

86
2es.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**INTEGRACIÓN DE SERVICIOS DE
TELECOMUNICACIONES EN UNA
RED DE T.V. POR CABLE**

T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
(ÁREA ELECTRÓNICA)

P R E S E N T A N:
BERNARDO DE LA ISLA O'NEILL
MARCO ANTONIO MARTÍNEZ LARA



DIR. ING. MARIO IBARRA PEREYRA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CD. UNIVERSITARIA.

MAYO 1998

260415



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a todos los que nos han acompañado para llegar hasta aquí:

A Dios por darnos la vida y ser el guía en el camino de la vida.

UNAM, Facultad de Ingeniería y profesores por haber sido la base de nuestra formación profesional.

A nuestra familia por el apoyo, paciencia y confianza que nos tuvieron.

Agradecimiento especial al Ing. Mario Ibarra Percyra por la gran ayuda ofrecida para la culminación de este trabajo.

Silvia Zamora, Alvaro Martín y Arturo Rodríguez por su desinteresado apoyo para la realización de esta tesis.

Ing. Jaquelina López Barrientos por creer en nosotros.

A los amigos con los cuales hemos aprendido a crecer.

Y para todos aquellos que ya no están presentes pero son parte esencial de lo que somos Matilde Maciel Curiel, Francisco de la Isla Veraza y Mauricio Cruz.

-Servicios ofrecidos.....	18
-Problemas de operación y mantenimiento.....	19
I.1.4 Tabla comparativa.....	19
I.2 Topologías.....	20
Redes :.....	20
-Red en anillo.....	21
-Red en estrella.....	22
-Red en árbol.....	22
-Red en bus.....	23
I.3 Conclusiones.....	24
II EVOLUCIÓN DE SERVICIOS.....	25
· II.1 Necesidades actual y futura del cliente.....	28
II.2 Evolución del mercado.....	30
II.3 Tiempo estimado de introducción.....	34
III ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE ACCESO.....	37
III.1 Alámbricas.....	39
-ISDN.....	39
-PON.....	43
-SDH.....	45
-HFC.....	52
-HDSL.....	57
-ADSL.....	62
III.2 Inalámbricas.....	66
-PCS.....	66
-MMDS.....	72
-LMDS.....	75

IV SUPERVISIÓN Y MONITOREO DEL DESEMPEÑO.....	79
IV.1 Evaluación del desempeño.....	81
IV.2 Prevención de fallas	84
IV.3 Tiempos de respuesta	86
V PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN PROPUESTA.....	87
V.1 Introducción.....	89
V.2 Planteamiento del problema.....	89
V.3 Solución del problema.....	92
TECNOLOGÍA Y FABRICANTES.....	97
CONCLUSIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	107
GLOSARIO.....	113
APÉNDICE A.....	A
APÉNDICE B.....	B

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En esta tesis se realiza un análisis de las nuevas tecnologías de comunicación digital y de las tradicionales también; se pretende asociar a ambas para lograr un mejor funcionamiento, mayor variedad de servicios y bajo costo para el cliente.

Esta tesis inicia con la descripción física, características y topologías del par torcido, cable coaxial y fibra óptica; que son los medios físicos tradicionales para que los usuarios obtengan los servicios de telecomunicaciones.

La importancia de cada tecnología depende de su costo, calidad y cantidad de servicios ofrecidos. Visto como una jerarquía diremos que el medio de transmisión más limitado en cuanto a las características anteriores es el par torcido, debido a los pocos servicios y calidad que ofrece; en segundo lugar se encuentra el cable coaxial con una cantidad de servicios de mejor calidad y un costo aceptable y finalmente tenemos a la fibra óptica, que ofrece una cantidad mayor de servicios, excelente calidad, alta velocidad, confiabilidad y otros beneficios. Lo único que la detiene para su expansión es el alto costo de los equipos para los usuarios.

Actualmente se usa mucho el par torcido, pero en pocos años se tendrá una red fibra-coaxial sustituyendo al par torcido y finalmente las redes fibra-coaxial serán sustituidas por una red fibra-fibra. Aunque para llegar a este enlace de fibra-fibra tendrá que pasar un largo tiempo. En la actualidad hay usuarios que requieren de transmitir y recibir video, audio y datos y para poder soportar estos servicios sin necesidad de hacer un cambio en la instalación de la red o porque no cuentan con el capital suficiente para hacer este cambio, se crearon equipos los cuales son capaces de soportar estos servicios utilizando las redes existentes, como son ADSL o HDSL. Para trabajar con los pares torcidos existentes, podemos adquirir equipos que cuenten con ISDN. Finalmente, si se tuviese el capital requerido se podría adquirir equipo de fibra óptica.

Cuando tengamos la tecnología a la medida de nuestras necesidades las compañías que ofrecen estos servicios tendrán la obligación de darles mantenimiento para que ésta nunca falle y en caso de que llegue a fallar, la misma compañía tendrá la obligación de dar la mejor respuesta al cliente para que se restablezca el enlace lo antes posible.

Considerando los puntos anteriores vemos que una de las mejores opciones es la que opera a base de redes fibra-coaxial, mejor conocidas como HFC (Hybrid Fiber Coax).

Conjuntemos ahora dos ideas:

- Primera: Aprovechar las instalaciones existentes.
- Segunda: Utilizar redes a base de fibra óptica y cable coaxial.

Ahora bien; ¿ quién tiene red de fibra óptica ? las empresas telefónicas.
¿ Quién tiene red de cable coaxial ? las empresas de T.V. por cable.

¿ Qué idea surge de todo esto ? asociar a las empresas de teléfonos y a las de T.V. por cable para estructurar una red que pueda ofrecer al público un servicio de T.V., audio y datos con las redes existentes; lo cual, de lograrse sería un gran negocio.

El objetivo de esta tesis es aplicar los conocimientos de ingeniería de telecomunicaciones para el desarrollo del servicio público y de entretenimiento en las redes de telefonía y de televisión de paga.

CAPÍTULO I

MEDIOS DE TRANSMISIÓN
ACTUALES

I MEDIOS DE TRANSMISIÓN ACTUALES

I.1 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

I.1.1 Par torcido

Introducción

La invención de la batería eléctrica por el italiano Alejandro Volta en 1799, hizo posible que el norteamericano Samuel Morse pusiera en servicio el telégrafo eléctrico en 1837, utilizando un solo hilo de cobre como medio de transmisión. La primera conexión oficial del telégrafo se hizo en los Estados Unidos de Washington a Baltimore en el año de 1844, utilizando el Código Morse (código binario que consta de letras, números, puntuación y algunos caracteres especiales) como lenguaje.

Más tarde en el año de 1858, se puso en funcionamiento el primer cable transatlántico de telegrafía que conectaba a los Estados Unidos con Europa, el cual sólo duró 4 semanas debido a que el blindaje con el que estaba construido el par torcido no contaba con la suficiente calidad para resistir la salinidad del agua de mar; pero en el año de 1866, se puso nuevamente un tendido que iba de Irlanda hasta la península de Terranova (provincia de Canadá) teniendo un gran éxito. A partir de este éxito se buscaron nuevas tecnologías para mejorar la calidad de las comunicaciones, buscando no sólo transmitir datos sino también la voz humana.

En el año de 1876, el norteamericano Alexander Graham Bell patenta el primer aparato telefónico constituido de un audifono reversible; esto es que funciona como micrófono sin baterías. Poco después se desarrolló el micrófono de granulos de carbón que requiere baterías pero que es capaz de generar suficiente potencia eléctrica para que la señal pueda viajar muchos kilómetros y percibirse en el otro extremo sin necesidad de amplificadores.

En 1915 se logra un importante avance de la telefonía, que fue la conexión de los Estados Unidos con el viejo continente a través del primer cable transatlántico de par torcido obteniendo resultados satisfactorios.

Como se vio anteriormente el par torcido es el medio más tradicional y común de comunicación. Está formado por un par de hilos conductores aislados entre sí y del medio exterior, que se tuercen para evitar que se separen físicamente, conseguir una impedancia característica bien definida y lo que es más importante

evitar que se disperse el campo eléctrico el cual afecte a otras señales. En la figura 1.1 se muestra un esquema del par torcido de cobre tradicional.

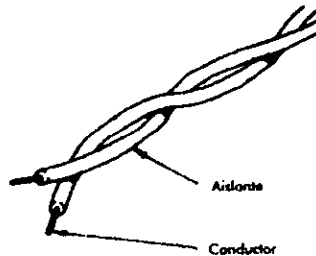


Fig. 1.1 Construcción física del par torcido

Existen varios tipos de pares torcidos como son:

- a) Pares semirrigidos aislados con PVC.
- b) Pares torcidos no blindados con aislamiento de PVC.
- c) Pares torcidos blindados con aislamiento de PVC.

El tipo de par torcido más común es el par semirrigido aislado con PVC. En la tabla siguiente 1.1 se observarán algunas de sus características.

Conductor (AWG: global)	Diámetro nominal externo (pulgadas por par)	Impedancia (Ω)	Capacitancia (pF/pie)
30	0.064	115	15
28	0.070	105	16
26	0.078	95	18
24	0.088	85	20
22	0.102	75	22
20	0.116	70	25

Tabla 1.1 Tabla de las características principales de los pares semirrigidos aislados con PVC

En la figura 1.2 se muestra la estructura física de un cable que contiene varios pares de cables que se cubren con un blindaje global para reducir interferencias producidas por fuentes externas como tubos fluorescentes o cables de alta tensión.

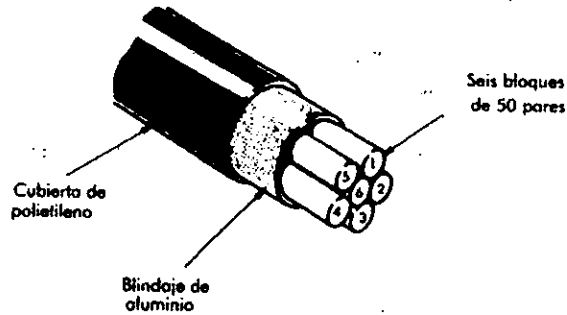


Figura 1.2 Representación física de pares torcidos blindados

En cualquier red pública se consideran dos tipos de redes que son: la red primaria y la red secundaria (las cuales se definirán más adelante).

Topología

Red primaria

- Red en anillo.
- Red en estrella.
- Red en árbol.
- Red en canal o bus.

Red secundaria

- Red en estrella.
- Red en árbol.

Manejo de ancho de banda

- Opera bien con señales en banda base cuyo espectro de frecuencias no rebase 1 MHz...
- Si se opera con señales moduladas, se reduce el ancho de banda útil.
- Con ambos tipos de señales, es necesaria la ecualización del cable debido a su respuesta de frecuencia no plana.

Problemas de acoplamiento de impedancias

- Si la fabricación del cable no es cuidadosa, se pueden presentar variaciones de su impedancia característica, ocasionando desacoplamiento con los equipos terminales y esto puede ocasionar reflexión de señales y una ineficiente transferencia de energía.

Ventajas

- Bajo costo.
- Con bobinas de pupinización se consigue estabilizar la atenuación en un valor constante en el rango de frecuencias vocales pero es necesario eliminar las bobinas en una transmisión de datos de alta velocidad.
- Se aplica para cualquier topología.
- Transporta señales digitales.
- Transporta señales analógicas.
- Se pueden tener muchos pares de cables en un solo cable y ahorrar espacio y costo de instalación.

Limitaciones

- Ancho de banda limitado (máximo un DS1).
- Cuando no se tiene el torcido correcto carece de una impedancia uniforme y crea un exceso de reflexiones.
- A medida que aumenta la velocidad de transmisión, la distancia admisible disminuye.

Servicios ofrecidos

- Los pares torcidos se usan frecuentemente para conectar a los usuarios del servicio telefónico con sus respectivas estaciones telefónicas o en redes de área local.
- Se utilizan para transmitir en banda base a varios Mb/s a una distancia de 1 km o más entre repetidoras.
- Se emplean tanto en el manejo de señales analógicas como digitales.

- Un par puede transportar de 12 a 24 canales de grado de voz.
- Permite trabajar tanto en HDX (half-duplex) o FDX (full-duplex).

Problemas de operación y mantenimiento

- Para los cables blindados uno de los problemas es que un par defectuoso podría obligar a reemplazar todo el cable.
- Para remediar parte el problema mencionado se tienen pares de reversa en el cable.

1.1.2 Cable coaxial

Introducción

El cable coaxial, como se ve en la figura 1.3 tiene un conductor central que puede ser de un solo hilo o de varios hilos; en seguida viene un dieléctrico que lo envuelve y luego un conductor tubular que puede ser tipo malla o realmente un tubo, rígido o flexible. El dieléctrico puede ser un material plástico, aire o un gel con separadores en forma de rondana equiespaciados a lo largo del cable. El conductor tubular puede ser desnudo, lo cual es muy conveniente porque debe ir aterrizado en toda su extensión, pero generalmente lleva un recubrimiento plástico.

La clasificación de los cables depende de sus dimensiones (diámetros) las que determinan la impedancia característica, la atenuación y el retardo y por ende la máxima velocidad.

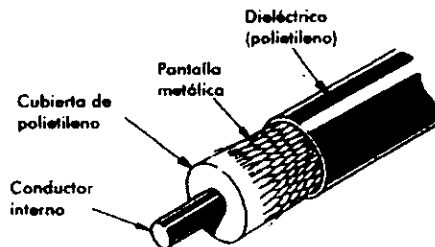


Fig. 1.3 Construcción física de un cable coaxial

El cable coaxial tiene sus inicios a finales de los 30's para los equipos de comunicación militar en los Estados Unidos de Norte América. Las denominaciones y normas empleadas actualmente tienen su origen de las especificaciones militares. A finales de los 40's y en respuesta a la necesidad de transmitir programas de televisión, se utilizó el cable coaxial, llamándose televisión comunitaria, llevando el servicio de T.V. a comunidades pequeñas las cuales no recibían señales en sus hogares, debido a las grandes distancias entre las estaciones transmisoras de televisión, a las colinas u otras características del terreno. Las pequeñas transmisoras locales de T.V. y otros empresarios con experiencia se unieron para colocar antenas de alta ganancia sobre montañas o torres para proveer a los sistemas de cable con la señal televisiva que se entregaba a los hogares.

Después de algunos años, hubo gran variedad de programas disponibles para los sistemas de televisión y con el tiempo se fueron incrementando al importar señales de estaciones distantes por medio de microondas. El servicio que se entrega por microondas es para las comunidades lejanas a las áreas normales de servicio con estaciones originarias.

A finales de los 70's, los satélites de comunicación hicieron posible, que los sistemas de cable recibieran programas de todo el mundo. La variedad de la programación se hizo más grande y esto logró que este sistema fuera más atractivo para los espectadores en las grandes ciudades, aunque ellos tuvieran muchas fuentes disponibles. Para ese entonces, el nombre TV comunitaria ya no era el apropiado, por lo que cambió su nombre a televisión por cable o CaTV.

Elementos del sistema por cable

Las señales de entrada y salida (cable, microondas y satélites), son recibidas en un headend. Las frecuencias portadoras de las señales por cable son usualmente cambiadas y multiplexadas con las señales que son recibidas por microondas de superficie y satélites.

El sistema de distribución por cable es una combinación de troncales (trunks), alimentadores (feeders) y distribuidores (drops). Las troncales son cables que alimentan las porciones más grandes de las áreas de servicio. Las troncales están conectadas a alimentadores que sirven a determinadas calles y los distribuidores hacen las conexiones a los hogares. Como se muestra en la figura 1.4.

Algunos sistemas tienen super-troncales (supertrunks) para interconectar más partes distantes del sistema o inclusive diferentes sistemas. Las super-troncales pueden emplear cable coaxial, fibra óptica o microondas.

Debido a que las señales de vídeo son inherentemente de gran ancho de banda, para poder transportar varias de éstas por cable coaxial, hay que usar modulación en amplitud, y multiplexaje por división de frecuencia que son las técnicas que ocupan menor ancho de banda.

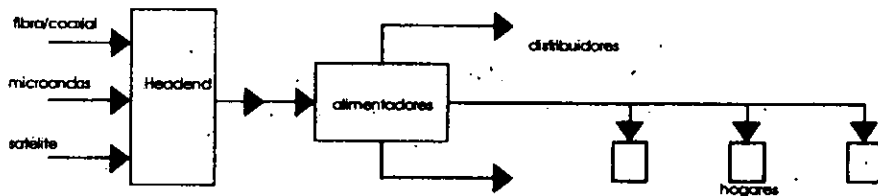


Fig. 1.4 Elementos del sistema de cable

En la tabla 1.2 se muestran las bandas de frecuencias y sus respectivos nombres, usadas en un cable coaxial.

Canal designado	Frecuencia, portadora visual en MHz	Canal designado	Frecuencia, portadora visual en MHz
Banda baja VHF		Superabanda (cont.)	
2	55.25	N	241.25
3	61.25	O	247.25
4	67.25	P	253.25
5	77.25	Q	259.25
6	83.25	R	265.25
Banda media VHF		S	271.25
A-2	109.25	T	277.25
A-1	115.25	U	283.25
A	121.25	V	289.98
B	127.25	W	295.25
C	133.25	Hiperbanda	
D	139.25	AA	301.25
E	145.25	BB	307.25
F	151.25	CC	313.25
G	157.25	DD	319.25
H	163.25	EE	325.25
I	169.25	FF	331.25
Banda alta VHF		GG	337.25
7	175.25	HH	343.25
8	181.25	II	349.25
9	187.25	JJ	355.25
10	193.25	KK	361.25
11	199.25	LL	367.25
12	205.25	MM	373.25
13	211.25	NN	379.25
Superbanda		OO	385.25
J	217.25	PP	391.25
K	223.25	QQ	397.25
L	229.25	RR	403.25
M	235.25		

Tabla 1.2 Tabla de banda de frecuencias.

Headends

El headend de un sistema CaTV recoge las señales de todas sus fuentes de programas, las procesa para la transmisión, genera y modula los canales portadores de señales que están en su forma banda base, cambia la frecuencia de los canales donde es necesario y combina los canales resultantes para la transmisión en el sistema.

La enorme expansión del servicio por CaTV ha sido posible gracias a la distribución de los programas por medio del satélite, pero la columna vertebral de todo el sistema sigue siendo la distribución de las señales por medio de una antena la cual va conectada a los headends; los headends necesitan tener una gran calidad para recibir la transmisión, lograr una buena transmisión de señal y hacerla llegar a los hogares; también se reciben señales por cable.

Las antenas receptoras conectadas a los headends deben ser lo suficientemente altas como para lograr una buena recepción de las señales.

Los diámetros estándar de los cables coaxiales son 0.50, 0.75, 0.875 y 1.00 pulgadas y varía dependiendo de su uso. Los tres principales tipos de cables coaxiales son:

- a) Tipo RG con aislante interior de polietileno.
- b) Cables con aislante interior de aire.
- c) Cables con aislante interior de gel.

a) Cable coaxial estándar tipo RG (Radiofrequency Guide): se utiliza para transmitir señales de radiofrecuencia. La mayoría de los cables del tipo RG utilizan polietileno como aislante interior, aunque el RG-62 emplea aire. El cable coaxial RG-11 es el cable más utilizado. A continuación veremos algunas de sus características. Tabla 1.3.

Tipo	Impedancia característica (Ω)	Diámetro máx. de la cubierta (cm)	Capacitancia (pF/m)	Atenuación (dB/100 m)	Retraso (ns/m)
RG-11	50.0	0.267	100.9	17.5	0.47
RG-58C	50.0	0.505	100.9	11.0	0.47
RG-58A	52.0	0.508	93.4	11.0	0.47
RG-58	53.5	0.508	93.4	10.0	0.47
RG-58B	53.5	0.508	93.4	10.0	0.47
RG-59B	75.0	0.625	67.5	6.7	0.47
RG-62A	93.0	0.625	44.2	5.2	0.37

Tabla 1.3 Características principales de los cables RG más comunes

b) Los cables con núcleo aislado por aire, que tienen un diámetro pequeño, actúan como retardadores en caso de incendio y tienen una constante dieléctrica pequeña, lo que les proporciona propiedades eléctricas mucho mejores que las del tipo de RG.

c) Cables coaxiales con aislante interior de gel, que son más caros que los cables con núcleo aislado por aire, pero no presentan las pequeñas variaciones que aparecen en los cables con núcleo aislado por aire cuando se doblan.

Los cables de grandes diámetros son semiflexibles. Los cables se expanden o se contraen con los cambios de temperatura, aproximadamente 13 partes por millón por cada grado Fahrenheit.

Topología

Red primaria

- Red en anillo (banda base).
- Red en árbol (banda base y banda ancha).
- Red en bus (banda base y banda ancha).

Red secundaria

- Red en árbol.
- Red en estrella.

Manejo de ancho de banda

- En los antiguos cables coaxiales el ancho de banda era de 350 a 400 MHz, actualmente en los enlaces de televisión por cable están en los 750 MHz con capacidad de más de 30 canales, pero se han desarrollado cables con capacidad de hasta 150 canales y en algunos años se dispondrá de cables con un ancho de banda de 1 GHz.

Problemas de acoplamiento de impedancias

- Los posibles problemas dependerán mucho del cable coaxial que se esté utilizando, ya que la calidad de cada cable es diferente y cuenta con diferentes características de construcción. En el cable coaxial y sobre todo

en alta frecuencia es indispensable un adecuado acoplamiento de impedancias con bajo VWSR entre la fuente, el cable y la carga, sea ésta un distribuidor, divisor de potencia o la entrada de un amplificador.

Ventajas

- El cable coaxial es de los más baratos ya que se producen en grandes cantidades para los sistemas de radiocomunicación.
- Atenuación baja de 40 dB/100 m a 400 MHz con malla trenzada y 50 dB/100 m para malla continua.
- La velocidad de propagación es el 80% frente a la velocidad de la luz.
- Las señales en banda base se pueden transmitir a velocidad de 10 Mb/s hasta 1 km.
- Inmunidad al ruido exterior; esto también dependerá del material aislante de cable coaxial.

Limitaciones

- El uso de conectores para empalmar un trozo de cable con otro producen muchas pérdidas.
- Se utilizan repetidores en intervalos de 1.5 km para amplificar, equalizar y reconstruir su señal.

Limitaciones de ancho de banda

- La señal en el cable es en modo analógico de radio frecuencia (RF) y por lo tanto los datos modulan la portadora antes de la transmisión usando un modem RF.
- Instalación más difícil que en banda base.
- Costo más alto.

Servicios ofrecidos

- Señales para T.V. doméstica.
- Enlaces entre centrales telefónicas que utilizan FDM o TDM.
- Enlaces en redes de datos.

Banda base

- Transmiten una señal en HDX.
- Transmite en forma digital.
- Transmite voz y datos.
- Enlaces entre centrales telefónicas que utilizan FDM y TDM.
-

Banda ancha

- Todas las señales son en HDX.
- Permite voz y vídeo en tiempo real.
- Combina voz, datos y vídeo simultáneamente.

Problemas de operación y mantenimiento

- Es necesario tener amplificadores y ecualizadores para que la señal llegue con un buen nivel, buena S/N y sin distorsión, esto hace que el precio del mantenimiento se eleve y la operación de la red sea más difícil de atender.

1.1.3 Fibra óptica

Introducción

En 1954, Van Heel, Hepkins y Kapany publicaron un conjunto de artículos demostrando que podía aplicarse una capa de un material reflejante sobre un tubo de plástico o vidrio, a fin de transmitir imágenes. Las primeras aplicaciones, desarrolladas en los años 50's y 60's se orientaron a la transmisión de imágenes en dispositivos como los endoscopios, pero la aplicación de fibras ópticas de vidrio para la transmisión de datos no fue posible hasta que se desarrollaron fibras ópticas de baja atenuación en 1968. La primera demostración de transmisión de datos mediante un cable de fibra óptica de poca pérdida tuvo lugar en la fábrica Corning, en Estados Unidos, con una atenuación de 20 dB/km. Con esto empieza el desarrollo de la fibra óptica.

Los primeros sistemas de fibra óptica se usaron en los años 70's y tuvieron una pequeña aplicación en los medios militares. Los primeros sistemas de teléfono prototipo fueron implementados por Bell System y General Telephone en 1977. En este año, Corning y NTT reportaron una mejora en la atenuación de fibra óptica logrando 0.5 dB/km a 1200 nm. Los sistemas militares y de telefonía en el año de 1978 utilizaban fibra óptica con una atenuación de 3 a 5 dB/km. Los sistemas de telefonía usaban velocidades de 45 a 90 Mb/s. Entre 1980 y 1982 se empezó a usar la fibra óptica en troncales aunque todavía no era muy costecable.

Actualmente el avance tecnológico ha llegado al punto de producir fibras con pérdidas del orden de 0.15 dB/km a una longitud de onda de 1550 nm. Físicamente la fibra óptica la podemos definir como un dieléctrico circular que sirve como guía de onda para transportar energía electromagnética en porciones visibles e infrarrojos del espectro electromagnético (pocas pérdidas en su conexión, transmisión, gran ancho de banda y no hay diafonía). En la siguiente figura 1.5 veremos la representación de un enlace usando fibra óptica.

