicialización de ETCD	Confirmación de Reinicialización de ETC	X	X
Rearranque			
Indicación de rearmar	Solicitud de rearmar	X	X
Confirmación de Rearranque de ETCD	Confirmación de Rearranque de ETD	X	X
Diagnostico			
Diagnostico		X	X
Registro			
Confirmación de registro	Confirmación de registro	X	X

VC= Llamada Virtual**PVC= Circuito Virtual Permanente**

Consultar la tabla V.2 .

UTILIDADES X.25

X.25 contiene varias utilidades. Las principales serán descritas brevemente. Las utilidades se solicitan mediante entradas específicas en el paquete de solicitud de llamada, y se clasifican así:

- 1.- Utilidades internacionales.
- 2.- Utilidades de ETD especificadas por el CCITT
- 3.- Utilidades ofrecidas por la red de datos pública fuente.
- 4.- Utilidades ofrecidas por la red de datos pública destino.

Notificación de la utilidad en línea. Esta utilidad permite que un ETD solicite otras utilidades u obtenga los parámetros (valores) de las utilidades, tal como las entiende el ETCD. El diálogo ETD/ETCD tiene lugar con los paquetes de registro y los paquetes indican si el valor de la utilidad puede ser negociado.

Numeración de paquetes extendida. Esta utilidad permite la numeración de secuencias utilizando el módulo 128. En ausencia, lo que se emplea es el módulo 7.

Modificación del bit D. Esta utilidad está incluida para tener en cuenta la existencia de ETD previos a la introducción del bit D en 1980. Permite que los ETD realicen aceptación entre extremos.

Retransmisión de paquetes. Un ETD puede solicitar la retransmisión de uno o varios paquetes de datos por parte del ETCD. El ETD especifica el número de canal lógico y un valor de P(R) en el paquete de rechazo. EL ETCD deberá retransmitir todos los paquetes desde el numerado P(R) hasta el que iba a transmitir. Esta utilidad es muy similar a la técnica de vuelta atrás de N que se utiliza en los protocolos de línea del segundo nivel del modelo ISA.

Obstrucción de las llamadas entrantes. Obstrucción de llamadas salientes. Estas dos utilidades evitan que las llamadas entrantes sean presentadas al ETD y que los ETCD acepten llamadas salientes de los ETD.

Canal lógico unidireccional entrante. Canal lógico unidireccional saliente. Estas dos utilidades restringen el canal lógico sólo a las llamadas de salida o sólo a las llamadas de entrada. Son muy similares a la obstrucción de llamadas entrantes y salientes, excepto porque se pueden aplicar a cada canal.

Tamaños por defecto no estándar de paquetes. Permite la selección de los tamaños por defecto de los paquetes que soporta la red. Para la negociación del tamaño de los paquetes se utilizan paquetes de registro.

Tamaños por defecto no estándar de ventanas. Esta utilidad permite ampliar el tamaño de las ventanas [P(R), P(S)] a un valor mayor de 2 para todas la llamadas.

Asignación de clases de velocidad de transmisión por defecto. Esta utilidad permite la selección de una de las siguientes posibles velocidades de transmisión (en bits/s): 75, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 48000. Pueden negociarse otros valores.

Negociación de parámetros de control de flujo. Esta utilidad permite negociar los tamaños de ventana [P(R), P(S)] en cada llamada. A menudo el ETD sugiere la ventana y los tamaños de los paquetes durante el establecimiento de llamadas. Algunas redes requieren que esos parámetros sean los mismos para los ETD.}

Negociación de la clase de velocidad de transmisión. Permite negociar las velocidades de transmisión para cada llamada.

Grupos cerrados de usuarios (CUG). Existe un conjunto de utilidades que permiten a los usuarios formar grupos de ETD, el acceso a los cuales está restringido. La utilidad CUG es una forma de dotar a las redes públicas de seguridad/intimidad. Dicha utilidad tiene varias opciones, como el acceso en un sólo sentido, entrante o saliente. La estación que llama suele especificar el grupo cerrado de usuarios en los campos de utilidad del paquete de solicitud de llamada.

Grupo cerrado de usuarios bilateral. Esta utilidad es similar a los CUG, pero admite restricciones de acceso entre parejas de ETD.

Cobro revertido. Aceptación de cobro revertido. Permite que las redes de paquetes realicen el cargo al ETD receptor. Se puede utilizar con llamadas virtuales y con selección rápida. Esta utilidad es similar al cobro revertido por parte de ningún ETD.

Prevención de cobros locales. Esta utilidad autoriza a un ETCD a evitar que se establezcan llamadas por las que un ETD suscrito hubiera de pagar.

Identificación de usuarios de red. Esta utilidad permite que el ETD transmisor establezca la tarificación, la seguridad o la información de gestión por llamada al ETCD. Si no es válida esta información, la llamada no se cursa.

Información de tarificación. Esta utilidad requiere que el ETCD proporcione al ETD la información sobre los cargos correspondientes a la sesión de paquetes.

Selección de compañía. Esto permite a un ETD que llama escoger una o varias compañías telefónicas para gestionar su sesión de paquetes. Una de estas compañías podría ser por ejemplo AT&T en Estados Unidos.

Grupo local. Se pueden enviar las llamadas entrantes a un grupo concreto de enlaces ETD/ETCD. Esta utilidad, permite que los usuarios seleccionen diversos puertos de un computador o procesador frontal, o seleccionar diversos procesadores frontales de un computador en un centro de usuario.

Redirección de llamadas. Permite redireccionar llamadas de paquetes dirigidas a un ETD fuera de servicio, ocupado o que haya solicitado la redirección de llamadas. Permite reencaminar la llamada a un ETD de reserva, lo que es muy conveniente a la hora de aislar lo más posible al usuario de fallos y problemas.

Notificación de cambios en la dirección de la llamada. En el caso de que se produzca redirección de llamada, esta utilidad explica al ETD que llama porque la dirección de destino de la llamada conectada o del paquete indicador de liberación es distinta de la dirección del paquete de petición de llamada del ETD.

Notificación de redirección de llamada. En el caso que se produzca redirección de llamada, esta utilidad informa al ETD que llama de los motivos del cambio de la dirección del ETD original.

Indicación y selección de retardo de tránsito. Permite que el ETD seleccione un tiempo de retardo de tránsito por la red de paquetes. Proporciona algún tiempo de control sobre la red.

➤ FRAME RELAY

Las tres tecnologías más utilizadas para la transmisión de datos a niveles locales, nacionales e internacionales son, el X.25, FRAME RELAY y ATM. Dichas tecnologías son utilizadas cada día más por los operadores públicos para ofrecer servicios de bajas y altas velocidades, que buscan satisfacer las necesidades de interconexión de datos en las redes de área local y redes de área amplia, así como también para la transmisión de voz, imágenes y vídeo.

Frame Relay es una nueva y simplificada técnica de conmutación de paquetes para el transporte de información de datos. Confía en la utilización de medios digitales, de alta velocidad y con una baja tasa de error, lo que hace que parte de las funciones de control de flujo y corrección de errores propias de otros protocolos, tal como es el X.25, puedan eliminarse de la red, encargándose los equipos terminales de las mismas.

Con la evolución de la tecnología y las mejoras de los medios de Telecomunicaciones como consecuencia de la digitalización de los enlaces, se hizo evidente que la verificación de la integridad de las tramas de información en cada nodo ya no era necesaria. Este escenario dio origen al protocolo FRAME RELAY que cual toma ventaja de los beneficios ofrecidos por la alta calidad de las líneas digitales y de la Fibra Óptica existente hoy en día.

La definición de Frame Relay ha corrido por cuenta de la CCITT (Recomendaciones I.122, Q.922 y Q.933, así como de la serie I) y de la ANSI específicamente de comité T1SI) Estándares T1, 602, 206, 617 y 618).

Se han integrado un grupo de fabricantes, vendedores y operadores de la tecnología, formando el foro FRAME RELAY, entre los que destacan DEC, Stratacom y Bell Northern que buscan hacer propuestas al respecto de los organismos normativos.

Algunas definiciones que podemos mencionar son:

- ❖ Estándar internacional de redes de datos para redes públicas y privadas
- ❖ Se define sobre el estándar ISSDN
- ❖ Alto desarrollo de redes orientado a paquetes
- ❖ Múltiples conexiones lógicas sobre un solo enlace físico.

El FRAME RELAY es posible con las viejas líneas analógicas de voz tiene un VER de cerca de 1/1000 (1 error en mil bits), por lo queda oportunidad de transmitir cantidades grandes o medianas de paquetes sin error. Los paquetes de datos son dirigidos a través de varios nodos para arribar al nodo destino. En una red malla el retraso es importante.

Resulta muy útil considerar a Frame Relay como un protocolo para redes de área amplia similar a los que existen para las redes locales (Token Ring, Ethernet, etc.), cuya función es trasladar a aquellas la sencillez de éstas. Para manejar el aumento de información en la carga de datos en las redes de área amplia y evitar retrasos se ha propuesto utilizar la tecnología Frame Relay, diseñada para ayudar en la transición de las actuales arquitecturas de red (ejemplo Cell Relay), y de esta manera facilitar la interconexión de redes locales, debido a los beneficios de eficiencia que representa. Mejores tiempos de respuesta, calidad adaptable de servicio, transferencia y flexibilidad, las tecnologías de paquetes como Frame y Cell Relay, comienzan a reemplazar arquitecturas más tradicionales como TDM Y X.25.

Frame Relay Trabaja en los dos primeros niveles del sistema OSI, al no trabajar en la capa de RED (nivel 3), todos los protocolo que funciones a ese nivel o mayor son transferidos a través de la red en una forma transparente. Esto hace que la velocidad de transmisión de las tramas aumente considerablemente y por tal motivo Frame Relay soporta velocidades que varían desde 9.6 Mbps hasta 52 Mbps.

Los datos desde un equipo terminal son encapsulados sobre un paquete Frame Relay La dirección del destinatario está junto al paquete de Frame Relay con los datos sobre el apropiado circuito virtual. El equipo destino retira la información Frame Relay y entrega solamente la información original.

- ❖ Frame Relay no hace corrección de errores
- ❖ Los paquetes dañados son descartados
- ❖ Si la red está congestionada los paquetes pueden ser descartados..

Frame Relay establece mecanismos que sirven para prevenir congestiones permanentes en la red. Dichos mecanismos requieren de una comunicación estrecha entre la red y los DTEs. En caso de congestiones, Frame Relay utiliza dos campos de las tramas llamados FECN (Forward Explicit Congestion Notification), Notificación de la Congestión Explícita Delantera, y BECN (Backward Explicit Congestion Notification),

Retorno de la Notificación de la Congestión Explícita, que sirven para informar a los DTEs que empieza a existir congestión y que, por lo tanto debe reducir la velocidad en la cual están transmitiendo. Si el DTE no responde al pedido de la red de reducir la velocidad de transmisión, entonces la red activa un bit de la trama conocido como DE (Discard Eligibility), Posibilidad de Descarte de la información seleccionada, el cual es una indicación de que el nodo que recibe la trama puede descartar la misma durante periodos severos de congestión. Como la red de Frame Relay descarta paquetes durante la congestión, o protocolo de alto nivel puede reducir el tamaño de la ventana y decrementar la congestión en la red automáticamente. La red notifica a los puntos terminales la congestión con un FECN/BEEN y el equipo terminal identifica y espera la reducción de tráfico enviado.

¿POR QUÉ TENER FRAME RELAY?

- ❖ Tiene bajo costo
- ❖ La inversión no depende del tráfico
- ❖ El precio no está basado en el uso
- ❖ Se pueden tener varias conexiones lógicas sobre una simple línea de acceso.
- ❖ Soporta múltiples protocolos y necesita menos equipo con pocos puertos.
- ❖ Soporta fácilmente ambientes de malla
- ❖ Permite un rápido desarrollo en las redes digitales.

DESVENTAJAS DEL FRAME RELAY

Para muchos resulta una desventaja que Frame Relay no corrija errores, sin embargo, debido fundamentalmente a las recientes mejoras tecnológicas, como la introducción de la fibra óptica y los repetidores de línea, los errores que detecta pueden corregirse extremo a extremo por X.25 o TCP/IP, de esta manera disminuye el software de conmutación del nodo lo que le permite una conmutación mucho más rápida.

➤ MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONA (ATM)

(B-ISDN) Red Digital de Servicios Integrados de banda Ancha usara un modo específico de paquete orientador basado en división de tiempo asincronico multiplexado. Esto ha sido llamado MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONICA (ATM).

ATM significa que proporciona un cambio unificado para la voz, datos e imagen en redes de trabajos públicos. ATM multiplexado no dedica canales de tiempo a servicios individuales como en la división de tiempo multiplexado. En lugar de la información en cada corriente de datos se empaqueta y coloca en células pequeñas, de longitud fijas.

ATM llena cada célula o celda con trafico de solamente un circuito ya sea en vídeo, voz o dato. Cada celda (o paquete) contiene la dirección y control de información necesaria para dirigirla a través de la red de trabajo de acuerdo a la prioridad del paquete.

La celda o paquete natural de ATM promete derechos de función, ejecución y calidad a las necesidades individuales.

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE ATM

- ❖ Se aceptan todo tipo de información, banda delgada y banda ancha, información que venga en estallidos o en mas flujos continuos.
- ❖ El usuario puede interfasar la red de trabajo en la proporción del bit más alta posible.
- ❖ Todos los anchos de banda se usan por todos los servicios parte del tiempo.
- ❖ La información se transfiere vía canal virtual inicial en celdas etiquetadas, las cuales son directamente multiplexados dentro de la corriente exterior.
- ❖ El enmarcado no se requiere.

CELDAS ATM

En ATM se transportan los mensajes en bloques de tamaño fijo (53 bytes) llamados celdas. Cada celda consiste de solamente campo de información del usuario de 48 bytes y 5 bytes iniciales como en X.25. ATM es conexión-orientación.

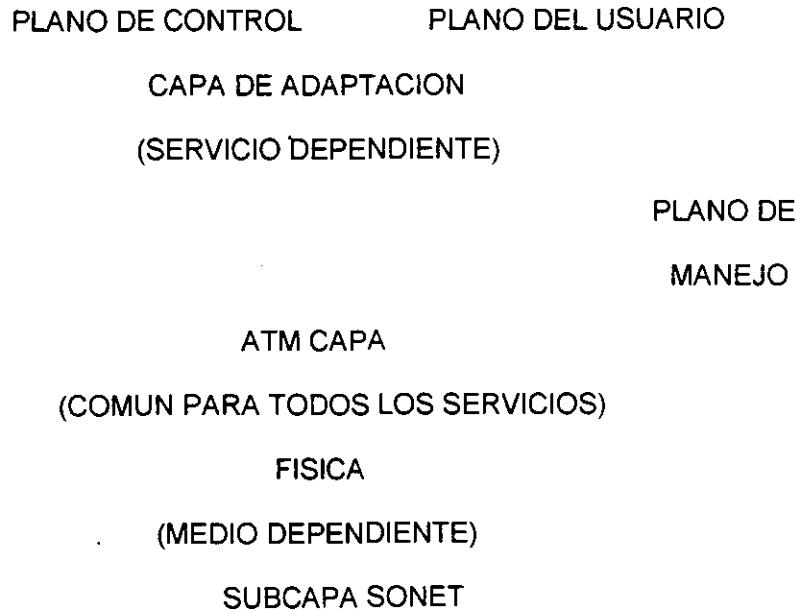
Cada celda contiene una cabeza que identifica la conexión virtual de la celda a la que pertenece. La cabeza ATM contiene identificadores para el control virtual y el camino virtual.

Estas cabezas controlan el cambio sincrónico. La señalización sin embargo, es acarreada en un circuito virtual separado ATM también soporta servicios asincronos en tiempo real en el nodo circuito emulación.

Las celdas pertenecen a diferentes comunicaciones y pueden multiplicarse en la misma cadena. La integridad de la secuencia de la celda en el circuito virtual esta garantizada. *Sin embargo, cuando la red de trabajo viene congestionada, se descarta de las celdas ATM de más baja prioridad.*

CAPAS B-ISDN

Las funciones ATM están en capas como se muestra a continuación:



El plano control, los elementos y los protocolos responsables de la transferencia del control de información, son idénticas, en la capa dos y tres para estos elementos en banda estrecha ISDN. Una extensión de Q.931 sitúa encima la LAP -D. El plano M incluye los elementos y protocolos responsables para el manejo del sistema, y si se basa en la corriente de estándares de manejo OSI para capas 2 hasta 7.

En el plano del usuario, ATM es la subcapa falta de la capa física (aunque algunos digan que es también la subcapa mas baja de capa 2) [Vorter 88]. Así (asumiendo que incluimos ATM en la capa física). Los nodos intermedios no necesitaran implementarse a un protocolo apilado sobre la capa física.

La capa de adaptación esta encima de ATM y en el final del sistema los mapas de información externa dentro de las celdas ATM y colecta las celdas ATM como ellas llegan.

ATM Y SUS MODALIDADES BROAD BAND Y NARROW BAND.

Cell Relay, mejor conocido como ATM, tiene dos modalidades. Una existente desde 1986 desarrollada por Stratacom, que utiliza anchos de banda de hasta 2Mbps (E1); y otra, recientemente homologada, que utiliza anchos de banda de hasta 34Mbps (E3). La primera se denomina Narrow Band ATM, es decir, Transmisión Asíncrona de Banda Estrecha; y la segunda se denomina Broad Band ATM, es decir, Transmisión Estrecha de Banda Ancha.

Broad Band es el estándar recientemente emitido por CCITT que segmenta la información en celdas de 53 bytes, de las cuales 5 bytes son utilizados para el direccionamiento de la celda.

Narrow Band ATM segmenta la información en celdas de 24 bytes utilizando 3 bytes para el direccionamiento de la celda. Dado que la mayoría de las aplicaciones del presente no requieren y no pueden justificar aún el costo de los equipos de Broad Band ATM, durante los dos últimos años muchas más redes de Narrow Band ATM han sido instaladas alrededor del mundo. Gracias a que maneja una celda más pequeña, Narrow Band ATM es más eficiente cuando las velocidades de la red varían entre 128 kbps hasta 2Mbps.

Solamente unas cuantas Broad Band empiezan a aparecer en aquellos proveedores de servicios que han detectado una utilización de tráfico masivo de sus clientes.

ATM ENTRA AL CORAZÓN DE LAS REDES LOCALES.

Una de las características que ha hecho a ATM un estándar muy esperado es que ofrece la posibilidad de que la transmisión de la celda no se detenga en el nodo de conexión a los servicios de área amplia.

La siguiente figura muestra una red de área amplia que utiliza el estándar Broad Band ATM en el backbone de la red local. En este caso, las velocidades de transmisión ATM en la red son de 100 Mbps llegando a nodos ruteadores que se conectan directamente a redes Ethernet o Token Ring. (Véase la siguiente figura V.1)

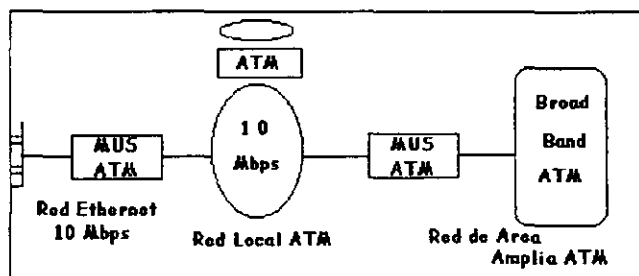


Figura V.1 Red de área Amplia. ATM.

ATM en su modo local es un estándar que sustituirá rápidamente a FDDI ya que no solo ofrece la misma velocidad de 100 Mbps sino claras ventajas de compatibilidad en el ambiente remoto. La pelea, sin embargo, aún no comienza, dado que FDDI lleva desde 1990 creando base instalada mientras que las primeras implementaciones de ATM local están apareciendo a finales de 1993.

La migración paulatina de implementaciones de Narrow Band a Broad Band ATM va a ser determinado por la necesidad de soportar nuevas aplicaciones que requieran un mucho mayor ancho de banda y menor retraso en la transmisión de datos, así como por la necesidad de lograr grandes ahorros en el costo y uso del ancho de banda, sin embargo muy pocas organizaciones podrán, inclusive en el futuro inmediato, justificar el costo de los equipos Broad Band ATM en muchas de las localidades de su red de área amplia, por lo que en el futuro inmediato estas redes estarán formadas tanto de equipo Narrow Band como, en aquellos circuitos que lo justifiquen, Broad Band ATM haciendo un uso mucho más efectivo de su inversión hacia los años venideros.

Este protocolo no incluye un mecanismo de control de flujo que reduzca las ventajas de transmisión. En lugar de eso, señala los problemas de congestión, descarta los Frames que lo provocaron y deja que un protocolo de nivel más alto retransmita los mensajes correspondientes.

