



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores
Aragón

Redes de Telefonía Digital

Tesis
para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Eléctrico

Área: Eléctrica Electrónica

Presenta:

Khristoffer Angel Bernal Gudiño

Director de Tesis: Ing. Raúl Barrón Vera





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.

A g r a d e c i m i e n t o s

Dedicado a las personas más importantes en mi vida, mi familia.

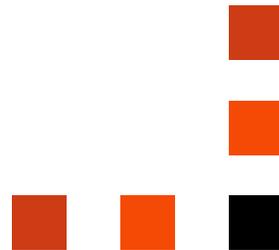
A mi Padre, **A. Angel Bernal Rodríguez**, que siempre estuvo a mi lado guiándome, de quien nunca recibí un no como respuesta, quien supo perdonar mis errores y que eternamente le estaré agradecido por su gran apoyo incondicional.

A mi Madre, **Concepción Gudiño Camargo**, quien medio la vida, por su apoyo incondicional a toda hora, a su paciencia, a sus sabios consejos, a su dedicación, gracias por perdonar mis errores y por siempre estar pendiente de mi a pesar de todo.

A mi Hermano, **Jesús Isaac Bernal Gudiño**, quien siempre estuvo cerca de mi, a quien supo brindarme una sonrisa a toda hora y que siempre estuvo hay para ayudarme.

A mi Esposa, **Diana Berenice Romero Molotla**, que nunca dejó de apoyarme a pesar de las adversidades, siempre me impulsarme para poder concluir este proyecto y por que jamás dejaste que me rindiera.

A mi Hijo, **Angel Andrey Bernal Romero**, gracias por existir y llenar de vida y alegría a esta familia.



ÍNDICE

Redes de Telefonía Digital

Objetivo General	IV
Objetivo Especifico	IV
Justificación	IV
Introducción	V

I.- Generalidades de las Telecomunicaciones.

I.1.- Historia de la Telefonía.	2
I.2.- Entorno de la Telefonía en México.	6
I.3.- Organizaciones Normativas para la comunicación de Datos.	10
I.3.1.- Organización Internacional de Normas.	10
I.3.2.- Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico.	11
I.3.3.- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.	11
I.3.4.- Asociación de Industrias Electrónicas.	11
I.3.5.- Comité Constructivo Internacional de Radio.	11
I.3.6.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	11
I.3.7.- Comisión Federal de Telecomunicaciones.	11
I.4.- Espectro Electromagnético	12
I.4.1.- Frecuencias de Transmisión.	12
I.5.- Bits, Unidad de Medida.	14
I.6.- Ancho de Banda y Capacidad de Información.	15
I.7.- Tipos de Señales.	17
I.8.- Transmisión en forma Banda Base y Sobre Portadora.	19
I.9.- Transmisión simultánea de varias señales analógicas.	21
I.10.- Transmisión simultánea de varias señales digitales.	23
I.10.1.- Transmisión de datos en serie y paralelo.	26
I.10.2.- Operación con dos y cuatro hilos.	27
I.11.- Sistemas de Comunicaciones.	28
I.12.- Clasificación de los Sistemas de Comunicaciones.	30
I.13.- Configuraciones de los sistemas de comunicaciones.	31
I.13.1.- Modos de Transmisión.	31
I.14.- Atenuación y Perturbación en la Transmisión.	35

II.- Medios de Transmisión.

II.1.- Cable de par trenzado.	37
II.1.1.- Cable de par trenzado apantallado.	38
II.1.2.- Cable de par trenzado con pantalla global.	38
II.1.3.- Cable de par trenzado no apantallado.	39
II.2.- Cable Coaxial.	40
II.3.- Fibra Óptica.	42
II.4.- Microondas.	48
II.4.1.- Tubos Klystron.	51
II.4.2.- Tubos de ondas progresivas TWT.	52
II.4.3.- Magnetrón y Amplificador de campos cruzados (CFA).	53
II.5.- Antenas	56



II.5.1.- Tipos de Antenas.	58
II.5.2.- Ángulos visuales de una antena.	64
II.6.- Satélites.	66
II.7.- Infrarrojos.	68
II.8.- Bluetooth.	69

III.- Redes de Telefonía.