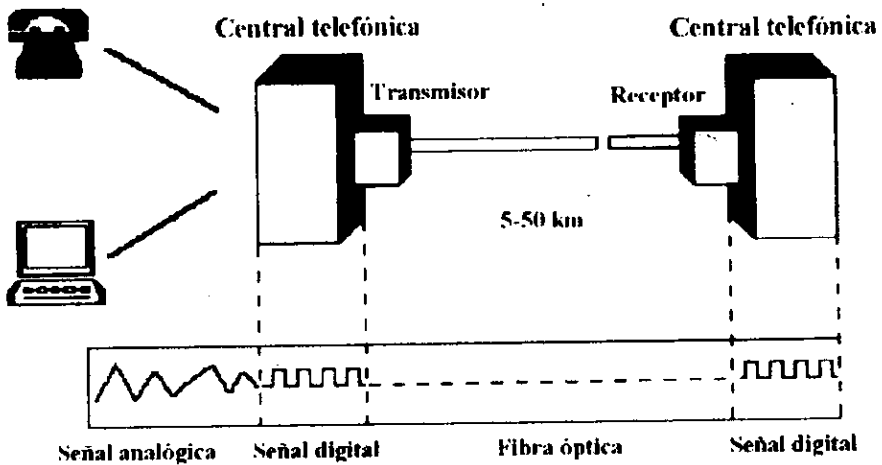


Fig. 1.5 Representación gráfica de un enlace de comunicación de fibra óptica

En la siguiente tabla 1.5 veremos algunas de las características de las fibras ópticas así como sus pérdidas por un mal empalme.






Tipo	Diámetro	Atenuación	Pérdidas por un mal empalme				
			desalineamiento	inclinación de ejes θ 1°	inclinación de ejes θ 1°	diferencia de núcleos	diferencia de índices
Fibra monomodo de índice escalonado	125-400 μm (c) 50-200 μm (n)	0.3 dB/km	x=2mm 1.05 dB	0.95 dB	0.02 dB	1-10 mm 2-8 mm 0.01 dB	1=0.2 % 2=0.25% 0.01 dB
Fibra multimodo de índice escalonado	125 μm (c) 8-12 μm (n)	1-0.2 dB/km	x=2mm 0.74 dB	0.46 dB	0.21 dB	1-10 mm 2-8 mm 0.02 dB	1=0.2 % 2=0.25% 0.03 dB
Fibra multimodo de índice gradual	125 μm (c) 50 μm (n)	6-0.4 dB/km	x=2mm 0.06 dB	0.15 dB	0.03 dB	1-50 mm 2-48 mm 0.15 dB	1-1% 2-0.8% 0.32 dB
							

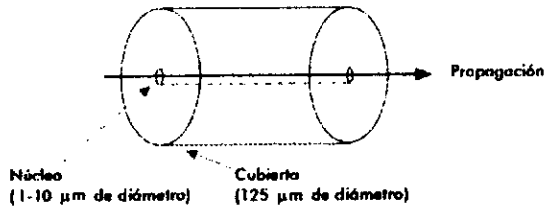
Tabla 1.5 Tabla comparativa de las fibras ópticas

Existen tres diferentes tipos de fibras:

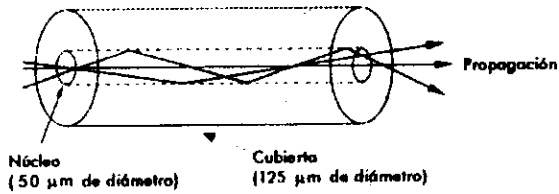
- Fibra monomodo de índice escalonado.
- Fibra multimodo de índice escalonado.
- Fibra multimodo de índice gradual.

En seguida se mostrarán en la figura 1.6 las representaciones gráficas correspondientes a cada una de las fibras mencionadas anteriormente.

FIBRA DE ÍNDICE ESCALONADO



FIBRA MULTIMODO DE ÍNDICE ESCALONADO



FIBRA MULTIMODO DE ÍNDICE GRADUAL

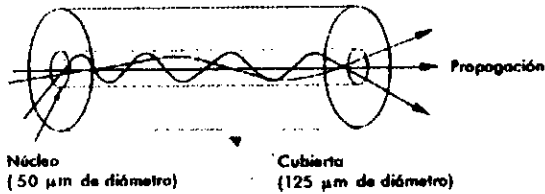


Fig. 1.6 Funcionamiento de la fibra óptica

Topología

Red primaria

- Red en anillo.
- Red en estrella.

Red secundaria

- Red en árbol.
- Red en estrella.

Manejo de ancho de banda

- El ancho de banda es mucho más grande que el de par torcido o el cable coaxial. Transmiten información de forma digital y se pueden lograr velocidades por encima de 1 Gb/s. El ancho de banda de la fibra óptica es extremadamente grande y sólo se encuentra limitado por las capacidades de los equipos de transmisión y recepción.

Problemas de acoplamiento de impedancias

- No existen problemas de acoplamiento de impedancias.

Ventajas

- Se tiene un gran ancho de banda (multiGH) y una atenuación del orden de a los 0.3 dB/km.
- Se reduce el número de repetidores por la baja atenuación y con esto el costo.
- En la fibra óptica no se presenta el problema de balanceo o desbalanceo.
- Es inmune a las interferencias producidas por otras ondas electromagnéticas; también es inmune a la diafonía.
- Alta calidad en cuanto a transmisión comparada con el cobre y las microondas.
- El estándar general del enlace de transmisión de la fibra óptica es 10^{-9} a 10^{-11} BER (tasa de error), en comparación con los sistemas de cobre y de microondas que está entre 10^{-3} y 10^{-7} .
- La fibra óptica no conduce electricidad, por lo tanto se puede instalar en lugares donde existen descargas eléctricas o explosiones.
- Soporta un gran rango en cuanto a temperatura se refiere, su rango es de -20°C a $+40^{\circ}\text{C}$ con un incremento de atenuación proporcional a la temperatura de la fibra.
- La transmisión es muy segura ya que la fibra óptica no radia un campo electromagnético, cuentan con un equipo capaz de detectar pérdidas de energía o perturbaciones y una alarma.
- El cable de fibra óptica es más rígido que el cable coaxial debido a las cubiertas de protección. Esta característica se observa cuando un cable coaxial es demasiado estirado o doblado y pierde propiedades en su transmisión.

- Un cable de 2400 pares (TAP), con diámetro externo de 80 mm puede ser sustituido por un cable de fibra óptica con diámetro de 3.5 mm.
- Una fibra óptica puede conducir más conversaciones telefónicas que cualquier cable de cobre.
- Se pueden transmitir datos, voz y vídeo.
- El costo de la fibra óptica tiende a bajar.
- No hay riesgo de cortocircuito o daño de origen eléctrico. Esto elimina la necesidad de rodear la fibra con una capa de material incombustible, y hace adecuados los cables de fibra óptica para aplicaciones intrínsecamente inseguras, como los ambientes explosivos.
- Presenta una mayor resistencia a los ambientes y líquidos corrosivos.
- Tiene un tiempo de vida superior al del cable coaxial.
- Ocupa poco espacio y pesa la décima parte que los cables de cobre blindados (esta es una consideración de importancia en barcos y aviones).

Limitaciones

- En cuanto a precio, la fibra óptica actualmente es cara debido al equipo que se utiliza.
- Su capacidad multipunto es muy baja.
- Requiere un mantenimiento sólo realizable por personal especializado.
- Si la fibra óptica tiene núcleo de plástico presenta una atenuación muy alta.
- La fibra óptica no es conductor, no transmite energía eléctrica.

Servicios ofrecidos

- Transmisión de voz, datos y vídeo.
- Más rapidez (mayor velocidad de transmisión).
- Más conferencias por línea (mayor capacidad de transmisión).
- Conexiones locales entre ordenadores y periféricos o equipos de control y medición.
- Enlaces de larga distancia y gran capacidad.
- Interconexión de ordenadores y terminales mediante enlaces dedicados de fibra óptica, enlaces multiplexados de fibra óptica o redes de área local de fibra óptica.

Problemas de operación y mantenimiento

- Dos de los factores que han retardado la adopción de fibra óptica han sido la falta de conectores apropiados, económicos y la falta de un conjunto de normas estándar para estos conectores y para las fibras.
- Una de las dificultades de empleo de fibra óptica en las redes de área local se debe a las pérdidas de inserción de los conectores pasivos en T que se emplean para conectar las distintas estaciones a un cable de bus o a un enlace óptico.
- Requiere un mantenimiento sólo realizable por personal especializado.

1.1.4 Tabla Comparativa

En la siguiente tabla se muestra un análisis comparativo de los medios de transmisión como son el par torcido de cobre, cable coaxial y fibra óptica.

	Pares torcidos	Cables coaxiales	Fibra óptica multimodo Fuente LED
Atenuación a: 10 MHz 100 MHz 400 MHz	Sólo adecuado para usarlo hasta 3 MHz.	20 - 120 dB/km 40 - 300 dB/km 90 - 700 dB/km	4 - 7 dB/km 4 - 7 dB/km 4 - 7 dB/km (8 - 18 dB/km, fuente LED)
Sensibilidad a las interferencias de RF	Alta	Baja	Ninguna
Potencia (máx - min.)	60 - 80 dBm	60 - 80 dBm	20 - 30 dBm
Costo	Bajo	Alto, estable	Alto, bajando
Ancho de Banda (conversaciones simultáneas)	1 MHz - km 300 conversaciones	100 MHz - km 30,000 conversaciones	100 GHz - km 30,000,000 conversaciones
Peso y tiempo de instalación para 3.5 km y horas hombre	20,650 kg 800 horas hombre	18,620 kg 400 horas hombre	350 kg 88 horas hombre
Distancia entre repetidores	2 Mb/s Repetidores cada 1.5 km a 4 km	140 Mb/s Repetidores cada 4.65 km	140 Mb/s Repetidor cada 25 km

1.6 Tabla comparativa

1.2 TOPOLOGÍAS

Redes

En comunicación de datos se manejan dos tipos de redes: red primaria (central-estaciones) y red secundaria (estación-usuarios). Como se muestra en la figura 1.7.

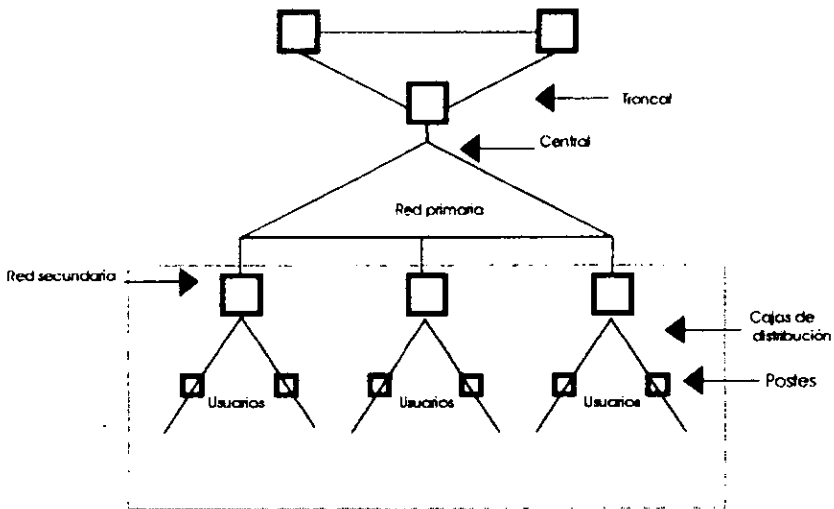


Fig. 1.7 Divisiones de una red de comunicación

Una red de comunicaciones es un recurso compartido empleado para intercambiar información entre usuarios. La forma lógica para construir una red de comunicación la define una topología que es la descripción entre los elementos (nodos) de una red. La topología no podría llevarse a cabo sin la existencia de una topografía. La topografía de una red está definida por la forma en que tienden los cables a conectarse en las distintas estaciones para su instalación; de hecho la topografía de una red es más importante que la topología a la hora de planificar la disposición de los cables.

Topología

Las topologías son las diversas formas que pueden tener las redes para enlazar a los diferentes equipos: son parte importante de las redes ya que cada una cumple con una determinada función y con su combinación obtendremos una sola red final para el enlace de nuestra comunicación. Contamos con cuatro tipos de topología: red en anillo, red en estrella, red en árbol y red en canal o bus.

Red en anillo. La topología en anillo se emplea casi exclusivamente en las redes de área local basadas en paso de testigo (token passing). Esto quiere decir que la señal pasa de una estación a otra a lo largo del anillo, los datos pasan de estación a estación hasta que vuelven a la estación originaria. La capacidad de la red está determinada por el medio y por la capacidad del repetidor que se necesita en cada nodo. La longitud total del anillo y la máxima distancia entre nodos es limitada, pero el alcance total de la red es generalmente mayor que el de un sistema lineal o bus. El número máximo de nodos está limitado por el diseño del sistema. Cada nodo adicional supone la parada del sistema y la reducción de las prestaciones de servicio. El anillo es vulnerable al fallo en un único enlace o repetidor. Existen sistemas de doble anillo capaces de soportar dos roturas. El retraso en los mensajes aumenta a medida que se añaden más estaciones al anillo, y es mayor que el que se experimenta en un sistema de bus ligeramente cargado. El costo por nodo es generalmente menor que el de otras topologías que ofrecen prestaciones de servicios similares y la cantidad de cable requerido es generalmente menor que en las topologías en estrella. Figura 1.8.

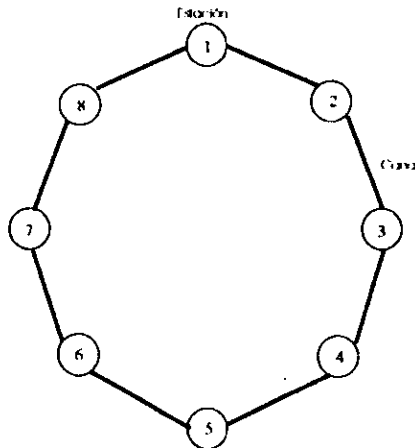


Fig. 1.8 Red en anillo

Red en estrella. Las redes en estrella son las más empleadas para conectar terminales locales y remotas a los ordenadores y en las centrales privadas (PABX). La capacidad de una red en estrella basada en ordenadores depende de la capacidad del elemento central para aceptar mensajes y retransmitirlos cuando sea necesario. La distancia que cubre una red en estrella está limitada por los medios de transmisión utilizados; cada uno de ellos debe tener la longitud total necesaria para comunicar cada estación con el elemento central. El elemento central es el único punto de la red que puede provocar el fallo total de ésta; los fallos en los cables de comunicación sólo afectan a una de las estaciones. Los retrasos en los mensajes pueden ser elevados, debido a las limitaciones de capacidad del nodo central. El costo inicial de una red en estrella es alto, dado que se tiene que instalar el elemento central. Figura 1.9.

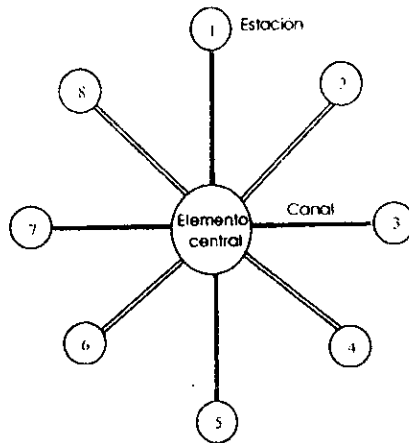


Fig. 1.9 Red en estrella

Red en árbol. Las redes en árbol pueden estar formadas por un conjunto de buses lineales encadenados, pero suelen encontrarse más comúnmente en las redes de área local de banda ancha. La capacidad de las redes en árbol es alta, y limitada únicamente por el ancho de banda del cable. La distancia máxima que pueden cubrir es mayor que la de los buses lineales, porque pueden encadenarse muchos buses utilizando repetidores. Los sistemas de banda ancha se pueden extender a varios kilómetros y se les pueden añadir muchas estaciones sin necesidad de reconfigurar la red. El único punto vulnerable de una red en árbol es el nodo raíz, que generalmente se encuentra duplicado. Un fallo en un repetidor o en un cable en cualquier otro punto de la red sólo deja fuera de servicio a las estaciones que se encuentran a partir de ese punto. Los retrasos en los sistemas de banda ancha son bajos cuando se emplean canales

independientes haciendo uso de las técnicas de multiplexación por división de frecuencia (MDF). El costo es similar al de los sistemas de buses. Figura 1.10.

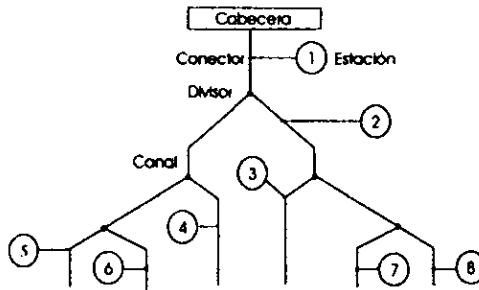


Fig. 1.10 Red en árbol

Redes en bus. Las topologías en bus se usan mucho para las redes de área local en banda base. La capacidad de red está limitada por el medio empleado y por el mecanismo de control de acceso. La capacidad total de la red generalmente decrece a medida que aumenta el número de estaciones. La longitud máxima del cable suele ser reducida, dado que se necesita un gran ancho de banda para soportar muchos canales virtuales. Pueden añadirse nuevas estaciones sin necesidad de reconfigurar la red hasta alcanzar el máximo valor permitido por la capacidad o hasta alcanzar valores inaceptables para los retrasos. Los buses sondeados tienen un controlador que es el único punto del sistema que lo puede dejar inutilizado. Para evitar que el cable sea un punto débil del sistema en los sistemas militares suelen emplearse cables duales. El retraso de los mensajes en los sistemas de paso de testigo se incrementa con el número de estaciones, y en los sistemas de contienda, los retrasos aumentan con el tráfico. El costo por cada estación es generalmente más bajo que en las redes en estrella pero más alto que en las redes en anillo, los buses no suponen una inversión inicial tan alta. Figura 1.11.

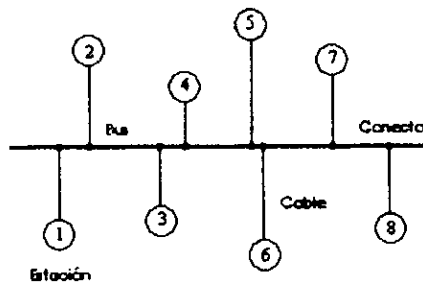


Fig. 1.11 Red en bus

1.3 Conclusiones

Como conclusión del capítulo podemos decir que ningún tipo de cable es óptimo para todos los casos; cada medio de transmisión tiene su particular aplicación donde ningún otro lo supera, ya sea por su economía, robustez, ancho de banda, etc.

CAPÍTULO II

EVOLUCÓN DE SERVICIOS

II EVOLUCIÓN DE SERVICIOS

Dentro de toda tecnología, servicio o equipo siempre ha existido una evolución; esto quiere decir, un adelanto; desarrollando nuevas tecnologías, tener mejores servicios, etc. tratando siempre de estar mejorando. Esto es una evolución.

Considerando el punto anterior mencionemos qué es una evolución de servicios:

- **Conmutación:**
 - *Sistemas manuales (con operadoras)
 - *Sistemas automáticos electromecánicos
 - *Sistemas automáticos electrónicos

- **Transmisión:**
 - *Evolucionó de ser un sistema de transmisión analógico a ser un sistema de transmisión digital.
 - *Evolucionó en cuanto a velocidad, comenzando con una velocidad de 64 Kb/s de aquí a 2 Mb/s, luego a 34 Mb/s después a 140 Mb/s hasta llegar a una velocidad de 565 Mb/s.
 - *Evolucionó de la tecnología PDH (Plesynchronous Digital Hierarchy) a la tecnología conocida como SDH (Synchronous Digital Hierarchy) con velocidad de transmisión de bits de hasta 2.5 Gb/s.

- **Medios:**
 - *Originalmente se usaba un par de cobre para cada conversación. Con el multiplexaje de varias señales se usa cable coaxial. Si un usuario solicita un gran ancho de banda se le instala fibra óptica.

La información citada en los siguientes puntos fue extraída de investigaciones hechas en el ámbito estadounidense, y enfocado hacia nuestro entorno, ya que ejemplifica el camino a seguir para que nuestras comunicaciones realicen su propia transición hacia la superautopista de información. Hacemos notar con este párrafo que se encontrarán datos de poca relevancia para nuestro país en un futuro cercano debido al atraso tecnológico que tenemos; además, no hay estudios realizados por las compañías de telecomunicaciones en nuestro país de este tipo de información.

II.1 Necesidades actuales y futuras del cliente

El incremento permanente de los servicios de los operadores de cable se traduce en el ofrecimiento de nuevos servicios que podrían incluir servicios de voz en el teléfono u otros servicios de información digital. Mientras que la disminución de las restricciones para el ingreso de las empresas telefónicas para la prestación de servicios de vídeo (y quizá su ingreso a otros negocios lucrativos y fabricación de equipos), parecería apuntar a una reestructuración de las reglas relacionadas con los servicios telefónicos por cable. En la actualidad las regulaciones impiden esta opción y no se cuenta aún con un ancho de banda suficiente ni con las capacidades de conmutación apropiadas de una compañía telefónica. La eventual actualización del cable fibra/coaxial (HFC) y los pasos hacia una arquitectura de red conmutada en estrella contribuirán a permitir que los sistemas de cable ofrezcan servicios telefónicos más eficientes.

Los analistas de la industria sugieren que la transición para ofrecer servicios telefónicos por los operadores de cable será de la siguiente manera: Los negocios por medio de redes serán blancos importantes para los nuevos servicios de telefonía con costos competitivos. El siguiente escalón ascendente para el cable podría ser, sin duda, el ambicioso salto al mercado del servicio telefónico a los hogares. Sin embargo en los Estados Unidos, las restricciones reglamentarias y los impedimentos técnicos en los sistemas de cable o inalámbricos no pueden cambiar de la noche a la mañana pero el clima para hacer cambios de tipo legal y reglamentarios importantes es cada vez más propicio y los avances tecnológicos están sucediendo también muy rápido.

Los clientes tendrán la capacidad de hacer los dos tipos de llamadas (local y larga distancia) a través de los servicios de telefonía por cable, aunque esto puede tardar algunos años. Para ese entonces, tal vez la industria telefónica se haya fusionado con otros operadores de servicios (como pueden ser las compañías de CaTV) o haya adquirido una parte significativa del mismo, en cuyo caso no importará en donde se genere una llamada, o qué líneas se utilicen para la transmisión de los servicios telefónicos de los usuarios.

Entre las necesidades que el cliente tiene actualmente están las de proporcionar servicios tales como infraestructura de POTS/CaTV, juegos simples, aprendizaje a distancia, videoconferencia, EPPV Enhanced Pay Per View (Pago Por Evento Mejorado), etc.

- En la red actual se cuenta:

- Servicios : Sólo telefonía o sólo CaTV.
- Arquitectura : El equipo de conmutación es dominante en la red; la transmisión es por medio de PDH y es necesaria para la interconexión de conmutadores.
- Seguridad : La seguridad y la confiabilidad de las conexiones son atendidas por equipos de conmutación y su propio sistema de administración .
- Inversión : Aparte del bucle de cobre, los equipos de conmutación que se requieren son muy costosos.
- Mantenimiento: El costo principal de mantenimiento está en el bucle local y el equipo de conmutación utilizado.

En el futuro las necesidades del cliente serán mayores y por lo tanto se requerirán servicios tales como la Vídeo telefonía, Vídeo Catálogos, Juegos de Vídeo Interactivos, Televisión Multimedia Interactiva, Vídeo Mall, etc.

- En una red futura se espera contar con:

- Servicios : Telefonía, datos, CaTV (Televisión por cable) y vídeo servicios.
- Arquitectura : Red de transporte (SDH) con nodos de servicio (grandes conmutadores) y nodos de acceso a multi-servicios.
- Seguridad : La seguridad y confiabilidad de las conexiones serán cuidadas por la red de transporte.
- Inversión : La inversión de la red está siendo transferida a la red de acceso multi-servicio.
- Mantenimiento : El costo de mantenimiento es reducido usando más dispositivos electrónicos en el bucle.

Pero todo esto dependerá de la demanda del cliente, de la voluntad para pagar, de la estructura de la industria, de la regulación o legislación existente, del punto de inicio de la red, de los estándares, del costo del equipo, de los costos de operación, de los avances tecnológicos y del financiamiento; de todo esto depende que los futuros servicios sean una realidad.

II.2 Evolución del mercado

Crecimiento de la telefonía de voz

El mercado básico de telefonía en los próximos dos años verá la caída de precios en los mercados de residencias y de comercios ya que una gran variedad de compañías operadoras de teléfonos competirán por ofrecer el mejor precio.

Muchos de los operadores de sistemas de multi-servicios ven a la telefonía como la manera de mantener y de hacer crecer sus rentas y sus utilidades, especialmente en aquellos países donde las compañías dominantes se ven expuestas a los grandes competidores.

Hasta este momento, el mercado de la telefonía tiene el potencial para ser muy rentable dentro de la industria del cable.

Desarrollo del mercado del cable

La industria del cable tiene la ventaja de ser un afianzado proveedor de mercado de los usuarios de servicios de video. En la actualidad, los sistemas de cable cubren 98% de los hogares con televisión en Estados Unidos con 62.5% suscritos a los servicios básicos y 27.5% que pagan servicios de cable. La industria del cable ha desarrollado en el mercado el sistema de pagar por ver (Pay Per View). Los actuales servicios de video por demanda pueden ser cubiertos por la infraestructura existente de sistemas de cable. Con desarrollos notables en términos de compresión, servidores de video e interfaces decodificadoras, la industria se enfoca hacia una plataforma completa de servicios transnacionales Interactivos.

Impedimentos en el crecimiento de la industria del cable

Un gran crecimiento en cuanto a rentabilidad de la industria del cable hará que la competencia crezca; se tendrá que incrementar la inversión financiera para apoyar la expansión de los programas de las compañías operadoras de cable y deberán realizarse nuevas asociaciones con quienes sean capaces de apoyar a la industria del cable con nuevas tecnologías y nuevos servicios.