El foro de Frame Relay es una organización abierta a vendedores y usuarios que se dedican a promover la implementación de Frame Relay basado en estándares internacionales. El foro no desarrolla estándares ni especificaciones, solo promueve y utiliza las existentes desarrolladas por las organizaciones de estándares tales como ANSI, ITU/TSS (antes CCITT), además de impulsar la interoperabilidad o compatibilidad entre los diferentes fabricantes de equipos con esta tecnología. Este foro fue fundado en Mayo de 1991 como una asociación no lucrativa. Actualmente existen más de 100 empresas afiliadas, sus orígenes se remontan a 1990 cuando 4 compañías decidieron realizar una revisión de propuestas de estándares de ANSI para Frame Relay de manera conjunta, a quienes se les conoció como el grupo de los cuatro son:

- ❖ Cisco Systems
- ❖ Digital Equipment Corporation (DEC)
- ❖ Northern Telecom (NORTEL)
- ❖ Stratacom

El 18 de Septiembre de 1990 emitieron un documento llamado "Especificaciones de Frame Relay y anexos basados en el estándar propuesto T1S1".

El foro de Frame Relay está compuesto por tres comités: El técnico de comercialización y el comité de interoperabilidad y pruebas. El comité técnico tiene como función formar un cuerpo altamente especializado dentro del foro, construyéndolo como la máxima autoridad técnica, además ser la interfase principal entre las organizaciones internacionales de estándares y los fabricantes, el objetivo del comité de comercialización es el estimular el interés del mercado en la tecnología, productos, servicios y aplicaciones de Frame Relay. Este esfuerzo es llevado de diversas maneras, pero encausado a través de tres tipos de actividades: Educativas, Promoción, y Demostración. El comité de interoperabilidad y pruebas trabaja muy cerca del foro de usuarios de ISDN de Norte América (NIUF), para el desarrollo de programas y rutinas de software y guías de prueba para la interoperabilidad entre fabricantes, además trabaja en el desarrollo de sistemas nuevos que maneja la tecnología en auge para transmisión de datos Frame Relay.

V.3 REDES

Las redes en general, consisten en "compartir recursos", y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipo estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario. En otras palabras, el hecho de que el usuario se encuentre a 1000 km de distancia de los datos, no debe evitar que éste los pueda utilizar como si fueran originados localmente. Un segundo objetivo consiste en proporcionar una alta fiabilidad, al contar con fuentes alternativas de suministro. Por ejemplo todos los archivos podrían duplicarse en dos o tres máquinas, de tal manera que si una de ellas no se encuentra disponible, podría utilizarse una de las otras copias. Además, la presencia de múltiples CPU significa que si una de ellas deja de funcionar, las otras pueden ser capaces de encargarse de su trabajo, aunque se tenga un rendimiento global menor.

Otro objetivo es el ahorro económico. Los ordenadores pequeños tienen una mejor relación costo / rendimiento, comparada con la ofrecida por las máquinas grandes. Estas son, a grandes rasgos, diez veces más rápidas que el más rápido de los microprocesadores, pero su costo es miles de veces mayor. Este desequilibrio ha ocasionado que muchos diseñadores de sistemas construyan sistemas constituidos por poderosos ordenadores personales, uno por usuario, con los datos guardados una o más máquinas que funcionan como servidor de archivo compartido.

TIPOS DE REDES

Un criterio para clasificar redes de ordenadores es el que se basa en su extensión geográfica, es en este sentido en el que hablamos de redes LAN, MAN y WAN.

➤ REDES DE ÁREA LOCAL (LAN)

Son redes de propiedad privada, de hasta unos cuantos kilómetros de extensión. Por ejemplo una oficina o un centro educativo. Se usan para conectar computadoras personales o estaciones de trabajo, con objeto de compartir recursos e intercambiar información.

Están restringidas en tamaño, lo cual significa que el tiempo de transmisión, en el peor de los casos, se conoce, lo que permite cierto tipo de diseños (deterministas) que de otro modo podrían resultar ineficiente. Además, simplifica la administración de la red. Suelen emplear tecnología de difusión mediante un cable sencillo al que están conectadas todas las máquinas, operan a velocidades entre 10 y 100 Mbps. Tienen bajo retardo y experimentan pocos errores.

➤ REDES DE ÁREA METROPOLITANA (MAN)

Metropolitan Area Network por su nombre en inglés.

Son una versión mayor de la LAN y utilizan una tecnología muy similar. Una red de área metropolitana puede manejar voz y datos e incluso podría estar relacionada con la red de Televisión local por cable. Actualmente esta clasificación ha caído en desuso, normalmente sólo distinguiremos entre redes LAN y WAN.

➤ REDES DE ÁREA AMPLIA (WAN)

Son redes que se extienden sobre un área geográfica extensa. Contiene una colección de máquinas dedicadas a ejecutar los programas de usuarios (hosts). Estos están conectados por la red que lleva los mensajes de un host a otro. Estas LAN de host acceden a la subred de la WAN por un router. Suelen ser por tanto redes punto a punto.

La subred tiene varios elementos:

- ❖ Líneas de comunicación: Mueven bits de una máquina a otra.
- ❖ Elementos de conmutación: Máquinas especializadas que conectan dos o más líneas de transmisión. Se suelen llamar encaminadores o routers.

Cada host está después conectado a una LAN en la cual está el encaminador que se encarga de enviar la información por la subred. Una WAN contiene numerosos cables conectados a un par de encaminadores. Si dos encaminadores que no comparten cable desean comunicarse, han de hacerlo a través de encaminadores intermedios. El paquete se recibe completo en cada uno de los intermedios y se almacena allí hasta que la línea de salida requerida esté libre. Se pueden establecer WAN en sistemas de satélite o de radio en tierra en los que cada encaminador tiene una antena con la cual poder enviar y recibir la información. Por su naturaleza, las redes de satélite serán de difusión.

Hay otros tipos como son:

Según la técnica de transmisión: redes de difusión y redes punto a punto.

❖ Técnicas de Transmisión.

Redes de difusión. Tienen un solo canal de comunicación compartido por todas las máquinas, en principio todas las máquinas podrían "ver" toda la información, pero hay un "código" que especifica a quien va dirigida.

Redes punto a punto. Muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. La información puede pasar por varias máquinas intermedias antes de llegar a su destino. Se puede llegar por varios caminos, con lo que se hacen muy importantes las rutinas de enrutamiento o ruteo. Es más frecuente en redes MAN y WAN.

❖ Según método de acceso al medio: CSMA y Token.

Método de acceso al medio

En las redes de difusión es necesario definir una estrategia para saber cuando una máquina puede empezar a transmitir para evitar que dos o más estaciones comiencen a transmitir a la vez (colisiones). CSMA

Se basa en que cada estación monitoriza o "escucha" el medio para determinar si éste se encuentra disponible para que la estación puede enviar su mensaje, o por el contrario, hay algún otro nodo utilizándolo, en cuyo caso espera a que quede libre.

TOKEN

El método del testigo (token) asegura que todos los nodos van a poder emplear el medio para transmitir en algún momento. Ese momento será cuando el nodo en cuestión reciba un paquete de datos especial denominado testigo.

❖ Por su topología o disposición en el espacio: estrella, bus, anillo y mixtas.

Aquel nodo que se encuentre en posesión del testigo podrá transmitir y recibir información, y una vez que haya terminado, volverá a dejar libre el testigo y lo enviará a la próxima estación. Se entiende por topología de una red local la distribución física en la que se encuentran dispuestos los ordenadores que la componen. De este modo, existen tres tipos, que podemos llamar "puros". Son los siguientes:

- ❖ Estrella
- ❖ Bus
- ❖ Anillo

Topología en Estrella.

Esta topología se caracteriza por existir en ella un punto central, o más propiamente nodo central, al cual se conectan todos los equipos, de un modo muy similar a los radios de una rueda.

De esta disposición se deduce el inconveniente de esta topología, y es que la máxima vulnerabilidad se encuentra precisamente en el nodo central, ya que si este falla, toda la red fallaría. Este posible fallo en el nodo central, aunque posible, es bastante improbable, debido a la gran seguridad que suele poseer dicho nodo, sin embargo presenta como principal ventaja una gran modularidad, lo que permite aislar una estación defectuosa con bastante sencillez y sin perjudicar al resto de la red. Para aumentar el número de estaciones, o nodos, de la red en estrella no es necesario interrumpir, ni siquiera parcialmente la actividad de la red, realizándose la operación casi inmediatamente.

La topología en estrella es empleada en redes Ethernet y ArcNet. (figura V.2 muestra una Topología Estrella)

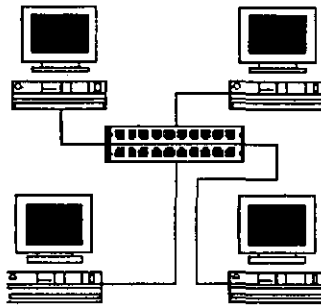


Figura V.2 Topología en Estrella.

Topología en Bus.

En la topología en bus, al contrario que en la topología de Estrella, no existe un nodo central, si no que todos los nodos que componen la red quedan unidos entre sí linealmente, uno a continuación del otro. El cableado en bus presenta menos problemas logísticos, puesto que no se acumulan montones de cables en torno al nodo central, como ocurriría en una disposición en estrella. Pero, por contra, tiene la desventaja de que un fallo en una parte del cableado detendría el sistema, total o parcialmente, en función del lugar en que se produzca. Es además muy difícil encontrar y diagnosticar las averías que se producen en esta topología.

Debido a que en el bus la información recorre todo el bus bidireccionalmente hasta hallar su destino, la posibilidad de interceptar la información por usuarios no autorizados es superior a la existente en una Red en estrella debido a la modularidad que ésta posee.

La red en bus posee un retardo en la propagación de la información mínimo, debido a que los nodos de la red no deben amplificar la señal, siendo su función pasiva respecto al tráfico de la red.

Esta pasividad de los nodos es debida mas bien al método de acceso empleado que a la propia disposición geográfica de los puestos de red. La Red en Bus necesita incluir en ambos extremos del bus, unos dispositivos llamados terminadores, los cuales evitan los posibles rebotes de la señal, introduciendo una impedancia característica (50 Ohm.) Añadir nuevos puesto a una red en bus, supone detener al menos por tramos, la actividad de la red. Sin embargo es un proceso rápido y sencillo.

Es la topología tradicionalmente usada en redes Ethernet. Figura V.3 muestra una topología Bus.

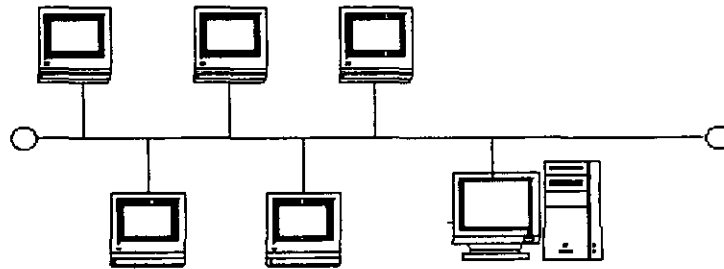


Figura V.3 Topología BUS

Topología en Anillo.

El anillo, como su propio nombre indica, consiste en conectar linealmente entre sí todos los ordenadores, en un bucle cerrado. La información se transfiere en un solo sentido a través del anillo, mediante un paquete especial de datos, llamado **testigo**, que se transmite de un nodo a otro, hasta alcanzar el nodo destino.

El cableado de la red en anillo es el más complejo de los tres enumerados, debido por una parte al mayor costo del cable, así como a la necesidad de emplear unos dispositivos denominados Unidades de Acceso Multiestación (MAU) para implementar físicamente el anillo.

A la hora de tratar con fallos y averías, la red en anillo presenta la ventaja de poder derivar partes de la red mediante los MAU's, aislando dichas partes defectuosas del resto de la red mientras se determina el problema. Un fallo, pues, en una parte del cableado de una red en anillo, no debe detener toda la red. La adición de nuevas estaciones no supone una

complicación excesiva, puesto que una vez más los MAU's aíslan las partes a añadir hasta que se hallan listas, no siendo necesario detener toda la red para añadir nuevas estaciones.

Dos buenos ejemplos de red en anillo serían Token-Ring y FDDI (fibra óptica) (Véase la siguiente figura V.4 Topología Anillo).

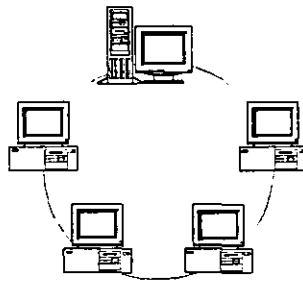


Figura V.4 Topología Anillo.

➤ ESTANDARES

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers):

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Es una entidad que ha generado muchísimos estándares de comunicaciones.

IEEE802: Estos son los estándares para la conexión física y eléctrica de LAN's desarrollado por IEEE)

IEEE802.1D: Estándar de la IEEE para el nivel de acceso de control para puentes o "bridges" interLAN, entrelazando redes IEEE 802.3, 802.4 Y 802.5.

IEEE 802.2: Estándar para la capa de conexión lógica, para usarse con redes IEEE 802.3, 802.4 Y 802.5.

IEEE 802.3 1base5: Especificación de la IEEE que iguala el antiguo producto de AT&T StarLAN. Este designa un rate de 1 Mbps, técnica de base de banda y un máximo de distancia de cable de 500 metros.

IEEE 802.3 10Base2: Esta especificación de la IEEE iguala el cableado estrecho de Ethernet. Este designa un rate de señal de 10 mbps, técnica de base de banda, y un máximo de distancia de cable de 185 (casi 200) metros.

IEEE 802.3 10Broad36: En esta especificación de la IEEE se describe un tipo de cableado de la Ethernet pero de larga distancia con un rate de 10 megabit por segundo y una distancia de cable de 3,600 metros. Para banda base.

IEEE802.4: Aquí se describe un LAN que usa un rate de señales de 10 megabits por segundo, control de acceso para "token-passing" y una topología de bus física. Este es típicamente usado como parte de redes que siguen a MAP (Manufacturing Automation Protocol) desarrollado por General Motors. Este es a veces confundido con ARCnet pero no es el mismo.

IEEE 802.5: Esta especificación de la IEEE describe un LAN que usa 4 o 16 megabits por segundo, MAC "token-passing" y una topología física de anillo. Es utilizado por los sistemas IBM de Token-Ring.

IEEE802.6: Este estándar de la IEEE para MAN's describe lo que se llama un "Distributed Queue Dual Bus"(DQDB). La topología DQDB incluye cableado paralelo típicamente de fibra óptica entrelazando cada nodo (típicamente un router para un segmento de LAN) utilizando rates de señales de 100 megabits por segundo.

REDES DE CABLE DE BANDA ANCHA HFC (Híbridas - Fibra Optica Coaxial).

En estos días en los que las llamadas "plataformas digitales" de televisión por satélite inundan la prensa diaria con noticias acerca de su inmediata implantación y de los servicios que la tecnología digital va ha llevar hasta nuestros hogares, no debemos olvidar el lento pero inexorable avance de otra tecnología, la del cable que en unos años se convertirá en la dominante en lo que a redes de acceso de banda ancha se refiere.

La tendencia actual nos lleva a considerar las redes híbridas de Fibra Optica - Coaxial (HFC) como las redes que en un futuro cada vez más próximo harán llegar hasta los hogares de la mayoría de poblaciones de grande y mediano tamaño un amplísimo abanico de servicios y aplicaciones de telecomunicaciones entre los que se puede citarse: vídeo bajo demanda (VOD), pago por visión (PPV) ,vídeo juegos interactivos, vídeo conferencias, telecompra, telebanca, acceso a bases de datos, etc.; y los que aparece que se van a convertir en los productos estrella de las redes de cable: El acceso a internet a altas velocidades, en primer lugar, y, más adelante la telefonía.

Una red HFC es una red de telecomunicaciones por cable que combina la fibra óptica y el cable coaxial como soportes de la transmisión de las señales se compone básicamente de 4 partes diferenciadas: La cabecera, la red troncal, la red de distribución, la red acometida de los abonados.

- ❖ La cabecera es el centro desde el que se gobierna todo el sistema. Su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red por ejemplo, para el servicio básico de la distribución de señales unidireccionales de televisión (analógicas y digitales) dispone de una serie de equipos de recepción de terrenal, vía satélite y de microondas, así como de enlaces con otras cabeceras o estudios de producción. Las señales analógicas se acondicionan para su transmisión por el medio cable y se multiplexan en frecuencia en la banda comprendida entre los 86 y 606 Mhz: Las señales digitales de vídeo, audio y datos que forman los canales de televisión digital se multiplexan para formar el flujo del transporte MPEG (Motion Picture Experts Group). Una vez añadida la codificación para corrección de errores y realizada una intercalación de los bit para evitar las ráfagas de errores, se utilizan un modulador QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura) para transmitir la información hasta el equipo terminal de abonados (set-top-box). Los canales digitales de televisión y otros servicios digitales se ubican en la banda comprendida entre 606 y 862 Mhz. La cabecera es también la encargada de monitorizar la red y supervisar su correcto funcionamiento. En donde se está convirtiendo rápidamente en un requerimiento básico de las redes de cable, debido a la actual complejidad de las nuevas arquitectura y a la sofisticación de los nuevos servicios que transportan, que exigen de la red una fiabilidad muy alta. En la cabecera se realizan además todo tipo de funciones de tarificación y control de los servicios prestados a los abonados.

- ❖ La red troncal suele prestar una estructura en forma de anillos redundantes de fibra óptica que une a un conjunto de nodos primarios. Esta estructura emplea habitualmente tecnología PDH ó CDH (jerarquía digital plesiócrona y síncrona, respectivamente), que permite construir redes basadas en ATM (Modo de Transferencia Asíncrona). Los nodos primarios alimentan a otros nodos (secundarios) mediante enlaces punto a punto ó bien mediante anillos. En estos nodos secundarios las señales ópticas se convierten a señales eléctricas y se

distribuyen a los hogares de los abonados a través de una estructura tipo bus de coaxial.

- ❖ Red de Distribución. Cada nodo sirve a unos pocos cientos de hogares (500 es un tamaño habitual en las redes HFC), lo cual permite emplear cascadas de dos ó tres amplificadores de banda ancha como máximo. Con esto se consiguen unos buenos niveles de ruido y distorsión en el canal descendente (de la cabecera al abonado). La red de acometida salva el último tramo del recorrido de las señales descendentes, desde la última derivación hasta la base de conexión de abonado. Véase la figura V.5

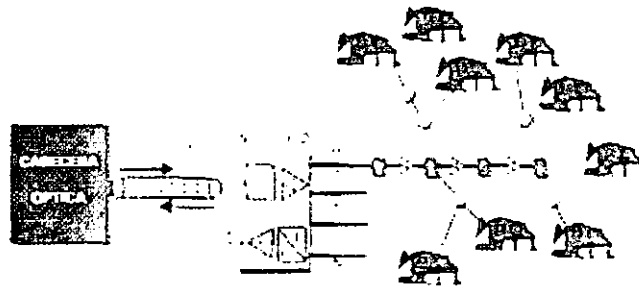


Figura V.5 Diagrama de red HFC

La siguiente lista es un ejemplo de aplicaciones que pueden ser difundidas por una red de cable:

- ❖ Difusión de TV/vídeo analógico modulado en VSB-AM.
- ❖ Difusión de vídeo digital: Las señales digitales de vídeo, audio y datos que forman los canales de TV digital se multiplexan para formar el flujo de transporte MPEG que se modula en QAM (modulación en cuadratura). Una señal de vídeo digital comprimida puede ser transmitida utilizando unos 3Mb/s. El vídeo digital permite ofrecer servicios de tipo PPV (Pago por visión) o VOD (pago bajo demanda).
- ❖ Vídeo por Demanda: Esta pensado para ser un sustituto del alquiler de video-cassettes, requiere servidores de vídeo especiales en la cabecera para interactivamente parar y comenzar la película. Requiere 3 Mbps.

- ❖ **Televisión avanzada.** El standard propuesto para televisión de alta definición HDTV necesita 10Mbps.
- ❖ **Audio digital.** Audio digital con calidad CD requiere 1.4Mb/s y comprimido puede llegar a 384Kb/s. También es susceptible a pagar por demanda.
- ❖ **Telefonía básica.** En principio con sólo 128 Kpbs sería suficiente, pero hay que hacer frente a problemas de retardos (de paquetización, de red, ...) por lo que con técnicas fiables se necesitan unos 600 Kpbs.
- ❖ **Videoconferencia.** La red puede ofrecer entre 100Kbps y 1Mbps, lo que da una gran calidad a la señal sin olvidar la interactividad.
- ❖ **Redes de ordenadores.** Uno de los grandes negocios de las redes HFC (red híbrida fibra/coaxial) es el alquiler de enlaces punto a punto de alta velocidad a empresas, utilizando tecnología SDH o PDH, soportando de 100 Kbps a 100 Mbps de tráfico bidireccional (generalmente a **ráfagas**).
- ❖ **Videojuegos.** La posibilidad de jugar a la última novedad sin moverte de casa ofrece un gran abanico de posibilidades, desde juegos simples hasta juegos interactivos.
- ❖ **Telemetría.** La red de cable puede usarse para monitorizar contadores de electricidad, gas, agua, sistemas de vigilancia.
- ❖ **Acceso a Internet.** Potencialmente es el gran negocio del cable. Pueden llegar a superar los 10 Mbps.