III.1.- Jerarquía Digital.	72
III.2.- Teléfono.	73
III.3.- La Red Telefónica.	76
III.3.1.- Módulo de Acceso.	78
III.3.2.- Segmento de Red Primaria.	79
III.3.3.- Segmento de Red Secundaria.	80
III.3.4.- Segmento de Dispersión.	81
III.3.5.- Segmento Primario Directo en Cobre.	82
III.3.6.- Segmento Secundario Directo en Cobre.	82
III.4.- Líneas de Abonado "DLS".	83
III.5.- Central Telefónica.	84
III.6.- Central Telefónica de Conmutación.	85
III.7.- Red Conmutada.	88
III.7.1.- Troncales.	93
III.8.- PBX.	94
III.9.- Líneas Privadas.	95
III.10.- El Modelo de Referencia "OSI".	97
III.10.1.- Capa Física.	100
III.10.2.- Capa de Enlace de Datos.	100
III.10.3.- Capa de Red.	101
III.10.4.- Capa de Transporte.	101
III.10.5.- Capa de Sesión.	101
III.10.6.- Capa de Presentación.	101
III.10.7.- Capa de Aplicación.	102
III.11.- Señalización: SS7 o CCS7.	102
III.11.1.- Señalización por Canal Asociado.	105
III.11.2.- Señalización por Canal Común.	105
III.11.3.- SS7.	106
III.12.- Red Pública para la Transmisión de Datos.	109
III.12.1.- Servicio CCITT X.1 para usuario Internacional.	110
III.12.2.- Protocolo de Red X.25.	110
III.12.3.- Recomendaciones de la Serie X.	111
III.12.4.- Transferencia en Modo Asíncrono.	112
III.13.- Arquitectura de la RDI.	114
III.13.1.- El Lazo de Abonado.	114
III.13.2.- La Red de Acceso.	115
III.13.3.- Núcleo de la Red Digital Integrada.	116
III.13.4.- Estructuración en varios Niveles.	116
III.14.- Red Digital de Servicios Integrados "RDSI o ISDN".	118
III.15.- Digitalización del Lazo de Abonado.	119
III.15.1.- Estructura de Transmisión.	119
III.15.2.- Arquitectura y Plan de Marcación de la RDSI.	120
III.15.3.- Conexiones a la Interfaz de la RDSI.	122
III.15.4.- Protocolos de la RDSI.	124
III.16.- Banda Ancha "RDSIB".	125
III.16.1.- Transferencia ATM para la RDSIB.	126
III.16.2.- Estructura de la RDSIB.	126
III.17.- Módems.	127

III.17.1.- Módems Asíncronos.	128
III.17.2.- Módems Síncronos.	128
III.18.- Integración de Telefonía y Sistemas de Cómputo.	129
III.18.1.- Topología de Redes.	130
III.18.2.- Sistemas para la Integración de Telefonía y Cómputo.	132
III.19.- Actual Modelo Funcional de la Red.	138
III.19.1.- Capa de Conectividad.	139
III.19.1.1.- Subcapa de Acceso.	139
III.19.1.2.- Subcapa de Adaptación.	139
III.19.1.3.- Subcapa de Conmutación y Transporte.	140
III.19.2.- Capa de Control.	140
III.19.3.- Capa de Servicio.	141
III.19.4.- Capa de Gestión.	142

IV.- Adaptaciones y Tecnologías Telefónicas.

IV.1.- Telefonía Celular.	144
IV.1.1.- Primera Generación "1G".	144
IV.1.2.- Segunda Generación "2G".	144
IV.1.3.- Generación "2.5G".	145
IV.1.4.- Tercera Generación "3G".	145
IV.1.5.- Sistema de Telefonía Celular.	145
IV.2.- Internet y la Telefonía VoIP.	152
IV.2.1.- Comunicación PC a Teléfono y PC a PC.	153
IV.2.2.- Redes VoIP.	156
IV.3.- Tecnologías.	158
IV.3.1.- Switches y Hubs.	160
IV.3.2.- Routers.	162
IV.3.3.- Gateway.	162
IV.3.4.- Servidor y Estación de Trabajo.	163
IV.3.5.- Redes WAN.	164
IV.3.6.- Softswitch.	165
IV.3.7.- LMDS.	166
IV.3.8.- Regeneradores y Repetidores de Señal.	168

V.- Caso Práctico.

V.1.- Diagrama General de Redes de Comunicaciones.	170
V.2.- Planteamiento de un Enlace Inalámbrico para una Central Telefónica.	171
V.3.- Problemática a resolver.	173
V.4.- Enlace para la solución del problema.	173
Conclusión.	177
Bibliografía.	178
Glosario.	181
Glosario de Siglas.	185



OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una temática introductoria sobre el funcionamiento de las redes de telefonía digital actual y sus tendencias.

OBJETIVO ESPECIFICO

A través de la recopilación de información contenida en este texto, se espera facilitar la comprensión sobre los procesos de los elementos que contiene y requiere para su funcionamiento una red de telefonía.

JUSTIFICACIÓN

El constante desarrollo tecnológico que envuelve a los sistemas de telecomunicaciones, persigue los objetivos que toda operadora dedicada a brindar servicios de comunicaciones busca; brindar un mejor servicio a un menor costo. La actual red de telefonía fija establecida en el país es una de las redes más importantes en el área de las comunicaciones, pero no es la única. Actualmente existe un gran número de redes tanto fijas como móviles que operan en el territorio Nacional. Hoy en día es muy común que todas estas redes interactúen entre sí. Para lograr esta interacción fue necesaria la creación de estándares y protocolos que permitieran la conexión entre estas. No únicamente se han creado protocolos, si no que también los medios para transportar las señales han mejorado en cuanto a calidad y capacidad.

La red telefónica fija instalada por la operadora Telmex, es una red que casi en su totalidad utiliza medio físico para generar acceso a los usuarios, dando como resultado una red de elevado costo en mantenimiento y en expansiones a futuro. No siendo este el caso de la red de telefonía celular, ya que esta presenta una arquitectura de menos costos y con la posibilidad de suscribir a un número mayor de usuarios en un menor tiempo. Con el avance de la informática las redes de telefonía se han transformado en medios de acceso a Internet; que hoy por hoy es la prioridad número uno de las telecomunicaciones. Para poder entender como la red telefónica se transformo en el medio de acceso más utilizado para la conexión a Internet, primero es necesario entender los principios que dieron origen a este sistema; así como las nuevas tendencias hacia los sistemas inalámbricos, que nos permiten enlazar terminales con más facilidad, por lo cual este medio de transmisión actualmente han captado el interés de muchas operadoras de telecomunicaciones, ya que permiten sustituir al medio físico.