Un posible sistema viable es una banda ancha conmutada, digital, integrada para el hogar y que incluye la convergencia de fibra óptica, sistemas de computadoras, compresión de la señal de video, redes de video digital, sistemas de almacenamiento para servicio de archivo de video y redes de comunicación flexibles muy veloces. La complejidad del sistema debe estar oculta al consumidor mediante el uso de sofisticados métodos de software para navegación. Habrá necesidad entonces de enormes sistemas de almacenamiento de datos, bases inteligentes y un nuevo sistema híbrido de conexión de cable fibra/coaxial para llevar las señales comprimidas a terminales de video para el hogar o a cajas conversoras, decodificadoras interactivas "inteligentes".

Se probará constantemente durante los próximos tres a cinco años como preparación para el desarrollo a gran escala de modelos conmutados de video digital interactivo hasta finales de la década de los noventa. Durante este periodo se hará especial énfasis en temas tan importantes como el costo de las terminales de usuario inteligentes, y la interoperabilidad de componentes del sistema para comunicarse al interior de un sistema aún más importante, entre diferentes sistemas de la red.

La industria telefónica tiene que seguir una serie de vías en la actualización de su infraestructura para dar soporte a servicios interactivos a solicitud. Dentro de los diversos modos de empleo disponibles se espera que tres propuestas importantes conduzcan eventualmente a una mayor utilización de la fibra óptica. Las principales propuestas de actualización anunciadas para su puesta en práctica por varias compañías de la industria telefónica norteamericana son: la implantación de la tecnología ADSL, empleo limitado de fibra en la arquitectura de sistemas de cable híbrido fibra/coaxial y un uso más acelerado o extenso de fibra óptica en los sistemas FTTC (Fiber to the Curb) en donde los nodos de fibra se usarán para conectar, tal vez unas 50 ó 100 casas vecinas.

En las siguientes figuras 2.1 a la 2.4 se mostrará la evolución de las redes de comunicación partiendo de los enlaces telefónicos.

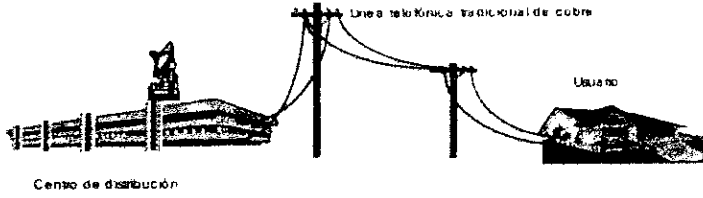


Fig. 2.1 Líneas telefónicas

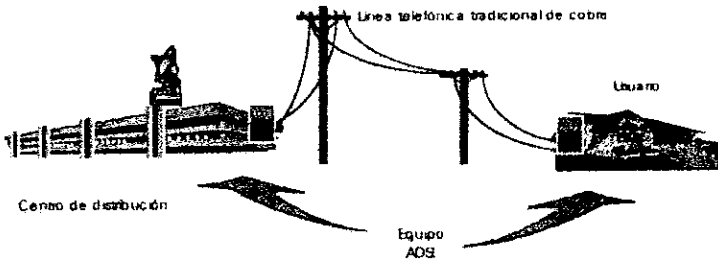


Fig. 2.2 ADSL en líneas telefónicas

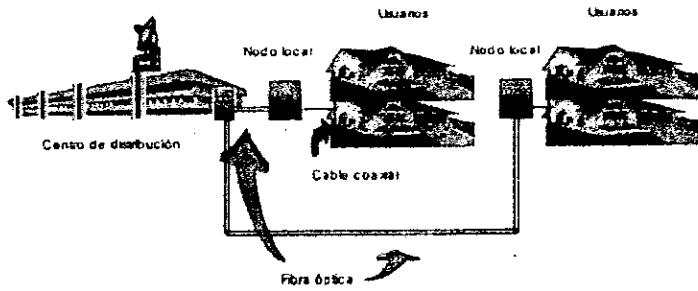


Fig. 2.3 Fiber to the Curb

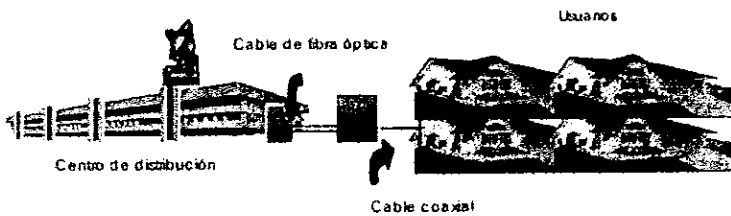


Fig. 2.4 Híbrido Fibra/Coaxial

La industria telefónica tiene diversos enfoques y planes para el futuro, pero se espera que la distribución de los servicios interactivos de video desempeñe un papel importante para todos los participantes de la industria, sin tener en cuenta el tamaño o la visión estratégica corporativa individual. La convergencia del mercado y los negocios están siendo manejados por una variedad de pactos de fusión y tecnología de punta, causando un retardo considerable en el establecimiento de políticas y ambientes reguladores que quedan obsoletos ante eventos recientes.

Planes del cable para el futuro

El desarrollo de un sistema interactivo de 500 canales híbridos de cable fibra/coaxial está en la mira para convertirse en plataforma para la próxima versión para superautopista de información de finales de los noventa. La instalación de fibra en las líneas principales y con frecuencia en los dispositivos de enlace es un movimiento estratégico de los operadores de cable para contrarrestar el impacto competitivo proveniente de los servicios de fibra de telecomunicaciones y ADSL de cobre. Reconstruir con fibra en general, habilitará los sistemas de cable para aumentar la capacidad, entregar señales más claras, prestar un servicio más confiable y permitir nuevos servicios interactivos.

Para satisfacer la demanda del consumidor el cable se ha centrado en ofrecer una programación más variada, un ancho de banda amplio y con mejores servicios de PPV en espera de alcanzar el liderazgo en el mercado. Para no sobrecargar al consumidor con este universo de programación interactiva y servicios, el cable intenta ofrecer sofisticados sistemas de control y navegación manejada por computadoras que den a las personas la capacidad fundamental de elegir las opciones que más les satisfagan. Los potentes microprocesadores de las nuevas computadoras serán la base de la interfaz técnica que pretende ampliar el nuevo universo de servicios de video ya que estas computadoras ofrecerán mejores servicios contando con una mejor administración de estos. Las alianzas entre las compañías de computadoras y la industria del cable para desarrollar el nuevo convertidor interactivo digital se desarrollan a gran velocidad. Y con la aparición de la multiplexación ATM a finales de esta década, nuevos productos de programación multimedia serán transmitidos con tanta facilidad como los actuales canales de PPV.

Para entrar con ventaja a la superautopista de la información puede bastar el utilizar sistemas de cable para conectarse al floreciente mercado interactivo, en vez de utilizar las tradicionales líneas de teléfono para modems de PC. Se ha generado un gran interés en cientos o miles de usuarios que buscan ingresar a Internet. Varios de los principales productores de equipos, operadores de sistemas y vendedores de servicios en línea y de datos, han anunciado pruebas para estudiar la posibilidad de abrir el mercado interactivo en un futuro cercano. La conexión cable-PC podría acelerar el

advenimiento de al menos una parte de la superautopista electrónica que se promete como parte del mejoramiento masivo de la infraestructura de redes de cable y telefonía a nivel nacional.

II.3 Tiempo estimado de introducción

Tiempos estimados para la construcción de la superautopista electrónica

1994

- Bell Atlantic comienza a probar los servicios interactivos en una red telefónica existente en el área de Washington en los Estados Unidos y comienza la construcción de redes de servicio total en Alexandria, VA. después de obtener la aprobación de la Comisión Federal de Comunicaciones.
- US West comienza en Omaha, Nebraska y en el oeste de Estados Unidos la prueba de la red más avanzada.
- Time Warner y US West programan la terminación de la primera fase de la red de servicio completo en Orlando, Florida.
- A finales de este año se espera el final de la negociación entre TCI y Bell Atlantic.
- TCI comienza la compresión digital en sus sistemas. Bell Atlantic actualiza las redes en los 10 principales mercados de su área de servicios. TCI empieza a actualizar las redes en mercados grandes seleccionados fuera de su área de servicios. US West ofrece servicios a cerca de 100,000 usuarios en su región por redes actualizadas. Estas redes incluirán datos, vídeo por solicitud, vidotelefonía, educación a distancia y servicios de teleconmutación.

1995

- Bell Atlantic a finales de este año programa la terminación de la instalación de las redes de servicio completo en Alexandria, VA.
- US West continúa la actualización para atender aproximadamente 500,000 usuarios.

- Ameritech completa la actualización con la instalación de la fibra óptica.

1996

- TCI programa a finales de este año completar la actualización de su red con un costo de \$2,000 millones de dólares para atender el 90% de su base de clientes; se espera ofrecer nuevos servicios interactivos según la demanda del mercado.

1997

- Bell Atlantic y TCI completan la actualización de algunas de las redes de TCI en Estados Unidos.
- Otros sistemas de cable efectúan actualizaciones y realizan comparación con los clientes que comienzan a utilizar los nuevos servicios interactivos.

1998

- Bell Atlantic proyecta la terminación de la construcción de redes de servicio total en los 10 principales mercados de su área de servicios.
- Time Warner espera terminar la instalación de las redes de servicio total para la mayoría de sus sistemas existentes.

2003

- US West programa la terminación de la instalación de redes avanzadas en su región.

A continuación se muestra una tabla 2.1 en la que se puede observar el tiempo probable de introducción de algunos servicios.

1996 - 1998	1998 - 2002	2003 +
<ul style="list-style-type: none"> • Películas en demanda • Compras por transmisión • Juegos sencillos • Infraestructura POTS/CaTV • Videoconferencia • Compartición de los programas en una red • Tareas • Incremento de Pay Per View • Aprendizaje a distancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Videotelefonía • Incremento de compras • Catálogo por vídeo • Juegos interactivos de la red • Video kiosks 	<ul style="list-style-type: none"> • Televisión multimedia interactiva • Compartición de la pantalla de trabajo • Video Mall

Tabla 2.1 Necesidades de Servicio y Tiempo estimado de introducción

NOTA: Todos estos estimados en la tabla anterior están basados en los estudios de mercado hechos por grandes compañías de telecomunicaciones como AT&T.

CAPÍTULO III

ALTERNATIVAS
TECNOLÓGICAS DE
ACCESO

III ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE ACCESO

III.1 Alámbricas

ISDN (Integrated Services Digital Network)

ISDN aparece a principios de los años 70's como idea futurista de algunos expertos en sistemas en telefonía. Con la introducción de nuevas tecnologías y la demanda de nuevos servicios se tuvo la necesidad de crear una nueva red con nuevos parámetros de diseño y un mejor desempeño en la transferencia de voz y datos. En las últimas décadas se incrementó el uso de la técnicas digitales y el crecimiento de grandes volúmenes de información que se almacenan y se transmiten. Por conveniencia económica se buscó la posibilidad de crear una nueva red flexible, de gran capacidad de transporte, que evolucione a partir de las redes existentes aprovechando su penetración mundial (como es el caso de las redes telefónicas) y además, que sea capaz de integrarlas y adaptarse dinámicamente a la incorporación de futuros servicios.

Se estudiaron diversas posibilidades de integración, introduciendo voz en las redes de datos y datos en las redes de voz, y se llegó gradualmente a una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN). Esta es una idea del CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía) buscando una solución al problema de una mejor y más eficiente red de comunicación.

La tecnología digital tiene una serie de ventajas técnicas sobre la tecnología analógica; entre ellas cabe mencionar que se facilita la integración de todos los niveles de la red, o sea que todas las señales reducidas a su elemento común (bits), se pueden manejar en forma similar sin distinción por el tipo de servicio como son voz, datos, video, imágenes, etc. y todos por un mismo canal. Se pueden emplear repetidores y regeneradores que introducen mínimos niveles de degradación en las señales, con lo que la capacidad del servicio mejora, y prácticamente se independiza de la distancia de transmisión. Además, los sistemas digitales son más sencillos de instalar, modificar, mantener y operar; por otro lado son más confiables y consumen menos potencia. ISDN es considerada como la red fundada para el siglo XXI además ha sido difundida a nivel mundial.

ISDN evolucionó a partir de las redes y las infraestructuras existentes (principalmente telefonía). Este proceso de digitalización ya es un hecho en muchos lugares y en muchos otros se sigue implementando. Esta tecnología se conoció inicialmente como Red Digital Integrada (RDI). En poco tiempo los equipos digitales de conmutación han disminuido sus precios y compiten exitosamente para reemplazar a los equipos analógicos existentes.

ISDN para poder integrarse como una nueva red tenía que cumplir con tres aspectos fundamentales:

- La normalización de los servicios ofrecidos a los usuarios, a fin de que estos servicios sean compatibles en el plano internacional.
- La normalización de las interfaces usuario-red, a fin de que el equipo terminal sea transportable.
- La normalización de las capacidades de red en la medida necesaria para hacer posible el interfuncionamiento usuario-red y red-red.

Se define ISDN como una red de propósito general con conectividad digital total (extremo a extremo), que puede soportar una amplia variedad de servicios, con un conjunto limitado de tipos de conexión e interfaces del usuario. En seguida se mostrará una representación gráfica de una red ISDN, Fig. 3.1.

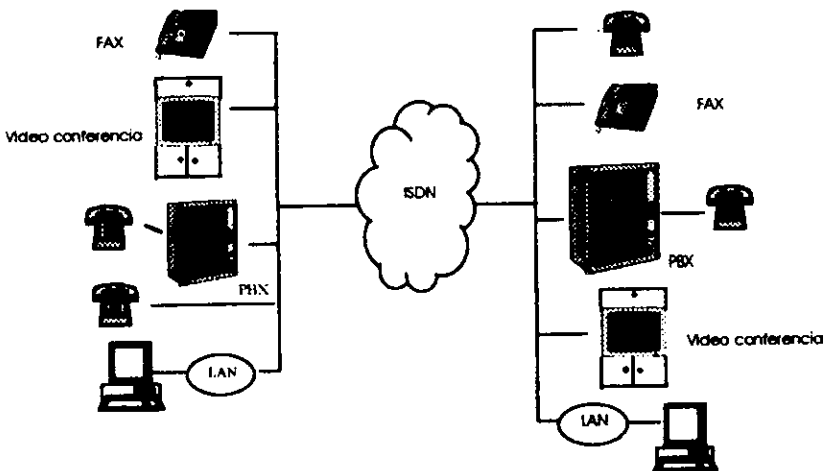


Fig. 3.1 Red Digital de Servicios Integrados

ISDN debe ser compatible en todas sus etapas con los equipos y redes que estén operando y deberá coexistir con la red analógica. Los esquemas utilizados deberán ser compatibles preferentemente con los sistemas de conmutación de circuitos a 64Kb/s.

Una adecuada elección de las interfaces de usuario, permitirá a la ISDN adaptarse a las futuras necesidades y atraerá a usuarios y fabricantes de equipo.

Los conmutadores telefónicos privados (PABX) con tecnología digital, han ocupado gran parte del mercado, por su precio y las nuevas capacidades que ofrecen. Entre ellas transporte de voz y datos, correo electrónico, alarmas, etc.

Aprovechando esta tendencia hacia la digitalización, la red integraría en una primer etapa la transmisión de datos, la telefonía y en la parte de servicios a usuarios, algunas facilidades que ya son comunes en los equipos de conmutación privados (los cuales se observarán en servicios).

Las dos organizaciones más activas en el área de ISDN son la ITU (International Telecommunication Union) y la ISO (International Standar Organization).

Esta red digital se convirtió en un conjunto de recomendaciones internacionales y un mercado de servicios atractivos y en desarrollo ya que la demanda de servicios cada día crece más y más.

El modo de transferencia en ISDN puede ser por circuitos o paquetes con velocidades binarias de 64, 384, 1536, 1920, etc. (NX64), Kb/s; una conversación telefónica puede ocupar anchos de banda de 3.1, 7 y 15 KHz. La configuración puede ser punto a punto o multipunto; simetría unidireccional y bidireccional.

Trabaja con interfaces definidas para usuario-red que son:

- BRI (Basic Rate Interface); 2B+D una sola línea para negocios y residencias.
- PRI (Primary Rate Interface); 23B+D (Estados Unidos) y 30B+D (Europa) servicio a PBX

B = 64 Kb/s voz, datos y video

D = 16 Kb/s señalización.

ISDN ofrece en comparación a los sistemas analógicos; alta velocidad y con lo que reducimos el costo al reducir el tiempo de comunicación con grandes resultados al integrar varios medios, funciones inteligentes, etc.

Servicios

Entre los servicios de telecomunicaciones ofrecidos por ISDN a los usuarios, tenemos telefonía, telex, videotex, correo electrónico, bases de datos, acceso a bancos, juegos, música, películas en casa, educación por video, etc.

Algunos servicios con respecto a la telefonía son:

- señalización usuario-usuario
- grupo cerrado de usuarios
- transferencia de llamadas
- marcación abreviada
- llamada en espera
- identificación de llamada entrante
- llamada exitosa a usuario ocupado
- cargo a tarjeta de crédito
- conferencia múltiple
- cargo revertido
- modificación de llamada en curso
- servicios CENTREX (funciones de PBX en la central)
- indicación de estado de llamada
- redireccionamiento de llamadas

Futuro

Se han buscado interfaces con mayor velocidad, alrededor de 140 Mb/s a lo que se le llama ISDN de banda ancha (B-ISDN) con posibilidad de llevar a la fibra óptica hasta cada usuario.

ISDN tendrá un despliegue muy importante en pocos años ya que la tecnología tiende a ser digital en todas las redes. En México ISDN no existe, pero debido a los servicios demandados, se tendrá que cambiar poco a poco hasta llegar a esta tecnología; aunque en algunos sectores privados ya se cuentan con servicios digitales conocidos como RDI.

PON (Passive Optical Networks)

En la actualidad la calidad requerida del servicio y los grandes volúmenes de información ya no son soportados por las redes existentes; por lo tanto se desarrolló una tecnología capaz de llevar y traer la información a altas velocidades y de gran confiabilidad. A esta tecnología se le conoce como PON, la cual llega por medio de fibra óptica a los usuarios casi en su totalidad.

Algunos de los problemas más comunes actualmente entre los clientes son:

- Problemas con la calidad del servicio.
- Problemas con la capacidad de los cables.
- Altos costos de operación.
- Pocos servicios.
- Saturación con los nuevos servicios.

Los clientes demandan:

- Un servicio más rápido.
- Nuevos Servicios.
- Alta calidad y disponibilidad de servicios.

En el siguiente dibujo veremos la instalación de una red PON. Fig. 3.2.

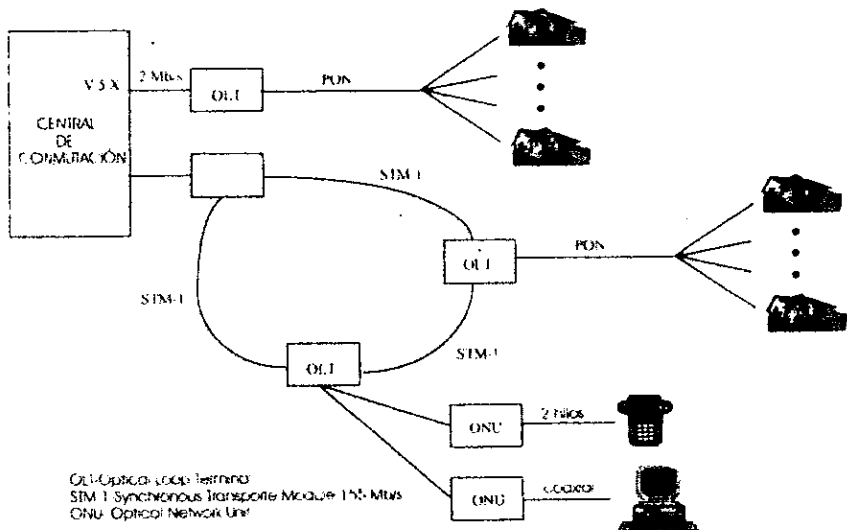


Fig. 3.2 Representación de PON

Características y beneficios de PON

- Con esta implementación declinaremos los costos de transmisión.
- Conectaremos a nodos lejanos y obtendremos un mejor servicio (switches y conectores cruzados).
- Suministrar velocidad y flexibilidad en los servicios.
- Todo el equipo es ambientalmente resistente.
- Operaciones y mantenimiento (O&A) centralizado.
- Administración de la red.
- Línea dedicada y diseñada para FTTH (Fiber To The Home).
- V5.1 interfaz recomendada por ETSI (European Telecommunications Standard Institute) de 2 Mb/s.
- En un solo hilo de fibra óptica se aplica la tecnología PON.
 - Permite POTS y CaTV en un solo hilo
 - Ahorro en transmisores y receptores ópticos.
 - Ahorro en conectores y splitters.
 - Ahorro en cables de fibra óptica.
- Integración de SDH y PON en redes de acceso.
 - Ahorro en equipos para aplicaciones remotas.
 - Una sola interfaz de administración provista con esas capacidades.
 - Reducción del tamaño de los paquetes por circuitos con mayor velocidad.

Servicios

- POTS en un switch con una interfaz V5.1.
- ISDN BRA interfaz V5.1.
- ISDN PRA.
- Líneas dedicadas analógicas con interfaces de 2 y 4 hilos.
- Líneas dedicadas digitales a 64 Kb/s sin construir.
- Líneas dedicadas digitales a 64 Kb/s, 64+16 Kb/s y 64+64+16 Kb/s, estructuradas.
- Líneas dedicadas digitales a 2 Mb/s estructuradas.

SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

Origen del SDH

La definición de los estándares de la jerarquía digital sincrónica SDH (Synchronous Digital Hierarchy), señalan el inicio de la siguiente etapa en la evolución del mundo en la red de las telecomunicaciones. La tecnología SDH facilitará la evolución en los servicios de telecomunicaciones para los usuarios finales, operadores y fabricantes de equipo. Al inicio de la década de 1970 aparecieron los sistemas digitales de transmisión utilizando Modulación por Impulsos Codificados (MIC o PCM)

El método PCM (fig. 3.3) permite representar en forma binaria las ondas analógicas tales como la voz humana, y con esto es posible traducir una señal telefónica analógica estándar de 4 KHz de ancho de banda en un tren de dígitos binarios de 64 Kb/s



Fig. 3.3 Modulación por impulsos codificados (MIC)

Los usuarios (particularmente usuarios de negocios) se hicieron más dependientes de comunicaciones efectivas: hubo una explosión en la demanda para servicios sofisticados de telecomunicaciones. Por ejemplo videoconferencia, acceso remoto a base de datos y transferencia de archivos de multimedia. Todo esto requiere de una red flexible con una gran disponibilidad en un ancho de banda sin límite. Debido a la complejidad de estos servicios la tecnología PDH no permite a los operadores de esta tecnología sean capaces de satisfacer tales demandas

La actual jerarquía digital plesiócrona PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) se desarrolló en respuesta a la demanda para la telefonía sencilla de voz conocida como POTS. El PDH no es ideal, en cuanto a la eficiencia de entrega y de manejo de las conexiones de un gran ancho de banda. Una red sincrónica es capaz de incrementar significativamente su ancho de banda usando esencialmente la misma fibra, además reduce la cantidad de equipo en la red. También con la entrada del SDH el manejo de una red sofisticada se vuelve más flexible y sencillo

SDH se define como una estructura en la cual las señales plesiócronas puedan ser combinadas conjuntamente y encapsuladas dentro de una señal SDH. Esto protege a los operadores de la red de equipo plesiócrono y de esta manera permite el desarrollo de los equipos síncronos.

Como el equipo síncrono se establece con la red, todos los beneficios serán visibles. El operador de la red experimentará ahorros significativos asociados con una cantidad reducida de equipo, el incremento de la eficiencia y la confianza de la red, así como la reducción de mantenimiento y de operaciones.

La tecnología SDH ofrece a los operadores de la red una solución para el futuro. Ha sido diseñada para soportar servicios como el llamado MAN (Metropolitan Area Networks), ISDN-broadband (ISDN-B) y redes de comunicaciones personales.

La tecnología SDH ofrece a los operadores de la red de telecomunicaciones un mecanismo consistente refiriéndose a la división, monitoreo y control de la capacidad de transporte de toda la red, mientras que su flexibilidad hará posible la introducción de nuevos servicios. Así, la tecnología SDH incrementará las utilidades de los operadores, ayudándolos a competir efectivamente en el actual ambiente de las telecomunicaciones y la competencia que venga.

Fundamentos del funcionamiento Plesiócrono

Cuando se realiza el multiplexaje de varios canales de 2 Mb/s. es probable que estos hayan sido generados por equipos diferentes con velocidades de transmisión ligeramente diferente y antes de hacer la intercalación de bits de estos canales hay que llevarlos a la misma velocidad binaria, mediante la inserción de bits de "justificación". En el momento de la demultiplexación los bits de justificación se reconocen y se desechan dejando sólo la señal original. Este proceso se denomina transmisión plesiócrona, expresión que proviene de una raíz griega que equivale a casi síncrona.

En la figura 3.4 se verá el funcionamiento interno del PDH.

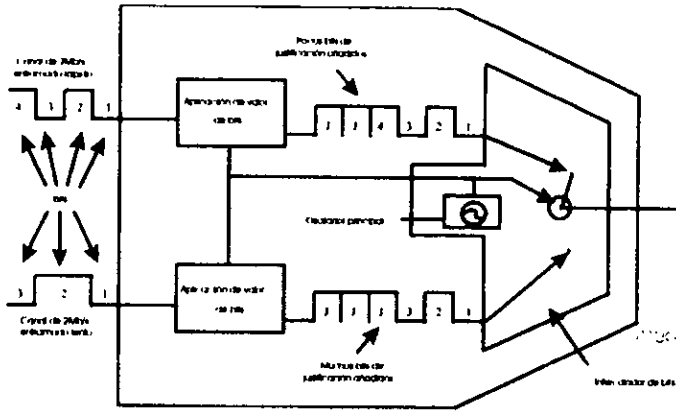


Fig. 3.4 Multiplexación pliesíncrona

El PDH ha creado condiciones que conducen a su propia desaparición ya que los clientes requieren de otros servicios (no sólo voz) además de una mejor calidad de transmisión, mayor disponibilidad de servicios así como conexiones más flexibles. Estas son precisamente las demandas que difícilmente puede manejar la jerarquía PDH, que fue hecha para el servicio telefónico principalmente.