REDES INALÁMBRICAS

Los Computadores portátiles son el segmento de más rápido crecimiento de la industria de la computación. Los usuarios móviles de estos pequeños Computadores quieren estar conectados en línea a su base de operaciones y necesitan obtener datos para sus aplicaciones sin estar atados a las comunicaciones terrestres.

La instalación de redes inalámbricas es relativamente fácil pero presentan algunas desventajas con su velocidad de Transmisión de recepción que puede alcanzar de 1 a 2Mbps, lo cual es mucho más lento que en Redes de Area Local y Redes de largo alcance,

pensando a futuro se espera que las redes inalámbricas alcancen velocidades de solo 10 Mbps.

Sin embargo se pueden mezclar las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una "Red Híbrida" y poder resolver los últimos metros hacia la estación. Se puede considerar que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo y el operador se pueda desplazar con facilidad dentro de un almacén o una oficina.

Existen dos amplias categorías de Redes Inalámbricas.

De Larga Distancia. Estas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos (mejor conocido como Redes de Area Metropolitana MAN); sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps.

De Corta Distancia.- Estas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre si, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps.

Existen dos tipos de redes de larga distancia:

- ❖ Redes de Conmutación de Paquetes (públicas y privadas).

- ❖ Redes Telefónicas Celulares. Estas últimas son un medio para transmitir información de alto precio. Debido a que los módems celulares actualmente son más caros y delicados que los convencionales, ya que requieren circuitería especial, que permite mantener la pérdida de señal cuando el circuito se alterna entre una célula y otra. Esta pérdida de señal no es problema para la comunicación de voz debido a que el retraso en la conmutación dura unos cuantos cientos de milisegundos, lo cual no se nota, pero en la transmisión de información puede hacer estragos.

Otras Desventajas de la transmisión celular son:

- ❖ La carga de los teléfonos se termina fácilmente. La transmisión celular se intercepta fácilmente (factor importante en lo relacionado con la seguridad).
- ❖ Las velocidades de transmisión son bajas. Todas estas desventajas hacen que la comunicación celular se utilice poco, o únicamente para archivos muy pequeños como cartas, planos, etc. Pero se espera que con los avances en la compresión de datos, seguridad y algoritmos de verificación de errores se permita que las redes celulares sean una opción redituable en algunas situaciones.

La otra opción que existe en redes de larga distancia son las denominadas: Red Pública De Conmutación De Paquetes Por Radio. Estas redes no tienen problemas de pérdida de señal debido a que su arquitectura está diseñada para soportar paquetes de datos en lugar de comunicaciones de voz. Las redes privadas de conmutación de paquetes utilizan la misma tecnología que las públicas, pero bajo bandas de radio frecuencia restringidas por la propia organización de sus sistemas de cómputo.

REDES PUBLICAS DE RADIO.

Las redes públicas tienen dos protagonistas principales: "ARDIS" (una asociación de Motorola e IBM) y "Ram Mobile Data" (desarrollado por Ericcson AB, denominado MOBITEX). Este último es el más utilizado en Europa. Estas Redes proporcionan canales de radio en áreas metropolitanas, las cuales permiten la transmisión a través del país y que mediante una tarifa pueden ser utilizadas como redes de larga distancia. La compañía proporciona la infraestructura de la red, se incluye controladores de áreas y Estaciones Base, sistemas de cómputo tolerantes a fallas, estos sistemas soportan el estándar de conmutación de paquetes X.25, así como su propia estructura de paquetes. Estas redes se encuentran de acuerdo al modelo de referencia OSI. ARDIS especifica las tres primeras capas de la red y proporciona flexibilidad en las capas de aplicación, permitiendo al cliente desarrollar aplicaciones de software (por ej. una compañía llamada RF Data, desarrollo una rutina de compresión de datos para utilizarla en estas redes públicas).

Los fabricantes de equipos de cómputo venden periféricos para estas redes (IBM desarrollo su "PCRadio" para utilizarla con ARDIS y otras redes, públicas y privadas). La PCRadio es un dispositivo manual con un microprocesador 80C186 que corre DOS, un radio/fax/módem incluido y una ranura para una tarjeta de memoria y 640 Kb de RAM.

Estas redes operan en un rango de 800 a 900 Mhz. ARDIS ofrece una velocidad de transmisión de 4.8 Kbps. Motorola Introdujo una versión de red pública en Estados Unidos que opera a 19.2 Kbps; y a 9.6 Kbps en Europa (debido a una banda de frecuencia más angosta). Las redes públicas de radio como ARDIS y MOBITEK jugaran un papel significativo en el mercado de redes de área local (LAN's) especialmente para corporaciones de gran tamaño. Por ejemplo, elevadores OTIS utiliza ARDIS para su organización de servicios.

RED INTERNET.

Internet o red de redes es la mayor de las redes de Computadores existentes actualmente en el mundo, compuesta por millares de Computadores conectados ente sí. Uno de los aspectos importantes de Internet es que utiliza una base tecnología y protocolos de comunicación que son abiertos (no tiene un propietario exclusivo), permitiendo la comunicación integrada entre Computadores de distintos fabricantes.

V.4. APLICACIONES DE MÓDEMS.

MÓDEM: Un módem es un dispositivo que convierte las señales digitales del ordenador en señales analógicas que pueden transmitirse a través del canal telefónico. Con un módem, usted puede enviar datos a otra computadora equipada con un módem. Esto le permite bajar información desde la red mundial (World Wide Web), enviar y recibir correspondencia electrónica (E-mail) y reproducir un juego de computadora con un oponente remoto. Algunos módems también pueden enviar y recibir faxes y llamadas telefónicas de voz.

Distintos módems se comunican a velocidades diferentes. La mayoría de los módems nuevos pueden enviar y recibir datos a 33,6 Kbps y faxes a 14,4 Kbps. Algunos módems pueden bajar información desde un Proveedor de Servicios Internet (ISP) a velocidades de hasta 56 Kbps.

Los módems de ISDN (Red de Servicios Digitales Integrados) utilizan líneas telefónicas digitales para lograr velocidades aun más rápidas , de hasta 128 Kbps. Cómo Funciona un Módem: La computadora consiste en un dispositivo digital que funciona al encender y apagar interruptores electrónicos. Las líneas telefónicas, de lo contrario, son dispositivos análogos que envían señales como un corriente continuo.

El módem tiene que unir el espacio entre estos dos tipos de dispositivos. Debe enviar los datos digitales de la computadora a través de líneas telefónicas análogas; se logra esto modulando los datos digitales para convertirlos en una señal análoga; es decir, el módem varía la frecuencia de la señal digital para formar una señal análoga continua, y cuando el módem recibe señales análogas a través de la línea telefónica, hace el opuesto: demodula, o quita las frecuencias variadas de la onda análoga para convertirlas en impulsos digitales. De estas dos funciones, MODulación y DEModulación, surgió el nombre del módem.

Existen distintos sistemas de modular una señal analógica para que transporte información digital. En la siguiente Figura V.6 se muestran los dos métodos más sencillos la modulación de amplitud (a) y la modulación de frecuencia (b). Otros mecanismos como la modulación de fase o los métodos combinados permiten transportar mas información por el mismo canal.

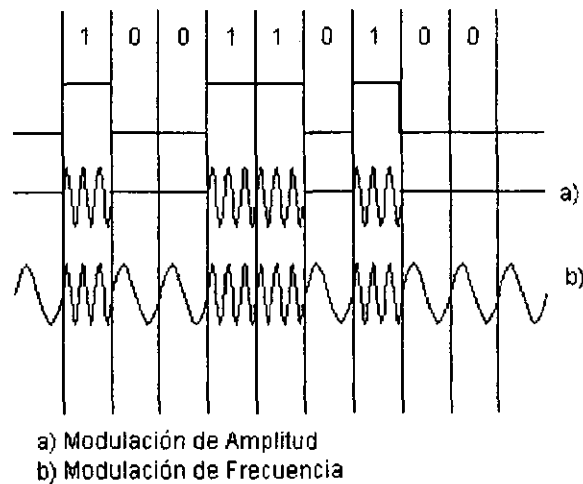


Figura V.6 Muestras del método de modulación en amplitud y modulación en frecuencia.

Componentes de un MÓDEM

- ❖ Fuente de alimentación
- ❖ Transmisor
- ❖ Receptor

La fuente de alimentación convierte la corriente alterna suministrada por la red eléctrica en las distintas tensiones de corriente continua que necesita la circuitería del módem para funcionar. Si el módem es interno, su tarjeta carece de fuente de alimentación, ya que recibe la alimentación adecuada del propio ordenador. La sección del transmisor consta de modulador, amplificador, ecualizador y circuitos de control de la transmisión. La sección receptora consta de un de modulador y de los circuitos asociados que intervienen en el proceso de conversión de señal realizado por la sección transmisora del módem distante.

Los módems síncronos resultan más complejos y caros que los asíncronos, debido a la circuitería adicional que deben incluir estos módems para extraer la sincronización de los datos recibidos. Por ese motivo, la sección transmisora de un módem síncrono, además de las partes mencionadas anteriormente, incluye una serie de circuitos adicionales entre los que se encuentran un circuito de sincronización y un Seudoaleatorizador (scrambler). De la misma forma, la sección receptora debe disponer de los circuitos correspondientes que inviertan la acción del transmisor.

CIRCUITO DE SINCRONIZACIÓN.

El circuito de sincronización proporciona la información de temporización necesaria para que el módem module y transmita los datos con una cadencia determinada. La señal que proporciona la temporización se conoce con el nombre señal. Dicha señal de reloj debe ser la misma tanto para el módem (ETCD) como para el ordenador (ETD). En el caso de tomarse la señal de reloj del ordenador, éste se la transmite al módem por el contacto 24 de la interfaz PS232. Si se tomó la señal de reloj del módem, éste se la transmite al ordenador a través del contacto 15 de la interfaz P,5232. En este caso es el circuito de sincronización del módem el que genera dicha señal de reloj. la señal de reloj se genera con un oscilador de cristal con una tolerancia del 0.05 por 100 sobre le valor nominal.

SEUDOALEATORIZADOR.

Cualquier comunicación requiere que haya una sincronización. Entre el módem emisor y el receptor. El módem emisor envía los bits con una cierta cadencia, que debe ser exactamente la misma con la que el módem receptor lee dichos bits. Para permitir esta sincronización, existen los procedimientos asíncronos y síncronos. En ambos casos, el módem receptor recibe de la línea, tanto la información del usuario como la información necesaria para generar una señal de reloj de recepción. Cuando el módem demodula las señales analógicas procedentes de la línea, le envía el ordenador tanto las informaciones

del usuario como la señal de reloj correspondiente. Para realizar el ajuste exacto de la señal de reloj, los módem asíncronos disponen de la inestimable ayuda de los bits de comienzo, sin embargo, los módem síncronos se ven forzados a deducir la señal de reloj de la propia cadena de bits de información.

Esta técnica basa su exactitud en la existencia de frecuentes cambios de estado (de 0 a 1 y de 1 a 0), pero nadie puede asegurar que entre las informaciones transmitidas no exista una larga serie de valores 1 ó una larga serie de valores 0, eso podría causar la pérdida de sincronismo de ambos módem y por tanto provocaría una lectura errónea de la información. La solución a este problema es para asegurarse de que existan cambios frecuentes de estado en los datos transmitidos. De esto se encarga un circuito llamado pseudoaleatorio (scrambler en inglés.) Los pseudoaleatorizadores modifican los datos a ser modulados basándose en un algoritmo predefinido. Ese algoritmo suele implementarse con registros de desplazamiento con realimentación. En el módem receptor existe un circuito que produce el proceso inverso, con el objeto de restaurar los datos a sus estado original.

MODULADOR, AMPLIFICADOR Y ECUALIZADOR.

El modulador es el encargado de convertir las informaciones binarias (ya pseudoaleatorizadas si es el caso) en señales analógicas El procedimiento para llevar a cabo dicho proceso depende del tipo de módem utilizado.

El amplificador eleva el nivel de la señal modulada para que sean transmitidas por la línea telefónica con las suficientes garantías de que llegue el destino. El ecualizador se encarga de compensar los problemas provocados por la distorsión de amplitud y por el retardo de grupo. Estos problemas son introducidos por el medio (el cable) al producir una distinta atenuación y una distinta velocidad de transmisión en las diferentes frecuencias que componen la señal. Dicho de otra forma, una Señal con una frecuencia de 2000 Hz llega antes y más atenuada al otro extremo de la comunicación que una señal con una frecuencia de 100 Hz. El ecualizador corrige la distorsión introducida por este hecho. (Véase la siguiente Figura V.7 Diagrama de un Módem)

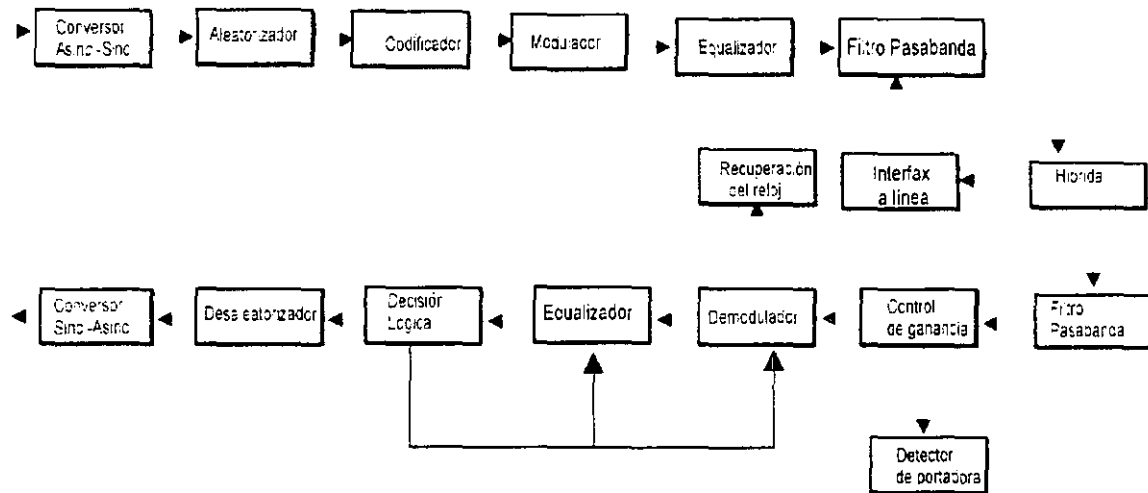


Figura V.7 Diagrama de Bloques de un Módem

LINEAS DE TRANSMISION

Es el medio físico entre dos módems, empleado para transferencia de mensajes entre dos puntos remotos. Generalmente se asocia con un canal o medio de transmisión que puede ser Microondas de radio, cable de fibra óptica, canal de satélites, etc. De acuerdo al tipo de servicio que se presta podemos hablar de tres tipos de líneas de transmisión:

1. Privado o Línea Privada (LP): Que realmente es un circuito exclusivo de comunicación de datos que el usuario contrata pagando un cierto alquiler independiente del uso. Podemos considerar como un ejemplo una conexión a Internet por medio de línea dedicada.
2. Circuito Conmutado o Línea Discada (LD): En este caso la línea de transmisión se sirve de una línea telefónica como medio físico. Dicha línea es común tanto para transmisión de voz como para transmisión de datos. El usuario paga según el tiempo que usa la línea telefónica es decir el equivalente en llamadas telefónicas del tiempo que se halla conectado. Podemos citar aquí una conexión o Internet por medio de su linera telefónica y módems.
3. Circuito Virtual Permanente (CVP) y Circuito Virtual Conmutado: Son empleados por redes de paquetes que en líneas generales, se diferencian entre sí como los circuitos LP y ID.

Las líneas de transmisión también se conocen como circuitos, canales o troncales. Se encargan de mover bits entre las máquinas junto con los elementos de conmutación. También llamados Procesadores de Intercambio de Mensajes forman la mayor parte de las redes de área extendida. Dos o más líneas de transmisión se conectan mediante un elemento de conmutación. Cuando los datos llegan por una línea de entrada, el elemento de conmutación deberá seleccionar una línea de salida para reexpedirlos.

VELOCIDAD EN BAUDIOS Y BITS POR SEGUNDO: A QUE VELOCIDAD SE HABLA

Las computadoras y sus diversos dispositivos periféricos, incluyendo los módems, usan el mismo alfabeto. Este alfabeto está formado por solo dos dígitos, cero y uno; es por ello que se conoce como sistema de dígito binario. A cada "cero" o "uno" se le llama bit, término derivado de Binary digiT (dígito binario). Cuando se comienza a establecer una comunicación por Módem, estos hacen una negociación entre ellos. Un módem empieza enviando información tan rápido como puede. Si el receptor no puede mantener la rapidez, interrumpe al módem que envía y ambos deben negociar una velocidad más baja antes de empezar nuevamente.

La velocidad a la cual los dos módems se comunican por lo general se llama Velocidad en Baudios, aunque técnicamente es más adecuado decir bits por segundo o bps.

Nota:

Baudios. Número de veces de cambio en el voltaje de la señal por segundo en la línea de transmisión. Los módem envían datos como una serie de tonos a través de la línea telefónica. Los tonos se "encienden"(ON) o "apagan"(OFF) para indicar un 1 o un 0 digital. El baudio es el número de veces que esos tonos se ponen a ON o a OFF. Los módem modemos pueden enviar 4 o más bits por baudio.

Bits por segundo (BPS). Es el número efectivo de bits/seg que se transmiten en una línea por segundo. Como hemos visto un módem de 600 baudios puede transmitir a 1200, 2400 o, incluso a 9600 BPS.

LIMITACIÓN FÍSICA DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN EN LA LÍNEA TELEFÓNICA.

Las leyes físicas establecen un límite para la velocidad de transmisión en un canal ruidoso, con un ancho de banda determinado. Por ejemplo, un canal de banda 3000Hz, y una señal de ruido 30dB (que son parámetros típicos del sistema telefónico), nunca podrá transmitir a más de 30.000 BPS.

Throughput. Define la cantidad de datos que pueden enviarse a través de un módem en un cierto período de tiempo. Un módem de 9600 baudios puede tener un throughput distinto de 9600 BPS debido al ruido de la línea (que puede ralentizar) o a la compresión de datos (que puede incrementar la velocidad hasta 4 veces el valor de los baudios). Para mejorar la tasa efectiva de transmisión o throughput se utilizan técnica de compresión de datos y corrección de errores.

Compresión de datos. Describe el proceso de tomar un bloque de datos y reducir su tamaño. Se emplea para eliminar información redundante y para empaquetar caracteres empleados frecuentemente y representarlos con sólo uno o dos bits.

Control de errores. La ineludible presencia de ruido en las líneas de transmisión provoca errores en el intercambio de información que se debe detectar introduciendo información de control. Así mismo puede incluirse información redundante que permita además corregir los errores cuando se presenten.

Codificación de la información. La información del ordenador se codifica siempre en unos y ceros, que como se ha visto, son los valores elementales que el ordenador es capaz de reconocer. La combinación de 1 y 0 permite componer números enteros y números reales. Los caracteres se representan utilizando una tabla de conversión. La más común de estas tablas es el código ASCII que utilizan los ordenadores personales. Sin embargo existen otras y por ejemplo los grandes ordenadores de IBM utilizan el código EBCDIC.

La información codificada en binario se transmite entre los ordenadores. En las conexiones por módem los bits se transmiten de uno en uno siguiendo el proceso descrito en el apartado modulación de la información. Pero además de los códigos originales de la información, los equipos de comunicación de datos añaden bits de control que permiten detectar si ha habido algún error en la transmisión. Los errores se deben principalmente a ruido en el canal de transmisión que provoca que algunos bits se mal interpreten. La forma más común de evitar estos errores es añadir a cada palabra (conjunto de bits) un bit que

indica si el número de 1 en la palabra es par o impar. Según sea lo primero o lo segundo se dice que el control de paridad es par o impar. Este simple mecanismo permite detectar la mayor parte de errores que aparecen durante la transmisión de la información.