La finalidad principal para el desarrollo de este texto es generar una temática sobre el funcionamiento de las redes de telefonía digital. Para lograrlo se requirió llevar a cabo la investigación y elaborar la documentación necesaria que sirva de introducción al entorno de las redes de telefonía para la transmisión de datos, así como sus medios de propagación. Haciendo un especial énfasis en los medios de transmisión inalámbricos utilizados como medio de acceso para el usuario, ya que actualmente el reducir costos en los enlaces es prioritario en la Ingeniería de los procesos, por lo cual: “el acceso al medio se relaciona directamente a el punto geográfico donde se desea acceder”, por lo tanto la comunicación siempre dependerá de las facilidades del medio que lo rodea.

INTRODUCCIÓN

La importancia de las Telecomunicaciones se describe por si misma, si pensamos en la importancia que tiene la comunicación entre las personas. Por lo cual, hoy en día, la información se ha convertido en un recurso de más alto valor en todos lo ámbitos de las actividades humanas.

Actualmente la contundencia de la modernización tecnológica, ha impulsado la evolución y actualización de los sistemas de telecomunicaciones existentes. Uno de los más importantes Sistemas de comunicación es la red telefónica, ya que a lo largo del tiempo, ha pasado por grandes cambios tecnológicos como la digitalización y la implementación del software, los cuales hacen que hoy en día sea uno de los medios de comunicación más fuertes que existen. El concepto de digitalización electrónica se ha desarrollado enormemente, proporcionando una mayor eficiencia de los sistemas de comunicaciones actuales. En esencia, las comunicaciones electrónicas son la transmisión, recepción y procesamiento de información usando circuitos electrónicos. Dentro de las telecomunicaciones existen dos tipos de comunicaciones: las alámbricas y las inalámbricas; en estas contamos con una variedad de aplicaciones tales como el fax, el teléfono, la videoconferencia, la telefonía celular, las microondas, Internet, etc.

En este texto encontraremos conceptos básicos para los sistemas de comunicaciones, los cuales se encuentran contenidos en el capítulo número uno; que lleva por nombre Generalidades de las Telecomunicaciones, este abarca desde la historia de la telefonía Mexicana, los conceptos de señales analógicas, digitales y la necesidad de la modulación de las mismas. Además de los fundamentos de la multiplexación de señales, el espectro de frecuencias y las clasificaciones de los sistemas de comunicación y sus principios.

En el segundo apartado marcado como Medios de Transmisión se encuentran enumerados algunos de los medios de transmisión más importantes y con una especial énfasis en los medios más utilizados en las redes de telefonía ya que son los sistemas que permiten transportar la información de un punto a otro.

Redes de Telefonía Digital es el nombre del tercer apartado de este texto, en él se encontraran fundamentos del teléfono y la jerarquía digital a la cual esta estructurada la red telefónica. Aquí se encontraran conceptos y diagramas que explican como esta conformado un lazo de abonado desde una central telefónica hasta un equipo terminal. Los sistemas que permiten interconectarse entre centrales telefónicas, centrales tándem, centrales inter urbanas, sistemas PBX, y la señalización que permite controlar los procesos que llevan a cabo estos sistemas. Actualmente la red telefónica brinda un servicio de transmisión de datos, por medio de esta red con el propósito de conectar equipos de cómputo a Internet, los procesos de la Red Digital de Servicios Integrados y los protocolos utilizados los contiene este apartado.

Las Adaptaciones y Tecnologías Telefónicas contiene una síntesis de las redes que se han interconectado a la red de telefonía pública, como son la red de telefonía celular y las redes de ordenadores. Estas crean un nuevo panorama de las telecomunicaciones abocado a los servicios de Internet los cuales dan origen a la implementación de Voz sobre protocolos de Internet. Y las tecnologías son los dispositivos electrónicos que hacen posible el funcionamiento de gran parte de estas.

En el Caso Práctico se encuentra un pequeño ejemplo de todas las redes que se pueden conectar a la red de telefonía pública y de la realización de un enlace de telefonía por medio de sistemas inalámbricos en la ciudad de México realizado para la Operadora Teléfonos de México, con el propósito de enlazar un área con un sector de población que requiere el servicio telefónico. Esta área que se enlazo contó con el problema de limitaciones de instalaciones por su cercanía con una reserva Ecológica.

Espero que la información contenida sea de gran utilidad para los estudiantes de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Área Eléctrica - Electrónica y de Ingeniería en Computación de la Facultad de Estudios Superiores Aragón; ya que las telecomunicaciones unen fuertemente a estas dos áreas en el aspecto laboral y en las aulas; recuerden que aquí en el elefante blanco y en cualquier otro lugar "Por mi raza hablara el espíritu".

I.- GENERALIDADES DE LAS TELECOMUNICACIONES

I.1 HISTORIA DE LA TELEFONÍA EN MÉXICO

La necesidad del hombre por comunicarse, lo ha llevado a buscar nuevas formas para poder lograrlo entre diversos puntos geográficamente distantes; por lo cual el desarrollo del teléfono es hoy en día una de estas formas.