Como el PDH ha alcanzado el punto donde ya no es suficientemente flexible ni eficiente para las demandas que se necesitan, entonces se tuvo que encontrar una solución y esta solución fue SDH que siendo una transmisión síncrona; superó los problemas asociados con la transmisión pliesíncrona, en particular con la inhabilidad del PDH para extraer circuitos individuales de sistemas de alta capacidad sin tener que demultiplexar todo el sistema.

Funcionamiento del SDH

La transmisión síncrona puede ser vista como la siguiente etapa dentro de la evolución de la jerarquía de transmisión. El implementar este nuevo estándar a traído consigo problemas, como la necesidad de contar con recursos de administración de la red dentro de las jerarquías de transmisión, definir interfaces normalizadas entre equipos y facilitar el interfuncionamiento de la jerarquía norteamericana con la jerarquía europea.

Las recomendaciones del CCITT definen un número básico de medidas de transmisión dentro de SDH. La primera de estas es 155 Mb/s, conocido como STM-1 (Synchronous Transport Module o Módulo de Transporte Sincrono) que consta de 2430 bytes de 8 bits; cada una de las tramas tiene una duración de 125 μ s; también se definen las velocidades de transmisión superiores como STM-4 (622 Mb/s) y STM-16 (2.4 Gb/s). Las recomendaciones del CCITT permiten a la señal STM-1 llevar varias señales de velocidad inferior lo que hace posible el transportar las señales PDH existentes.

SDH define un número de contenedores; cada uno corresponde a una velocidad plesiócrona existente. La información de una señal plesiócrona es conformada o entramada dentro del contenedor correspondiente. El procedimiento que se utiliza es similar al procedimiento de relleno de bits usado en un multiplexor convencional de PDH. Cada contenedor tiene la información controlada, conocida como path overhead (POH) o tara de trayecto. Los bytes del path overhead permiten a la empresa operadora el monitoreo de extremo a extremo del trayecto de parámetros como la tasa de errores y otros.

En el diagrama de la figura 3.5 se muestra el funcionamiento de SDH.

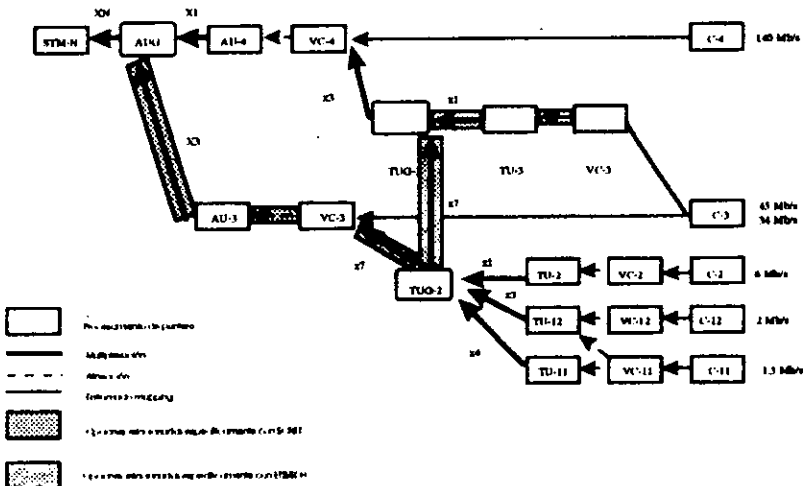


Fig. 3.5 Jerarquía de multiplexación SDH

En una red síncrona, todo el equipo está sincronizado al reloj maestro de la red. Es importante notar que el retraso asociado con la transmisión del enlace puede variar ligeramente con el tiempo. Como resultado, la ubicación de contenedores dentro de la trama STM-1 puede no ser fija. Para compensar estas variaciones se asigna un puntero a cada contenedor. El puntero indica la posición del inicio del contenedor a la estructura de la trama STM-1. El puntero podrá ser incrementado o decrementado como sea necesario para acomodar los movimientos de posición del contenedor.

Cuando se requiere de una transmisión superior a 155 Mb/s (STM-1), se utiliza un esquema sencillo de multiplexación por intercalación de bytes. De esta manera, las velocidades de 622 Mb/s (STM-4) y 2.4 Gbit/s (STM-16) pueden ser logradas.

Beneficios de una red síncrona.

Con una red síncrona son posibles nuevos servicios; esto representa nuevas fuentes de rentabilidad para los operadores de las redes y es más conveniente para los usuarios. Algunos ejemplos podrían ser los servicios en paquete a alta velocidad, interconexión LAN, y una TV de alta definición (HDTV).

Con los estándares del SDH se pueden hacer transmisiones desde diferentes equipos y trabajar con la misma conexión.

La transmisión síncrona supera las limitaciones que se experimentan con la red plesiócrona, ya que permite a la red desarrollarse para satisfacer las nuevas necesidades.

Uno de los beneficios más importantes para una empresa operadora de una red es la simplificación que se logra gracias a la utilización de los equipos síncronos. Un sólo multiplexor síncrono puede ejecutar las funciones de una montaña de multiplexores plesiócronicos; esto significa una reducción importante en la cantidad de equipo requerido en la red. Los costos de operación serán también reducidos, el mantenimiento será menor, habrá reducciones en los espacios para los equipos y también se reducirá el consumo de la energía.

El desarrollo de la fibra óptica dentro y fuera de la red y la adopción de los elementos de la red SDH hacen posible el monitoreo de extremo-a-extremo y el mantenimiento de la integridad de la red. La capacidad para la gestión de la red que otorga la red síncrona resolverá las fallas de las uniones o de otros nodos que se identificarán instantáneamente.

...Las fallas en la capa de transporte de la red serán invisibles en la perspectiva de extremo-a-extremo. Dichas fallas no afectarán el servicio a los clientes y se garantizará el funcionamiento de la red.

Los sistemas de gestión de la red no sólo ejecutarán las funciones tradicionales de administración de eventos, principalmente relacionados con las alarmas dentro de la red; también realizarán otras funciones como monitoreo, la administración de la configuración, la administración de recursos, la seguridad de la red, la administración de inventarios, la planificación, diseño de la red, etc.

La posibilidad de dimensionamiento remoto, y la centralización del mantenimiento se traducirán en ahorros substanciales del tiempo dedicado por el personal de mantenimiento para desplazarse hacia sitios remotos, lo cual a su vez significará un ahorro en los gastos de operación.

Las normas del SDH también facilitan el interfuncionamiento de las jerarquías de América y Europa.

Ancho de Banda.

En una red síncrona será posible asignar en forma dinámica el ancho de banda de la transmisión. Los usuarios en cualquier lugar de la red podrán ser capaces de suscribirse con una anticipación no muy grande para cualquier servicio que ofrezca la red; algunos de estos servicios necesitan grandes anchos de banda. Un ejemplo es el servicio de videoconferencia por red conmutada. Los usuarios podrán tener acceso a la conexión de un ancho de banda requerido para la videoconferencia con sólo marcar el número correspondiente, a diferencia de la situación actual que exige que los enlaces de videoconferencia deban reservarse con varios días de anticipación.

Futuro de la red

SDH ofrece una actualización por medio de un mejor software mejorando así la calidad de los equipos existentes para seguir utilizándolos y de esta manera tener extensiones de equipo. Las compañías operadoras pueden tener la certeza de que las inversiones que realicen son seguras, puesto que la tecnología sincrona ha sido designada como la red carrier para la próxima generación de redes de telecomunicaciones ISDN-B (ISDN-broadband). Actualmente se realizan investigaciones en Europa, dentro del programa denominado RACE (Research and development for Advanced Communications in Europe), cuya finalidad es la implementación de ISDN-B que permitirá a todos los usuarios obtener acceso a la red a velocidades del orden de varios megabits por segundo.

Muchos de los servicios nuevos de banda ancha como las señales de video demandarán un ancho de banda variable. La mejor solución para satisfacer este requisito será mediante la transmisión de paquetes y se seleccionó ATM para ISDN-B y lo que se busca es la compatibilidad entre ATM y SDH.

ATM tendrá aplicaciones como interconexión de redes LAN, videoconferencias con un gran ancho de banda del tipo punto-a-multipunto, servicio de acceso remoto a base de datos, la transferencia de archivos multimedia a alta velocidad y las interconexiones con computadoras principales (host).

Los usuarios residenciales se verán beneficiados por la disponibilidad de una variedad de servicios interactivos y de entretenimiento.

Se promoverá la conversión del cableado coaxial hacia fibra óptica en las estaciones y en las centrales telefónicas.

HFC (Hybrid Fiber/Coax)

La red HFC es una red de banda ancha para transportar video analógico, video digital, telefonía, datos y servicios de multimedia con una gran calidad y capacidad de 200 a 400 hogares, un atractivo precio y con nuevos servicios.

Los servicios de televisión son soportados por una avanzada red digital SDH por medio de supertrunks (supetroncales) desde el headend a un sitio en donde se encuentra un hub a velocidades de 34 Mb/s y 140 Mb/s en bus ya que para las compañías es muy atractivo mandar video analógico a través de nuevos servicios digitales y en este caso los nuevos servicios digitales irán en frecuencias abajo y arriba de las señales analógicas, la telefonía y otros servicios son llevados entre el switch del headend y el hub usando uniones de fibra con señales en forma digital, utilizando también SDH.

Desde el nodo de fibra hasta el usuario se usa cable coaxial y amplificadores para compensar las pérdidas de energía, así como distribuidores para entregar señal a los usuarios.

La infraestructura HFC porta una transmisión multicanal de video, voz, datos y servicios de multimedia, por medio de una doble vía de alta calidad a suscriptores en residencias. Porque el sistema se integra fácilmente a las redes actuales, las empresas operadoras de cable pueden mantener una sola red que puede dar soporte a los servicios analógicos de transmisión de video mientras se preparan para el mercado de servicios que emergen de telefonía, datos, video digital y video interactivo.

Existen tres técnicas que son FTTC (Fiber To The Curb), FTTH (Fiber to the Home) y FTTB (Fiber To The Building). Se mostrarán en la figura 3.6 las técnicas mencionadas para tener una mejor visión de estas.

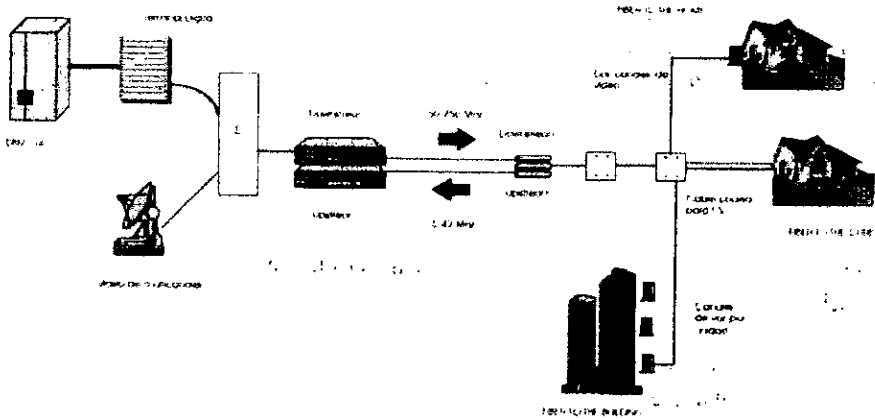


Fig. 3.6 Representación FTTC, FTTB y FTTH

Beneficios

- Servicios de Doble-Vía (two-way). HFC da soporte completo a la transmisión de video analógico así como las aplicaciones que emergen de la telefonía (voz) en HFC, datos en HFC y servicios interactivos de multimedia
- Reducción de Costos. La infraestructura HFC provee una gran solución de plataforma sencilla, de costo efectivo para la transmisión de banda ancha con doble-vía de video, voz, datos y servicios de multimedia
- Alta Seguridad. Diseño de múltiples áreas de servicio y receptores ópticos opcionales creando menos susceptibilidad de interrupciones causadas por cortes de fibra o por fallas de energía.

Descripción del Sistema de Voz

Este sistema explota anchos de banda que no se usan dentro de la red de banda ancha de CATV como son los servicios de telefonía a los clientes, junto con otros servicios de video que ya están siendo llevados por el mismo sistema de cable

Este sistema de voz le da apoyo a tres técnicas principales, la primera de estas es llamada "RF to the Building", la segunda es llamada "RF to-the-Curb" y la tercera es "RF to the Home"

RF-to-the-Home se provee de un puerto de voz con una línea doble el cual es instalado en una caja impermeable en la pared de la casa o edificio del cliente. Cuando se despliega este puerto de voz ninguna otra planta externa (multiplexores u otros dispositivos electrónicos) necesita ser accesada para dar o modificar el servicio. La activación del servicio se lleva a cabo con tan solo configurar la Terminal Digital Central (Host Digital Terminal) por medio de un sistema de administración integrado. Una ventaja adicional al usar este sistema es que el equipo es fácilmente recobable por algún técnico sin necesidad de entrar al local del cliente si el servicio es cancelado.

El emplazamiento de dispositivos electrónicos activos (Puertos de Voz) en los hogares o negocios significa que un elemento inteligente de la red ha sido colocado en el punto límite de la red. Esto permite localizar cualquier falla y que algún operador identifique y corrija el problema antes de que el cliente experimente alguna dificultad.

Para apoyar la técnica RF-to-the-Curb, se provee de un puerto de voz con 6 y 12 líneas. Estos puertos multilíneas son instalados en gabinetes, pedestales o en los postes de la calle. El cableado normal de telefonía de par torcido es usado para conectar los servicios de telefonía desde los puertos de voz multilínea a cada local o sitio donde se encuentran los usuarios.

Este cableado usualmente será instalado dentro del mismo cable distribuidor, y es una técnica conocida como "cableado siames".

Esta técnica no puede ser usada con redes ya existentes de HFC y es un poco más flexible que la técnica RF-to-the-Home ya que requiere equipo que debe ser pre-instalado en la red antes de que el cliente decida tomar este servicio de telefonía.

Una variante de la técnica RF-to-the-Curb es la técnica RF-to-the-Building. Aquí los puertos de voz multilínea son instalados en el costado del edificio que quiera el servicio, uno en cada piso o si es necesario uno compartido por dos pisos.

La técnica de voz funciona convirtiendo las frecuencias de voz analógicas a un canal digital estándar PCM de 64 Kb/s el cual es modulado a un canal RF en la red híbrida de fibra óptica y cable coaxial, HFC modula usando una técnica llamada QPSK. El espectro RF es ocupado sólo mientras las llamadas están en progreso. La técnica de modulación QPSK ha sido elegida para optimizar la utilización del espectro en la banda de RF el cual es muy limitado y se usa una técnica de asignación dinámica de bandas, esto

significa que las señales telefónicas son automáticamente asignadas a partes más silenciosas del espectro si los niveles detectados de ruido aumentan más allá del límite pre-seleccionado en la banda que ocupa originalmente.

Arquitectura de Voz

La arquitectura del sistema de voz consiste en una Terminal Central Digital (Host Digital Terminal HDT) que está localizada en el headend de los Operadores de Cable y en los puertos de voz instalados en los sitios donde están los clientes (RF-to-the-Home) o en la red (RF-to-the-Curb/Building).

Descripción del sistema de Datos

El sistema de datos no solo proporciona acceso y transferencia de datos, ya que el equipo posee características adicionales para conectar al usuario con el proveedor de datos de su preferencia. Dentro de los servicios que se manejan se puede incluir el llamado Work at home (trabajo en casa) y acceso a Internet.

El mercado de la red de acceso en las residencias y en las pequeñas empresas es tipificado por los proveedores de servicios comerciales como CompuServe, Prodigy, The Microsoft Network, etc. así como el Internet y el World Wide Web. Estos usuarios requieren de un acceso de alta velocidad para diferentes redes usando protocolos IP. La capacidad de poder conectarse a diferentes destinos usando protocolos y métodos estándares es muy importante para estas aplicaciones.

Para el servicio a las residencias y empresas pequeñas, el mercado solicita al operador de cable artículos sofisticados y opciones como seguridad, rapidez, disponibilidad, garantías de servicios y alta eficiencia de la red.

La característica llave de este sistema de datos es la habilidad de proveer un servicio de alta velocidad de datos, y costo bajo en comparación con otras infraestructuras ya existentes.

La administración del espectro y la tecnología del modem permite que el espectro de Radio Frecuencia (RF) del sistema HFC pueda ser compartido inteligentemente entre la Técnica de Voz y la Técnica de Datos los cuales son coordinados para asegurar que no ocurran caídas de la señal.

Arquitectura de Datos

El sistema de Datos consiste de un equipo central headend (Data Hub) y de un dispositivo de conexión (Data Port) en cada uno de los sitios en donde se encuentran los usuarios o subscriptores al servicio de alta velocidad de datos.

No se requiere de equipo adicional en esta red, específicamente en el sistema de datos, pero este sistema depende de un canal de retorno en la banda de 5-40 MHz.

Dentro de cada hogar de los usuarios, el puerto de datos es montado cerca del punto de entrada del cable coaxial; de aquí, el par torcido es usado para conectar por medio de un interfaz RJ-45 a una tarjeta Ethernet en la PC del usuario.

HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line)

La tecnología HDSL es una alternativa de la fibra óptica ya que permite muchas aplicaciones digitales de alta velocidad por medio del par torcido de cobre existente. Esto es un buen sustituto temporal de la fibra, ya que según especulaciones tomará entre 10 y 20 años el instalar fibra en cada casa y negocios; por lo tanto HDSL por el momento es una alternativa para las aplicaciones de alta velocidad ya que nos da servicios como la educación digital, videoconferencia y conexiones de redes LAN entre otros.

A raíz de que la gente trató de usar el sistema de telefonía para transferir datos en forma digital por muchos años, se empezó con el desarrollo de modems en la década de los 60's pero al pasar los años los modems fueron haciéndose más y más complejos. Fue entonces que inició un interés para las líneas digitales a finales de los 70's e inicios de los 80's, y fue cuando se dio origen a lo que llamamos red digital de servicios integrados ISDN desafiando nuevamente la capacidad del par torcido de cobre, hasta que en 1988 aparece la tecnología N-ISDN DSL (Narrow Band ISDN Digital Subscriber Line) que es un antecesor directo de HDSL. Muchas de las tecnologías y técnicas que se investigaron para implementar ISDN ahora se utilizan para HDSL.

En el siguiente cuadro se observan algunas comparaciones entre N-ISDN DSL y HDSL:

Tecnología	N-ISDN DSL	HDSL(T1)	HDSL(E1)
Año de surgimiento	1988	1992	1992
Canales	2B+D	2*12 DSO's	2*12DSO's
Carga	144 Kb/s	2*768 Kb/s	2*1168 Kb/s
Pares de cables	1	2	2
FDX (Full duplex)	Si	Si	Si
Distancia máxima	5.5 km	3.66 km	4.20km

Tabla 3.1. Tabla comparativa

Realizando un trabajo intenso en Estados Unidos y Europa continuaron con los desarrollos de esta tecnología hasta que en 1989 se llegó a HDSL.

En 1990 se crea el primer seminario de la IEEE y para 1991, HDSL se pone a prueba en el campo y comienzan las pruebas tecnológicas, en 1992 en los Estados Unidos y Canadá se inicia el despliegue de HDSL con productos de empresas como Tellabs, Alcatel, etc. y en 1993 comienza el despliegue en Europa con equipos de la segunda generación los cuales ya estaban disponibles a bajo costo.

Los equipos HDSL son digitales y cuentan con dos pares de hilos de cobre portando DS1, cada uno transmite en full-duplex (2.048 Mb/s en Europa (ETSI) y 1.544 Mb/s en los Estados Unidos (ANSI)).

Esta tecnología cuenta con una línea terminal (LT) en la central, repetidores y una red terminal (NT) en el lado del suscriptor, la compañía Siemens ha desarrollado los componentes necesarios para HDSL.

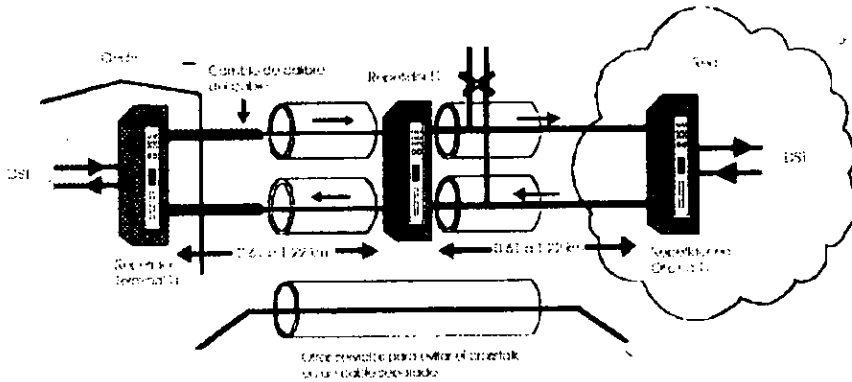


Fig. 3.7. HDSL

En los cables, a medida que aumenta la frecuencia la atenuación se incrementa y también es proporcional a la distancia.

Algunas características de esta tecnología son:

- La utilización de la novedosa tecnología de banda estrecha ISDN (N-ISDN).
- La utilización de cualquiera de los dos pares de hilos de cobre asignados.
- Se puede utilizar un sólo par de hilos de cobre con $\frac{1}{2}$ de DS1.
- 1.544 Mb/s en dos pares de cables para T1.
- Sensible al diafonía de cables cercanos.
- Los pares de cables que portan la información de oeste a este son colocados en grupos diferentes de los pares de cables que portan la información de este a oeste para reducir la diafonía.
- BER (Bit Error Rate) aproximadamente 10^{-6} .
- Los repetidores son de bajo costo, pero requieren de costosos equipos impermeables.
- Hasta 2.74 km. sin repetidores aún con la mezcla de calibres en los loops.
- Bridge Taps hasta 0.76 km.

- Hasta 3.66 km. para loops con cables 24 AWG o más pesados.
- Hasta 0.61 km. para un loop utilizando cables 26 AWG

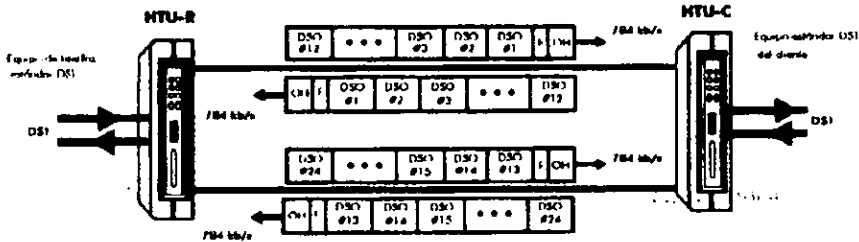


Fig. 3.8 Tramas de HDSL

Para $\frac{1}{2}$ de DS1 tenemos:

- 12 DS0 en condiciones de 64 Kb/s de un total de 768 Kb/s
- El cableado aéreo del HDSL incluye un canal de operación 8 Kb/s.
- Se utiliza FDX (Full-Duplex)
- La velocidad de la línea es de 784 Kb/s

Beneficios de $\frac{1}{2}$ de DS1 de HDSL.

- Bajo costo al fraccionar la capacidad de T1
- Utiliza los estándares de las interfaces externas del DS1
- Los DS0 en desuso son llenados con 1's

Beneficios

HDSL es una solución efectiva para la existencia del par torcido hasta que pueda ser reemplazado por la fibra óptica. El par torcido puede ser utilizado con un total de tres canales uno de video, uno de sincronización y uno de señalización.

También ofrece la ventaja de hacer un monitoreo más extenso en la línea de transmisión durante la operación sin restricciones sobre los datos del usuario y ofrece un canal más de para la localización de fallas.

- Reduce el costo de ingeniería.

- Reduce los costos de instalación.
 - No se necesita empalmar en algunos casos repetidores.
 - No se necesita remover los Bridge Taps.
- Reduce los costos del equipo.
- Reduce el costo de mantenimiento y ofrece un servicio más confiable.
 - Muy pocas fallas (No hay fallas en los repetidores).
 - La reparación es más rápida (cuenta con un diagnóstico muy avanzado).
- Cuenta con un servicio más rápido.
- HDSL es una nueva y funcional tecnología para la distribución de DS1 o 1/2 DS1 de tasa para servicio al cliente.
- Mejor funcionamiento de HDSL para largas distancias a un costo más bajo.
- Los productos HDSL están disponibles.
- Nuevas tarifas y nuevas interfaces son necesarias para un mejor aprovechamiento de HDSL.

En la siguiente tabla vemos una comparación entre T1 y HDSL.

	T1	HDSL
Respaldo dirigible del loop	Sólo algunos equipos nuevos	Si
Desempeño del monitoreo		
Detectar	Solamente ESF	Si
Interrumpir	Algunas veces	No
Localizar	No	Si
Provee opciones	En el campo	Via terminal en ITU-C
Medidas para la calidad de la señal	Se hace con un equipo portable, haciendo una prueba	Continua. No intruso
Violación bipolar/AIS	Pasa directo y transparente	Se intercepta y se envía una señal
Diagnóstico y control cuando un par es dañado	Nunca	Se tienen más oportunidades

Tabla 3.2 T1 vs. HDSL

Operación y mantenimiento de HDSL

- Monitorea a cada hilo de cobre por separado y así obtiene los registros de monitoreo de desempeño y su historia.
- Respaldo para el loop.
 - EOC (Embeded Operations Channel para HDSL) controla el buen funcionamiento.