La información sobre longitud de la palabra (7 0 8 bits) y tipo de paridad (par o impar) es básica en la configuración de los programas de comunicaciones. Otro de los parámetros necesarios son los bits de paro. Los bits de paro indican al equipo que recibe que la transmisión se ha completado (los bits de paro pueden ser uno o dos).

COMANDOS DE CONTROL DEL MÓDEM

La mayoría de los módems se controlan y responden a caracteres enviados a través del puerto serie. El lenguaje de comandos para módem mas extendido es de los comandos Hayes que fue inicialmente incorporado a los módems de este fabricante.

Existen dos tipos principales de comandos:

- ❖ Comandos que ejecutan acciones inmediatas (ATD marcación, ATA contestación o ATH desconexión)
- ❖ Comandos que cambian algún parámetro del módem (por ejemplo ATS7=90)

Formato de Comandos Hayes

Todos los comandos Hayes empiezan con la secuencia AT. La excepción es el comando A/. Tecleando A/ se repite el último comando introducido. El código AT consigue la atención del módem y determina la velocidad y formato de datos.

Los comandos más simples:

- ❖ **ATH.** Dice al módem que cuelgue el teléfono.
- ❖ **ATDT.** Dice al módem que marque un número de teléfono determinado empleando la marcación por tonos.
- ❖ **ATDP.** Lo mismo que ATDT pero la marcación es por pulsos .

Los comandos comienzan con las letras AT y siguen con las letras del alfabeto (A..Z.) A medida que los módem se hicieron más complicados, surgió la necesidad de incluir más

comandos, son los comandos extendidos y tienen la forma AT&X (por ejemplo), donde el "&" marca la "X" como carácter extendido.

CÓDIGOS DE RESULTADOS

Cuando envía un comando al módem, éste responde con un código de resultado: "CONNECT", "OK" o "ERROR".

- ❖ ATV determina el tipo de código de resultado que aparecerá:
- ❖ ATV0 respuesta numérica
- ❖ ATV1 respuesta de palabras
- ❖ ATQ1 inhibe los códigos de resultado, pone el módem en "estado silencioso"
- ❖ ATQ0 habilita los códigos de resultado, desconecta el modo silencioso

PERFIL DE PARÁMETROS DE USUARIO

Se pueden programar distintas configuraciones del módem para operaciones en condiciones diferentes. Los módems Hayes pueden configurar hasta 4 conjuntos de configuraciones para sus parámetros:

- 1) **Configuración activa.** La utilizada cuando se hace o se recibe una llamada.
- 2) **Configuración de fábrica.** La que está almacenada en ROM, ya contiene parámetros establecidos desde fábrica.
- 3) **Perfiles de usuario.** Son dos configuraciones almacenadas en NVRAM, permanecen intactas aun cuando se apaga el módem.

Un dígito binario posee dos estados y se denomina bit. Una agrupación de 8 bits se denomina byte y permite representar 256 estados diferentes.

Transmisión Asíncrona: No hay un periodo de tiempo definido entre los caracteres transmitidos. Cada carácter transmitido viaja con unos bits de arranque y parada, la mayoría de la comunicaciones con PC son asíncronas

Transmisión Síncrona: Cada envío de un carácter se sincroniza con un pulso de reloj.

Entre las aplicaciones que podemos obtener al poseer un Módem se encuentran:

- ❖ **Correo electrónico:** El correo electrónico, o E-mail tiene como objetivo la comunicación de persona a persona, usando las computadoras y los módems como portadores de cartas y apartados postales.
- ❖ **Intercambio de archivo:** Usted puede enviar archivos tales como texto, imágenes e inclusive grabaciones de audio por medio de los módems.
- ❖ **Interacción en tiempo real:** Los juegos, las compras por catalogo y los cajeros automáticos son ejemplos de la interacción de persona a computadora, que se realizan en tiempo real, es decir, usted teclea algo y espera a que la computadora realice una tarea y le envíe el resultado, y luego responde a lo que le fue enviado. La teleconferencia, comúnmente llamada "charla" (chat) electrónica, involucra una interacción en tiempo real de persona a persona.

Módems a 56 Kbps. Tecnología x2

Durante años se pensó que la velocidad de transmisión sobre líneas analógicas estaría limitada por los actuales 33.6 Kbps de la norma V.34. La tecnología x2TM es un nuevo esquema de transmisión desarrollado por 3Com y fabricado por **U.S. Robotics** capaz de conseguir una velocidad de descarga de 56 Kbps.⁵

La norma V.34 fue ideada considerando la red de telefonía totalmente analógica, y por lo tanto, que ambos extremos de la conexión sufrían deterioro debido al ruido de cuantificación introducido por los conversores analógico a digital (ADC), lo cual limitaba la velocidad a 33.6 Kbps para obtener una relación señal-ruido aceptable., la ruptura de este límite de velocidad se debe al sistema de telefonía digital entre conmutadores de las compañías telefónicas (Telco). La tecnología x2 aprovecha las ventajas de la configuración de red típica que podemos encontrar en la conexión de un suscriptor analógico a un servidor conectado digitalmente.

La base de esta tecnología es la siguiente: El ruido de cuantificación afecta sólo a la conversión analógico-a-digital, no a la digital-a-analógico. Por lo tanto, si no hay conversión analógico-a-digital entre el módem servidor x2 y la red de telefonía (digital), no existe ruido de cuantificación y utilizando todo el canal vocal (4KHz) a una velocidad de símbolo de 8000

⁵ <http://www.usr.com/>

(8 KHz), codificando a 8 bits PCM, se podría conseguir 64 Kbps en el canal descendente (recepción por parte del cliente). Debido a que los conversores DAC no son lineales, para señales con poca potencia, la cuantificación es susceptible al ruido; por lo que se limitan los 256 códigos PCM posibles a 128 para conseguir los 56Kbps y alto grado de robustez. El canal ascendente (emisión del cliente) debe convertirse de analógico a digital en el conmutador de la compañía telefónica, lo que limita su velocidad a 33.6 Kbps (V.34).

Durante la secuencia de entrenamiento, los módems x2 testean la línea para determinar si se ha realizado alguna conversión analógica-a-digital en el camino descendente. Si el módem detecta alguna conversión, se conectará como V.34; operará del mismo modo si detecta que el módem en el otro extremo no soporta la tecnología x2.

El resultado es una nueva técnica de transmisión, basada en la codificación más que en la modulación, permitiendo velocidades inimaginables hasta hace poco tiempo. Además, con el estándar de compresión V.42 bis, la tecnología x2 puede descargar a velocidades cercanas a 115.2 Kbps.

Para poder disfrutar de la tecnología x2 se necesita un módem x2 de U.S. Robotics en el lado del _subscriber y un proveedor de servicios con un servidor x2 del mismo fabricante y conectado a la red digital directamente.

Cuando todavía no han surgido los estándares finales para módem de 56 Kbps, 3Com junto con U.S. Robotics nos proponen una solución totalmente integrada con la tecnología 3Com, lo cual ofrece una seguridad y robustez indiscutible. Sarenet, Bitel, Interplanet, Adam, Conecta, LleidaNet, Mundivia y Conecta son algunos de los ISP españoles que han decidido apostar por las nuevas tecnologías y ofrecer a sus usuarios de conexión directa al acceso a 56 Kbps. La nueva red Infovia soportará conexiones a 56 Kbps, esperando la resolución de un estándar por parte de la ITU. Mientras tanto, la conexión deberá ser directa con el proveedor.

MÓDEMS DE CABLE

Los módems de cable son una nueva tecnología que permiten la transmisión de datos por la red de TV por cable a grandes velocidades a la vez que los canales de TV son recibidos en el televisor con total normalidad. Las velocidades de transmisión son asimétricas, permitiendo teóricamente velocidades de 36Mbps downstream, y de 10 Mbps en el sentido contrario. Aunque en la práctica estas velocidades se quedan entre 3 y 10Mbps downstream y entre 200Kbps y 2Mbps upstream. Esta configuración asimétrica, encaja perfectamente con la naturaleza de las aplicaciones de Internet que son asimétricas (www, news, clicks de ratón...), es decir que se recibe mucha mas información de la que se manda. Esto supone que en un futuro los módems de cable sean una de las formas más sencillas para acceder a Internet. Para conectarlos al ordenador se usa una tarjeta de red Ethernet 10Base-T.

FUNCIONAMIENTO

Los módems de cable son mucho más sofisticados que los módems telefónicos ya que además de modular/demodular pueden desempeñar funciones de sintonización, de encriptación/desencriptación, de bridges, de routers, de hubs Ethernet, etc. En el sentido upstream los paquetes Ethernet del ordenador se convierten a una señal analógica, que se modula en una portadora de TV. Las modulaciones usadas son QPSK (hasta 10 Mbps) y 64 QAM (hasta 36Mbps). El empleo de QPSK es debido al entorno ruidoso por las posibles interferencias ya que la red de cable es ramificada y todo el ruido se suma a la señal de retorno.

En el sentido downstream los datos modulados y situados sobre una portadora de TV de 6 u 8MHz, entre los 42 y los 750MHz se demodulan y se convierten en un flujo de bits binarios que se encapsulan en paquetes Ethernet para enviarlos al ordenador. Las compañías de cable ofrecen un servicio en el que los técnicos se encargan de la instalación del módem y del software necesario, haciendo muy sencilla su utilización.

Para darse cuenta de la importancia que pueden llegar a alcanzar los módems de cable tan sólo tenemos que repasar las compañías que ya están produciendo productos de este tipo o han anunciado su producción : Hewlett-Packard, Com21, Hybrid Networks, First Pacific Networks, General Instrument, LANCity, Motorola, NetGame, Nortel, Phasecom, Terayon, Toshiba y Zenith, ADC Telecommunications, Pioneer, Scientific Atlanta.

Tecnología del módem cable

El módem de cable opera cientos de veces más rápido que los módem telefónicos, permitiendo que los usuarios naveguen por Internet desde sus casa con prestaciones similares a si lo hicieran a través de las redes empresariales Ethernet LAN/MAN/WAN o las líneas telefónicas dedicadas T1. Además, tal y como ocurre con cualquier canal de TV, mientras el ordenador esté encendido la conexión de datos estará siempre disponible para su uso. Con esta tecnología se obtienen nuevas prestaciones muy superiores a los otros sistemas:

- ❖ No hay un proceso de conexión de la comunicación, ni siquiera es necesario marcar un número. Es decir la conexión estará siempre virtualmente abierta.
- ❖ Las tarifas serán planas y mensuales
- ❖ El acceso es ilimitado
- ❖ No se bloquea la línea telefónica durante la conexión

Capa física: En el sentido downstream se modula con 64QAM, modulación de amplitud de cuadratura. En el sentido upstream se modula con QPSK, codificación de

cambio de fase cuaternaria, aunque según compañías se utilizan otras. Capa de control de acceso al medio y control lógico de enlace. En la actualidad hay dos tendencias: CSMA/CD Acceso Múltiple Sensible a Portadora / Detección de Colisión, para Ethernet. ATM Modo de Transferencia Asíncrono, que proporcionan un ancho de banda en el sentido upstream bajo demanda.

La cabecera de red: A la cabecera de red le llega la señal analógica de los cable módems, la convierten a paquetes Ethernet y la encaminan al servidor de Internet. También pueden enrutar conversaciones telefónicas hacia las centrales de conmutación telefónicas.

Unidad de control de cable: Se comunica con las Unidades de Acceso a Cable (CAU) y actúa como convertidor de protocolos desde la red de cable hasta las centralitas de conmutación telefónicas. Esto permite al operador de cable integrar telefonía y servicios de datos en las señales existentes de TV por cable.

El centro de operaciones y mantenimiento. Proporciona la gestión operacional y las funciones de mantenimiento del sistema. Un solo OMC sirve para múltiples cabeceras de cable: El cable router, es el interfaz entre el sistema fibra/cable y las redes locales y remotas TCP/IP. Está situado en la cabecera de Red y concentra el tráfico de los módems de cable.

TECNOLOGÍA V.90

El 6 de febrero de 1998 en Génova Suiza se publica la recomendación de transmisión de datos del grupo de estudio 16 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) proporcionando una especificación para alcanzar velocidades de línea por encima de 56 kbps. La tecnología V.90 permite a los módems recibir datos por encima de los 56 kbps sobre la Red Telefónica Pública Conmutada o RTPC (también conocida como PSTN por Public Switched Telephone Network), V.90 sobrepasa el límite teórico impuesto por los módems standard análogos explotando las conexiones digitales de los servidores que abundan en Internet, y las líneas que los proveedores de servicio (o ISP por Internet Service Provide) utilizan en la RTPC.

El estándar para los módems V.90 se mantendrá como el rey sobre la velocidad de los módems análogos, aun con el muy largo reinado que el popular estándar V.34 disfruto. Muy seguramente, V.90 será el final de los estándares de módems análogos. Esto se reflejara en los muchos módems vendidos. Los analistas predicen que las ventas de módems irán creciendo hasta aproximadamente 75 millones de módems vendidos para el año 2000. Casi todos serán V.90.

Para 10 millones de personas, la conexión a Internet en los años por venir será usando módems V.90. Existen otras tecnologías de alto ancho de banda como módems cable y DSL, pero muchos países y zonas rurales no tienen infraestructura en el lugar para beneficiarse de ellas. Los módems V.90 será la escogencia más popular para acceder a Internet.

La Red Telefónica.

El Sistema telefónico ha sido desarrollado por muchos años y ha ido incrementándose en pasos evolucionarios. El servicio tradicional de la red telefónica ha sido la transmisión de la voz, y solo recientemente la red a sido usada para soportar altas cantidades de transferencia de datos. Para un costo efectivo de comunicación de voz, se ha identificado que los humanos se comunican en frecuencias entre 300 Hz y 3500 Hz. Aunque nosotros

podemos oír y hablar sobre frecuencias inferiores y superiores, las comunicaciones entre este intervalo son claras y eficientes para la recepción y transmisión de la red telefónica. El canal de voz va de 0 Hz a 4000 Hz y fue desarrollado para evitar cualquier solapamiento de otros canales de voz adyacentes.

A través del desarrollo de la red telefónica se han ido descubriendo métodos más eficientes de transmisión de la voz en formas digitales. Las formas digitales provenientes del canal de voz pueden ser enrutadas a su destino con muy bajo ruido y alta calidad. Para hacer esto el canal de voz es convertido por un Conversor Digital – Análogo ADC en la oficina central.

Típicamente la única porción análoga de la red telefónica es la línea que conecta el sitio remoto con la oficina central de la compañía de teléfonos. En las dos décadas pasadas, las compañías locales de teléfonos han ido reemplazando porciones de sus originales redes análogas con circuitos digitales.

Pero la porción de la red más lenta para cambiar ha sido la conexión desde el hogar a la compañía central de teléfonos, llamado por eso el problema de última milla (porque generalmente hay esa distancia entre el usuario final y la oficina local de la compañía de teléfonos). Los lazos locales aun son pares trenzados de cobre analógicos en todos lados y continuaran siéndolo durante décadas debido al enorme costo de su reemplazo.

Qué es la tecnología V.90

El pasado 6 de febrero 1999, la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT) acordó que las especificaciones técnicas del estándar entraran en vigor inmediatamente y dejó pendiente la aprobación oficial de la norma V.90 para el mes de septiembre 2000 . El hecho de que estas especificaciones sean "firmes" permitió a las compañías empezar la comercialización de módems con una norma 56K común en el primer trimestre de este año, sin esperar a que la ITU ratificara en septiembre la norma V.90.

Según el anuncio del acuerdo, éste ha sido uno de los más rápidos en lo que respecta a la estandarización de normas de telecomunicación, y permitirá que las ventas de módems 56K se incrementen hasta alcanzar la cifra de 75 millones anuales en el año 2000. Los estándares tradicionales de los módems asumen que ambos finales de la sesión de un módem tienen conexiones análogas a la RTPC. Las señales de los datos son convertidas de su estado digital al análogo y viceversa, limitando la velocidad de transmisión a 33.6 kbps

con un módem V.34 corriente según el teorema de Nyquist, el cual demostró que si se pasa una señal arbitraria a través de un filtro pasa-bajas (low-pass) de ancho de banda H, la señal filtrada se puede reconstruir por completo tomando solo $2H$ muestras exactas por segundo.

Es inútil hacer un muestreo las líneas a velocidad mayor que $2H$ veces por segundo porque los componentes de frecuencia más alta que tal muestreo podría recuperar ya se han filtrado. Si la señal consiste en n niveles discretos, el teorema de Nyquist establece:

$$\text{Tasa de datos máxima} = 2H \log_2 n \text{ bits/seg.}$$

Por ejemplo un canal sin ruido no puede transmitir señales binarias (ósea de dos niveles) a una velocidad mayor de 6000 bps.

Ahora con la tecnología V.90 se asume de hecho que uno de los extremos de la sesión del módem es una conexión puramente digital a la red telefónica (la cual los proveedores de Internet y corporaciones alrededor utilizan para su conexión remota) y toman ventaja de la alta velocidad de la conexión digital.

Cómo se realiza la conexión

V.90 también conocido como V.PCM (Pulse Coded Modulation o modulación de código de pulso) digitaliza las señales análogas en la oficina final de la compañía de teléfonos con un dispositivo llamado codec (codificador-decodificador), con lo que producen números de 7 u 8 bits. El codec toma 8000 muestras por segundo (125 m seg./muestra) porque el teorema de Nyquist dice que esto es suficiente para capturar toda la información del ancho de banda de 4 kHz del canal telefónico. A una velocidad de muestreo menor, la información se perdería; a una mayor, no se ganaría información extra. La PCM es el corazón del sistema telefónico moderno. En consecuencia, virtualmente todos los intervalos de tiempo dentro del sistema telefónico son múltiplos de 125 m seg.

V.90 asume pues, que sólo hay una porción análoga de la conexión del módem, lo cual es bueno para la mayoría de áreas donde más del 80% de las conexiones locales tienen una conexión digital a la red. La mayoría de las ISPs tienen una conexión digital a la red. En esta vía la ruta entera de los datos opera a 64 kbps y solamente es regulado por la vuelta análoga que corre desde la casa a la oficina central.

Si usted está intentando producir un chorro digital de bits desde una onda análoga, la cual es hecha por un Convertidor Análogo a Digital (o ADC por Analog to Digital Coverter), el ruido cuantizado es el principal problema. La cuantización del ruido ocurre cuando un nivel de señal análoga no coincide con un nivel discreto digital . Hay 256 niveles diferentes niveles digitales y si la onda análoga comienza a ser muestreada en un punto que no es exactamente igual a una localización digital discreta, entonces la aproximación hecha es al más cercano nivel digital. Esta aproximación es llamada ruido cuantizado, el cual reduce la cantidad de información transmitida.

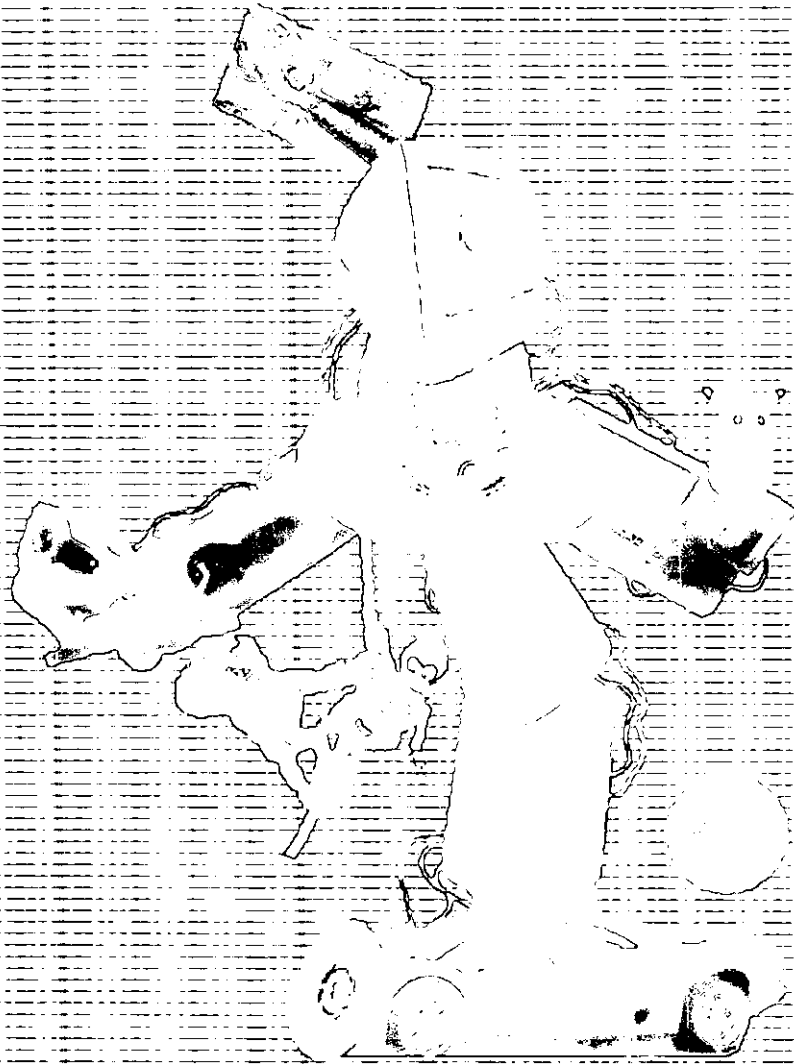
Con la conexión digital a través de la red, ISPs y corporaciones de cuentas, no hay una conversión análoga a digital extra, por consiguiente no hay ruido cuantizado. El chorro descendente (downstream) de transmisión es hecho por un proceso llamado PCM o Modulación de Código de Pulso en el cual los pulsos son transmitidos en diferentes niveles de señal. Con una fuente de datos a 64 kbps, la siguiente pregunta es porque nosotros solo conseguimos 56 kbps de velocidad. La primera razón es, aunque el ruido cuantizado ha sido eliminado, un pequeño nivel de ruido es ahora hecho por la distorsión y no linealidad de la línea telefónica y equipos de el circuito local de servicios. En el circuito local hay un Conversor Digital-Analogo (DAC) en la CO o oficina central de la compañía telefónica que se encarga de convertir el chorro descendente de datos en ondas análogas que representan los datos. El DAC corre a 64 kbps pero debido al ruido, el largo del circuito, y otros deterioros de la red, la velocidad se reduce a 56 kbps. La segunda razón es que la FCC o Comisión Federal de Comunicaciones, y otras agencias reguladoras en procura de minimizar el traspasamiento entre líneas, regula niveles de potencia espéciales. La velocidad máxima teórica según las agencias reguladoras es de 54 kbps.