La aparición del teléfono en México se remonta a cien años atrás, cuando se presentó este sistema, muy novedoso para su época, el cual provocó sentimiento de desconfianza y temor para los habitantes de este país. En el México del año de 1878 el 13 de marzo, se creó el primer enlace entre la ciudad de México y el poblado de Tlalpan, logrando generar la comunicación en una distancia de 16 kilómetros. Posteriormente hasta el 15 de Diciembre de ese año, se estableció oficialmente el servicio telefónico cuando se le otorgó un reconocimiento a la Alfred Westrup y Co. para que instalara una red que uniera a las comisarías de policía, las cuales para ese momento eran seis. No fue hasta el informe de Gobierno presentado por el Presidente de esa época Porfirio Díaz, en septiembre de 1880, que dio a conocer que se instalaría el servicio telefónico para actividades militares. Con la finalidad de facilitar las comunicaciones entre las dependencias por las cuales estaba conformada la Secretaría de Guerra, oficinas y otros Edificios Militares. En el mes de marzo del año de 1881, cuando el señor Greenwood obtuvo la concesión para instalar una red telefónica en la ciudad de México, que fue otorgada por el General Díaz que en ese entonces laboraba como Secretario de Fomento, con lo cual se dio origen a la instalación de cableado público. Esto causó grandes controversias por el tipo de instalación que se realizaría, ya que la instalación de esta nueva red pública perjudicaría el aspecto de la ciudad. Al observar los beneficios que causaría esta nueva forma de comunicación con respecto a las desventajas, no hubo ninguna duda y fue como se dio el inicio para realizar esta instalación. Poco tiempo después en el año de 1882 en el mes de febrero, el señor Greenwood obtuvo nuevas concesiones para expandir los servicios de telefonía pública. Esta misma red sería vendida a Compañía Telefónica Continental posteriormente. En la figura (I.1.a) podemos observar las instalaciones de líneas telefónicas por medio de postes que se instalaron en los ochentas en México.



Figura I.1.a. Redes de telefonía por medio de postes.

En ese mismo año pero del mes de abril, se dio el inicio de la construcción de la primera empresa de territorio Nacional que empezó a operar en México, la cual llevó por nombre *Mexican National Bell Telephon*, la cual no llegó a brindar servicio a causa de diversos conflictos generados por intereses de diversas empresas extranjeras. Estos conflictos entre inversionistas interesados por dar

servicio de telefonía en México concluyeron cuando se decide asociarse con la compañía Mexicana *Mexteleco*.

Gracias a esta asociación en el año de 1882; fue como se dio origen a una nueva Telefónica, la cual estaba constituida por socios de gran renombre como, George Lea Sanders, Tomas A. Wathson, M.L. Greenwood y Emilio Berlines. A medida que pasa el tiempo la importancia del teléfono empieza a incrementarse. En diciembre de ese mismo año se intenta realizar el primer enlace de larga distancia entre el estado de Veracruz y Nueva York. Hasta el año de 1883, se logro realizar el enlace internacional entre la ciudad de Matamoros en Tamaulipas y la ciudad de Brownsville en Texas.

Para el año de 1884 llegan a México los primeros conductores aislados, estos permitieron corregir la calidad de transmisión; es aquí donde comenzó a ser sustituido el alambre por el cable. Integrando este nuevo conductor, se marco la pauta para generar nueva infraestructura y nuevos dispositivos telefónicos. Ese mismo año se introduce el conmutador múltiple completo, con una capacidad de dos mil líneas, en esta época México pasaba por momentos difíciles ya que en esta época el país pasaba por una devaluación frente al dólar y sismos que afectaron gran parte de la infraestructura de la red telefónica.

En el año de 1899, la importancia del teléfono supero su valor, los usuarios estaban dispuestos a pagar por nuevos beneficios. Hasta 1903 la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, otorgó la concesión por 30 años al señor Sitzenstätter para la explotación de Servicio Telefónico en la capital y en sus alrededores; posteriormente se lograron convenios con L. M. Ericsson donde consecutivamente fue vendida la concesión a esta compañía el 19 de abril de 1905. Ya una vez que fue Ericsson establecido en territorio mexicano, paso de 300 usuarios a 650 usuarios. En 1905, Mexteleco cambio su nombre a *Compañía Telefónica Telegráfica Mexicana S. A.*

En la figura (I.1.b) podemos observar la primera central telefónica establecida por Ericsson en el país; con la intención de conectar a un número mayor de usuarios.



Figura I.1.b. Primera Central Telefónica en México.

En 1913 se utilizó el Teléfono para informarle a Madero que el General Bernardo Reyes se dirigía con sus tropas al Palacio Nacional con la intención de tomarlo bajo control.

La escasez de materiales telefónico de 1914, freno el crecimiento acelerado de la telefonía en México, para estos año se inició la primera guerra mundial; todo el material se utilizaba para el desarrollo y fabricación de armas. Para entonces los conflictos laborales y sindicales aumentaron en las compañías de telefonía en México, estos comenzaban ha interrumpir los avances tecnológicos; el 6 de enero de 1915 se intervino el Servicio telefónico y telegráfico, llegando a un embargo de las redes que duro 10 años. Al término de la segunda guerra mundial se reanudaron las investigaciones tecnológicas, para este periodo es cuando se comienzan a implementarse las comunicaciones por medio de ondas portadoras. Posteriormente se introdujo en México el sistema telefónico automático. 1924 fue el año

en que Ericsson inauguró la primera central telefónica que tenía la capacidad de manejo para diez mil líneas.