- Medidas automatizadas en ambos extremos de:
 - Relación señal a ruido (S/N) recibido.
 - Altura del pulso recibido.
 - Estas funciones no fueron posibles con sistemas de transmisión previos. Ahora será posibles detectar las líneas marginadas e intermitentes antes de que fallen.
- Modo silencioso y funciones de inserción de medidas de pérdida.
- Identificación remota de la versión del equipo.
- Prueba automatizada a si mismo.

Aplicaciones

- Acceso local desde la oficina central al sitio del cliente y de una fibra-mux remota al sitio del cliente para:
 - Líneas privadas de DSL y tasas fraccionadas.
 - PRI ISDN.
 - SMDS (Switched Multi-megabit Data Service).
 - Videoconferencias en circuito cerrado.
- De la oficina central al equipo de una red remota.
 - Estaciones con comunicaciones por radio.
- Uso privado en algunos campos.

Futuro

Por ahora parece que HDSL es una tecnología muy fuerte en el mercado pero hay un sentimiento de que la tecnología ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) junto con VHDSL (Very HDSL) pronto dominaran el mercado. Aunque VHDSL todavía está en pruebas.

HDSL en un futuro podrá transportar señales de SDH con contenedores virtuales de 2240 ó 2304 Kb/s. En 1998 HDSL alcanzará su máximo despliegue y su volumen será de 100,000 a 200,000 líneas por año en el mundo y para 2010 HDSL tendrá su expansión final.

ADSL (Asimetric Digital Subscriber Line)

Es una nueva tecnología en modems que convierte las líneas de par torcido telefónico en un acceso para multimedia y alta velocidad de servicios.

En diciembre de 1992 se da a conocer la tecnología ADSL T1/E1 con tres opciones para estandarizar la velocidad del canal, que pueden ser 1.5, 3 y 6 Mb/s (a bajos índices de bit tienen mayor alcance). RBOC (Regional Bell Operating Companies) principalmente funciona de 3 a 6 Mb/s.

En 1993 se puso a prueba en el campo el primer equipo de ADSL (ADSL-1) el cual contaba con una velocidad de 1.5 Mb/s moviéndose en sentido de la carga, y permitía una sesión de vídeo (MPEG-I) junto con dos caminos uno de control y datos y otro de POTS (People Old Telephone System) en banda base.

ADSL (ADSL-2) inició su servicio en diciembre de 1994, registrada en Palo Alto, California (Estados Unidos). Trabajó de 3 a 6 Mb/s en un sólo sentido y un alcance de 3.66 a 5.5 km. Permite una sesión de vídeo de alta calidad (MPEG-II) también dos o más sesiones de baja calidad de 16 a 160 Kb/s, con dos caminos uno de control y datos y otro de POTS en banda base. ADSL se creó para promover la facilidad en el desarrollo punto a punto en todo el mundo y principalmente con VOD. Más de 50 compañías cuentan con esta tecnología.

Bell Atlantic y British Telecom son las dos compañías pioneras en el desarrollo de ADSL para VOD (Video on Demand o Video en demanda) en todo el Atlántico.

ADSL tuvo problemas con VOD, al cubrir Internet y la interconectividad con las redes LAN. Se estudiaron las aplicaciones comerciales haciéndose más efectivas y con sentido hacia los negocios más que para enviar MOD (Movies on Demand) que son películas para clientes en residencias o casas.

Básicamente 2 años y medio Bellcore tardó en introducir ADSL en Estados Unidos. El propósito fue comparar varias tecnologías y probar cual permitía una alta tasa de bits sobre un gran bucle.

Aplicaciones

ADSL se puede transportar sobre ATM, tiene compatibilidad con HFC (Hybrid fiber-coax) y FTTC (Fiber to the curb), además, es más efectivo en el mercado tanto para video como para datos.

ADSL puede literalmente transformar la red existente a un poderoso sistema capaz de ofrecer multimedia a cada hogar en este siglo.

ADSL trabaja en full-duplex con FDM en el mismo par de cables y nos ofrece:

- Canal de voz análogo en banda base.
- Canal de control de 16-64 Kb/s.
- Canal digital de 0, 160, 384 Kb/s.
- 6 Mb/s en downstream y 640 en upstream.
- Es ideal para Internet.

ADSL transporta video desde la red hasta donde se encuentre el cliente (local, sitio, residencia, edificio, etc.) y con una señalización positiva bidireccional de 160 a 384 Kb/s y POTS sobre un sencillo par de cables.

Nuevas tarifas y con la existencia de interfaces serán suficientes para sacar el mayor provecho del potencial de ADSL. Cuenta con FEC para reducir los errores causados por ruido.

Estándares para ADSL

En los despliegues de ADSL, el usuario compra una unidad y la carrier compra la otra.

- Un estándar es necesario para usar una interfaz.
- ANSI (American National Standards Institute) estandarizó la interfaz T1/E1 para ADSL.
- El reporte especial SR-2240 de Bellcore está dirigido a publicaciones básicas de ADSL.

En la figura 3.9 se muestra un enlace utilizando la tecnología ADSL.

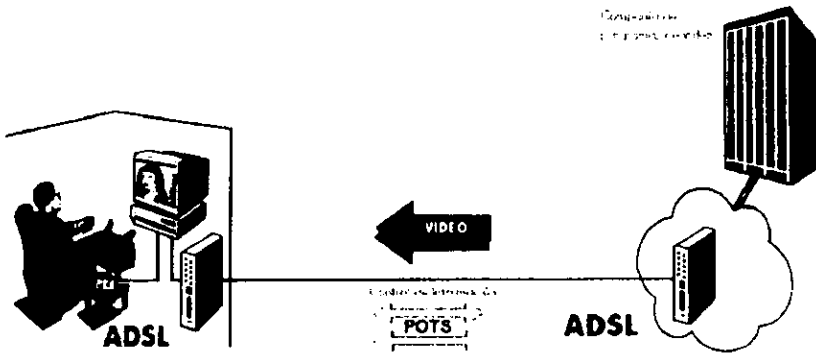


Fig. 3.9 Enlace ADSL

Aplicaciones

Principalmente para el mercado de consumidores en residencias.

- VOD para entretenimiento.
 - Comprime toda la señal usando MPEG-I, MPEG-II o H.261 de 1.5 a 6 Mb/s.
- Video educativo (educación a distancia).
- Trabajo en casa (negocios, etc.).
- Alto funcionamiento de Videotex.
 - Compras desde el hogar.
 - Acceso a una biblioteca electrónica.
- Juegos de video.
- Televisión.
- Corporación de LANs.
- Internet o www (audio, video y animación en las páginas www).
- El equipo para ADSL, cuenta con dispositivos los cuales garantizan la no interrupción de POTS si ADSL falla.

Futuro

Esta tecnología tendrá el potencial necesario para los usuarios de Internet y en donde se demostrarán su gran utilidad. ADSL alcanzará su despliegue final para el año 2010.

La fibra óptica tardará 10 años para poder desplazar al par torcido de cobre ya que aún sigue siendo muy caro este tipo de material. Por ésta razón existe el par torcido de cobre en una red de acceso local y continuará siendo importante para el futuro de la transición de la banda angosta a los servicios de la banda ancha.

Los operadores tendrán servicios digitales de multimegabits; por pequeñas rentas y de esta manera podrán hacer negocios usando la misma tecnología; es por esto que VOD es un gran competidor en el mercado.

III.2 Inalámbricas

PCS (Personal Communications System)

Los sistemas de comunicaciones personales han surgido de la necesidad de proporcionar una amplia variedad de servicios de radiocomunicación a usuarios móviles. La industria de las comunicaciones personales ha tenido un gran crecimiento en los últimos años, especialmente en el número, tipos de servicios y tecnologías. El enfoque de un sistema de comunicaciones personales en el futuro se centra en la integración de servicios que permitan un acceso desde cualquier parte a redes de datos y comunicaciones a través de una terminal inalámbrica especializada; estas comunicaciones personales pueden ser vistas como la evolución de los servicios celulares y los teléfonos inalámbricos analógicos.

En Estados Unidos la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones) ha definido a los sistemas de comunicaciones personales como una familia de servicios de radio comunicación móvil para usuarios individuales o de negocios que pueden ser integrados con una variedad de sistemas.

En Europa, el Reino Unido ha dado la pauta para el desarrollo de los sistemas personales de comunicación con la introducción de los teléfonos inalámbricos de la primera generación (CT1) y de la segunda generación (CT2).

Los teléfonos inalámbricos analógicos de la primera generación (CT1) funcionan como extensiones de la red telefónica pública, operan con modulación de frecuencia en cualquiera de ocho canales en dos bandas ampliamente separadas. Este sistema utiliza un radio transmisor y receptor que funciona como estación base conectada a la línea telefónica en un punto estratégico de una casa u oficina; también consiste de la unidad móvil, la cual se puede usar en cualquier lugar del interior de la casa donde esté conectado.

Al crecer el número de usuarios, se incrementaron los niveles de interferencia deteriorando la calidad del servicio. Debido a lo anterior, surgió la segunda generación de telefonía inalámbrica conocida como CT2. Este servicio puede tener por lo menos tres aplicaciones: como teléfono inalámbrico convencional, para el servicio Telepoint y como un conmutador inalámbrico automático privado (WPABX).

Después del CT2 salió un estándar llamado CT3 el cual es un estándar propietario esto quiere decir que solamente lo maneja ERICSSON.

Las redes de comunicaciones personales también son incluidas dentro de los servicios PCS; estas redes probablemente tienen el impacto tecnológico más alto; estos sistemas tendrán un teléfono de bolsillo que podrá operar en cualquier parte, tanto en interiores como en exteriores. Telepoint es un servicio telefónico inalámbrico público que es comercializado por muchas marcas y que opera con una unidad portátil que se puede guardar fácilmente en el bolsillo; sin embargo, esta unidad portátil únicamente trabaja en localidades seleccionadas de alta densidad de tráfico.

Dentro de los sistemas de comunicaciones personales existen los dispositivos no controlados por las dependencias de gobierno de telecomunicaciones como los sistemas telefónicos domésticos y de negocios ya sea de voz o datos, las redes de área local y los dispositivos portátiles inalámbricos de información; a esta categoría de dispositivos se les llama USERS-PCS (usuarios de la tecnología PCS).

Este sistema puede escoger la ruta correcta ya que tiene movilidad lógica; el usuario puede transferir una llamada importante al correo de voz. Existen lugares con este tipo de sistemas en lugares públicos, negocios, tiendas, aeropuertos y residencias.

Sistemas de comunicaciones móviles

La característica esencial de un sistema de comunicaciones móviles es que se trata de un sistema de radio. Estos sistemas pueden variar su calidad de transmisión; esto es por ejemplo en una ciudad con muchos edificios que ocasionan reflexiones y esto hace que se interfiera la recepción; por este motivo estos sistemas no igualan el desempeño y la calidad que tiene un enlace fijo.

Los sistemas de comunicaciones móviles pueden ser de tres tipos

1. Simplex
2. Half Duplex
3. Full Duplex

Simplex : Únicamente es posible tener comunicación en un solo sentido en cualquier instante.

Half Duplex : Permiten la comunicación de voz en una sola dirección en un solo instante, lo cual significa que se requiere esperar el fin de la conversación para iniciar la transmisión en sentido contrario.

Full Duplex : Permiten la comunicación de voz en dos direcciones simultáneamente por lo que su operación debe asemejarse lo más posible al modo estándar de operación telefónica. En la actualidad este sistema es el que se usa más frecuentemente, pero también se usa el sistema semi duplex pero sólo en sistemas privados.

Principales sistemas de comunicaciones móviles :

- Servicio de radio móvil privado
- Radiolocalización
- Mensajería de voz
- Sistema de radio digital de corto alcance
- Telefonía inalámbrica

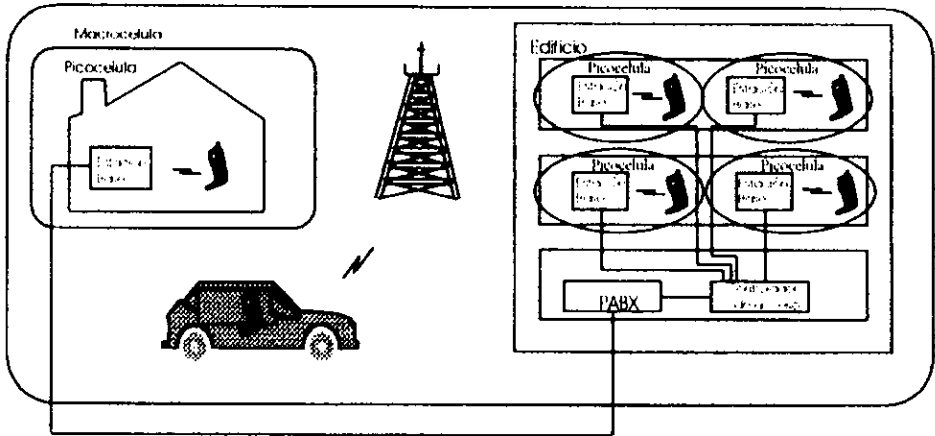
Arquitectura de los sistemas PCS

La unidad portátil se comunica en full-duplex con una estación base asociada que sirve como puerta de entrada a los medios de comunicación alámbricos e inalámbricos. Por medio de la estación base, los usuarios tienen acceso a servicios dentro de un sistema de comunicaciones de alta velocidad, incluyendo comunicaciones con otros usuarios que estén enlazados dentro del sistema. Esta idea se puede extender también a un usuario que no solamente se comunica con otro usuario, sino con una red de servidores.

Con un sistema de comunicaciones personales se puede lograr el acceso a grandes bases de datos comerciales que contengan información internacional, noticias locales e información financiera; también se puede tener el acceso a bases de datos que contengan vídeo digitalizado para fines educativos y de entretenimiento así como la disponibilidad de mecanismos simplificados de entrada que sirvan como interfaz para reconocimiento de voz y escritura.

Por otro lado las terminales inalámbricas transmiten a una potencia mucho menor que la de un sistema celular requiriendo el uso de microceldas con un radio aproximadamente de 100 metros. En oficinas de alta densidad es posible trabajar con células más pequeñas o picoceldas, con los sistemas operando en un modo de interferencia limitada en lugar de un radio limitado y en cuyo escenario se pueden obtener densidades de tráfico mayores que las de un sistema celular en el orden de 10.000 erlangs/km².

Después de este sistema, se creó un nuevo concepto de la arquitectura celular y es comúnmente denominado como Arquitectura Celular Compuesta: aquí se utilizan múltiples mosaicos para cubrir la demanda de tráfico, es decir, microceldas y macroceldas que están en la misma área geográfica, en la cual las microceldas tienen cobertura en áreas con gran demanda de tráfico y la macrocelda proporciona cobertura de radio para una gran área. Figura 3.10.



PABX-Private Automatic Branch Exchange

Fig. 3.10 Representación de PCS

Para la minimización del ancho de banda físico ocupado por el sistema, es posible utilizar una arquitectura de sistema picocelular de estaciones base para obtener el reuso de frecuencia espacial. En un ambiente cerrado, las células están determinadas por los muros y otras divisiones físicas dentro del edificio, con el uso de picocélulas en ambientes cerrados es factible tener una estación transceptora sencilla que sirva a todas las terminales dentro del edificio, ya que tienen una atenuación del orden de 5 a 15 dB a través de los muros y la potencia total de salida de los transmisores tendría que ser muy alta para causar interferencias intolerables.

La ventaja de estos sistemas picocelulares es que debido a la reducción de la potencia de transmisión conforme las células se reducen y juntan para disminuir los niveles de interferencia, la potencia consumida por el transmisor portátil también disminuye.

Problemas

Hay muchas dificultades en el diseño de los sistemas PCS debido a la propagación de las señales de radio. Los canales de radio de un sistema móvil se aproximan a un canal afectado por ruido blanco gaussiano. Generalmente, el nivel de señal recibida está sujeto a desvanecimientos profundos que comúnmente se traducen en acarreo de errores. La información está sujeta a la dispersión de frecuencia selectiva, dando como resultado la interferencia entre símbolos y la necesidad de otro canal.

También existen fuentes de interferencia tales como las producidas por otras unidades móviles usando el mismo canal en otras localidades, ruido provocado por maquinaria, así como el ruido producido por el receptor.

Para el diseño de un sistema PCS se debe tomar en cuenta la variación del canal en el tiempo, la relación señal ruido (S/N) del canal y la relación señal interferencia (S/I) que la transmisión de voz enfrentará.

Se deberán utilizar códigos que requieran de un menor número de bits en el diseño del codificador para la minimización de los errores de transmisión de voz. En el receptor, el proceso inverso se lleva a cabo para recuperar la señal de voz original decodificando la señal transmitida o generando señales que parezcan una señal de voz no distorsionada o utilizando codificación por análisis y síntesis.

Servicios futuros.

La evolución del PCS traerá un ahorro significativo y nuevos servicios con una mejor calidad, uso de fax con un menor costo, mayor privacidad y seguridad en los enlaces. También se tiene contemplado para 1998 ofrecer servicios que incluyen el pronóstico meteorológico, números ganadores de la lotería y lo principal de los deportes.

La evolución de PCS implica cambiar algunos enlaces de cobre por fibra óptica y enlaces de radio.

En la figura 3.11 se mostrará la tendencia a seguir de PCS.

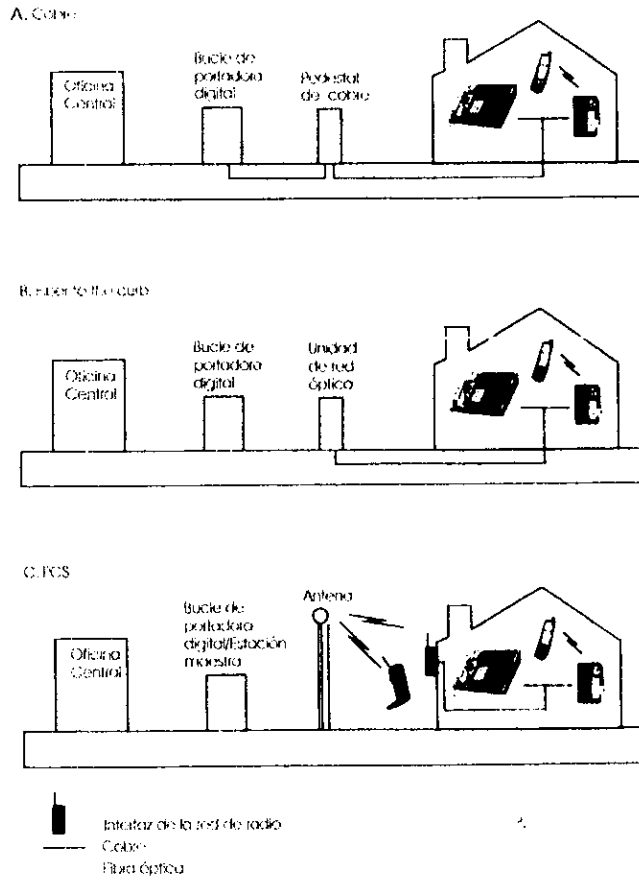


Fig. 3.11 Evolución de PCS

MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service)

La radio frecuencia ha sido utilizada por años en diferentes aplicaciones. La aplicación más común fue hacia los servicios telefónicos de larga distancia. AT&T mantuvo una red de microondas desde los 50's con la función del servicio telefónico de larga distancia en todo los Estados Unidos y así eliminó un gran número de cables del servicio telefónico.

Hace pocos años muchas de las estaciones de transmisión de T.V. y algunas empresas privadas contaban con una débil potencia de transmisión para extender su cobertura a otras áreas.

A partir de la aparición de los satélites en los 80's como medio de transmisión de T.V. se revolucionaron los sistemas de T.V. ya que la tecnología satelital entró como alternativa de los sistemas de CaTV y de esta forma se cubren más zonas para ofrecer el servicio de TV, sobre todo en lugares muy distantes como las zonas rurales. Esta tecnología es una aplicación multicanal de televisión aplicada desde una órbita geosíncrona de la Tierra.

La televisión inalámbrica se recibe de una forma muy simple: se necesitan repetidores, amplificadores y retransmisores como se ve en la siguiente figura 3.12.

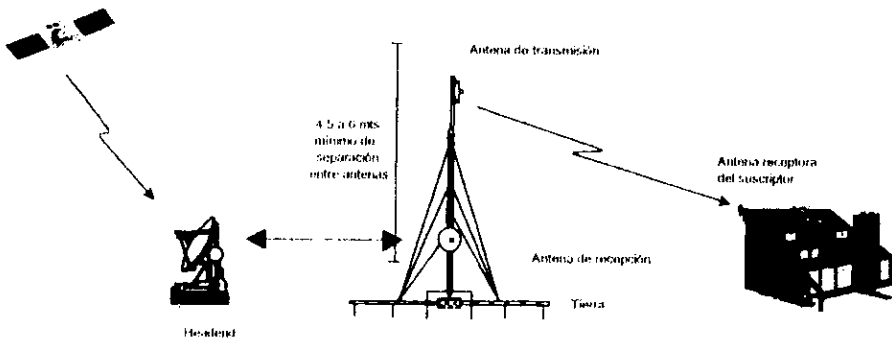


Fig. 3.12 Enlace satelital

Se necesita de un equipo para la recepción de la señal ya que vienen vía satélite, inicialmente la señal pasa a un headend el cual recibirá toda la programación; después el headend mandará a la señal a una segunda antena la cual retransmite la señal por microondas y finalmente llegará a la antena del suscriptor localizada en lugares con línea de vista.

Problemas

Algunos problemas con los que se enfrenta MMDS están en la retransmisión de la señal por microondas ya que las microondas tienen la característica de propagarse en línea recta, como a la luz, por lo que las antenas deben de tener una orientación correcta.

Otro problema al que se enfrenta MMDS es a las interferencias por frecuencias muy altas de radio con las que algunas empresas trabajan.

Y finalmente son los obstáculos como edificios, colinas, montañas, etc.

Con MMDS no hay problema con la potencia de salida del transmisor, ya que el rango de superficie está bien delimitado es decir, tiene una gran cobertura pero su limitación depende de la curvatura de la Tierra (radio del Horizonte).

En algunos países la banda de frecuencia utilizada para MMDS se encuentra limitada como es el caso de los Estados Unidos por la FCC y en México por la SCT pero en otros países no está limitada.

Ventajas

El sistema inalámbrico podría cubrir muchas áreas que necesitan una modificación muy extensa de infraestructura como sería en las zonas rurales. Con esto abriríamos nuevos mercados en donde esta infraestructura no existe.

Un sistema inalámbrico (es decir por medio de antenas en lugar de cable) está comprendido por 33 frecuencias de microondas que provee programación de entretenimiento en video y programación educacional a los subscriptores en sus hogares. El uso de estas frecuencias está gobernado en Estados Unidos por las regulaciones de la FCC (Federal Communications Commission) y en nuestro país por la SCT.

La distribución de MMDS es la siguiente: trece canales son asignados a lo que llamamos MDS (Multipoint Distribution Service) o a MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service). Estos canales son designados como canales MDS-1, MDS-2, H1, H2 y H3 (canales individuales), y para MMDS se dividen en grupos, Grupo-E y Grupo-F (con cuatro canales cada uno).

Futuro

MMDS será de gran importancia para el futuro, ya que en la actualidad se han conectado lugares distantes llevando grandes cantidades de información recabada de varios países hacia un sólo punto y en un futuro tendremos interconectadas a varias naciones en su totalidad evitando grandes cantidades de cable o fibra óptica y con la misma calidad que pueden tener estos.

LMDS (Local Multipoint Distribution System)

Esta tecnología es un sistema de distribución con una configuración de multiceldas que opera en un rango de frecuencias desde 27.5 GHz hasta 29.5 GHz. Dentro de una célula, 1 GHz de este rango de frecuencias es usado para transmitir 49 canales de vídeo. Cada canal consiste en una señal de FM, ocupando un canal de 20 MHz. Entre los canales de vídeo se pueden insertar canales bidireccionales y se pueden volver a transmitir con una polarización opuesta. Esta técnica de polarización permite señales a la misma frecuencia para poder ser usadas simultáneamente en dos diferentes aplicaciones. Una polarización alterna también elimina la interferencia en otras células y duplica prácticamente el ancho de banda.

Los componentes de este sistema celular incluyen una central (headend) para la célula central ya sea satelital o una estación terrena de microondas, un transmisor omnidireccional para la central y transmisores adicionales para las células adyacentes, un receptor o antena (aproximadamente de 6.5 pulgadas cuadradas de diámetro) y un decodificador (set-up) en cada hogar y por último para otros propósitos o servicios interactivos se necesitará un transreceptor adicional.

La forma como se entrega la señal de T.V. a los suscriptores es desde los transpondedores del satélite, estaciones terrenas de microondas o de algún estudio hacia la central donde se encuentra la célula de esa región. Desde esta estación (headend) la señal es transmitida a células contiguas por medio de uniones punto a punto operando en la banda de los 28 GHz. Cada una de estas células usa un transmisor omnidireccional o en su defecto un pequeño número de antenas transmisoras para poder entregar la señal a la antena montada (Windowsill-mounted) en el hogar del suscriptor. La antena transmisora central tiene una cobertura de 3 millas en todas direcciones.

Este sistema se considera como una tecnología que tiene un formato de FM y con señales de 28 GHz con una calidad y costo mejor que la tecnología basada en fibra óptica y cable coaxial.