Viendo la Red Telefónica Pública Conmutada como una red digital, la tecnología V.90 es hábil para acelerar el chorro descendente de bits desde Internet hacia la computadora a una velocidad de 56 kbps. La tecnología V.90 es diferente a otros estándares de hoy porque realiza codificación digital, en vez de la modulación que realizan los módems análogos. La transferencia de datos es un método asimétrico, así como las transmisiones ascendentes (como la mayoría de los comandos del ratón de la computadora al sitio central, los cuales requieren un menor ancho de banda) continúan el flujo en velocidades convencionales de 33.6 kbps. Los datos ascendentes (datos enviados desde el módem o upstream) son enviados como una transmisión análoga como en el estándar V.34. Solo el chorro descendente de datos disfruta las ventajas de la alta velocidad de V.90.

La tecnología V.90 es ideal para usuarios de Internet, porque se necesitan realmente 56 kbps para descargar las paginas web con sonido, vídeo y otros largos archivos. Todo lo que necesita un módem V.90 es estar conectado a un proveedor de Internet que utilice la tecnología V.90 sobre las líneas digitales de la red.

Con todo lo que se expuso anteriormente el vídeo a sido destacado debido a sus métodos de compresión en donde existen diferentes formatos: PAL SECAL NSTC , HDTV, los cuales se explican a continuación.

CAPÍTULO VI



TRANSMISIÓN DE VÍDEO

VI.1 INTRODUCCIÓN

Los primeros métodos utilizados en la transmisión y la grabación televisiva fueron analógicos, y los formatos de las señales estaban determinados básicamente por los requisitos del tubo de rayos catódicos como elemento de visualización.

En un sistema analógico, la información se transmite mediante alguna variación infinita de un parámetro continuo como puede ser la tensión en un hilo o la intensidad de flujo de una cinta. En un equipo de grabación, la distancia a lo largo del soporte físico es un elemento analógico continuo más del tiempo.

Las señales de vídeo son formas de onda eléctricas que permiten transmitir imágenes en movimiento de un lugar a otro.

Una forma de onda eléctrica es bidimensional en el sentido de que lleva una tensión que varía con respecto al tiempo. Con el fin de transmitir información de una imagen tridimensional a través de un cable bidimensional, es necesario recurrir a un proceso de exploración. En lugar de intentar transmitir el brillo de todas las partes de una imagen de una vez, la exploración transmite el brillo de un solo punto que se desplaza con el tiempo.

VI.2 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE VIDEO (PAL, SECAM, NSTC, HDTV).

➤ PAL (PHASE ALTERNATE LINE)

En Europa y algunas otras regiones del mundo se utiliza el sistema PAL, compuesto de 625 líneas y 25 imágenes por segundo que proporcionan una alta definición, ya que al transmitir cada fotograma como dos campos, se ven unas 50 imágenes por segundo.

➤ NTSC (NATIONAL TELEVISION STANDARDS COMMITTEE.)

En la figura VI.1 puede verse el rango de cuantificación de PAL digital. El nivel de supresión se encuentra en 64_{10} (base diez) o 40 hex (hexadecimal) y la cresta de sincronismo es el código más bajo posible de 1, ya que 0 se reserva para la sincronización digital con 255. El blanco máximo es 211_{10} (base diez) o D3 hexadecimal.

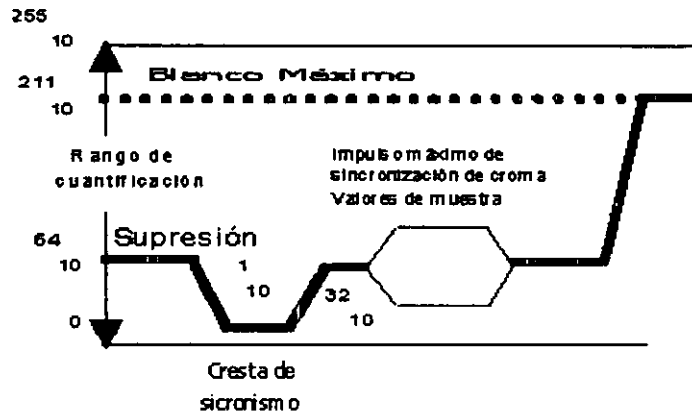


Figura VI.1 Rango de Cuantificación PAL Digital

➤ SECAM (SYSTEM ELECTRONIQUE POUR COULEUR AVEC MEMOIRE)

Se utiliza básicamente en Francia y los países que antes pertenecían a la antigua Unión Soviética, basado en la propuesta de Henry de France, la cual consiste en la transmisión secuencial de las informaciones de crominancia para remediar las dificultades halladas en la aplicación del sistema norteamericano NTSC.

Tiene 525 líneas con 30 fotogramas por segundo según se incrementa el número de líneas y elementos se obtienen imágenes de televisión más nítidas.

La denominación SECAM proviene del hecho de que, a diferencia del sistema NTSC, en el SECAM no se transmite las informaciones de crominancia simultáneamente, sino en forma secuencial y utiliza una memoria para la síntesis de la imagen en color.

Existen cuatro sistemas SECAM, todos basados en los mismos principios de la transmisión secuencial de las informaciones de crominancia, pero que presentan algunas diferencias.

SECAM I

En el sistema SECAM I, durante el análisis de una línea, se toma una sola de las señales de crominancia (azul o roja), mientras que la luminancia Y se transmiten en todas las líneas. Así pues, las dos señales necesarias para la información de crominancia no se emiten simultáneamente. Como en el sistema NTSC, sino secuencialmente en líneas alternas, es decir, por ejemplo, primero una línea roja, después una azul, le seguirá otra roja, etc., etc.

La señal de luminancia Y es la misma que en el sistema NTSC expresándose por la relación:

$$Y=0.59 V + 0.30 R + 0.11 A$$

En la cual se observa que la transmisión secuencial de las dos señales de crominancia (R) y (A) y la intervención de la línea de retardo o memoria son los elementos característicos del sistema SECAM.

SECAM II

En este sistema se conserva la reducción de la definición cromática horizontal, pero en la decodificación y debido a la modulación secuencial, se dispone solo de dos parámetros (Y) y (R - Y) para una línea n e (A - Y) en la línea siguiente n+1.

Para definir el color es preciso los tres parámetros (Y), (R - Y) Y (A - Y), es decir para definir la luminosidad el matiz y la saturación

En el decodificador SECAM, a la salida de la memoria, se obtienen pues las dos informaciones de crominancia, una de ellas modulada por la señal emitida en ese instante y la otra por la señal de la línea anterior.

La señal (V - Y) se obtiene de la ecuación $(V - Y)=0.51(R - Y)+0.19(A - Y)$ de los cuales se obtienen los tres valores (V-Y), (R-Y) y (A-Y) y se deducen las señales primarias (R), (V), (A). También en el sistema de SECAM II, al igual que en el SECAM I, la recepción de señales de color en receptores en blanco y negro se presenta con la visibilidad en pantalla de la subportadora en forma de suave y casi imperceptible punteado. Los cuales se hacen más patentes cuando se trata de reproducir matices muy saturados o blanco puro.

SECAM III

Es una variante del SECAM II y mediante el cual se pretende mejorar la compatibilidad del sistema conservando la principal ventaja del mismo, es decir que el color este siempre definido por parámetros insensibles a las perturbaciones de transmisión. Como se muestra en la figura VI.2.

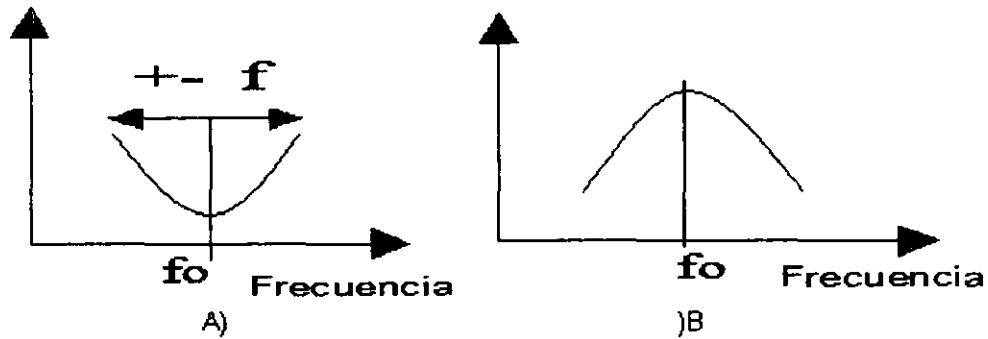


Figura VI.2

A) Curva de puesta en forma de la subportadora de color en el sistema

B) Curva característica inversa del filtro en el receptor

Para mejorar la relación señal/ruido, el sistema SECAM III recurre a una preacentuación de la señal de vídeo de crominancia y a una modulación, complementaria en amplitud de la subportadora. Mediante estos medios la compatibilidad obtenida ya es prácticamente igual a la del sistema NTSC.

La Preacentuación de la señal de vídeo de crominancia consiste en aumentar el porcentaje de modulación relativa de las frecuencias elevadas de la señal de vídeo de crominancia, lo cual permite mejorar la relación señal/ruido para dichas frecuencias.

Este sistema es prácticamente insensible a las variaciones de fase y ganancia diferenciales y además no precisa incluir en el receptor un control de matiz, lo cual es una de sus ventajas, ya que lo más lógico es que el usuario no ajuste bien el matiz por carecer de un matiz fijo de referencia, otra ventaja es la inmunidad a las perturbaciones de la transmisión, tanto en emisión normal como por satélite y las grabaciones de vídeo mediante aparatos domésticos son satisfactorias.

SECAM IV

La crominancia se transmite en secuencia de líneas y con modulación de amplitud. Tiene 525 líneas con 30 fotogramas por segundo. Según se incrementa el número de líneas y elementos se obtienen imágenes de televisión más nítidas.

Las 100 líneas extras en los sistemas PAL Y SECAM permiten mayor detalle en claridad de imagen de vídeo, pero los 50 campos por segundo comparados con los 60 del sistema NTSC producen cierto "parpadeo" a veces aparente. Aun así como 25 cuadros por segundo están muy cerca del estándar internacional para cine de 24 cuadros por segundo, el cine se transfiera más fácilmente a PAL Y SECAM.

NSTC (COMITÉ NACIONAL DE ESTÁNDARES DE TELEVISIÓN, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS).

En Brasil se utiliza el formato PAL-M, en Argentina, Paraguay y Uruguay el PAL-N y en el resto de Latinoamérica el NTSC, mismo que se emplea en Estados Unidos y Japón.

En la técnica de la televisión, para transmitir las imágenes animadas, es necesario descomponerlas en cuadros que al ser reproducidos de manera sucesiva den la sensación de movimiento; algo parecido a como sucede en las proyecciones cinematográficas.

Sin embargo; a diferencia del cine, en el que cada cuadro se proyecta completo en determinado instante, en la televisión cada cuadro está formado por determinado número de líneas; concretamente en el sistema NTSC, por 525 líneas divididas en 2 campos. A su vez, cada segundo de imágenes se forma por 30 imágenes en sucesión.

En el sistema de TV, el dispositivo encargado de la exploración de las imágenes mediante su descomposición en cuadros y líneas, es el tubo de cámara, el cuál, mediante un rayo o haz explorador, convierte las imágenes en una sucesión de impulsos eléctricos, generando una señal conocida con el nombre de señal de cámara. Para este proceso también es común el CCD (dispositivo de carga acoplada), el cual, mediante otros principios, también permite la exploración de imágenes.

El dispositivo que realiza la tarea contraria, es decir, la conversión de impulsos eléctricos en imágenes, es la pantalla del televisor, también llamado cinescopio.

Cada segundo de imágenes animadas se forma por 30 cuadros, y cada cuadro está conformado por 525 líneas, el número total de líneas por segundo es de 15,750; esto significa que la frecuencia de la señal de cámara es de 15.75 KHz.

A mediados de la década de los 50's se contemplo la posibilidad de la transmisión de imágenes en color guardando la compatibilidad con los televisores blanco y negro instalados. Por ciertas características se encontró que era posible enviar la información de color mezclada con la de blanco y negro minimizando la interferencia entre ellas, ajustando las frecuencias involucradas de la señal blanco y negro; fue así que se definieron los parámetros siguientes: 29.97 cuadros/seg, 59.94 campos/seg y 15,734 líneas/seg.

La señal de vídeo NTSC (incluido el audio), se encuentra con un ancho de banda de 4.75 MHz, ya que desde un principio la FCC (Federal Communication Commission) de los

Estados Unidos, destino un ancho de banda máximo de 6 MHz para la transmisión de la señal de TV por aire, obligando a las compañías transmisoras a recurrir a una transmisión de banda lateral residual, de modo que los 1.25 MHz restantes se utilizaron como una especie de banda de protección.

CARACTERÍSTICAS DE NTSC

PARÁMETRO	NTSC
Frecuencia del barrido horizontal	15,734 Hz
Frecuencia de sincronía vertical	59.94 Hz
Líneas horizontales por cuadro	525
Ancho de banda para transmisión	6 Mhz
Frecuencia de portadora de audio en banda base	4.5 Mhz
Frecuencia de la subportadora de croma en banda base	3,579,54445 Hz
Duración de una línea horizontal	63.5 μ s

Tabla VI.1

En la figura VI.3 se muestra cómo encaja la forma de onda NTSC en la estructura de cuantificación. El nivel de supresión se encuentra a 60_{10} en un sistema de 8 bits, y el blanco máximo 200_{10} , de manera que 1 unidad IRE es equivalente a $1,4 Q$, que podría denominarse DIRE. Estos valores diferentes surgen de la diferente relación sincronismo/visión de NTSC. PAL es 7:3 mientras que NTSC ES 10:4.

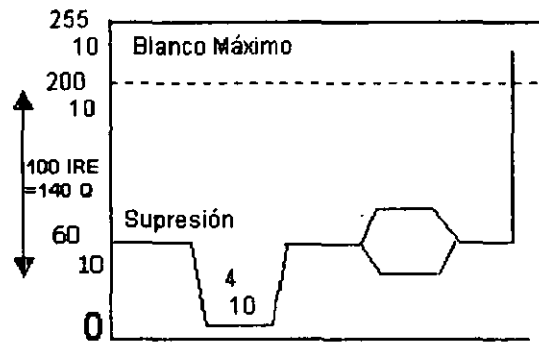


Figura VI.3 Onda NTSC

La subportadora en NTSC tiene un offset exacto de mitad de línea, por lo que habrá un número entero de ciclos de subportadora en dos líneas. La señal NTSC compuesta encaja en el rango de cuantificación tal como aquí se muestra, en el cual se observa que el rango es suficiente para permitir que la tensión instantánea exceda el máximo de blanco en presencia de colores brillantes y saturados. Los valores mostrados son equivalentes decimales en un sistema de 8 ó 10 bits. En un sistema de 10 bits, los 2 bits adicionales aumentan la resolución, no la magnitud, por lo que se encuentra por debajo del punto radical y el equivalente decimal se mantiene invariable.

NTSC ES EL FORMATO ESTÁNDAR UTILIZADO EN LOS SIGUIENTES PAÍSES:

Antigua and Barbuda, Aruba , Bahamas, Barbados, Belize, Bermuda, Bolivia, Brazil (NTSC es compatible con PAL-M), Canada, Chile, China (Taiwan), Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Fiji, Grenada, Guam, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaica, Japan, , Democratic People's Republic (PAL/NTSC), Korea, Republic of Mexico, Micronesia, Myanmar, Nicaragua, Panama, Peru, Philippines, Puerto Rico, St. Christopher and Nevis, St. Lucia, St. Vincent and the Grenadines, Samoa, Eastern Suriname, Tonga, Trinidad and Tobago, **United States of América**, Venezuela, Vietnam (NTSC/SECAM), Virgin Islands, British Virgin Islands, U.S. Yemen (PAL/NTSC) .

> HDTV (TELEVISIÓN DE ALTA DEFINICIÓN)

Durante los 80, se hicieron diversos intentos por crear un estándar mundial de producción de la HDTV, teniendo como único consenso oficial de importancia cuando los países competidores se negaron a un acuerdo por razones económicas, técnicas y políticas.

Parte del problema fue la preocupación de que un país como Japón lograra una ventaja económica y técnica en ese campo si su sistema de HDTV fuese adoptado como estándar internacional.

En el caso de Europa, los fabricantes creyeron que Japón podría inundar sus propios mercados. Otras cuestiones surgieron del objetivo de la comunidad Europea de promover las propias tecnologías y en última instancia, su propia programación.

El problema de la Alta Definición, es que se requieren otros equipos para la producción y otros televisores. La tecnología es digital, los formatos de pantalla son diferentes, y el costo ya no es sólo para las televisoras sino también para los consumidores.

La HDTV es una aplicación diseñada para producir una visualización que parece rivalizar en calidad con las películas de 35 mm. Una transmisión de HDTV posee una señal de audio mejorada y una relación de aspecto de 16:9, es decir, la relación entre el ancho y la altura de una pantalla. En contraste con la configuración estándar de 4:3, una pantalla de HDTV tendría un impacto visual mayor, presentando así una imagen más potente a los espectadores.

La tendencia hacia pantallas de televisión más grandes aceleró esta investigación, ya que, en general, a medida que el tamaño de la pantalla aumenta, la calidad de la imagen disminuye.

Las televisoras Televisa y TV Azteca⁵ están ya explorando la producción en alta definición. La fecha del cambio es el año 2006. Entonces Estados Unidos deberá estar transmitiendo en Alta Definición, donde se deberá coincidir esa fecha con el cambio de la banda VHF con la UHF; ya que la banda VHF se transmiten los canales 2, 4, 5 y 9 de Televisa y 7 y 13 de TV Azteca, deberán emigrar a otras frecuencias de banda UHF. Esto se da porque Estados Unidos transmitirá datos y voz en esta frecuencia y México debe tener una correspondencia tecnológica.

La Televisión Digital consiste básicamente, en la conversión de la señal de Televisión convencional en una secuencia de bits (unos y ceros, que son las unidades mínimas de información con la que trabajan todos los ordenadores), debido a la gran cantidad de información que aparece en una imagen en movimiento, toda esta inmensa secuencia de

⁵ Revista "Entre socios" Revista de los trabajadores de TV Azteca, México Número primera quincena de Febrero de 1999

bits, se comprime, en una más pequeña (por medio de programas informáticos especializados que utilizan el estándar MPEG-2), una vez que esta señal está digitalizada (a la que se le añade más bits de información y se codifica), se transmiten a nuestros hogares, ya sea a través de la televisión terrestre, el satélite o el cable. Sin duda que será por el satélite Hispasat y Astra, están preparados para la emisión en digital y se requiere menor inversión que los mencionados anteriormente.