En el gobierno del general Díaz (1924 – 1928); se ordenó terminar con la intervención gubernamental que desde 1915 padecía la compañía Telefónica y Telegrafía de México S.A.; y fue en ese año cuando la empresa International Telephone and Telegraph Co. (ITT) la adquirió. Consecutivamente la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, modificó las concesiones otorgadas a la empresa respetando la autorización para explotación del servicio con vigencia a 50 años, con la prohibición de algún traspaso o cesión. Impidiendo con esto poder competir con la compañía Ericsson. En el año de 1925 el Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas, el Ing. Eduardo Ortiz; convino un enlace entre México y Estados Unidos, el mismo año que la compañía Telefónica y Telegráfica obtuvo la concesión para larga distancia.

El servicio de larga distancia Nacional creció rápidamente y en poco tiempo se interconectó a la capital con las ciudades de San Luís Potosí, Puebla, Tampico, Saltillo y Monterrey. La empresa Telefónica y Telegráfica Mexicana, realizó el 29 de septiembre de 1927, el primer enlace de la primera conferencia telefónica entre México y Estados Unidos siendo los protagonistas, el general Plutarco Elías Calles y Calvin Coolidge, respectivamente.

Al siguiente año, el 1 de julio de 1928 hubo comunicaciones telefónicas con Europa. Esta comunicación fue la combinación de líneas telefónicas de tierra y circuitos radiotelegráficos a través del Atlántico. En el servicio transoceánico, quedaron incluidas las ciudades del Distrito Federal, Querétaro, San Luís Potosí, Saltillo, Monterrey, Tampico y Nuevo Laredo; las cuales se podían comunicar en Europa con Inglaterra, Escocia, Gales, Alemania, Holanda, Bélgica, Francia, Suecia, Dinamarca y España; mientras en México estaban funcionando las siguientes centrales automáticas: Apartado Chapultepec, Roma, Valle, Coyoacán, Mixcoac, Portales, San Angel, Condesa, Santa María, Tacubaya y Victoria. Fue aquí donde se aceleró la competencia con Ericsson. Al existir dos empresas que explotaban el Servicio de telefonía, existía una gran problemática en cuanto a los Servicios y Enlaces; hasta que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes por medio de la vía legal obligó a las dos empresas a unificarse para brindar sus Servicios.

En 1946, la compañía Telefónica y Telegrafía Mexicana, adoptó un sistema de seis cifras para adaptarse a los dispositivos de disco. Durante la década de los cuarenta se crea un ambiente acelerado en las comunicaciones, y este efecto da origen a Teléfonos de México en el año de 1947, que inicia operaciones un año después. El surgimiento de esta fue gracias a las negociaciones entre empresas extranjeras con el propósito de que una empresa mexicana tuviera el manejo de la telefonía en este país; fue aquí donde la compañía de Ericsson sólo se dedicó a proporcionar material para las compañías.

Durante los primeros años que laboró TELMEX se dedicó a enlazar en forma automática los dos sistemas telefónicos existentes: el suyo y el de la Compañía Telefónica y Telegráfica Mexicana S.A. En el año de 1950, Teléfonos de México adquiere la compañía de Telefónica y Telegráfica Mexicana. La cual provoca una gran problemática en cuestiones sindicales. El 1 de abril de 1952, entra en vigor la ley de impuestos de ingreso de Servicio telefónico. En 1953 se puso en marcha los enlaces vía microondas de telefonía con 23 canales además de los servicios medidos. En 1956, Teléfonos de México comienza a proveerse de material y equipos telefónicos construidos en México. En 1957, se implementan las tecnologías telex en la República Mexicana. Más adelante Teléfonos de México comienza a buscar la independencia de las empresas extranjeras en busca de Mexicanizar a la empresa. Para 1958 Ericsson de México deja de laborar en el país. Para ese entonces Telmex pasaba por grandes problemas en el sector laboral, ya que los sindicatos adquirieron fuerza y estuvieron haciendo que el sector tecnológico frenara un tiempo sus avances en la compañía mexicana.

En 1960 se instalan las primeras 10 casetas telefónicas públicas en la ciudad de México, más adelante Telmex adquiere la compañía Tabasqueña de Teléfonos S.A. de C. V. y en el verano de 1962 fue lanzado el satélite de comunicaciones Telstart, proporcionado por el sistema Bell y la NASA, fue el primero en funcionar por medio de microondas, esto beneficio a México en cuestiones de enlaces de larga distancia.

En 1966 se firma un convenio con Guatemala para poder tener enlaces con países latinoamericanos. Para el año de 1965 entra Nuevas tecnologías que conformarían el proyecto LADA. 1970 el telesistema mexicano queda asentado de manera eficiente en gran parte de la república con servicios de larga distancia, telex, líneas privadas y teléfonos de abonado, además de continuar las investigaciones para la telefonía vía satélite con el fin de obtener comunicaciones con otros países con los cuales solo se podría realizar de esa manera. Más adelante en el año de 1957 se crea la Comisión de Telecomunicaciones Rurales. El avance de las tecnologías de la telefonía continúa avanzando de manera rápida, haciendo crecer las infraestructuras de las telecomunicaciones de México.

México en el año de 1980 comienza a integrarse a las tecnologías digitales; ya que presentaron grandes ventajas ante los sistemas analógicos, como fueron:

- ☞ Mayor sensibilidad a la distorsión e interferencia.
- ☞ La conmutación fue más fácil de instrumentar.
- ☞ Las diferentes señales se pueden trasladar como señales idénticas tanto en la conmutación como en la transmisión.
- ☞ Se pueden transmitir varios canales telefónicos por un mismo circuito ya que utilizan 30 canales por cada dos pares telefónicos.
- ☞ Reducción de espacio para el equipo digital, el cual ocupa un 25 por ciento del convencional.