En la figura 3.13 se muestra un enlace de LMDS

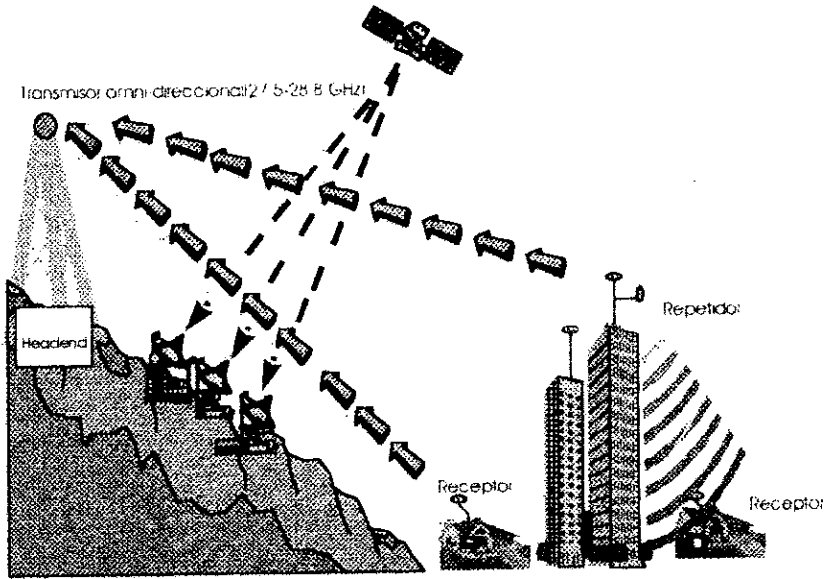


Fig. 3.13 Enlace LMDS

Servicios

- Servicios transaccionales locales, viajes, compras y transacciones bancarias
- Servicios educativos para escuelas locales y universidades
- Servicios médicos al permitir transmisiones para radiología con una gran resolución
- Programas demográficos por medio de células
- Juegos y concursos interactivos.
- Introducción temprana de HDTV
- Calidad de disco compacto (CD) En programas de televisión y de radio digital.
- Videoconferencia en televisión casera usando una videocámara como la fuente de transmisión
- Internet
- Millones de llamadas telefónicas simultáneas con calidad digital en un sistema de multicélula
- Transmisión de datos a altas velocidades
- PCS (Personal Communications System)

Ventajas

- Evita el gastar millones de dólares en cables para cada casa en cada ciudad.
- El costo es aproximadamente la mitad de televisión por cable.
- Provee servicios no solo de televisión sino también telefónico local, videoconferencia y hasta interactividad, video comunicaciones en forma bidireccional y hasta video en demanda (VOD).
- La antena receptora mide 6.5 pulgadas cuadradas y puede instalarse fuera o dentro de las ventanas de los hogares.
- 1 célula equivale a 100 T1.
- Todos los servicios anteriores se ofrecen en una misma célula.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CAPÍTULO IV

SUPERVISIÓN Y MONITOREO
DEL DESEMPEÑO

IV SUPERVISION Y MONITOREO DEL DESEMPEÑO

IV.1 Evaluación del desempeño

Una compañía de telecomunicaciones tiene diversas funciones tales como: el monitoreo, el soporte, la dirección, el abastecimiento y el mantenimiento para una red.

Hay que recordar que existen 2 tipos de redes de telecomunicaciones: las públicas y las privadas.

Existen diferentes organizaciones que se responsabilizan de la operación de redes públicas y servicios especiales. Para tener una buena organización en una empresa se debe contar un sistemas de operación, los cuales se dividen en 3 diferentes áreas que son:

- 1.- Servicios de administración.
- 2.- Servicios de suministro.
- 3.- Servicios de mantenimiento

1.- Servicios de administración: Este grupo es responsable de la administración y la rentabilidad de los servicios de las compañías y se debe cumplir con los siguientes puntos:

- Ventas y estudio de mercado: Tiene como responsabilidad la generación de la negociación y del servicio. También se incluye el monitoreo y el apoyo a la demanda del cliente.
- Facturación y recolección: Tiene como función obtener el pago de los clientes.
- Administración de la compañía: Esta sección tiene como función supervisar día a día todas las operaciones.
- Investigación, desarrollo y producción: Este punto está enfocado a la investigación, diseño y creación de sistemas computarizados para las necesidades del cliente.
- Administración de datos: Se encarga del monitoreo, grabación y posición de la relación de datos para el mejoramiento de la red. El monitoreo incluye volumen de tráfico, carga de los equipos, carga-capacidad e historial del mantenimiento.

- **Planeación de la red:** En este punto se ven las estrategias para cambios y crecimiento de la red.
- **Ingeniería de la red:** Es una guía a seguir la cual nos sirve para la planeación de una red o para especificar el crecimiento de esta.

Existen áreas en las cuales la Planeación de la red y la ingeniería trabajan juntas e incluyen:

- **Planeación de las instalaciones de transmisión:** Asegura los tipos, cantidades y calidad de las instalaciones de transmisión que están disponibles para dar un buen servicio de comunicación.
- **Planeación del equipo del conmutador:** Asegura los tipos, cantidades y la calidad del equipo del conmutador y está disponible para conocer el pronóstico de la demanda de los servicios de comunicación.
- **Planeación de troncales:** Asegura que el número de troncales esté disponible en donde y cuando sea necesario.

La administración de servicios de operación no es directamente responsable de la instalación, mantenimiento del equipo o los servicios de cualquier tipo. Los responsables son los grupos de suministro y mantenimiento.

2.- **Servicios de suministro:** Tiene como función la coordinación de nuevas instalaciones y la conclusión de circuitos.

El servicio de suministro coordina la adquisición y asignación de los materiales y de la mano de obra requerida para instalar, modificar y hacer pruebas en las nuevas instalaciones y nuevos circuitos. El objetivo del suministro es responder y liquidar las ordenes de servicio generadas por las ventas y estudios de mercado. Para cumplir con un servicio óptimo se consideran los siguientes puntos:

- **Facilidad de suministro de troncales:** Reportes basados en el funcionamiento de la red planeada, con esto se decidirá de nuevas instalaciones o nuevas troncales que sean requeridas.
- **Suministro de circuitos:** Es una orden de servicio que es tomada por el área de ventas y entra en un sistema de cómputo. Cuando el cliente requiere de algún servicio pasa automáticamente al sistema de ingeniería y diseña un circuito capaz de proveer el servicio. Una vez diseñado el circuito esta área tiene como responsabilidad construirlo y probarlo .

- **Suministro de documentación:** Son documentos que se refieren a la forma en que se coordinará la realización de las pruebas, la instalación de equipos y circuitos. Además, se especifica qué está hecho; estos documentos establecen un término de días para que la lista de la orden se complete.
- **Aceptación del cliente:** Esto es cuando el cliente se encuentra satisfecho de la orden. Hasta este punto la instalación o el circuito llega a ser responsabilidad de los servicios de mantenimiento.
- **Suministro de rastreo:** Este sistema está provisto de un administrador para monitorear el progreso de la red y lo guarda en un archivo.

3.- Servicios de mantenimiento: Tienen como función asegurar que los componentes de la red estén trabajando adecuadamente una vez instalados. El mantenimiento incluye soporte al cliente cuando el sistema es interrumpido.

Una vez que la nueva instalación o el nuevo circuito está hecho y aceptado por el cliente se considera como In-Service. Los servicios de mantenimiento tienen como función asegurar que los componentes de la red In-Service continúen trabajando apropiadamente. Hay cuatro tipos de actividades de mantenimiento:

- **Mantenimiento correctivo.** Este tipo de mantenimiento se lleva a cabo cuando existe un mal funcionamiento reportado por los clientes, identificación por una prueba progresiva (se mencionará más adelante) o por el personal encargado de servicios.
- **Mantenimiento preventivo.** En base a una predicción se efectúa la sustitución de los componentes que están a punto de fallar.
- **Mantenimiento predictivo.** Es una prueba automática y regular de grupos de troncales hecha por equipo especializado durante las horas de poco trabajo. Si una troncal o un grupo de troncales se encuentran fuera de los límites en términos del funcionamiento de transmisión, se inicia una reparación.
- **Administración de mantenimiento:** Se refiere a la gestión de los servicios de mantenimiento como equipos, sistemas, alarmas, etc.

IV.2 Prevención de fallas

La prevención de fallas de un sistema necesita de una constante vigilancia en donde el sistema procese y distribuya el tráfico de datos en forma óptima. Hay que hacer énfasis en el conocimiento de la red, hacer un análisis que pruebe la eficiencia de la red y así reducir el mal funcionamiento. Este tipo de soporte en los sistemas desempeñan tres funciones:

- 1) **Vigilancia:** Monitoreo de operación de la red y la identificación de las causas de los errores.
- 2) **Control limitado:** Monitoreo constante en las limitaciones de las funciones que tiene el equipo de la red.
- 3) **Administración de datos:** Recaba, procesa y pasa los datos al lenguaje del sistema en uso.

Se producen 3 tipos de reportes debido al monitoreo constante de una red y son:

- **Reportes de estatus:** Proveen información en forma general del uso de varios componentes de la red
- **Reportes de excepción:** Son generados cuando el volumen de tráfico en los componentes de la red excede a los valores predefinidos por los ingenieros de red.
- **Reportes de equipo de la oficina central:** Proveen información de la red en uso en grandes intervalos de tiempo. Esto permite un análisis de volumen de tráfico, que es información vital para la planeación de la red.

Los sistemas de ingeniería de la red nos dan el mejor conocimiento de nuestra red ya que con esto conoceremos:

- **Tipos y elementos de la configuración de la red** (transmisión, switches, troncales, canales, par torcido, etc.) en el servicio.
- **Tipo, configuración, localización y número disponible de los elementos de la red** estén o no estén en uso.

En la mayoría de los casos los equipos de comunicación tienen dos tipos:

- 1) Manual (grupo de ingenieros).
- 2) Automático (máquinas).

En los sistemas de la red se tienen los siguientes controles:

- **Sistemas de control de la red:** Son usados para definir y administrar la funcionalidad de la red.
- **Configuración y reconfiguración de la red:** Tiene la capacidad de programar los conmutadores analógicos y digitales para que tengan un correcto enrutamiento. Con esto el administrador de la red reconoce la instalación de nuevos circuitos y equipos.
- **Administrador de crisis:** Capacidad de configuración de la red usada para enrutar el tráfico, debido a un mal funcionamiento.
- **Pruebas de red:** Incluyen pruebas automáticas de rutina y especifican las posibles fallas.

Los sistemas de ingeniería tienen acceso a una base de datos la cual rastrea la disponibilidad y localización de las partes de la red.

Pruebas de acceso y rastreo del sistema

1) **Pruebas de acceso del sistema:** Son pruebas remotas de la red de la siguiente forma:

- **Pruebas de rutina:** Es un inventario automático de los grupos de troncales, conmutadores y las instalaciones de pruebas de transmisión. Estas pruebas se hacen durante las horas de menor trabajo y si se encuentra que el sistema está fuera de los límites se manda un reporte.
- **Pruebas de instalación:** Se provee de un nuevo circuito o pieza de equipo para mejorar el servicio.
- **Localizador de averías:** Cuando un problema es reportado a mantenimiento se usa un localizador de averías automático y se mandan técnicos al área de trabajo.

2) **Rastreo del sistema:** Es usado para observar las acciones realizadas en el sistema.

IV.3 Tiempos de respuesta

El Tiempo de Respuesta es en sí un indicativo de calidad del servicio que proporciona una empresa de telecomunicaciones para atender un reporte por un mal funcionamiento de equipo o un sistema de comunicaciones, generado por cualquiera de sus clientes o usuarios.

El procedimiento típico para la atención de algún problema es el siguiente:

1. El cliente al detectar un problema de operación, elabora un reporte con la compañía prestadora de servicio, la cual le asignará un número de entrada y anotará fecha y hora con algunos detalles del problema presentado.
2. La compañía efectuará en primera instancia la asistencia técnica vía telefónica con el cliente con el propósito de diagnosticar la naturaleza de la falla. Si en este proceso se determina la viabilidad de solucionar el problema por la simple corrección de parámetros o configuración, el tiempo de respuesta se considera como aquel que se tomó en solucionar el mismo desde que se levantó el reporte.
3. En el caso de que el problema continúe, personal del área de operaciones saldrá al lugar en donde se encuentre el equipo para atender el mismo con las refacciones que se estimaron necesarias para el trabajo correspondiente, buscando cumplir con los tiempos pactados bajo contrato con el cliente.
4. Una vez en el sitio, el personal de operaciones procederá a cambiar los equipos, módulos o tarjetas que hubiesen fallado para poder restablecer la operación normal del equipo.

Como se puede observar el "tiempo de respuesta" es el tiempo que se toma en restablecer la operación normal de un equipo, sistema o canal de comunicaciones considerándose como un parámetro de calidad entre los prestadores de servicio.

CAPÍTULO V

PLANTEAMIENTO DEL
PROBLEMA Y SOLUCIÓN
PROPUESTA

V PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN PROPUESTA

V.1 Introducción

Existe una gran cantidad de cable para hacer llegar los servicios telefónicos y de T.V. por cable a los usuarios, esto quiere decir que entre más usuarios existan en una misma área tendremos una mayor cantidad de cable ocupando un gran volumen dentro de las instalaciones subterráneas y aéreas, produciendo una alza de costos para los prestadores de servicio telefónico y de T.V. por cable dado a que cada vez que un usuario requiera de alguno de estos servicios existirá un cableado más; esto dará como resultado tarifas muy altas para los usuarios.

Lo que se trata de evitar es el aumento de tarifas; por esto la competencia entre las compañías telefónicas (POTS) por dar servicio de video y las compañías de T.V. por cable para dar servicio telefónico; con esto se obliga a dar una mayor cantidad de servicios a un menor costo.

V.2 Planteamiento del problema

Uno de los puntos vistos en el espectro de servicios de las compañías de cable es que tienen un solo sentido y están mejorando sus redes de cable coaxial para que puedan llevar voz y datos junto con el video analógico. Los alimentadores de las troncales de cable coaxial están dando paso a la fibra óptica para producir una red híbrida fibra-coaxial con el fin de tener una comunicación bidireccional con altas velocidades.

Por otro lado, las compañías telefónicas al ver los servicios de datos y video que se pueden ofrecer, consideraron el crear nuevas redes, en donde operará la fibra con el cable coaxial para llegar con el tiempo a un modelo básico para la televisión por cable. Este tipo de convergencia a través de fibra-coax, está siendo probado para diferentes servicios, pero la presente infraestructura que lleva el servicio a los hogares todavía no será completamente digital hasta que la inteligencia del sistema sea distribuido a lo largo de la red usando microprocesadores de bajo costo. Una red digital provocará la descentralización de la inversión, proveerá acceso a la red con un ancho de banda eficiente e integrará software para mejorar los servicios. El resultado final será la infraestructura económica de la última milla suficiente para encontrarse con las demandas del consumidor y a un razonable costo para el siglo XXI.

Para plantear el problema se necesita conocer que es lo que se tiene actualmente; por ejemplo: el desarrollo de los servicios por fibra óptica comenzó en los 80's con la reconfiguración de las plantas existentes a grandes células, las cuales se alimentan desde la oficina central o headend y la unión de centrales con troncales también es de fibra. Como se observa en la figura 5.1.

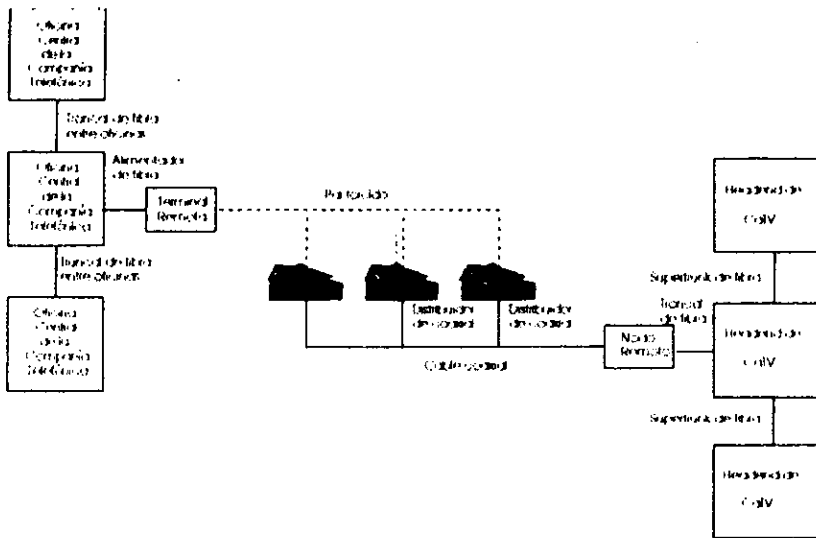


Fig. 5.1 Red actual

Las compañías telefónicas usan fibra óptica para sus troncales, las cuales llevan las señales multiplexadas y para las líneas de abonado usan cables de cobre individuales.

Los loops digitales de las oficinas centrales realizan varias cosas. Reducen los costos de operación al usar menos cobre, el cual es caro de mantener; permiten el monitoreo remoto, reduciendo los viajes de servicio; pueden proveer ayuda a los operadores para optimizar la capacidad de sus switches y de la planta de distribución.

Las compañías de cable empezaron a reconstruir sus plantas de cable coaxial con fibra a finales de los 80's, seguido de la introducción de los láseres para transmitir señales de televisión con ondas de luz. En un esquema conocido como fiber-to-the-feeder (FTTF- fibra al alimentador) la fibra es corrida desde el headend de la compañía de cable a nodos remotos sirviendo de 200 a 1000 hogares. En los nodos, la señal es convertida para la transmisión, de cable coaxial a subscriptores individuales como se ve en la figura 5.1.

Las compañías de teléfonos y los operadores de TV por cable usan fibra óptica para decrementar los costos de operación y dar una señal de gran calidad. Por sólo algunos cientos de metros de cable coaxial las señales de RF se atenúan notablemente, así que para poder disminuir la atenuación se necesita una docena o más de amplificadores espaciados entre 330 y 660 metros. Haciendo notar que los amplificadores no solo son caros de mantener sino que también introducen ruido al sistema.

El decodificador (TV set top box) es también difícil de tener en una red bidireccional con poco ruido, ya que requiere de muchos amplificadores la red y estos son una fuente de ruido en el sistema de cable. Lo más difícil son las plantas que tienen muchas ramas donde se crea un patrón de retorno de cada hogar al headend y esto hace que se tenga un obstáculo de ingeniería grave. De hecho uno de los beneficios de FTTF es que simplifica la red cortando las ramas.

Las investigaciones en FTTF empezaron a finales de los 70's en los laboratorios de AT&T Bell. El problema principal era y sigue siendo el alto precio de los equipos optoelectrónicos para un solo suscriptor. Como compromiso Fibre to the Curb (FTTC) fue desarrollado; este lleva fibra pero no directamente a los hogares sino a una unidad óptica y de esta se alimenta, a un grupo de 4 hasta 48 usuarios.

Como ya hemos mencionado, el interés existente de las compañías telefónicas en los sistemas híbridos (fibra-coax) es debido a que pueden transmitir vídeo y datos a alta velocidad. Una red híbrida podría ser desplegada en conjunto con FTTC.

Finalmente, podemos concretar que el problema es encontrar una tecnología que nos permita llevar hasta el domicilio del usuario:

- Televisión por cable
- Telefonía y servicios asociados
- Internet
- Comunicación de datos

Todo esto a través de un solo cable que puede ser de cobre o fibra óptica.

La razón de que se intente solucionar este problema es que se considera que existe mercado para este tipo de servicios.

Para esto se realizó una investigación en la ciudad de México debido a la densidad de población que existe, para determinar cuántas personas cuentan con teléfono, computadora y T.V. por cable y si es aplicable esta tecnología en los hogares.

Y se obtuvieron los siguientes resultados:

Teléfonos:	3,834,256	(TELMEX dic.-97)
PC's:	600,000	(Compaq '97)
CaTV:	1,330,000	(Cablevisión '97)

Estas cantidades son aproximaciones y se obtuvieron de documentos de las compañías mencionadas.

Es muy difícil saber cuantos hogares cuentan con T.V. por cable, teléfono y computadora personal; sin embargo, este dato no es relevante ya que sucede con frecuencia que cuando se ofrece un producto nuevo, la publicidad crea en las personas la necesidad de adquirirlo y usarlo. De este modo, si hay 1,300,000 hogares con T.V. por cable, es seguro que también tiene teléfono aunque no necesariamente computadora. Sin embargo, al ofrecer el servicio de T.V., teléfono y datos, un buen porcentaje de los usuarios de T.V. por cable, digamos un 60%, lo van a contratar.

De este modo, estamos hablando de aproximadamente 800,000 clientes potenciales, lo cual es bastante atractivo como para invertir en la búsqueda y obtención de soluciones al problema.

V.3 Solución del problema

La solución que proponemos es la integración de los servicios telefónicos en las redes de CaTV a través de una red HFC ofreciendo en un solo cable los servicios de telefonía, programas televisivos y otros (los cuales se mencionarán más adelante).

La última generación de redes de televisión por cable combinadas con elementos de telefonía y tecnología computacional parece que satisface las necesidades para la innovación. Al converger estas dos compañías nos dará como resultado un servicio provisto de voz, datos y vídeo por un cableado ya existente.

Una de las primeras soluciones fue crear una arquitectura FTTC, la fibra corre desde una terminal remota (conectada a la central por fibra) a un pedestal. En este pedestal, la señal óptica es convertida en una señal eléctrica y demultiplexada, para la entrega a los hogares por medio de par torcido como se ve en la figura 5.2. Estas unidades ópticas ONU's (Optical Network Units) sirven a ocho hogares.

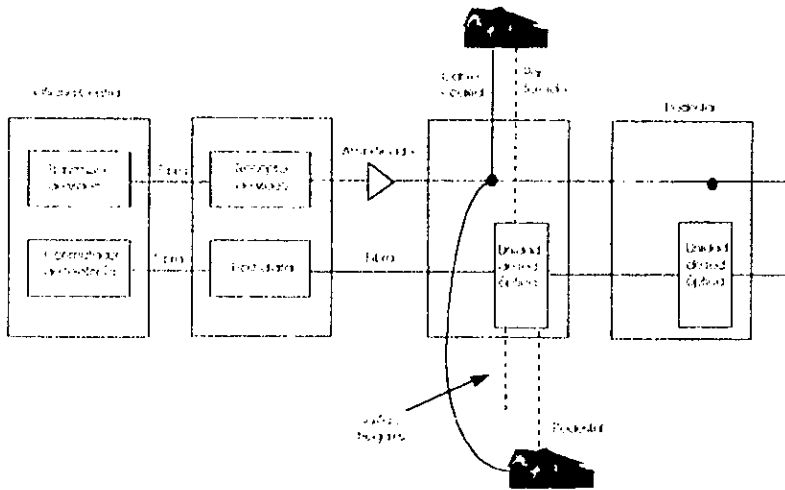


Fig. 3.2 Arquitectura FTTC

Para proveer vídeo por FTTC se requiere de sobreponer fibra óptica y cable coaxial, esto significa que es otra opción para transmitir múltiples servicios pero es muy cara y en adición a esto cada subscriber requerirá el tener un convertidor de señales.

Las fibras ópticas podrían ser el medio de transmisión del vídeo a una terminal remota donde el vídeo será entregado a un área repartiendo la señal hasta 500 hogares por el cable coaxial, mientras que POTS seguirá haciendo el trabajo mediante las unidades ópticas dando servicio hasta ocho hogares por medio de par torcido. El cable coaxial que lleva el vídeo también llevará la energía a las unidades ópticas.

Existe algo de preocupación por parte de la industria telefónica que aún cuando el sobreponer fibra y cable coaxial a FTTF es menos costoso que el sobreponerlo a FTTC. La opción más económica no sería lo suficientemente flexible para entregar todos los servicios que pueden ser requeridos dentro de los próximos 20 ó 30 años. La realidad es que FTTC es una plataforma de servicio ideal costando menos que otras alternativas y que ofrece más de 1 GHz de ancho de banda. Eventualmente cuando la economía lo permita la fibra podrá ser llevada por todo el camino hasta las casas o edificios

Por diversas razones las redes híbridas son relativamente económicas de instalar. Primero, el costo de los equipos optoelectrónicos para la fibra pueden ser repartidos a través de cientos de subscribers; segundo, el cableado es menos costoso ya que hay loop a través de los hogares con una pequeña caída de señal en cada casa, mientras que en una red tradicional de telefonía cada casa tiene un loop por separado.

Un modelo de Pacific Bell estima que una red híbrida sirviendo a 30,000 subscribers utiliza alrededor de 300 km de cable coaxial mientras que un par torcido de cobre utiliza 188,000 km Aproximadamente

Más aún, las porciones del espectro RF que no son de video se pueden digitalizar modulando mediante modems no costosos permitiendo una doble vía de datos en el sistema. Este flujo puede llevar conversaciones, telemetría o información de computadora

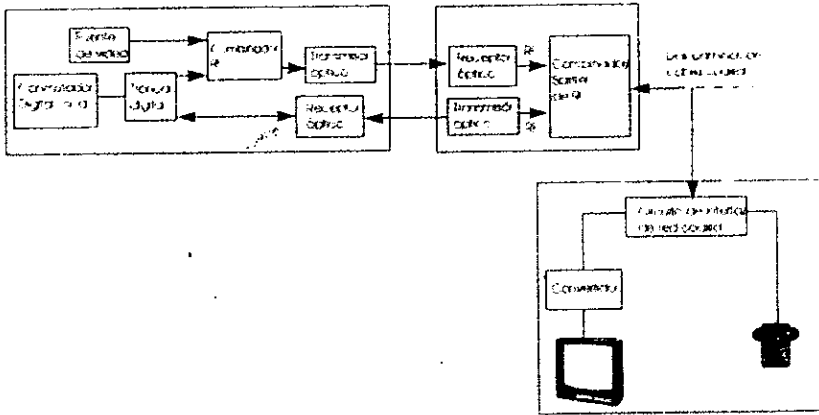


Fig. 5.3 Arquitectura esperada

Las compañías telefónicas continuarán investigando y desarrollando una variedad de tecnologías ya que bajo las regulaciones actuales deberán continuar con las plantas existentes de cobre, esto quiere decir que en lugar de desechar las plantas existentes se utilizarán equipos ADSL (Asymmetric digital subscriber line) las cuales permitirán diversos canales de video digital de calidad de videocasetera para ser entregado a los convertidores contando así con una red digital de servicios integrados (ISDN) en la cual existe baja velocidad para voz y datos.