➤ APLICACIONES

Se han producido nuevas tecnologías para manipulación de imágenes. En la punta de la investigación encontramos la técnica "Procesamiento en Pirámide", que se parece mucho al sistema visual humano, es decir, Múltiples Resoluciones; que permitirá componer y editar vídeo de forma tal que ahora no son posibles. Por ejemplo al tomar una vista panorámica con una videocámara unos cuantos segundos de vídeo formaran un "mosaic", es decir una simple impresión que captura la pantalla completa. Forma la resolución de la imagen original es reducida hasta llegar a pequeñas imágenes que pueden ser manipuladas en tiempo real.

Varias pantallas de vídeo pueden unirse para formar una imagen compuesta llamada "mosaic". De igual forma podrá ser utilizada para transmitir vídeo de alta resolución, por medio de las ordinarias líneas telefónicas transmitiendo eficazmente sólo los cambios en el vídeo.

La HDTV también puede emplearse para uso profesional y aplicaciones en telemedicina, diseño de computadoras, teleconferencias y otras como por ejemplo: Utilizarlo como un sistema de cine electrónico, el concepto de crear estaciones de trabajo de vídeo teatros con transmisión directa por vía satélite. Las transmisiones de HDTV podrán ayudar a promocionar otra forma de entretenimiento.

Un satélite podrá transmitir señales de HDTV a salas de cine especiales equipadas con grandes pantallas de alta resolución. La programación podrá incluir películas transferidas a una cinta de vídeo antes de su enlace ascendente películas tomadas en un formato de HDTV, conciertos en vivo y grabados y eventos deportivos especiales

El órgano regulador del uso del espectro en los Estados Unidos es el Comité Federal de Comunicaciones (FCC). Este comité llegó a la conclusión de que había de existir un estándar antes de que se inicie el uso de la HDTV; en 1998 los estatutos dictados por la FCC determinaron que los estándares de la HDTV deben ser compatibles con las normas

del sistema NTSC, esto significa que la HDTV utilizada en Estados Unidos debe ser compatible con la señal de NTSC y que debe ser transmitida en un ancho de banda no mayor de 6 Mhz.

La transmisión Directa Vía Satélite (DBS) se concreta a gran número de canales, incluida la TVAD, que podría acelerar el comienzo de las transmisiones si la necesidad de compatibilidad con los actuales sistemas de emisión terrestres; siendo la Fibra Optica una alternativa que se impone en la industria telefónica y que será el medio preferido para la transmisión de información, datos del ordenador y comunicaciones verbales.

VI.3 Métodos de la compresión de la señal

➤ VÍDEO DIGITAL (MPEG, H.261 Y JPEG)

En estos momentos en los que nos bombardean con "todo en digital" olvidamos algo muy importante: la compresión. La digitalización proporciona grandes ventajas con respecto a la señal analógica: más robustez frente al ruido, calidad y resolución muy superiores, edición y efectos muy sofisticados, pero esta digitalización origina una cantidad de información que supera con creces las posibilidades de proceso de nuestros sistemas. Por ejemplo, una señal de vídeo de 720x485 a una velocidad de cuadros de 30 Hz; asumiendo una resolución de 24 bits/pixel, necesita aproximadamente 250 Mbps. Si quisiéramos grabar una película de 2 horas, necesitaríamos la astronómica capacidad de 225 Gbytes. Por lo tanto debemos comprimir la información. El proceso de estandarización de los algoritmos de compresión (o como mínimo de su sintaxis) es de vital importancia y está es la virtud de los estándares MPEG. Originalmente pensado para almacenar y reproducir señales de vídeo digital surgió MPEG-1 con una velocidad mínima de 1,5 Mbps y calidad comparable a VHS, luego surgió MPEG-2 como evolución de MPEG-1 y pensado para la transmisión de TV digital (y audio) a través de cualquier medio (cable, satélite, terrestre) con calidad comparable a NISTC/PAL hasta HDTV, siendo elegido como estándar de transmisión por el proyecto de transmisión de TV digital DVB (Digital Video Broadcasting). Actualmente disponemos de MPEG-4 pensado para aplicaciones multimedia con gran capacidad de interacción y MPEG-7 para búsqueda de información. Con anterioridad, y a partir del mismo comité, surgió la especificación H.261 utilizada para videoconferencia, que se puede considerar como un subconjunto de MPEG-1.

Comenzaremos introduciendo conceptos básicos de vídeo analógico, después nos adentraremos en el proceso de muestreo y el problema de la señal digital, para continuar tratando la compresión MPEG-1 y MPEG-2. Para acabar se puntualiza sobre MPEG-2 y sobre H.261.

Cualquier entidad física necesita de un número fijo de parámetros para representar su información. Este número puede ser prohibitivo para almacenarlo o transmitirlo. El proceso de compresión representa la entidad utilizando un número menor de parámetros que todo el conjunto. Si toda la información se puede recuperar mediante este subconjunto de parámetros, la compresión se denomina sin pérdidas. Por otro lado, si no se puede recuperar toda la información, se denomina compresión con pérdidas.

La primera normalmente no consigue tasas de compresión demasiado significativas, por lo que se utiliza junto con técnicas con pérdidas. Sin embargo, ciertas aplicaciones como representación y almacenamiento de señales médicas indiscutiblemente necesitan de una compresión sin pérdidas. Para entender el proceso de la compresión de vídeo, es una buena idea comenzar definiendo la entidad de trabajo, la señal de vídeo.

Las señales de vídeo son señales espacio-temporales o simplemente una secuencia de imágenes que varían en el tiempo. La información es visual. Una imagen monocromática puede representarse matemáticamente por $x(h,v)$, donde x es el valor de intensidad en la localización horizontal h y vertical v . La correspondiente señal de vídeo monocromática puede ser representada por $x(h,v,t)$ donde t es el tiempo.

Las señales de vídeo en color simplemente es una superposición de la distribución de intensidad de los tres colores primarios (R,G,B) o equivalentemente de una componente de luminancia (Y) y dos de crominancia (U,V). La luminancia contiene toda la información relacionada con la mayor o menor luminosidad de la imagen y no contiene ninguna información acerca de los colores de la misma. Reproduce por lo tanto, la imagen en blanco y negro en todas sus tonalidades de grises intermedios. La crominancia, por el contrario, contiene todo lo relacionado con el color de los objetos, separada en los tres colores básicos. Las señales de crominancia se obtienen de las llamadas señales diferencia de color, rojo menos luminancia (R-Y), azul menos luminancia (B-Y) y verde menos luminancia (G-Y). De estas tres señales sólo necesitamos dos, al poder obtener la otra mediante la combinación de las anteriores. En la siguiente tabla VI.2 vemos la equivalencia entre estas señales.

Y =	0.30R	+ 0.59G	+ 0.11B
U =	-0.15R	- 0.29G	+0.47B
V =	0.62R	- 0.52G	- 0.10B

Tabla VI.2 Equivalencias entre señales

La forma más común de la señal de vídeo todavía es la señal analógica. Esta señal se obtiene a través de un proceso conocido como scanning. Este proceso graba los valores de intensidad de la señal espacio-temporal en la dirección h , convirtiéndola en una señal uni-dimensional. Esta señal se señala con pulsos de sincronización verticales y horizontales para conseguir la señal de vídeo final. El scanning puede ser progresiva o entrelazada. La progresiva escanea todas las líneas horizontales para formar el cuadro (frame) completo y se usa en la industria de los monitores de computadoras. El scanning entrelazado se utiliza en la industria de TV. Aquí, las líneas horizontales pares e impares de un cuadro se escanean de forma separada consiguiendo los dos campos de un cuadro. Existen principalmente tres standards de vídeo analógico, denominadas Vídeo Compuesto, Vídeo RGB o Componente y S-Video ó S-VHS. En el formato de vídeo Compuesto, la componente luminancia y las dos de crominancia son codificadas juntas como una única señal. En contraposición está el formato RGB o Componente en el que se codifican por separado, y cada componente tiene un canal para ella. En el formato S-Video, también conocido como Y/C, existen dos señales independientes, una de ellas contiene únicamente la información de luminancia, mientras que el segundo canal contiene la información de crominancia C (U y V). El estándar de vídeo Compuesto incluye el formato NTSC utilizado en USA y Japón, y PAL/SECAM utilizado en Europa. Como se muestra en la figura VI.4.

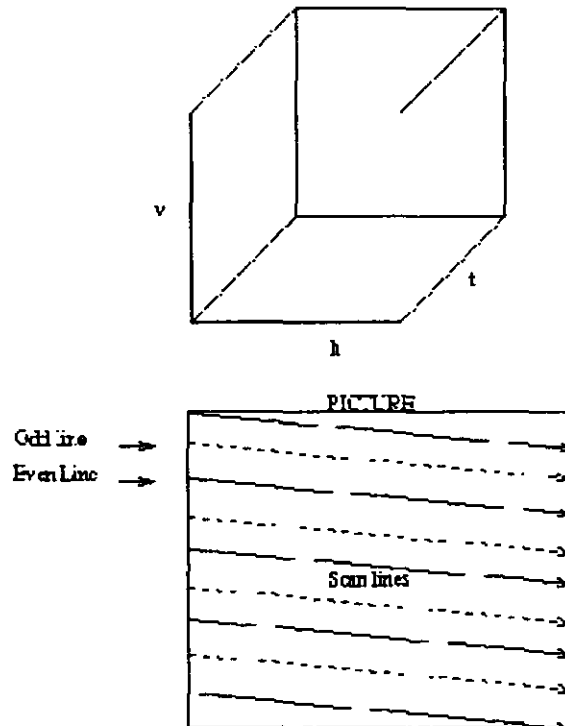


Figura VI.4 Relación espacio-temporal. Proceso de scanning

Actualmente la tendencia generalizada es integrar las industrias de vídeo, computadoras y telecomunicaciones juntas en una única plataforma multimedia. La señal de vídeo requiere ser escalable, independiente de la plataforma, proporcionando interactividad y edición, y ser robusta a errores. Desgraciadamente la señal de vídeo analógica no cumple estos requisitos. Digitalizándola no solo eliminamos todos los problemas de la señal analógica sino que permitimos sofisticadas técnicas de compresión y de edición de vídeo. Para digitalizar la señal espacio-temporal $x(h,v,t)$, usualmente, las componentes de la señal analógica son muestreadas en las tres direcciones. Cada punto muestreado en un cuadro se denomina pixel. El proceso de muestreo consigue el conjunto completo de parámetros necesario para representar una señal digital de vídeo, incluyendo pixels por línea, número de líneas por cuadro, relación de aspecto (aspect ratio), y la velocidad de cuadros/campos. Por ejemplo, el muestreo en la dirección horizontal nos proporciona el parámetro de pixels por línea, que define la resolución horizontal de una imagen. El muestro vertical nos determina la resolución vertical, indicada por el número total de líneas. El muestreo temporal determina la velocidad de cuadros o campos. Como se muestra en la tabla VI.3 y VI.4

PARAMETROS	CCIR 601 NTSC	CCIR 601 PAL
Pixels/Linea (L)	720	L720
Lineas/Imagen (L)	485	576
Frecuencia temporal	60 campos/s	50 campos/s
Relación de aspecto	4:3	4:3
Entrelazado	2:1	2:1

Tabla VI.3 Estándares TV

Pixels/Linea 640	640	512	800
Lineas/Imagen	480	480	600
PARAMETROS	VGA	TARGA	S-VGA
Frecuencia temporal	72	72	72
Entrelazado	1:1	1:1	1:1

Tabla VI.4. Estándares monitores

La migración hacia la tecnología digital ha estado acompañada por una evolución de los estándares de vídeo digital para varias aplicaciones. CCIR define el estándar para la industria de TV, mientras que VESA los define para la industria de las computadoras.

La solución lógica a este problema es la compresión digital. Compresión implica disminuir el número de parámetros requerido para representar la señal, manteniendo una buena calidad perceptual. Estos parámetros son codificados para almacenarse o transmitirse. El resultado de la compresión de vídeo digital es que se convierte a un formato de datos que puede transmitirse a través de las redes de comunicaciones actuales y ser procesadas por Computadores.

Para entender el proceso de compresión es importante reconocer las diferentes redundancias presentes en los parámetros de una señal de vídeo:

- ❖ Espacial
- ❖ Temporal
- ❖ Psicovisual
- ❖ Codificación

La redundancia espacial ocurre porque en un cuadro individual los píxeles cercanos (contiguos) tienen un grado de correlación, es decir, son muy parecidos (por ejemplo, en una imagen que muestre un prado verde bajo un cielo azul, los valores de los píxeles del prado serán muy parecidos entre ellos y del mismo modo los del cielo). Los píxeles en cuadros consecutivos de una señal también están correlacionados, determinando una redundancia temporal (si la señal de vídeo fuera un recorrido por el prado, entre una imagen y la siguiente habría un gran parecido). Además, el sistema de visión humano no trata toda la información visual con igual sensibilidad, lo que determina una redundancia psicovisual (por ejemplo, el ojo es más sensible a cambios en la luminancia que en la crominancia). El ojo es también menos sensible a las altas frecuencias. Por lo tanto, un criterio que toma mucha importancia es estudiar como percibe el ojo humano la intensidad de los píxeles para así, dar mayor importancia a unos u otros parámetros. Finalmente, no todos los parámetros ocurren con la misma probabilidad en una imagen.

Por lo tanto resulta que no todos necesitarán el mismo número de bits para codificarlos, aprovechando la redundancia en la codificación. Durante los últimos años han emergido diferentes estándares de compresión, incluyendo algunos propietarios, dirigidos a diversas aplicaciones con necesidades diferentes de velocidad. Por ejemplo, la recomendación ITU H.261, también conocida como el estándar px64 ha surgido para aplicaciones de vídeo conferencia. MPEG, Moving Picture Expert Group, es un comité del organismo ISO e IEC que es responsable de los estándares MPEG-1, MPEG-2, y los actuales MPEG-4 y MPEG-7 aún en fase de especificación. Los estándares MPEG son genéricos y universales en el sentido que simplemente especifican una sintaxis de la trama para el transporte de los datos obtenidos mediante los algoritmos de compresión de vídeo y audio, no estando definidos los procesos de compresión (lo que permite plena libertad en su realización).

➤ MPEG

En la especificación MPEG-1 y MPEG-2 existen tres partes diferenciadas, llamadas, Sistema, Vídeo y Audio. La parte de vídeo define la sintaxis y la semántica del flujo de bits de la señal de vídeo comprimida. La parte de audio opera igual, mientras que la parte Sistema se dirige al problema de la multiplexación de audio y vídeo en un único flujo de datos con toda la información necesaria de sincronismo, sin desbordar los buffers del decodificador. Adicionalmente, MPEG-2 contiene una cuarta parte llamada DSMCC (Digital Storage Media Command Control), que define un conjunto de protocolos para la recuperación y almacenamiento de los datos MPEG desde y hacia un medio de almacenamiento digital.

Vídeo

Examinaremos ahora la estructura de un flujo de vídeo no escalable para entender la compresión de vídeo. En el proceso, veremos como el algoritmo es realmente un conjunto de herramientas que individualmente explotan las diferentes redundancias. En el nivel más alto, el flujo de datos de vídeo consiste en secuencias de vídeo. MPEG-1 sólo soporta secuencias progresivas, mientras que MPEG-2 permite secuencias progresivas y entrelazadas. Cada secuencia de vídeo consiste en un número variable de grupos de imágenes (GOP, group of pictures). Un GOP contiene un número variable de imágenes y jugará un papel muy importante en el proceso de compresión. Figura VI.5. Grupo de imágenes.

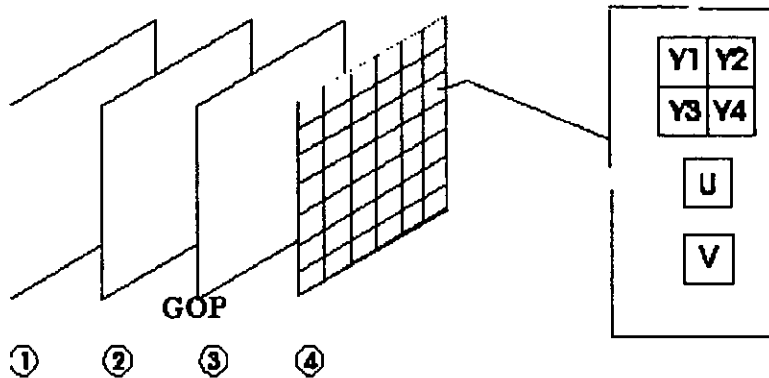


Figura VI.5 Grupo de imágenes

Una imagen puede ser un cuadro o un campo de una imagen (sólo en MPEG-2). A partir de este momento se hablará de imagen, cuadro o campo de forma indistinta. Matemáticamente, cada imagen es realmente una unión de los valores que representan a un pixel : una componente de luminancia y dos de crominancia ; es decir, tres matrices de pixels. Ya que el ojo humano no es muy sensible a los cambios de la región cromática comparada con la región de luminancia, las matrices de croma son decimadas o reducidas en tamaño por un factor de dos en ambas direcciones horizontal y vertical. Consecuentemente hay una cuarta parte de números de pixels de crominancia para procesar con los pixels de luminancia. Este formato, denominado formato (4 :2 :0), se emplea en MPEG-1. MPEG-2 adicionalmente permite la posibilidad de no decimar o sólo decimar horizontalmente la componente croma, consiguiente formatos 4 :4 :4 y 4 :2 :2 respectivamente.

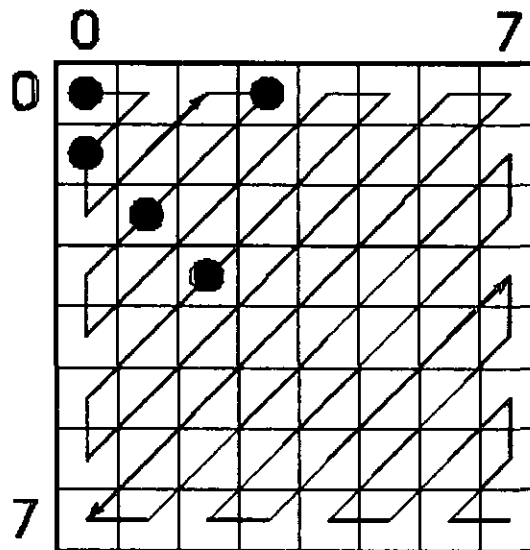
Las imágenes pueden clasificarse principalmente en tres tipos basados en sus esquemas de compresión.

- ❖ I (Intraframes) o intra cuadros
- ❖ P(Predictive) o cuadros predecidos
- ❖ B(Bi-directional) o cuadros bidireccionales

Las imágenes I son codificadas por ellas mismas, de ahí el nombre intra cuadros. La técnica de codificación para estas imágenes entra en la categoría de la codificación por transformada. Cada imagen se divide en bloques de pixels de 8x8 no solapados. Cuatro de estos bloques se organizan adicionalmente en un bloque mayor de tamaño 16x16, llamado macrobloque. La Transformada Discreta Coseno se aplica a cada bloque de 8x8 individualmente.

La transformada explota la correlación espacial de los pixels convirtiéndolos en un conjunto de coeficientes independientes. Los coeficientes de baja frecuencia contienen más energía que los de alta frecuencia. Estos coeficientes son cuantificados utilizando una matriz de cuantificación. Este proceso permite que los coeficientes de baja frecuencia (contienen gran energía) sean codificados con un número mayor de bits, mientras que para los coeficientes de mayor frecuencia (menor energía) se usan menos bits o cero bits. Los coeficientes de alta energía pueden eliminarse ya que el ojo carece de la habilidad de detectar cambios de alta frecuencia. Reteniendo sólo un subconjunto de los coeficientes reducimos el número total de parámetros necesarios para la representación en una cantidad considerable. El proceso es idéntico para los bloques de pixels de luminancia y crominancia. Sin embargo, ya que la sensibilidad del ojo humano a la luminancia y a la crominancia varía, las matrices de cuantificación para las dos varían. El proceso de cuantificación también ayuda en el control de velocidad, por ej. permitiendo al codificador producir un flujo de bits a una determinada velocidad. Los coeficientes DCT son codificados empleando una combinación de dos esquemas de codificación especiales : Run length y Huffman. Los coeficientes son escaneados siguiendo un patrón en zig-zag para crear una secuencia de una dimensión. MPEG-2 proporciona un patrón alternativo.

La secuencia resultante usualmente contiene un gran número de ceros debido a la naturaleza paso bajos del espectro DCT y del proceso de cuantificación, cada coeficiente diferente de cero se asocia con un par de punteros. Primero, su posición en el bloque que se indica por el número de ceros entre él y el coeficiente anterior diferente de cero (run length). Segundo, su valor.