Los sistemas digitales ocupan dos tipos de equipos: el sistema 12 de industrias de Telecomunicaciones S.A. (INDETEL), y el sistema AXE de Tele industria Ericsson S.A.

En el año de 1981 se generaron nuevos avances en cuestiones telefónicas, la primera fue la operación de sistema auto Telefónico radio móvil, más adelante se comienza a trabajar sobre las tecnologías de fibra óptica, las cuales presentaron las siguientes ventajas:

- ☞ Son filamentos muy pequeños por lo cual se reduce el espacio que ocupan los pares de cobre.
- ☞ Son inmunes a cualquier interferencia electromagnética.
- ☞ Son de mayor calidad y confiabilidad que los conductores metálicos.
- ☞ No producen descargas eléctricas.

Se compra la primera central digital AXE para empezar a brindar servicio en la ciudad de Puebla y posteriormente en el Distrito Federal, la cual tenía la posibilidad de cubrir hasta 350 hectáreas. Posteriormente en 1985 entra en orbita el satélite Morelos.

El sismo del año de 1985, afectó fuertemente las telecomunicaciones en México dañando la central Tándem, las cual controlaba gran parte de las comunicaciones en la capital de la República, a pesar de las dificultades y los daños de los sismos, se continuaron con los proyectos de comunicación, para ese entonces fue lanzado el satélite Morelos II, en este proyecto es enviado al espacio el primer Mexicano, el Doctor Rodolfo Neri Vela. Fue hasta el año de 1988, que se logro reestablecer los daños sufridos por los sismos; uno de los logros más importantes fue la trasmisión de la primera video conferencia en México; ya una ves iniciada la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), la cual permitió a los usuarios la transmisión de voz, datos y video.

Ya en el sexenio de Carlos Salinas de Gortari, la telefonía en México comenzó una nueva etapa de renovación, con la idea de mejorar la calidad de los servicios. Para ese entonces se creó un organismo desconcentrado de Teléfonos de México el cual llevó por nombre Telecomm Telégrafos, organismo que se dedicó a brindar servicio de Telegrafía; y actualmente giros postales y transmisión de datos. Posteriormente comienzan las negociaciones para vender la empresa de Teléfonos de México a inversiones privadas, las cuales están dirigidas por el grupo CARSO. Ambas organizaciones las podemos observar en la figura (I.1.c), actualmente cada una está operando de manera independiente una de la otra.



Figura I.1.c. Teléfonos de México y Telecomm Telégrafos son separados como operadoras independientes.

Al ser vendida esta empresa Nacional, se crearon muchos conflictos laborales; además de entrar nuevas tecnologías extranjeras para complementar y hacer más óptima la funcionalidad del organismo; desde compañías de Francia, en el área de conductores y nuevas tecnologías de módems. La transmisión de datos en México comienza a hacer ruido. En el año de 1991 entra al consejo administrativo el Ing. Carlos Slim Hélu. Actualmente las comunicaciones de México han cambiado rotundamente, la inversión hecha a esta empresa abrió nuevas formas de comunicarse que día con día siguen avanzando haciendo más fácil y más confiable el Servicio telefónico; además se ha iniciado la competencia entre las empresas que prestan el Servicio de telefonía tanto fija como móvil. Actualmente la tecnología del software implementada en las telecomunicaciones ha creado nuevas formas y técnicas para propagar las señales, la transmisión de datos es hoy día, el camino y necesidad de todos los usuarios que actualmente utiliza la red de telefonía digital como medio de transmisión.

I.2 ENTORNO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MÉXICO

El tratado de libre comercio permitió la entrada de nuevas compañías de telefonía, las cuales se presentaron como fuertes rivales para la empresa Mexicana Teléfonos de México. No fue hasta el año de 1995 que se otorgaron las primeras concesiones, y posteriormente, hasta 1996 fue que se publicaron las reglas para los servicios de Larga Distancia. El inicio de la competencia entre empresas que brindaban el servicio de larga distancia comenzó, las nuevas operadoras comienzan a realizar sus conexiones el 11 de agosto de 1996 y fue hasta el 1 de enero de 1997, que empezaron a trabajar sus interconexiones, este proceso cumplía con una agenda de interconectar para ese entonces a 50 ciudades de la República Mexicana, empezando por el estado de Querétaro. El monopolio que mantenía Teléfonos de México, lo podemos sintetizar en la figura (I.2.a).

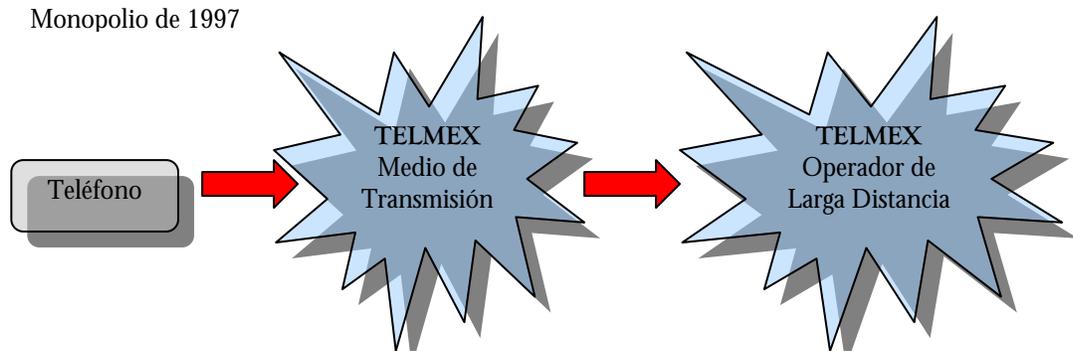


Figura I.2.a. Monopolio de la Telefonía de larga distancia hasta 1997.