Una razón más poderosa para esperar una continua diversidad es que para zonas alejadas, rurales o zonas con mucha población se necesita más que una sola tecnología. Tomará años para cambiar las actuales arquitecturas a esta nueva generación de arquitecturas inclusive si todos los operadores comenzaran a vender desde ahora lo que tienen a precio de mayoreo. Para que una red pudiera ser diseñada y construida en un tiempo determinado, esta red tendría que ser totalmente nueva

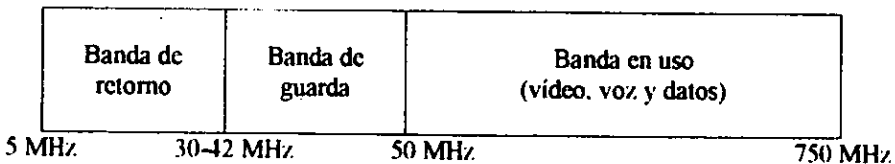
Las redes híbridas no cumplirán con lo prometido hasta que se tome ventaja de las tecnologías como son la computación y también de los campos de las redes LAN. Para poder producir servicios de redes de acceso a un costo efectivo, se necesitarán dispositivos usando microprocesadores, circuitos integrados de aplicaciones específicas, y modems RF para hacer interfaces al cable coaxial y una variedad de dispositivos de comunicaciones para los hogares a un precio razonable.

De lo que se trata es de contar con una red inteligente capaz de otorgar al usuario más servicios según sus necesidades, ya sea por la adición de interfaces o por el software que se pueda cargar remotamente, reduciendo así costos y permitiendo a los operadores de la red dar servicios en paquetes a los subscribers.

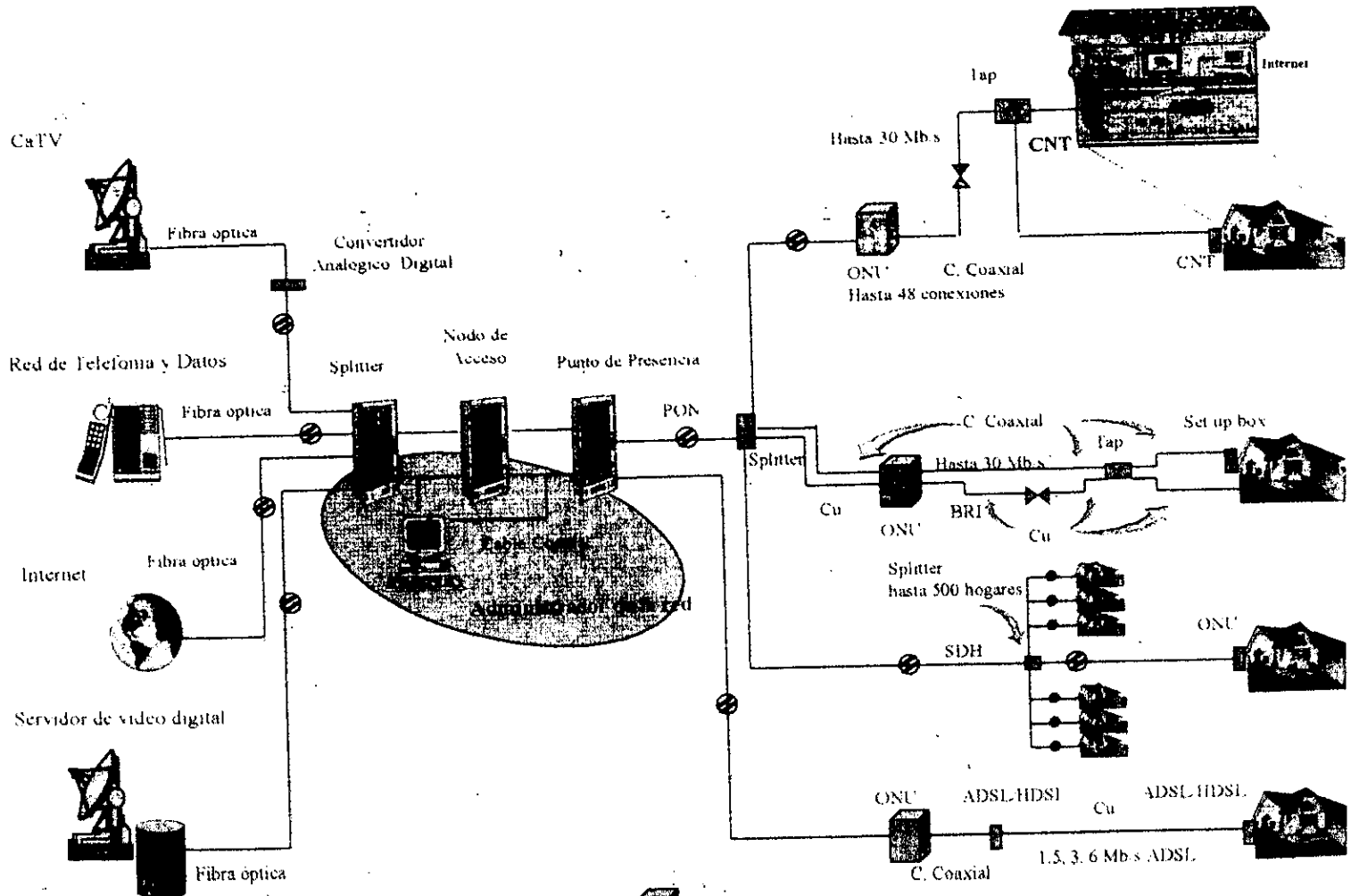
Resumiendo: las redes híbridas y un equipo sofisticado de distribución ofrecen una solución de una red de servicio completo para los 90's y más. Un típico nodo de fibra con cable coaxial ofrece servicios a más de 500 casas y podrán satisfacer sus necesidades de servicio telefónico con un par de canales de 6 MHz haciendo uso de las interfaces inteligentes y rehusando el ancho de banda. Los canales sobrantes que no son de video podrán soportar una red de información tal como la Ethernet. La telemetría, es la administración de las comunicaciones o los comandos para los servicios interactivos, podrá ser intercalada con conversaciones telefónicas. Tendremos mayores capacidades que están disponibles mediante la división de los nodos de fibra óptica a pequeños hubs y mejorando la eficiencia del modem.


Algunos reportes de TELMEX, hacen mención que la tecnología es aplicable debido a la cantidad de personas que cuentan con estos servicios, el problema es el costo tan elevado de los equipos de fibra óptica, además, los usuarios tendrían costos elevadísimos para la renta de este servicio debido a la pronta recuperación de su inversión.


En el siguiente dibujo se encontrará el espectro de RF en un cable coaxial y también se encontrará anexa el diagrama de una red HFC con los servicios de telefonía y T.V. por cable utilizando un cable de 750 MHz.



En el siguiente dibujo se mostrará el diseño final de todo este trabajo de investigación aplicado en una red HFC que se espera tener en un futuro.



 ONU Equipo optoelectrico además demultiplexa

 Amplificadores

TECNOLOGÍA Y
FABRICANTES

TECNOLOGIA Y FABRICANTES

Par de torcido de cobre	AMP (<i>Fabricación y ensamble de cable</i>) Belden (<i>Fabricación de cable</i>) Condumex (<i>Industria líder de cable de telecomunicaciones en México</i>) Lucent Technologies (<i>Fabricación y comercialización de cable</i>) Poujiet (<i>Fabricación de cable</i>)
Cable coaxial	Condumex (<i>Industria líder de cable de telecomunicaciones en México</i>) Belden (<i>Fabricación de cable</i>) Andrew (<i>Fabricantes de antenas, cables, etc.</i>) AMP (<i>Fabricación y ensamble de cable</i>)
Fibra óptica	Condumex (<i>Industria líder de cable de telecomunicaciones en México</i>) ALCATEL (<i>Fabricante y comercializador</i>) Optical Cable (<i>Fabricante de equipos y fibra óptica en los Estados Unidos</i>) Lucent Technologies (<i>Fabricación y comercialización de cable</i>)
ISDN	Cisco System (<i>Instalación de equipos digitales</i>) ALCATEL (<i>Fabricante y comercializador</i>) RAD data telecom (<i>Fabricación de equipos</i>) Deutsche Telekom (<i>Principal compañía de telecomunicaciones en Alemania</i>)
PON	Condumex (<i>Industria líder de cable de telecomunicaciones en México</i>) Optical Cable (<i>Fabricante de equipos y fibra óptica en los Estados Unidos</i>) Lucent Technologies (<i>Fabricación y comercialización de cable</i>)

SDH	Nortel (<i>Fabricación y comercialización</i>) ALCATEL (<i>Fabricante y comercializador</i>)
HFC	FPN (<i>Equipos para sistemas de telefonía</i>) Nortel (<i>Fabricación y comercialización</i>) General Instrument (<i>Equipo de telecomunicaciones</i>)
HDSL	Siemens (<i>Industria eléctrica y electrónica</i>) RAD (<i>Fabricación de equipos</i>) Pair Gain (<i>Líder en el mercado de HDSL</i>) Newbridge (<i>Fabricación de equipos</i>) ADTRAN (<i>Fabricación de equipos HDSL</i>)
ADSL	Bell Atlantic (<i>Principal proveedor de esta tecnología en los Estados Unidos</i>) British Telecom (<i>Creador de esta tecnología</i>) Nortel (<i>Fabricación y comercialización</i>) AT&T (<i>Proveedor de servicios de telefonía en los Estados Unidos</i>)
PCS	Nortel (<i>Fabricación y comercialización</i>) Qualcomm (<i>Proveedor de la tecnología PCS y comunicaciones inalámbricas</i>) ERICSSON (<i>Fabricante e instalador</i>) BOSH (<i>Fabricación y comercialización</i>)
MMDS	General Instrument (<i>Equipo de telecomunicaciones</i>) Jerold (<i>Fabricante de equipos</i>) MCI (<i>Prestadores de servicio</i>)
LMDS	Cellular Vision (<i>Creador de la tecnología</i>) Motorola (<i>Diseño, fabricación y comercialización de equipos de comunicación inalámbrica</i>)

Phillips *(Comercialización y fabricación de equipos de audio y video)*

Hewlett Packard *(Manufactura, distribución y comercialización)*

Texas Instruments *(Fabricación y comercialización de componentes para equipos de telecomunicaciones)*

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En esta era, donde los avances tecnológicos en la transferencia de información prácticamente son los que permiten dominar el mercado en todo el mundo, debemos involucrarnos con todos los cambios que ocurren a nuestro alrededor; por ello, esta investigación pretende que las personas interesadas o inclusive las no interesadas en estos temas tengan una mejor forma de entender algunos de estos avances en telecomunicaciones.

En esta tesis, además de hablar de las diferentes tecnologías, se ha presentado una alternativa de conexión para el aprovechamiento de los recursos existentes entre compañías prestadoras de servicios y usuarios. Nuestra base, fue la competencia entre las compañías de T.V. por cable y las compañías telefónicas, ya que en esta competencia por el mercado se busca ofrecer una amplia gama de servicios a un bajo costo. En la actualidad, casi diariamente aparecen nuevos servicios o mejoras en los existentes como por ejemplo, celulares más pequeños, que avisan quién nos está llamando antes de que contestemos; no tardan en aparecer los celulares que den servicio de mensajería y así hasta el infinito.

Generalmente, las empresas ofrecen estos servicios novedosos pero es el público usuario el que decide si "pegan" o desaparecen. Es el riesgo que se corre con el sistema que se propone en esta tesis; de modo que para asegurar su aceptación y permanencia en el mercado, los servicios ofrecidos deberán de ser de calidad y a un bajo costo, además de que las empresas prestadoras de servicio deberán "crear necesidad" con adecuadas campañas publicitarias y un mercado eficiente.

Nosotros consideramos que una red híbrida haciendo uso de la fibra óptica en la red primaria y cable coaxial en la última milla, es la mejor opción para muchas compañías ya que el cableado existe; para este propósito se tendrán que unir las compañías telefónicas con las compañías de T.V. por cable.

Al unirse las compañías de cable con las telefónicas, se logrará una gran variedad de servicios como son: la telefonía, televisión analógica, televisión digital, servicios interactivos, datos, internet y otros llegando al usuario por medio de un solo cable que se conecta a un decodificador (setup box); para lograr esto, se requiere transmitir datos a altas velocidades con lo que se logrará un manejo de grandes volúmenes de información con una excelente confiabilidad y calidad.

Las comunicaciones vía satélite, microondas y radio, juegan también un papel muy importante para la interconexión entre comunidades distantes o lugares en donde la infraestructura del cable no existe; además no podemos hablar de que las compañías de cable son diferentes a las compañías que ofrecen servicios vía satélite ya que son tecnologías complementarias con sus ventajas y desventajas cada una de ellas, ya sean físicas o por sus regulaciones del espectro radioeléctrico dependiendo del país en donde se utilicen.

Haciendo referencia nuevamente de las redes híbridas (HFC), podemos decir que ha sido un éxito, ya que encontramos una de las primeras aplicaciones en el Estado de California en los Estados Unidos con la alianza entre Bell Atlantic (Compañía telefónica) y TCI con servicios de Televisión por Cable y en México podemos observar que existen planes a futuro ya que Telmex (Teléfonos de México) compró el 60% de la Compañía de Cablevisión.

Lo que las compañías de telecomunicaciones buscan es la globalización del mercado mundial con una gran efectividad y reducción de costos, también se busca la forma de poder establecer la interconexión de redes en todo el planeta, creando así la superautopista de la información.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

Video engineering.

Andrew F. Inglis

Editorial Mc Graw Hill.

Estados Unidos. 1993.

Personal Communications Services.

Bell-Nothern Research Ltd.(Telesis)

Artículo No.94

Estados Unidos. 1992.

ADSL

Communications International.

Londres. 1995.

Introducción a la tecnología y diseño de sistemas de comunicación y redes
ordenadoras.

Freer, Jonh

Editorial Anaya Multimedia.

Madrid. 1988.

Telecomm

Glosario de términos utilizados en telecomm

México. 1992.

Comunicaciones y redes de procesamiento de datos.

González Sainz, Nestor.

Editorial Mc Graw Hill.

México. 1987.

Sistemas de comunicación por fibras ópticas.

Hildeberto Jardón Aguilar.

Editorial Alfaomega.

México. 1995.

HATS conference

ISDN/OSI

Tokyo.1994.

Communication System Engineering.

Jonh G. Proakis, Masoud Salehi

Editorial Prentice Hall.

Estados Unidos, 1994.

MEXEL

Lexicom of Communications Acronyms and Terms

Estados Unidos, 1995-1996.

Synchronous Transmission Systems.

Northern Telecom Europe Limited.

Estados Unidos, 1992.

Pocket Guide to SDH

Anritsu

Japón, 1993.

Redes Digitales de Servicios Integrados.

Centro de Investigación y Estudios Avanzados.

México, 1993.

Fiber Optic Communications Design Handbook.

Robert J. Hoss

Editorial Prntice Hall.

Estados Unidos, 1990.

Prymary rate access via HDSL.

Telecom Report International

Estados Unidos, 1995.

ADSL/HDSL.

TRA.

Estados Unidos, 1993.

TV & video Latinoamerica

septiembre/octubrc

1996.

Wireless International

Vol. I No. 10

Estados Unidos, 1994 (noviembre/diciembre).

3-TECH
Vol.7 No.1
Estados Unidos, 1996.

AT&T Telessentials Curriculum
TC1607 Operation System
Estados Unidos, 1993

LMDS
The Gigant Begins to Stir
<http://www.vipconsult.com/lmdsstory.html>

HDSL. Metalink.LTD
<http://www.metalink.co.il/page2.html>

HDSL
<http://bugs.wpi.edu:8080/EE35/hwk96/hunw4cd96/jstandcr/jstandcr.html>

ADSL Tutotrial
http://www.adsl.com/adsl_tutorial.html

GLOSARIO

GLOSARIO

Abonado Nodo final al que llega la información.

AIS (Alarm Indication System) Alarma que envía una señal del headend al abonado (downstream) cuando se detecta que la señal que va del abonado al headend (upstream) falla.

Alimentadores Son plantas que se utilizan para la distribución de las señales como son las señales de CaTV o telefonía, estos alimentadores se encuentran entre los abonados y los headends o las oficinas centrales.

Ancho de Banda Rango de frecuencias ocupado por una señal que transporta información.

ANSI (American National Standards Institute) Organización de Estados Unidos la cual no desarrolla estándares solamente revisa e implementa los desarrollos de otras organizaciones y es miembro de ISO.

Atenuación Logaritmo del cociente de la señal de entrada entre la señal de salida de un bloque, sea este un amplificador, una línea o todo un sistema.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) Método de transmisión de conmutación por paquetes fijos en donde cada paquete contiene 53 bytes.

AWG (American Wire Gauge) Estándar de medida de conductores no ferrosos (como son cobre y aluminio) los calibres dependen del número asignado entre mayor sea el número los cables son más delgados y viceversa.

B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network) Es la segunda generación de ISDN que está provista con velocidades de transmisión mayores que ISDN PRI (> 2 Mb/s)

Banda Ancha Banda de transmisión que soporta una gran variedad de frecuencias de transmisión (y por tanto muchos dispositivos o velocidades de transmisión elevadas).

Banda Base Banda de frecuencias compuesta por el conjunto de señales que se usan para modular directamente la portadora. También se utiliza para definir a las señales que no emplean portadora.

BER (Bit Error Rate) También conocida como tasa de error de bits. Cociente del número de bits erróneos recibidos con el número total de bits recibidos.

Bits de justificación Ver Byte Interleaved.

Blindaje Estructura protectora conectada a tierra, construida a base de material conductor, que rodea un medio de transmisión, como el conductor central de un cable coaxial. Diseñada así para minimizar la radiación electromagnética y el ruido.

BRA (Basic Rate Access) También conocido como BRI.

PARA (Primary Rate Access) También conocido como PRI.

Bridge Taps Los bridge taps permiten que el mismo par de hilos de cobre se divida en otras conexiones o sea que la información se comparte al mismo tiempo.

Bucle Ver "loop".

Byte Interleaved También llamado Intercalador de bits, su función es de rellenar los espacios libres de las tramas para que siempre tengan el mismo tamaño.

Campo electromagnético Forma de energía que viaja en el espacio de manera alterna y transporta información.

Canal Medio físico por donde se envía la información.

Capacitancia Habilidad de un circuito para guardar energía en forma de campo eléctrico.

Carrier Ver portadora.

CaTV Televisión por cable

CCITT (Comité Consultatif International Télégraphe et Téléphone) Acrónimo francés que significa Comité Internacional Consultivo de Telegrafía y Telefonía que genera recomendaciones estándar para telecomunicaciones. Los estándares son publicados muy seguido en fascículos con diferentes colores dependiendo el año en el que se publiquen. También se encuentra en CD-ROM. Ahora conocida como ITU-T.

Conector cruzado o conector T Punto de la red en donde un circuito es conectado para tener la facilidad de otro cable coaxial extra entre el equipo. Generalmente son usados para unir una sección con otra de los cables coaxiales de las redes Ethernet.

Conmutación de circuitos Técnica que establece conexiones temporales entre dos o más estaciones de teléfonos en función de la demanda, dando a los usuarios el uso exclusivo del circuito hasta que se libera la conexión.

Conmutación de paquetes Una técnica de transmisión de datos por la cual la información se divide en paquetes que son direccionados a través de la red. Muchos usuarios pueden compartir los canales de comunicaciones, cada uno de ellos utilizando el canal sólo durante el tiempo necesario para transmitir sus propios paquetes.

Contenedor Conjunto de bytes que contiene tanto el path overhead de bytes como el conjunto de bytes que contienen a PDH es decir la señal del tráfico de 2 Mb/s.

CRC (Cyclic Redundancy Check) Comprobación de redundancia cíclica. Un método empleado para detectar errores cometidos por el receptor al identificar los bits que le llegan.

Crosstalk o diafonía Paso de señales de un cable a otro por efecto inductivo o capacitivo.

CT# (Cordless telephone) Término genérico para un sistema de telefonía inalámbrica aplicada para una residencia o un edificio de oficinas. No hay especificaciones ya que no es un estándar; se pueden considerar como generaciones CT1, CT2, CT2 plus, CT3.

DCE (Data Circuit-terminating Equipment) Equipo de la portadora el cual es considerado como la interfaz entre un DTE y la red. Por ejemplo un módem.

Decibel (dB) Una unidad no lineal utilizada para expresar la razón entre dos valores como potencias, voltajes o corrientes.

Downstream Dirección del flujo de información que va del extremo del headend hasta el extremo del abonado.

DS0 (Digital Signal Level = 0) Interfaz de transmisión en par de hilos de cobre y equivale a 64 Kb/s.

DS1 (Digital Signal Level 1) Portadora de transmisión internacional que soporta velocidades de transmisión hasta 1.544 Mb/s.

DSL (Digital Subscriber Line) Cliente que utiliza ISDN-BRI.

DSM (Digital Multiplex Switch) Switch digital que multiplexa.

DTE (Data Terminal Equipment) Equipo terminal de datos. Un dispositivo terminal del usuario, como un terminal o un ordenador conectado a un DCE.

E1 Estándar europeo de transmisión digital para voz y datos con una velocidad de 2.048 Mb/s. El cual es dividido en 30 canales de 64 Kb/s y 2 de señalización.

End to End Es una operación como medida de buen funcionamiento o de proceso de protocolo como lo es en la capa 4 para detección de errores.

EOC (Embedded Operations Channel) Control de señalización para una línea de transmisión usada para operaciones de administración y mantenimiento.

Erlang Unidad estándar de medida para el tráfico telefónico. Esta unidad carece de dimensiones. Un erlang de carga indica el tráfico de una llamada-hora por hora, o de una llamada-minuto por minuto.

ESF (Extended Superframe) Último grupo de un método para la transmisión de tramas a 125 microsegundos en una portadora T1 con tramas consecutivas. En esencia esta técnica permite un canal de 8 Kb/s de la trama, usando TDM.

Espectro Electromagnético Todas las gamas de frecuencias especificadas.

Ethernet Especificación de la IEEE como protocolo para las redes LAN utilizando velocidades que van de 10 Mb/s hasta 100 Mb/s usando cable coaxial, par torcido y fibra óptica.

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) Organismo Normalizador de Telecomunicaciones para Europa.

FEC (Foward Error Correction) Técnica de transmisión de bits o caracteres extras a lo largo de un bloque de datos en la transmisión. Los errores pueden ser corregidos cuando los recibe el equipo final sin necesidad de la retransmisión. Usa técnicas de chequeo de paridad.

FCC (Federal Communications Committee) Comité que regula las telecomunicaciones civiles en los Estados Unidos de América.

FDM (Frequency Division Multiplexing) Variación de la frecuencia de una senoide en función del valor instantáneo de la señal de información.

FDX (Full-Duplex) Una forma de transmitir datos en forma simultánea en ambas direcciones entre dispositivos situados en los extremos del enlace.

FEBE (Far End Block Error) Alarma que se activa cuando se detecta un error al final de la transmisión.

Filtros Circuitos que suprimen ciertas frecuencias o señales.

FM (Frequency Modulated) Variación de la frecuencia de una senoide en función del valor instantáneo de la señal de información.

Frecuencia Número de repeticiones, por unidad de tiempo, de una onda periódica. Número de ciclos por segundo de una onda electromagnética expresado en hertzios.

FTTB (Fiber to the building) Arquitectura de una red formada por fibra óptica hasta un edificio.

FTTC (Fiber to the curb) Arquitectura de fibra en casi toda la red sólo que ya en la distribución del usuario es par de cobre.

FTTF (Fiber to the feeder) También se le conoce como FTTC.

FTTH (Fiber to the home) Se considera como una red ideal para la transmisión de información ya que toda la instalación es de fibra óptica.

Ganancia Logaritmo del cociente de la señal de salida entre la señal de entrada de un bloque.

Guía de onda Estructura tubular metálica para guiar ondas electromagnéticas.

H.261 Estándar de video codificado por la CCITT.

HDT (Host Digital Terminal) Nombre empleado para identificar a los equipos digitales que conectan a los usuarios con el PBX.

HDTV (High Definition TV) Proposición del sistema de transmisión de televisión para la segunda generación la cual tiene el doble de la resolución de la imagen analógica de televisión actual.

HDX (Half-Duplex) Existe comunicación en una sola dirección en un sólo instante pero es posible en ambas direcciones entre dispositivos situados en los extremos del enlace. La información debe de alternarse para permitir el funcionamiento en ambas direcciones.

Headend Centro de control de un sistema de cable de TV.

Host Conmutador central en una arquitectura geográficamente distribuida.

HTU-C (HDSL Terminal Unit at Central office or network) Equipo terminal de la central o de un sitio remoto de la red.

HTU-R (HDSL Terminal Unit at central Remote control) Equipo terminal para el cliente.

Hub Es el punto en donde los canales son interconectados en un centro de comunicación, es decir, en donde los puntos remotos convergen en un sólo punto.

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) Asociación profesional y de estandarización de Estados Unidos. Actúa para la creación, promoción y soporte relativo a las comunicaciones en especificaciones y estándares.

Impedancia Es una combinación de resistencia y reactancia (inductiva o capacitiva) usualmente medida en ohms.

Interfaz Frontera física común entre dos dispositivos o sistemas. Una especificación de las señales, conectores, señales de intercambio, procedimientos, códigos y protocolos que permite la comunicación entre dos entidades disimilares.