● Non-Zero
DCT-Coefficients

Figura VI.6 Zig-Zag

Basado en estos dos punteros, se le asigna un código de longitud variable (Huffman) en función de una tabla predeterminada. Este proceso se realiza de forma que las combinaciones con una alta probabilidad consiguen un código con pocos bits, mientras que los poco habituales obtienen un código mayor. Adoptando esta codificación sin pérdidas, el número total de bits disminuye. Sin embargo, ya que la redundancia espacial es limitada, las imágenes I sólo proporcionan una compresión moderada. Estas imágenes son muy importantes para acceso aleatorio utilizado para fines de edición. La frecuencia de imágenes I es normalmente de una cada 12 o 15 cuadros. Un GOP está delimitado por dos cuadros I. En las imágenes P y B son donde MPEG proporciona su máxima eficiencia en compresión.

Esto lo consigue mediante una técnica llamada predicción basada en la compensación de movimiento (MC: Motion Compensation), que explota la redundancia temporal. Ya que los cuadros están relacionados, podemos asumir que una imagen puede ser modelada como una translación de la imagen en el instante anterior. Entonces, es posible representar de manera precisa o predecir los valores de un cuadro basándonos en los valores del cuadro anterior, estimando el movimiento. Este proceso disminuye considerablemente la cantidad de información.

En las imágenes P, cada macrobloque de tamaño 16x16 se predice a partir de un macrobloque de la anterior imagen I. Ya que, los cuadros son instantáneas en el tiempo de un objeto en movimiento, los macrobloques en los dos cuadros pueden no corresponder a la misma localización espacial. Por lo tanto, se debe proceder a buscar en el cuadro I para encontrar un macrobloque que coincida lo máximo posible con el macrobloque que se está considerando en el cuadro P. La diferencia entre los dos macrobloques es el error de predicción. Este error puede codificarse como tal o en el dominio DCT. La DCT del error consigue pocos coeficientes de alta frecuencia, que tras la cuantificación requieren un número menor de bits para su representación. Las matrices de cuantificación para los bloques de error de predicción son diferentes de las utilizadas en los intra bloques, debido a la distinta naturaleza de sus espectros. La distancia en las direcciones horizontal y vertical del macrobloque coincidente con el macrobloque estimado se denomina vector de movimiento.

Los vectores de movimiento representan la translación de las imágenes de los bloques entre cuadros. Estos vectores se necesitan para la reconstrucción y son codificados de forma diferencial en el flujo de datos. Se utiliza codificación diferencial ya que reduce el total de bits requeridos para transmitir la diferencia entre los vectores de movimiento de los cuadros consecutivos. La eficiencia de la compresión y la calidad de la reconstrucción de la señal de vídeo depende de la exactitud en la estimación del movimiento. El método para este cálculo no se especifica en el estándar y por lo tanto está abierto a diferentes implementaciones y diseños, aunque evidentemente existe una relación directa entre la exactitud de la estimación de movimiento y la complejidad de su cálculo.

Para los cuadros B, se utiliza la predicción de la compensación de movimiento y la interpolación usando cuadros de referencia presentes antes o después de ellos, donde las referencias pueden ser cuadros I y P. Como se muestra en la figura VI.7 Imágenes I, B Y P.

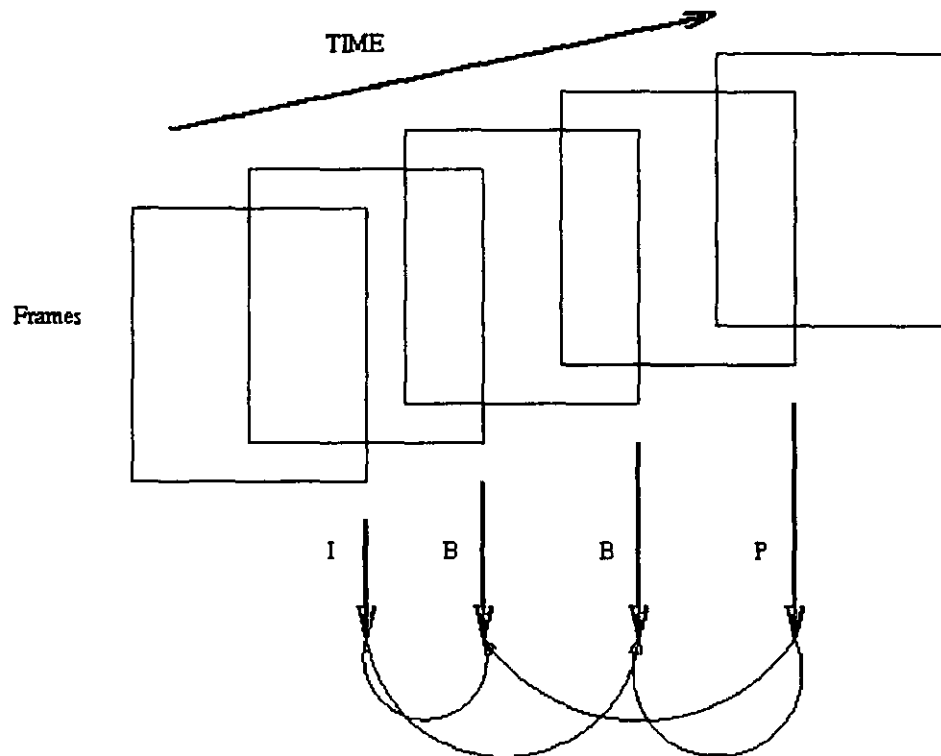


Figura VI.7 Frame de Interpolación

La predicción no es causal, ya que se usan cuadros anteriores y posteriores. Comparados con los cuadros I y P, los B proporcionan la máxima compresión. Otras ventajas de los cuadros B son la reducción del ruido debido a un proceso de promedio y el uso de cuadros posteriores para la codificación. Esto es particularmente útil para la codificación de "áreas descubiertas". Los cuadros B nunca se usan por sí solos para predicciones para no propagar errores. MPEG-2 permite MC para cuadros y campos. Para una secuencia de imágenes de variación lenta es mejor codificar los cuadros (combinando los dos campos, si es necesario). MC basada en campos es especialmente útil cuando la señal de video incluye movimientos rápidos.

Como hemos visto los algoritmos de compresión MPEG es una combinación inteligente de un número de diversas herramientas, cada una de ellas explota una redundancia concreta de la señal de video.

HERRAMIENTA	REDUNDANCIA
DCT	Espacial
Predicción de compensación de movimiento	Temporal
Codificación Run Length/ Huffman	Codificación
Codificación diferencial	Temporal

➤ MPEG-2

El estándar MPEG-2 es una evolución de MPEG-1, fue ideado para conseguir calidad no inferior a NTSC/PAL y superior a la calidad CCIR 601. Es un conjunto de herramientas de compresión que configuran varios algoritmos de compresión de vídeo, y por lo tanto de diferentes calidades, para integrarse en una única sintaxis capaz de aplicarse a los requerimientos de diferentes aplicaciones. Para definir subconjuntos de herramientas de compresión se añadieron los conceptos de nivel y perfil. Como regla general, cada perfil define un nueva colección de algoritmos que se añaden a los del perfil inferior. Un nivel especifica el rango de parámetros que soporta la implementación, por ejemplo, tamaño de la imagen, velocidad de cuadros o de transmisión.

En el perfil principal (MAIN Profile) define la compresión no escalable para fuentes de vídeo progresivas y entrelazadas, como una extensión de MPEG-1. En el perfil SIMPLE no se permite la codificación de cuadros B. Soporta las siguientes relaciones de aspecto 4 :3, 16 :9 y 2.21 :1 (cinemascope). Existen diferentes alternativas para poder ver imágenes 16 :9 o cinemascope en el formato estándar 4 :3.

El objetivo de los códigos escalables es proporcionar interoperabilidad entre diferentes servicios y soportar flexibilidad en cuando a receptores con capacidades diferentes de visualización. Por ejemplo, pueden existir receptores que no sean capaces de reconstruir la señal de vídeo con toda su resolución, y entonces decodifica un subconjunto de las capas en las que se codifica el flujo de bits, mostrando la señal de vídeo con una resolución espacial o temporal menor o con menor calidad.

NIVELES		PARÁMETROS		
Nivel	Muestras/línea	Líneas/cuadro	Cuadros/s	Max. Vel. Mbps
HIGH	1920	1152	60	80
HIGH 1440	1440	1152	60	60
MAIN	720	576	30	15
LOW	352	288	30	4

PERFIL	CARACTERÍSTICAS
MAIN	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta algoritmos de codificación no escalables para vídeo progresivo/entrelazado • Soporta predicción de cuadros B • Acceso aleatorio • Representación 4 :2 :0 YUV (4 :1 :1)
SNR Escalable	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta toda la funcionalidad de MAIN • Codificación escalable de SNR
Espacial Escalable	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta toda la funcionalidad de SNR Escalable • Codificación espacial escalable • Representación 4 :0 :0
HIGH	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta toda la funcionalidad del perfil Espacial escalable • 3 capas con modos de codificación escalable SNR y Espacial • Representación 4 :2 :2
SIMPLE	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta toda la funcionalidad de MAIN excepto la predicción de cuadros B

A la hora de almacenar vídeo, un método que incrementa de forma significativa la eficiencia de la compresión MPEG es la utilización de una velocidad variable de bits (VBR, Variable Bit Rate).

Este método ofrece la posibilidad de adaptar la velocidad utilizada por el codificador a la complejidad de la imagen en segmentos de 25 ms. Por ejemplo, imágenes simples necesitarán una velocidad instantánea de bits baja, mientras que una compleja demandará una velocidad mayor. Por el contrario si utilizamos una velocidad constante (FBR, Fixed Bit Rate), esta será aquella necesaria para codificar la imagen más compleja y por lo tanto en el resto de casos se desperdiciará espacio. La codificación a velocidad constante es inherentemente un subconjunto de la codificación VBR, por lo que todos los decodificadores soportarán FBR, siendo VBR opcional.

➤ EL ESTÁNDAR H.261

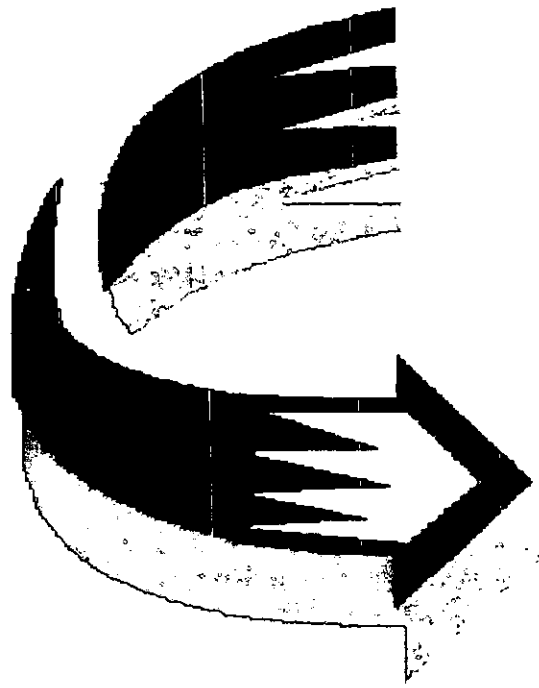
El estándar H.261 fue desarrollado (antes que MPEG) para satisfacer la compresión de vídeo para transmisiones de bajo ancho de banda y su aplicación más extendida es la de videoconferencia. Conocido también como p x 64, es considerado como un compresor del tipo lossy (con pérdida) que soporta velocidades de transmisión múltiplos de 64 Kbps, de ahí su gran difusión en videoconferencia sobre RDSI. Consta básicamente de cinco etapas: una etapa de compensación del movimiento, una etapa de transformación (DCT), una etapa de cuantificación "lossy" (con pérdidas) y dos etapas de codificación del tipo sin pérdidas (codificación run-length y codificación de Huffman). Se puede considerar como un subconjunto de la codificación MPEG, evidentemente, con una calidad bastante inferior aunque útil para sus aplicaciones.

➤ JPEG

Es un estándar ISO aprobado en 1992 para la compresión de imágenes fijas con y sin pérdida de información inicialmente, el estándar se desarrolló para facilitar la transmisión y almacenamiento de archivos de imágenes estáticas. Una imagen de alta resolución y de alta calidad fácilmente pueden necesitar 75 Mbytes ó más de espacio en disco.

Nota:

Las Normas del vídeo se encuentran en el libro Azul de Comunicaciones, que corresponden a las recomendaciones de la serie H e I.



GLOSARIO

Amplificador. Instrumento que aumenta la amplitud de una señal un amplificador normalmente se refiere a la amplificación de señales análogas. El proceso de amplificación análogo no discrimina entre señal y ruido.

ATM. Es una tecnología de red, que transfiere paquetes de datos para el posterior reenvío de diferentes tipos de información (vídeo, datos, voz)

Alineación de trama (frame alignment). Estado en el cual la trama del equipo receptor está sincronizada con la trama de la señal recibida.

Amplitud. Se refiere al tamaño de una señal analógica, es decir el desplazamiento máximo entre el estado de equilibrio y el punto más alto de la señal. Es una medida indirecta de la potencia o fuerza de la señal (el cuadrado de la amplitud es proporcional a la potencia). La potencia de la señal es directamente proporcional a la energía de la señal. El ruido modifica la amplitud de una señal así como si forma.

Ancho de banda. Es el rango (las frecuencias comprendidas entre dos límites) de las frecuencias que se pueden pasar a través de un canal de comunicación. Se expresa en términos de la diferencia entre el límite de la frecuencia alta y el límite de la frecuencia baja. El ancho de banda de una línea telefónica, por ejemplo, es 3,000 hertz porque el límite bajo es 300 hertz y el límite alto es de 3,300 hertz. $3,000 = 3,300 - 300$. En un circuito digital, el ancho de banda representa la habilidad máxima del circuito para mover bits por unidad de tiempo. Se expresa en bits por segundo.

Anisócrono (anisochronous). Característica esencial de una escala de tiempo o de una señal en virtud de la cual los intervalos de tiempo entre instantes significativos consecutivos no tienen necesariamente la misma duración, o duraciones que son múltiplos enteros de la duración mas corta.

Atenuación. Es una medida de la pérdida de potencia de señal de una red o línea de transmisión.

Banda ancha. Una tecnología de comunicación, que utiliza las frecuencias de radio en un cable; normalmente, un cable de ancho de banda se comparte con otras redes o servicios así como la televisión o teleconferencias.

Banda base. Una tecnología de comunicación, que utiliza una frecuencia eléctrica para representar los datos; algo parecido a encender y apagar el contacto de la luz.

Banda. Se refiere al rango de frecuencias entre dos límites, uno límite bajo y otro alto. Por ejemplo, se dice que la banda de voz es entre 300 y 20.000 Hz.

Binario. Es el nombre del sistema numérico de base 2.

Bit. Es la parte más pequeña de la información binaria. Una especificación de uno de los dos posibles estados.

Bloque : Grupo de caracteres Que son enviados juntos sobre una conexión lógica ("data link"), generalmente se emplea una comunicación síncrona.

GLOSARIO

Bps. Bits por segundo se refiere a la velocidad a la que la información es enviada sobre una conexión lógica. ("data link").

Brouter. dispositivo que combina las funciones de un puente (bridge) y un "router". Los brouters pueden encaminar uno o más protocolos tales como TCP/IP y NS y proveer un puente para todo tráfico de datos. Contrata con "bridge", "router" y "gateway".

Bsc. (Binary Synchronous Communications): Comunicación Sincrona Binaria, es un protocolo de IBM orientado al carácter. También llamada comunicación Bisicrona (SBC). Este protocolo es uno de los dos más utilizados para la decodificación de datos para transmisión entre dispositivos en los sistemas de computador IBM. Los caracteres están unidos en un paquete llamando "Frame" o marco que tiene dos bits de sincronización. El protocolo más moderno es SDLC.

Byte. Se le llama así a un grupo de bits que tiene un significado singular por ejemplo, un byte puede representar un carácter, generalmente, un byte representa ocho bits.

Cable coaxial. Es u tipo de cable donde el conductor (alambre) que lleva la señal esta completamente rodeado por el conductor "Ground"(llamado escudo o trenza). El cable coaxial provee un ambiente de alta velocidad y mínima distorsión para las señales.

Cable de fibra óptica. Cable que consiste en uno o varios cabos de fibra de vidrio que transportan datos transmitidos en forma de luz. El cable de fibra óptica puede transmitir datos a distancias relativamente largas y no es afectado por radiación electromagnética, como sucede con el cable convencional.

Cableado. Medio para conectar físicamente los nodos de una red, y sobre el que se transfieren los datos como series de señales eléctricas.

Canal, canal de transmisión (Channel transmisión channel). Medio de transmisión unidireccional de señales entre dos puntos. Varios canales pueden compartir un trayecto común; por ejemplo, a cada canal puede atribuirse una determinada banda de frecuencias o un determinado intervalo de tiempo. La expresión puede venir calificada por la naturaleza de las señales transmitidas, por la anchura de banda, por la velocidad binaria o por una designación arbitraria.

CATV. Community Antenna TeleVision): red de televisión por cable.

CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique).

Comité Consultativo Internacional de Telegrafía y Telefonía.

CCITT X.25. Estándar internacional que define protocolos de comunicación de paquetes (packet-switched communication") para redes privadas o publicas.

CDDI (COPPER DISTRIBUTED DATA INTERFACE). FDDI con cable UTP de categoría 5

Circuito de decisión (decisión circuit). Circuito que decide el valor probable de un elemento de señal digital recibida.

GLOSARIO

Códec (codec). Combinación de un codificador y un decodificador que funcionan en sentidos opuestos de transmisión en el mismo equipo.

Codificación (encoding). Generación de una palabra de código que representa un valor cuantificado

Código de impulsos (pulse code). Conjunto de reglas que da la equivalencia entre cada valor cuantificado y la palabra de código correspondiente.

Código de inversión de marcas alterna modificado (modified alternate mark inversión code). Código de línea basado en un código de inversión de marcas alternada en el cual las violaciones de inversión de marcas alternada se producen de acuerdo con un conjunto definido de reglas.

Código de inversión de marcas alternada (codigo MIC) (alternate mark inversión code MIC). Código de línea que emplea una señal ternaria para transportar dígitos binarios, en el cual los unos binarios consecutivos están representados por elementos de señal cuya polaridad alterna normalmente entre positiva y negativa pero tienen la misma amplitud, y los ceros binarios están representados por elementos de señal de amplitud nula.

Código de línea (line code). Código elegido de modo que convenga a las características de un canal y que define la equivalencia entre un conjunto de dígitos presentados para su transmisión y la correspondiente secuencia de elementos de señal transmitidos por ese canal.

Comunicación. Transferencia de información desde un lugar a otro.

Convertidor paralelo/serie (parallel to serial convertte). Dispositivo que convierte un grupo de elemento de señal, todos los cuales se presenta al mismo tiempo, en una secuencia correspondiente de elementos de señal consecutivos.

Convertidor serie/paralelo (serial to parallel convertte). Dispositivo que convierte una secuencia de elementos de señal consecutivos en un grupo correspondiente de elementos de señal, todos los cuales se presentan al mismo tiempo.

Cuantificación (quantizing). Proceso en el cual una gama continua de valores se divide en un número de los intervalos adyacentes y cualquier valor que caiga dentro de un intervalo determinado se representa por un valor único predeterminado dentro de ese intervalo.

CHANNEL (CANAL). También se le denomina circuito de línea, "path". Es un medio, físico o lógico para mover datos en una dirección . Un canal puede ser SIMPLEX si los datos en envían siempre en una sola dirección o HAL DUPLEX si se envía información en ambas direcciones alternamente. Dos canales se pueden combinar para proveer transmisión FULL DUPLEX. Frecuentemente nos referimos a estos dos canales como un canal FULL DUPLEX.

DAS (DUAL ATTACH STATION). Estación conectada a los dos anillos de FDDI

DATASET. Se refiere a un módem

Decodificación (decoding). Generación de muestras reconstruidas

Demodulador. El proceso en donde señales de datos se remueven de las señales portadoras. La modulación se lleva a cabo en la porción de recepción de los módem

Digital. Información en forma discreta o cuantizada; no continua.

Dígito (digit). Elemento tomado de un conjunto finito. En transmisión digital, un dígito puede estar representado por un elemento de señal, caracterizado por su naturaleza dinámica, su estado discreto y su posición discreta en el tiempo; por ejemplo, por un impulso de amplitud y duración especificadas. En los equipos utilizados para la transmisión digital, un dígito puede representarse por una condición almacenada, caracterizada por un estado físico especificado; por ejemplo, un estado magnético binario de un núcleo de ferrita. En la numeración de aparatos telefónicos de abonado, un dígito en cualquiera de las cifras 1, 2, 3...9 ó 0 que constituye los elementos de un número telefónico.

Distorsión. Cualquier cambio indeseado a una señal que pueda alterar su forma original.

DNA. (DIGITAL NETWORK ARCHITECTURE). Arquitectura de redes digital, defina por digital

Duplex. Cuando se envía información en ambas direcciones a la vez sobre un "data link". Frecuentemente llamado Full-Duplex para Distinguirlo del Half-Duplex.