La telefonía de Larga Distancia pasó por una etapa muy difícil de superar; ya que los costos de la interconexión comenzaban a requerir de actualizaciones y requerían de una nueva inversión para estas actualizaciones. Al generarse el tratado de libre comercio en México se abrieron las puertas a nuevas empresas que brindaban el mismo Servicio de larga Distancia; servicio que hasta ese entonces solo era monopolio de la empresa Teléfonos de México; la competencia por el servicio de Larga Distancia comienza con la entrada de empresa ya bien estructuradas como Avantel y Alestra. Aunque estas empresas utilizan a Teléfonos de México como medio de transmisión como se muestra en la figura (I.2.b), que representa a la conexión entre las operadoras.

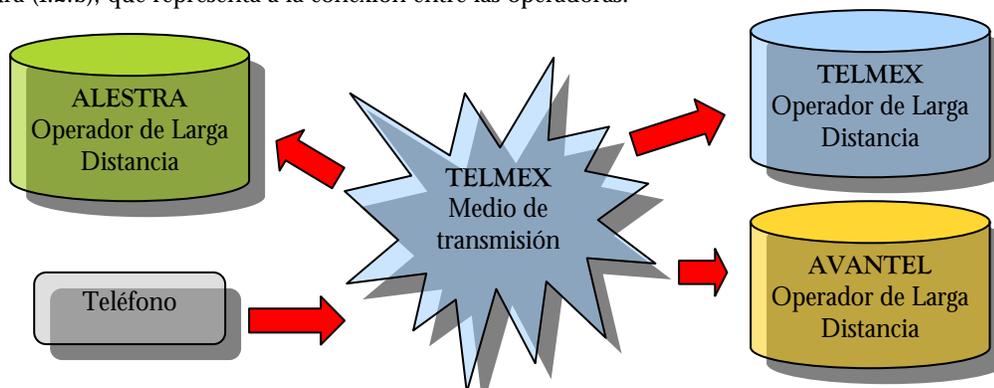


Figura I.2.b. Competencia de Larga distancia en 1997

Más adelante estos procesos generaron nuevas dificultades, ya que se crearon problemas de "slamming" o piratería de líneas. Para mayo del año 2000 las tarifas se redujeron en 50% mientras que el volumen aumentó en un promedio de 21% por año. Por lo cual la reducción de las tarifas ha presionado de manera significativa a los operadores de larga distancia. La competencia por prestar el servicio de larga distancia comienza de manera enérgica, donde los costos de interconexión se han ido actualizando, el volumen de minutos se ha aumentado pero la teledensidad no y por ende el mercado no ha crecido. Los planes de inversión no se cumplieron y no todas las operadoras sobrevivirán para reorientar sus estrategias de servicio de larga distancia.

La Tabla (I.2.c), muestra las operadoras de larga distancia que brindan este Servicio, además de que están en orden según la fecha de cuando comenzaron sus operaciones en México. No solo se presentaron cambios en el sistema de larga distancia, también hubo grandes variantes en la telefonía local; a inicios del año de 1996 se inició el aumento de las tarifas de red local, de 1996 a 1998 aumentaron la renta de línea de residencia en un 88%, las líneas comerciales un 37% y en servicio medido un 33%.

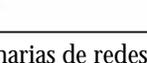
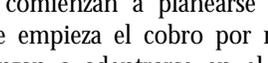
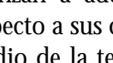
Empresas Concesionarias de redes públicas interestatales		
Servicio Telefónico de Larga Distancia		
Empresa		Fecha de otorgamiento
1. Teléfonos de México S.A. de C.V.		10 de agosto de 1990
2. Teléfonos del Noroeste S.A. de C.V.		10 de agosto de 1990
3. Avantel S.A.		15 de septiembre de 1995
4. Iusatel S.A. de C.V.		16 de octubre de 1995
5. Operadora Protel S.A. de C.V.		26 de octubre de 1995
6. Marcatel S.A. de C.V.		26 de octubre de 1995
7. Alestra S. de R.L. de C.V.		6 de diciembre de 1995
8. Bestel S.A. de C.V.		8 de enero de 1996
9. Miditel S.A. de C.V.		20 de febrero de 1996
10. Axtel S.A. de C.V.		17 de junio de 1996
11. Maxcom Telecomunicaciones S.A. de C.V.		20 de diciembre de 1996
12. RSL Com Net de México S.A. de C.V.		20 de diciembre de 1996
13. Larga Distancia Internacional Mexicana S.A. de C.V.		11 de noviembre de 1997
14. Unión Telefónica Nacional S.A. de C.V.		31 de diciembre de 1997
15. Telereunión S.A. de C.V.		4 de junio de 1998
16. Grupo Intelcom de México S.A. de C.V.		4 de junio de 1998
17. Presto Telecomunicaciones S.A. de C.V.		14 de octubre de 1998
18. WL Comunicaciones S.A. de C.V.		24 de marzo de 2000
19. Operadora Unefon S.A. de C.V.		1 de septiembre de 2000

Tabla I.2.c. Empresas Concesionarias de redes públicas interestatales.