Interferencia Cualquier señal o ruido indeseado provocado de forma natural o por el hombre, que se introduce en un canal de comunicación.

Internet Técnica de conmutación de paquetes desarrollado en los 70's y conocida inicialmente como ARPANET creada por el departamento de defensa de los Estados Unidos de America y ahora se ha convertido en la red mundial que ofrece los servicios de información entre usuarios por medio de una PC.

In-Service Palabra utilizada para especificar que el equipo o el sistema ya instalado es aceptado por el cliente.

IP (Internet Protocol) Protocolo de conexión ubicado en la capa 3 del modelo OSI.

ISO (International Standards Organization) Organización Internacional de Estándares. La cual promueve el desarrollo de los estándares.

ITU-T (International Telecommunications Union Telecommunications Standardisation Sector) Ver CCITT.

k eléctrica Conocida como constante de Boltzmann que caracteriza el estado de agitación molecular de un gas.

LAN (Local Area Network) Red de datos limitada a un área pequeña o de corta distancia como puede ser un edificio o dentro de una oficina.

Línea Terminal (LT) Interfaz del usuario para ISDN.

Líneas dedicadas Línea no conmutadas reservadas para un usuario. También líneas alquiladas a empresas privadas, se considera que debe de ser el mismo par de conductores, de modo que no es necesario estarla analizando frecuentemente.

Loop Procedimiento de diagnóstico en el que los datos transmitidos se devuelven a la fuente, a fin de que puedan compararse con los transmitidos originalmente.

MAN (Metropolitan Area Network) Interconexión de dos o más redes LAN cubriendo un área extensa.

MDF Ver "FDM"

MIC Ver "PCM"

Microondas Ondas electromagnéticas con un rango de frecuencias de 3000 MHz a 300 GHz.

Modem Modulador/demodulador, dispositivo que convierte (modulando la portadora) las señales digitales en analógicas para su. En su destino la portadora es demodulada para convertir las señales analógicas en señales digitales.

MOD (Movies on Demand) Películas pedidas por los clientes que requieren de un pago adicional.

Modulación Variación sistemática de la amplitud, frecuencia o fase de una portadora en función de la amplitud instantánea de un mensaje o señal moduladora.

MPEG (Moving Pictures Experts Group) Grupo internacional de estándares. La misión de MPEG es desarrollar estándares de compresión de vídeo, audio y cualquier otra información asociada. No especifica condiciones de acceso o seguridad de los métodos para la señal.

Multilínea Equipo con disponibilidad de varios enlaces simultáneos.

Multimedia Es la integración de por lo menos de dos de cinco tipos de información para la presentación en TV o en alguna pantalla de computadora. Multimedia ofrece textos, gráficos, animación, audio, movimiento de vídeo o fotos.

Multiplexor Dispositivo que combina varias señales de modo que compartan un medio físico de transmisión común. Las señales multiplexadas son demultiplexadas en el otro extremo del enlace.

Multipunto Una configuración de red en la que un canal de comunicaciones está conectado a más de dos estaciones.

N-ISDN (Narrow ISDN) Implementaciones de ISDN en la cual las interfaces físicas soportan operaciones a 2.048 Mb/s o velocidades más bajas en donde los estándares de las interfaces son BRI y PRI. La N se ha designado para distinguir la especificación inicial de ISDN de una implementación futura de un gran ancho de banda.

nm (nanómetro) Unidad de longitud que es igual a 1×10^{-9} metros.

Nodo Punto de una red en el que terminan varias líneas de comunicación o donde se conectan distintas unidades funcionales a las líneas.

O&M (Operation and Maintenance) Operación y Mantenimiento.

OH (overhead) Toda la información transmitida no originada directamente por el usuario. Puede incluir información de control y estado, información de direccionamiento, información para la detección, corrección de errores, etc.

OPC (Operation Controller) Controlador de operación ubicado en los equipos.

Órbita geosíncrona o geostacionaria Órbita que el satélite tarda 24 hrs. En recorrerla, está en el plano del ecuador y a una altura aproximada de 36,000 km sobre la superficie terrestre.

Ordenadores Computadoras.

OSI (Open Systems Interconexión) Modelo de referencia de siete capas utilizado para definir las interfaces de los sistemas de comunicación.

PBX (Private Branch Exchange) Central telefónica privada.

PABX (Private Automatic Branch Exchange) Dispositivo capaz de conmutar llamadas telefónicas situado en locales del usuario y con capacidad para acceder a la telefonía de red conmutada; no requiere de operador humano.

PCM (Pulse Code Modulation) Modulación de impulsos codificados, técnica para transmitir señales analógicas muestreando éstos a intervalos regulares y codificando los resultados en binario para su transmisión mediante enlaces digitales (normalmente basados en multiplexación por división de tiempo).

Pedestal Lugar en donde se colocan los equipos finales para el usuario, también es el voltaje de corriente directa que se suma a una señal alterna (offset).

Portadora Una señal senoidal originalmente pura, cuyos parámetros (voltaje frecuencia y fase) son alterados por el mensaje que se va a transmitir.

POTS (Plain Old Telephone Service) Servicio Telefónico ordinario y tradicional.

Protocolo Conjunto de reglas y procedimientos los cuales permiten el intercambio de información entre dos sistemas.

Puerto Mecanismo de entrada o salida de información de los circuitos digitales.

Puntero Usado para indicar la localización de un circuito en una trama.

PVC (Cloruro de Polietileno) Material que sirve como aislante de los conductores eléctricos de cobre por sus características químicas.

QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) Método de transmitir datos cambiando la fase de la transmisión entre cualquiera de 4 valores discretos. Cada valor representa una de 4 posibles combinaciones de 2 bits.

RJ-45 (Registered Jack 45) Enchufe de 8 hilos o conector de cable de par trenzado. Usando para telefonía, ISDN, Ethernet, LAN y Token Ring.

RACE (Research and development for Advanced Communications in Europe) Organismo europeo de investigaciones técnicas y desarrollo.

RBOC (Regional Bell Operating Companies) Grupo de compañías telefónicas en los Estados Unidos.

RDI (Red Digital Integrada) Acceso a las comunicaciones digitales.

Red Un grupo de dispositivos, nodos o estaciones interconectados mediante canales de comunicaciones o, en general el conjunto de equipos a través de los que se establecen las comunicaciones entre sistemas de datos.

Red Terminal (NT) Interfaz utilizada para los prestadores de servicios en la red.

Repetidor Equipo que recibe una señal y la amplifica, reconstruye o resincroniza antes de retransmitirla, a fin de permitir su transmisión a grandes distancias.

Resistividad (ρ) Propiedad inherente a cada material en un cable $R = \frac{\rho \cdot \ell}{A}$

RF (Radio Frecuencia) Frecuencias situadas por encima de los 300 kHz. La banda de frecuencias vocales se encuentra en el intervalo de 300 a 3400 Hz.

Ruido Blanco Ruido que contiene frecuencias desde cero hasta 10^{14} Hz.

S/N (Signal-to-Noise Ratio) Relación de potencia de señales a potencia de ruido que existe en algún punto específico de un sistema.

Satélite Artefacto puesto en órbita alrededor de la Tierra o de otro cuerpo del espacio empleado como medio de comunicación.

Señal Analógica Señal que tiene un número infinito de valores dentro de un rango.

Señal Digital Señal que tiene un número finito de valores discretos.

Señalización Comunicación entre conmutadores o entre conmutadores y extremos para dar, mantener y proveer servicios.

Servidor Computadora que provee de servicios para acceder archivos, impresoras o al correo electrónico de un sistema LAN de usuarios.

Simplex Se tiene comunicación sólo en un sentido en cualquier instante.

Sincronización Proceso que permite a dos máquinas operar con la misma frecuencia de reloj.

SONET Estándar Norteamericano para redes ópticas sincronas con velocidades de 51.84 Mb/s hasta 155 Mb/s utilizando PCM y es muy utilizado por SDH.

SMDS (Switched Multi-Megabit Data Service) Aplicación utilizada para la interconexión de LAN's y acceso para Internet. Definida por velocidades de 56 kb/s a 45 Mb/s.

Splitter Dispositivo para que una señal alimente a varios usuarios.

STM (Synchronous Transport Module) Nombre dado a la velocidad utilizada en SDH.

Supertrunk Facilidad de transmisión de CaTV que corre entre dos headends.

T1 Sistema de transmisión que usa TDM para portar muchos canales DSO. T1 porta 24 canales DSO.

Tap Circuito pasivo el cual acepta una señal de banda ancha de entrada y puede duplicarla en dos o más salidas.

TDM (Time Division Multiplexing) Multiplexación por división de tiempo. Una técnica para intercalar datos procedentes de varios usuarios en un único canal, transmitiendo los datos de cada usuario en serie, cada uno de ellos en su propio intervalo de tiempo.

Telepoint Servicio ofrecido para que desde una unidad portátil telefónica (PCS) pueda el usuario hacer llamadas a través de una estación base pública.

Trama Secuencia de bits delimitada por un indicador de apertura y otro de cierre que se envían en forma serie a través de un canal de comunicaciones. Cada trama generalmente contiene su propia dirección y información de detección y corrección de errores necesaria.

Transmisión síncrona Técnica de transmisión en la que se envían bloques de datos sin interrupción a velocidad fija con los dispositivos receptor y transmisor sincronizados. Cada bloque va precedido de caracteres síncronos, pero no se necesitan bits de arranque y parada en cada carácter, como ocurre en la transmisión asíncrona.

Transmisión asíncrona Método de transmisión en el que el transmisor y el receptor no están permanentemente sincronizados y existen intervalos variables de reposo entre caracteres. El principio y final de los caracteres transmitidos se indica mediante bits de arranque y parada.

Troncal Conexión entre dos sistemas de comunicación, oficinas centrales y PBX's.

Última milla Es el la longitud de cable que conecta al equipo del usuario con la red.

Upstream Dirección que describe la trayectoria de un abonado al headend.

V.estándar Recomendaciones de grado de voz desarrolladas por la CCITT para interfaces y modems.

Video kiosk Son módulos de información a través de un monitor que se encuentran en centros comerciales; estos monitores ofrecen una lista de todos los productos que se encuentran en ese centro comercial con solo tocar la pantalla en la opción deseada.

Violación Bipolar Alteración internacional a la alternación En la actualidad se utiliza para tener la facilidad de una rápida reentración cuando se ha perdido sincronización en la trama.

VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) Cifra que da una indicación de qué tanta energía está regresando desde la carga hacia la fuente transmisora.

VOD (Video on demand) Servicio de entretenimiento e información que permite a los clientes ordenar programas desde una librería a la hora que uno deseen.

WAN (Wide Area Network) Interconexión de varias redes LAN y MAN.

WWW (World Wide Web) Este servidor está provisto de información en varias formas: documentos, gráficos, imágenes también como animación y audio y archivos de transferencia.

X.estándares Recomendaciones de la CCITT sobre datos y el más conocido es X.25.

X.25 Recomendación del CCITT que especifica un interfaz entre un DTE y un equipo terminal del circuito de datos de una red de conmutación de paquetes (DCE).

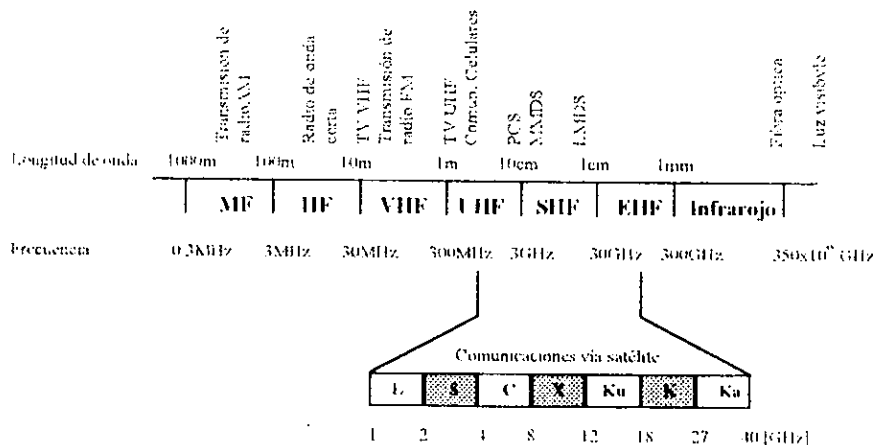
WPABX (Wireless PABX) Centrales telefónicas inalámbricas.

APÉNDICE

APÉNDICE A

Espectro electromagnético donde se observan las diferentes frecuencias utilizadas en las diferentes tecnologías así como su longitud de onda.

Espectro electromagnético y terminología



- MF Medium Frequency
- HF High Frequency
- VHF Very High Frequency
- UHF Ultra High Frequency
- SHF Super High Frequency
- EHF Extremely Frequency

APÉNDICE B

LÍNEAS TRANSMISIÓN

Si conectamos una fuente de señal a una carga (o viceversa) por medio de un par de conductores como en la siguiente figura:



Figura 1

Este par de conductores son una línea de transmisión $V_{gen} = V_{sal}$ e $I_{gen} = I_{sal}$.

Esto hace depender la existencia de una línea de transmisión de nuestro criterio o de la resolución de los instrumentos con los que se mide el voltaje y la corriente; o sea que, si consideramos despreciables las diferencias de voltajes y corrientes, diremos que los conductores son ideales y en caso contrario diremos que hay una línea de transmisión. Cabe hacer la aclaración adicional de que $V_{gen} = V_{sal}$ no solo implica diferencia de magnitudes sino que también hay que considerar diferencia de fases. Otro tanto se puede decir de las corrientes.

Son tantas veces mencionadas diferencias entre las magnitudes de entrada y salida se deben a que los conductores "esconden" elementos eléctricos, como se aprecia en la siguiente figura:

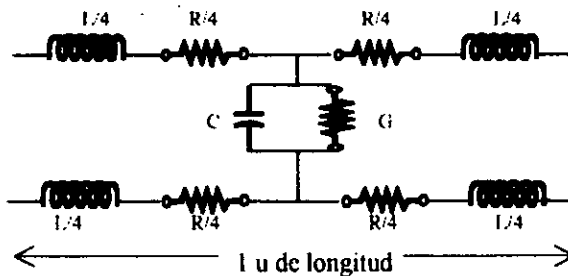


Figura 2

en la que se ilustran los cuatro elementos básicos de un modelo general de línea de transmisión y su interconexión.

Este módulo general sufre modificaciones según la aplicación; por ejemplo, en un cable coaxial en alta frecuencia, el modelo no presenta la conductancia del dieléctrico, quedando como en la siguiente figura:

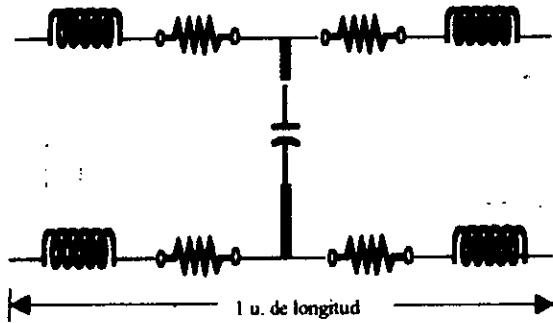


Figura 3

Algunos libros consignan este modelo pero sin la resistencia, lo cual no es correcto ya que al suprimirla se eliminan las pérdidas, cosa que no es correcta mas que para longitudes de cable muy pequeñas, tal vez menores de un metro.

Otra modificación corresponde a un cable telefónico que se ilustra en la siguiente figura:

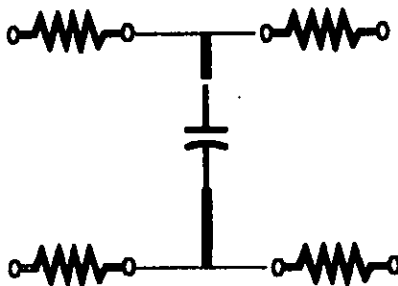


Figura 4

En este caso, la resistencia y la capacitancia son muy grandes y la inductancia es despreciable, así como la conductancia del dieléctrico, por lo que se acostumbra suprimirlas.

Una simplificación importante en el modelo, consiste en incluir en las ramas de arriba los elementos de las ramas de abajo como se ve en la siguiente figura:

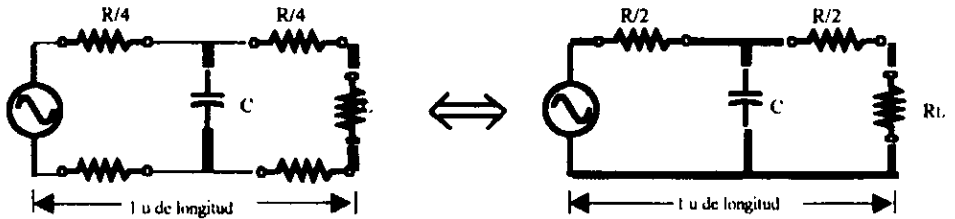
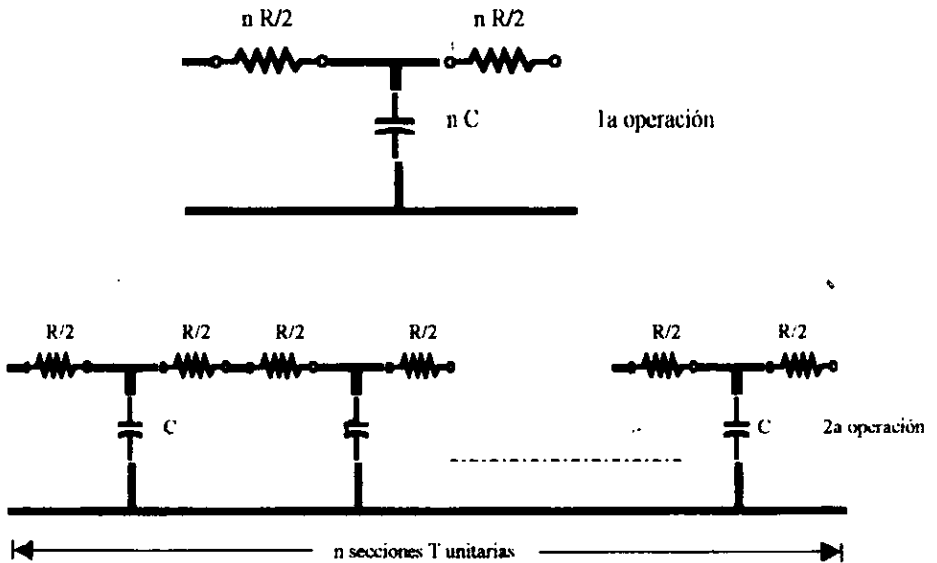


Figura 5

de este modo se forma una tierra común entre la entrada y la salida, lo cual nos conviene, pues estamos acostumbrados a manejar circuitos con una tierra común.

En todas las figuras anteriores se puede notar que siempre se indica que el circuito corresponde a una unidad de longitud, de forma que si queremos representar una línea de n unidades de largo, podemos hacer lo mostrado en la siguiente figura:



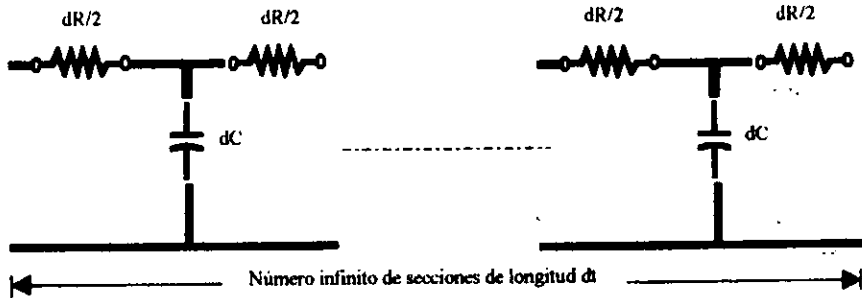


Figura 6

El primer circuito es muy burdo, el segundo circuito es aproximadamente bueno, el tercer circuito es exacto, ya que en cada diferencial del conductor hay valores diferenciales de resistencia y capacitancia.

Es evidente que para el análisis de los dos primeros modelos solo se requieren ecuaciones de nodos y mallas y para el tercer modelo se deben emplear ecuaciones diferenciales.

Para los propósitos de este apéndice nos vamos a quedar en el modelo macroscópico ya que solo se van a definir y analizar tres aspectos.-

1.- Impedancia característica.

1ª Definición: Es la impedancia que se mide a la entrada de una línea infinitamente larga sin importar el valor de la carga conectada en el extremo final. Tal impedancia se puede obtener como el voltaje que apliquemos entre la corriente que se produce.

2ª Definición: Es el cociente del voltaje y la corriente en cualquier punto de una línea infinitamente larga sin importar la carga en el extremo final.

Las dos definiciones son lo mismo ya que la distancia desde cualquier punto de la línea hasta la carga es infinita.

3ª Definición: Es la impedancia que, conectada como carga de una línea de longitud finita, nos da el mismo valor de la entrada de la línea.

Esta última definición requiere explicaciones adicionales.

Supóngase el siguiente circuito parecido al de una línea:

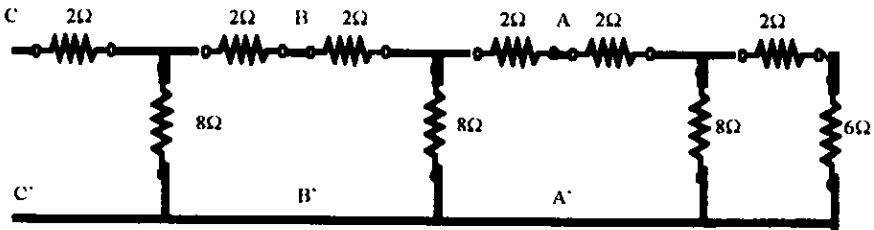


Figura 7

Es fácil verificar que la impedancia a la derecha de los puntos AA' es 6 Ohms igual que la carga. Otro tanto sucede con los puntos BB' y con los puntos CC'.

Pero si se retira o se cambia el valor de la carga de 6 Ohms, la impedancia en los puntos AA', BB' y CC' no será la misma ni será 6 Ohms.

También se puede verificar que conectando 10 o más secciones iguales, la impedancia de entrada será 6 Ohms independientemente de que en la carga se conecte otro valor cualquiera.

II. Línea Infinita.

Por definición es una línea de cualquier longitud cargada con su impedancia característica de modo que una fuente de señales conectada a la entrada de tal línea "sentirá" la misma impedancia sea cual sea la longitud de la línea.

III. Pérdidas.

Lo que en ingeniería se conoce como pérdidas es en realidad conversión de la energía eléctrica en energía calorífica debido a la resistencia Ohmica de los alambres. Recuérdese que "La energía no se crea ni se pierde, solo se transforma".

En una línea de transmisión, las pérdidas se pueden apreciar midiendo el voltaje o la corriente a lo largo de la línea; si esta es infinita, podremos observar que el voltaje varía en forma exponencial decreciente, lo que implica que a una distancia infinita se tendrá un voltaje exactamente cero. Si la línea está cargada con su impedancia característica, y es de longitud finita, la variación del voltaje es exactamente la misma, interrumpiéndose la curva en el punto donde termina la línea, como se ve en la siguiente figura.

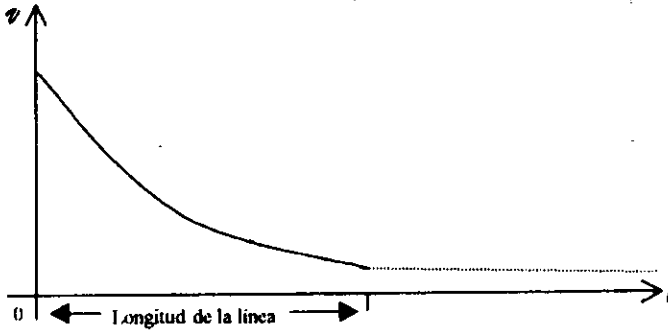


Figura 8

Cuando la línea no está convenientemente terminada; esto es, que la carga no es la impedancia característica, la señal se regresa hacia la fuente, superponiéndose con la que va hacia la carga y creando una gráfica de voltaje como se ve en la figura:

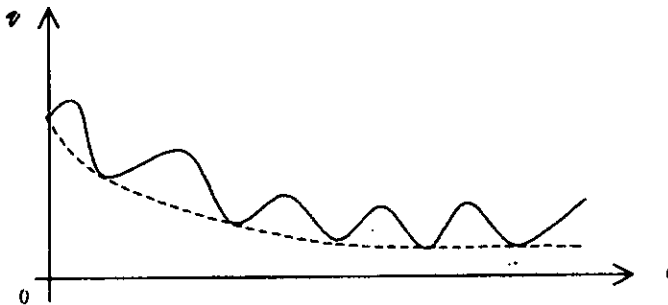


Figura 9

Esta curva se conoce como "onda estacionaria de voltaje" y no es en realidad una onda, ya que, como su nombre lo indica, no se desplaza a lo largo del conductor ni cambia con el tiempo.

Si la línea es de bajas o nulas pérdidas, la onda estacionaria se verá como en la siguiente figura; que es la que más usualmente se encuentra en los libros de texto.

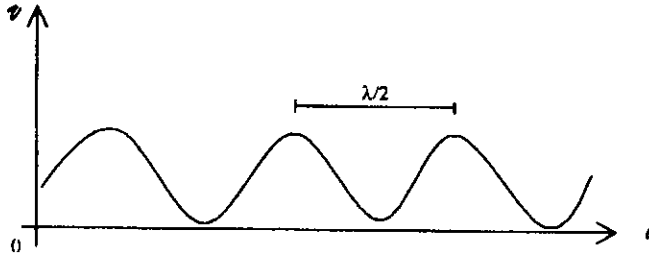


Figura 10

Otro detalle que nos confirma que esta gráfica no corresponde a una onda es que la distancia de cresta a cresta no es una longitud de onda sino solo la mitad.