Enlace Digital, enlace de transmisión digital (digital link, digital transmisión link). La totalidad de medios de transmisión digital de una señal digital de velocidad especificada, entre dos repartidores digitales. El termino siempre se aplica a la combinación de los sentidos de transmisión de ida y retorno amenos que se indique lo contrario.

Error, error digital (error, digital error). Discrepancia entre un dígito de la señal digital emitida y el dígito correspondiente de la señal digital recibida.

Ethernet. Estándar de red que usa CSMA/CD y una velocidad de transferencia de datos de 10 Mbps. Suele llamarse IEEE 802.3, Ethernet viaja sobre cableado coaxial grueso , coaxial delgado y par trenzado sin blindaje

Fase. El tiempo o ángulo de retraso de una señal con respecto a alguna posición de referencia

FCC (Federal Communications Commission). Comisión Federal de Comunicaciones. Agencia de Gobierno de los E.U.

FDM (Frequency Division Multiplexing). Multiplexaje de División de Frecuencia. Es decir un multiplexaje o envío simultaneo de varias señales por el mismo medio

Fibra Optica. Un cable que utiliza frecuencias de luz como transmisor de datos; uno de los cables más rápidos y menos sensibles a interferencias

HEC (Header Error Control). Control de error de cabecera CRC de la cabecera de una celda ATM

GLOSARIO

Formato: La relación ancho/alto de una imagen bidimensional, como pueda ser la televisión

Frecuencia. El número de ciclos de una señal de corriente alterna por unidad de tiempo.

Gateway. Una interconexión mediante pasarela se utiliza para conectar dos o más tipos de redes diferentes.

GBPS. Gigabits Por Segundo a billones americanos (miles de millones) de bits por segundo.

Grupo digital primario (primary digital group). Conjunto de señales digitales que ocupan un número especificado de intervalos de tiempo de canal ensambladas mediante multiplexación digital para formar una señal compuesta que tiene una velocidad digital de 2048 Kbits/s ó 1544 Kbits/s.

Grupo primario MIC (primary PCM group). Conjunto de señales MIC que ocupan un número específico de intervalo de tiempo de canal ensambladas mediante multiplexación digital para formar una señal compuesta que tiene una velocidad digital de 1544 Kbits/s o 2048 Kbits/s en ambos sentidos de transmisión. Grupo primario μ – Grupo primario MIC derivado de equipos múltiplex MIC a 1544 Kbits/s. Grupo primario A – Grupo primario MIC derivado de equipos múltiplex MIC a 2048 Kbits/s.

HDLC. (High-level Data Link Control): Protocolo de control a nivel de Enlace de Datos de alto nivel. Estandarización ISO del protocolo a nivel de enlace SDLC.

IEEE (Institute Of Electrical and Electronic engineers). Instituto de ingenieros eléctricos y electronicos, es una asociación profesional que define estándares y especificaciones.

Infrarrojo. Una tecnología que usa ondas electromagnéticas para LANs inalámbricas.

Instante significativo, instante significativo de una señal digital (significant instant, significant instant of a digital signal). Instante en el que comienza un elemento de señal en una señal discretamente temporizada.

Internet. Colección de redes de telecomunicación que incluye ARPnet, MILnet, y NSFnet (National Science Foundation net). Internet usa protocolos TCP/IP.

Intervalo de tiempo, sector de tiempo, celda de tiempo (time slot). Cualquier intervalo que aparece cíclicamente y que es posible identificar y definir sin ambigüedad.

ISO. Organización de Estándares Internacionales

Isócrono (isochronous). Característica esencial de una escala de tiempo o de una señal en virtud de la cual los intervalos de tiempo entre instantes significativos consecutivos tienen la misma duración, o duraciones que son múltiplos enteros de la duración más corta.

ISDN (Integrated Services Digital Network). Un estándar de Telecomunicaciones, cuya función es el envío de comunicaciones digitales, vídeos y datos a través de la red telefónica pública existente

Justificación <relleno de impulsos> (justification stuffing, pulse stuffing). Operación que consiste en modificar de forma controlada la velocidad digital de una señal digital, de modo que se adapte a una velocidad digital distinta de la suya propia, usualmente sin pérdida de información.

Justificación negativa (negative justification). Método de justificación en el cual los intervalos de tiempo de dígito utilizados para transportar una señal digital tienen una velocidad digital que es siempre inferior a la de la señal original

Justificación positiva/nula/negativa (positive/zero/negative). Método de justificación según el cual los intervalos de tiempo de dígito utilizado para transportar una señal digital tiene una velocidad digital que puede ser superior, igual o inferior a la de la señal original.

KBPS. Kilo Bits Por Segundo, se refiere a miles de bits por segundo.

LAN inalámbricas. Una LAN que no usa cable como medio de comunicación. La mayoría de las LAN inalámbricas usan señales de radio para comunicarse con otros nodos.

Led. Diodo emisor de Luz

Línea. Usualmente se refiere a un circuito de comunicación

Longitud de Onda. La distancia que hay entre dos picos sucesivos de una onda senoidal de energía propagándose a la velocidad de la luz (300 000 000 metros por segundo)

MAC. Medida Access Control, Especificación de datos del modelo OSI, CSMA y Token Ring son Ejemplos de MACS.

Módem. Modulador/Demodulador es un convertidor de señales. Un dispositivo que convierte señales de datos digitales y binarias a una señal compatible con el medio que se está utilizando.

Modo de transferencia asíncrona (ATM). Método de transmisión de datos que transmite paquetes de longitud fija sobre una red de celdas conmutadas, proporcionada por una compañía telefónica. El ATM puede transmitir voz, vídeo y datos a velocidades de hasta 2.2 Gbps. (1,000,000,000 bps). El ATM es considerado la solución para las comunicaciones WAN de alta velocidad.

Modulación por impulsos codificados diferencial MICD (differential pulse code modulation DPCM). Proceso En el cual se muestrea una señal, y la diferencia entre las muestras de esta señal y sus valores estimados se cuantifica y convierte por codificación en una señal digital.

Modulación Delta (delta modulation). Forma de modulación MICD en la que sólo el signo de la diferencia entre cada muestra y su valor previsto es detectado y codificado por un solo bit.

Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa, MICDA (adaptative differential pulse code modulation, ADPCM). Forma de MICD que utiliza cuantificación adaptativa.

Modulación. Proceso mediante el cual se sobre impone una señal de datos a una señal portadora de manera que la información pueda ser transportada sobre un medio que normalmente es incompatible con la señal de datos. Por ejemplo, un módem convencional se usa para transmitir señales de datos sobre una línea telefónica que normalmente se usa para la transmisión de voz.

Muestra (sample). Valor de una característica particular de una señal en un instante elegido, derivado de una parte de esa señal.

Muestreo (sampling). Proceso que consiste en tomar muestras, normalmente a intervalos de tiempos iguales.

Multiplexación por división en el tiempo (time-division multiplexing). Multiplexación en el cual se entrelazan en el tiempo dos o más señales para su transmisión por un canal común.

Multiplexor digital (digital multiplexer). Equipo que combina mediante multiplexación por división el tiempo dos ó más señales digitales afluentes para formar una señal digital compuesta única.

Multiplexor. El Multiplexor llamando MPX, es también conocido como Concentrador (de líneas). Es un dispositivo que acepta varias líneas de datos a la entrada y las convierte en una sola línea corriente de datos compuesta y de alta velocidad. Esto hace la función de transmitir "simultáneamente" sobre un mismo medio varias señales. No hay que confundir con el multiplexor "hardware" (llamado MUX) cuya función es la de seleccionar entre varias entradas una de ellas a la salida. Frecuentemente el Multiplexor está unido a otros dispositivos como un módem.

Multitrama (multiframe). Conjunto cíclico de tramas consecutivas en el cual se puede identificar la posición relativa de cada una de ellas.

Octeto(octet). Grupo de ocho dígitos binarios o de 8 elementos de señal que representa dígitos binarios, manejados como una entidad.

Isócrono (isochronous). Característica esencial de una escala de tiempo o de una señal en virtud de la cual los intervalos de tiempo entre instantes significativos consecutivos tienen la misma duración, o duraciones que son múltiplos enteros de la duración más corta.

Par trenzado. Es un cable popular y barato, que generalmente se utiliza en el cableado de teléfonos; utiliza un par de hilos trenzados el uno sobre el otro, que minimizan las interferencias eléctricas

Par trenzado sin blindaje (UTP). El cable usado en la aplicación de Ethernet 10Base-T

PCM. Siglas para Pulse Code Modulation. Método común de digitalizar la señal de la voz. Se requiere un ancho de banda de 64 Kilobytes por segundo para un canal de voz digitalizada.

GLOSARIO

PHASE JITTER (FASE AGITADA). se le llama así al cambio que sufre la fase en la señal portadora ocasionado por las distorsiones normales que ocurren en las líneas de comunicación. Se esta agitación o temblor en la fase es muy severo, puede surgir una mala interpretación de datos en un módem y ocasionar errores es la transmisión de los datos.

Plesiócrono (plesiochrous). Característica esencial de una escala de tiempo o de una señal en virtud de la cual sus instantes significativos correspondientes se presentan con la misma cadencia nominal, y cualquier variación de esta cadencia se mantiene dentro de límites especificados.

Protocolo. Este es el procedimiento (conjunto de pasos, mensajes, forma de los mensajes y secuencias) que se utilizan para mover la información de una localización a otra sin errores.

Ráfaga o estallido de paquetes. Técnica para mejorar el rendimiento de una red, que permite el envío por la red de varios paquetes de información sin esperar la verificación, por parte del nodo receptor, de que el paquete ha sido recibido.

Recuperación de la temporización –extracción de la temporización- (timing recovery – timing extraction-). Obtención de una señal de temporización a partir de una señal recibida.

Red de área amplia (WAN). Son dos o más LAN conectadas a servicios de la compañía telefónica u otro método de comunicación, como fibra óptica, rayos infrarrojos, microondas o satélites. Las WAN no están limitadas geográficamente en tamaño, como sucede con las LAN, pero por lo general trabajan a velocidades menores que éstas.

Red de área local (LAN). Sistemas de comunicación de alta velocidad que conecta microcomputadoras o PC que están físicamente cercanas (por lo general en el mismo edificio).

Red. Dos o más computadoras conectadas en forma tal para permitir que se compartan información y recursos.

Regeneración (regeneration). Proceso que consiste en recibir una señal digital y reconstruirla, de manera que las amplitudes, formas de onda y temporización de sus elementos de señal estén comprendidas dentro de límites establecidos.

Reloj (clock). Equipo que proporciona una señal de temporización.

Reloj de referencia (reference clock). Reloj de estabilidad y exactitud muy grande que puede ser completamente autónomo y cuya frecuencia sirve de base de comparación para la frecuencia de otros relojes.

Reloj maestro (master clock). Reloj que se utiliza para controlar la frecuencia de otros relojes.

Relleno digital <complementación digital> (digital filling digital padding). Adición de elementos de señal, en intervalos regulares, a una señal digital para elevar su velocidad digital d su valor original a un valor superior predeterminado.

GLOSARIO

Repetidor. Dispositivo que amplifica y retransmite la señal de la red, permitiendo segmentos de cable de red más largos.

Ruido. Cualquier señal no deseada que no estaba presente en la información original transmitida.

Ruteador. Dispositivo que conecta redes que usan la misma capa de protocolos de red (nivel 3), como TCP/IP o IPX. Los ruteadores tienen la capacidad de conectar redes que usan diferentes topologías lógicas, como Ethernet y Token Ring.

Sección radiodigital (digital radio section). Sección digital realizada por un sistema radio-relevador.

SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Jerarquía Digital Síncrona.

Señal digital n-aria (n-ary digital signal). Señales digitales en las que cada elemento de señal tiene uno de n valores discretos permitidos.

Señal (signal). Fenómeno físico, una o varias de cuyas características pueden variar para representar información.

Señal Analógica (analogue signal.) Señal, una de cuyas magnitudes características sigue continuamente las variaciones de otra magnitud física que representa información.

Señal de alineación de trama (frame alignment signal). Señal distintiva insertada en cada trama o una vez en cada n tramas, que ocupa siempre la misma posición relativa dentro de la trama y se utiliza para establecer y mantener la alineación de trama.

Señal de indicación de alarma SIA (alarm indication signal AIS). Señal utilizada para sustituir a la señal de tráfico normal cuando se ha activado una indicación de alarma de mantenimiento.

Señal de temporización (timing signal). Señal cíclica utilizada para controlar la temporización de las operaciones.

Señal Digital. Señal discontinua, cuyos varios estados están separados por intervalos variables.

Señal discretamente temporizada (signal discret, signal temporel discret). Señal, compuesta de elementos sucesivos en el tiempo, cada uno de los cuales tiene una o más características que puede representar información, por ejemplo, su duración forma de onda y amplitud.

Servidor. Un dispositivo de red que ofrece servicios a un PC cliente; por ejemplo, acceso a ficheros, cola de impresión, o acceso remotos.

Servicio en líneas. Servicio conectado a una computadora por un módem y el software de comunicación que proporciona información, como noticias, el clima, enciclopedias, y otros servicios como reservaciones en aerolíneas, cotizaciones de bolsa, etc.

GLOSARIO

Servicios de tiempo compartido. Servicio por el cual varias terminales pueden acceder a una computadora hosts (anfitriona) para efectos de procesamiento de datos.

Sincronización (synchronization). Proceso de ajustar los instantes significativos correspondientes de dos señales para hacerlas sincrónicas.

Síncrono (synchronous). Característica esencial de una escala de tiempo o de una señal en virtud de la cual sus instantes significativos correspondientes se presentan con exactamente la misma cadencia media

.STP (Shielded Twisted Pair). Par trenzado apantallado mediante malla de Cobre

Subtrama (subframe). Secuencia de segmentos de tiempo no contiguos dentro de una trama, cada uno de los cuales aparece a n veces la velocidad de repetición de trama, siendo n un número entero > 1 .

TDM (Time Division Multiplexing). Multiplexación por División de Tiempos

T1 Fraccional. Una línea T1 estándar de 1.544 Mbps dividida en incrementos de 64 Kbps. Es un servicio proporcionado por la compañía telefónica.

T1. Servicio proporcionado por la compañía telefónica para las WAN y que proporciona hasta 24 canales de 64 Kbps de velocidad para un total de 1.544 Mbps.

Tarjeta de interfaz en red (NIC). La interfaz de hardware entre la red y la computadora. La NIC se enchufa en una de expansión de la computadora.

Tasa de errores <proporción de errores> (error ratio <error rate>). Razón del número de dígitos erróneos recibidos en un periodo especificado al número total de dígitos recibidos en el mismo periodo.

Telecomunicaciones (telecommunication). Toda transmisión y/o emisión y recepción de señales que representan signos, escritura, imágenes y sonidos o información de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

Telnet. El protocolo TCP/IP para emulación de terminal

Trama (frame). Conjunto cíclico de intervalos de tiempo consecutivos en el cual se puede identificar la posición relativa de cada uno de ellos.

Trama. Es el intervalo existente entre dos muestras de un mismo canal y en ellos se intercalan las de los otros canales del sistema ó corresponde a una vuelta del muestreador por todos los canales

Transmisión (transmission). Acción de transportar señales de un punto a uno o varios otros puntos. La transmisión puede efectuarse directa o indirectamente, con o sin almacenamiento intermedio. El empleo de la palabra (transmisión) en el sentido de (emisión) esta desaconsejado.

Transmisión digital (digital transmission). Transmisión de señales digitales por medio de uno ó más canales que pueden adoptar en el tiempo uno cualquiera de un conjunto definido de estados discretos.

Valor cuantificado (quantized value). Valor discreto único utilizado para representar cualquier valor en un determinado intervalo de cuantificación.

Valor cuantificado (quantized value). Valor discreto único utilizado para representar cualquier valor en un determinado intervalo de cuantificación.

Velocidad de muestreo (sampling rate). Número de muestras tomadas de una señal por unidad de tiempo.

Velocidad digital (digit rate). Número de dígitos por unidad de tiempo.

Velocidad digital de línea <velocidad de símbolos> (line digit rate <symbol rate>). Número de elementos de señal de línea transmitidos por unidad de tiempo. El baudío se utiliza generalmente para cuantificarlo; un baudío es igual a un elemento de señal por segundo. Velocidad de modulación es el término utilizado en telegrafía y comunicación de datos; es la inversa de la duración del intervalo unitario.

Velocidad binaria equivalente (equivalent bit rate). Valor medio de la velocidad binaria estrictamente necesaria para transportar la misma información en el mismo tiempo que en una determinada señal digital a una determinada velocidad digital

X.25. Un estándar Wan de protocolos y formatos de mensajes; se utiliza para tener acceso a una red de datos pública

CONCLUSION

De acuerdo al trabajo desarrollado podemos decir que hemos cumplido con el objetivo mencionado. Lo cual fue mostrar las tecnologías y aplicaciones, para el apoyo académico dentro de las Comunicaciones Digitales ya que estamos seguras que será de gran utilidad para quien haga uso de la información.

Los temas que se desarrollaron son de gran interés para entender los métodos de las Comunicaciones Digitales, que en la actualidad juegan un papel importante para el intercambio de información por medios electrónicos, ya que la telefonía es la principal, en el intercambio de información que ha sido un servicio que ha incorporado a las tecnologías, en la conectividad en el mundo para satisfacer la exigencia y confiabilidad en la transmisión y recepción de las señales.

Llevándose a cabo por los medios de transmisión mencionados en el cual notamos que la fibra óptica es la más eficaz, ya que utiliza más ancho de banda y su velocidad es mayor, pero su costo es alto, esto implica que las redes telefónicas y las redes computacionales tengan tareas en común en voz, datos e imagen, en un mismo canal, facilitando la transportación de información por medio de la modulación digital que implica cambiar sus parámetro como son: amplitud, frecuencia y fase para tener mejor calidad en la recepción, destacando los procesos PCM y TDM que su función es la conversión de señales analógicas a digitales por lo que se esta dando una nueva tecnología ISDN por sus siglas en ingles, RDSI en español (Red digital de servicios integrados) que es completamente digital. Al aumentar la demanda de procesar y obtener información, se han mejorado las técnicas de datos, creando así, los grandes avances de la tecnología informática basándose en el estándar ISO que dio seguimiento a los protocolos (X.25, Frame Relay y ATM), logrando así la compatibilidad.

Por ultimo la compresión de vídeo surgió de la necesidad de enviar imágenes por un formato que se encargara de comprimirla para no saturar el ancho de banda permitido, y tener una mayor velocidad sin saturar o bloquear los equipos.

Por lo tanto concluimos que si es importante que las telecomunicaciones que se manejen en el ámbito académico deben ser actualizados para que halla una buena congruencia con la teoría y la práctica.

BIBLIOGRAFÍA



Comunicaciones Modernas de Datos

Autor: William P. Dauenport.
Editora: McGraw Hill



Electrónica Digital

Autor: C. E. Strangio
Editorial: Interoamericana



Fundamentos para procesamiento y transmisión de datos

Autor: Rafael Sánchez L.
Editorial. Alfa Omega 1993



Introducción a la teoría y Sistemas de Comunicación

Autor: B.P Lathi
Editorial: Limusa.



Interfaces, modems protocolos, redes y normas

Autor: José M. Huidobro
Editorial: Paraninfo



Introducción a los sistemas de Telecomunicaciones

Autor: P.H. Smale
Editorial: Trillas



Las nuevas Tecnologías de Comunicaciones

Autor: Richard Morgenstern



Módems

Autor: Manuel González de la Garza
Editora: Prentice Hall Hispanoamericana



Módems a su alcance

Autor: David Hakala
Editora: McGraw Hill



Sistemas Digitales y Analógicos, transformada de Fourier, Estimación espectral

Autor: Athanasios Papoulis
Editorial: Marcombo



Sistemas de Comunicaciones por Fibras Opticas

Autores: Hilberto Jardon Aguilar, Roberto Linares y Miranda



Televisión en Color

Autor: Francisco Riuz Vassallo

Editorial: Ceac. Perú



Video Digital Internacional

Autor: John Watkinson

Editorial: Thomson



Revista:

Red y comunicaciones para computadores

Autores: Gustavo Rueda S. y Jesús Rueda S.

Editorial Codesis



Direcciones Internet Visitadas:

<http://www.compaq.com/athome/presariohelp/sp/modems/modwork2.html>

<http://www.ibw.com.ni/~alanb/modem/cinco1.html>

<http://www.inf.unitru.edu.pe/docs/telep/cap5/index.html#modula>

<http://www.t1magazine.com>

<http://www.telcor.com.mx/español/>

<http://www.monografias.com>

<http://www.usr.com/>