Para el año siguiente, se subastaron las bandas de 1.9 y 3.4 GHz para la telefonía inalámbrica móvil y fija respectivamente. Además comienzan a planearse nuevos sistemas de tarifas para la interconexión de telefonía local, donde empieza el cobro por minuto, con respecto al evento. La nuevas operadoras de red local comienzan a adentrarse en el mercado de manera fácil; aunque financieramente no lo fue tanto con respecto a sus centrales telefónicas. Estas empresas propagaron sus señales de manera de red fija o por medio de la tecnología inalámbrica creando redes eficientes para competir con la red de teléfonos de México. La siguiente tabla (I.2.d) muestra las operadoras que compiten en el país con su tecnología alámbrica de conexión fija.

Empresas Concesionarias para prestar el servicio de Telefonía Local Fija con Tecnología Alámbrica	
Empresa	Fecha de entrega de concesión
1. Teléfonos de México S.A. de C.V.	10 de agosto de 1990
2. Teléfonos del Noroeste S.A. de C.V.	7 de diciembre de 1990
3. Maxcom Telecomunicaciones S.A. de C.V.	20 de diciembre de 1996
4. Metro Net S.A. de C.V.	5 de julio de 1997
5. Megacable Comunicaciones de México S.A. de C.V.	5 de julio de 1997
6. Red de Servicios de Telecomunicaciones S.A. de C.V.	5 de julio de 1997
7. Unión Telefónica Nacional S.A. de C.V.	5 de julio de 1997
8. Avantel Servicios Locales S.A.	12 de abril de 1999
9. México Red de Telecomunicaciones, S. de R.L. de C.V.	7 de mayo de 1999
10. Alestra S. de R.L. de C.V.	30 de mayo del 2000



Tabla I.2.d. Empresas concesionarias para prestar el servicio de Telefonía local Fija con tecnología Alámbrica.

La tecnología inalámbrica comienza a adentrarse fuertemente en el área de las comunicaciones, generando nuevas opciones para la transmisión de datos; hoy en día es uno de los medios de comunicación más fuertes que hay. Las operadoras de telefonía inalámbrica que operan en México, están contenidas en la Tabla (I.2.e).

Empresas Concesionarias para prestar el servicio de Telefonía Local con Tecnología Inalámbrica	
Acceso Inalámbrico Fijo o Móvil (1.9 GHz)	Fecha de entrega de concesión
Empresa	
1. Operadora Unefon S.A. de C.V.	23 de junio de 1998
2. Radiomóvil DIPSA S.A. de C.V.	7 de octubre de 1998
3. Iusacell PCS S.A. de C.V.	12 de octubre de 1998
4. Pegaso Comunicaciones y Sistemas S.A. de C.V.	23 de junio de 1998
5. Servicios de Acceso Inalámbrico S.A. de C.V.	7 de octubre de 1998
Acceso Inalámbrico fijo (3.4 GHz)	
6. Operadora Unefon S.A. de C.V.	23 de junio de 1998
7. Teléfonos de México S.A. de C.V.	28 de octubre de 1998
8. Axtel S.A. de C.V.	7 de octubre de 1998



Tabla I.2.e. Empresas concesionarias para prestar el servicio de Telefonía Local con tecnología inalámbrica.

De manera simbólica podemos representar el entorno de la telefonía de red local por medio de la figura (I.2.f).

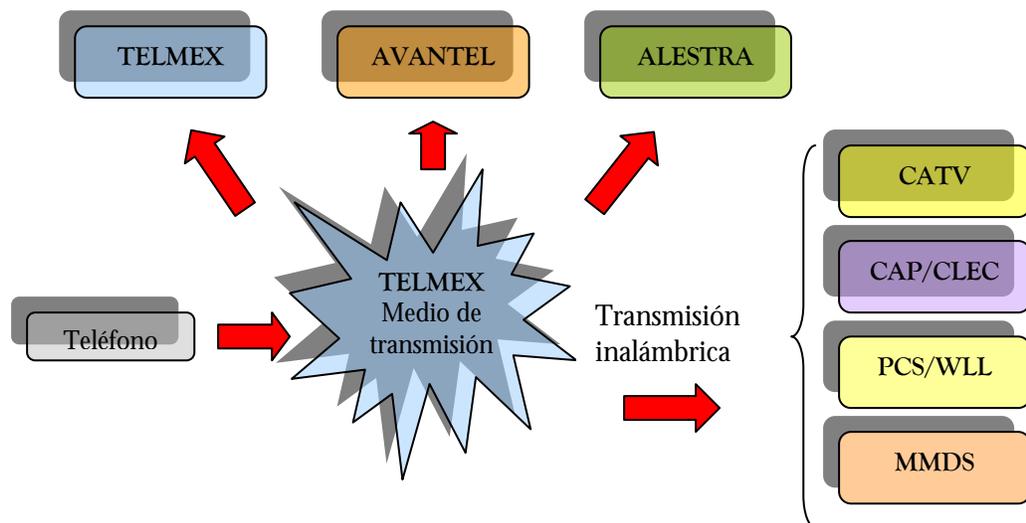


Figura I.2.f. Competencia en red local en 1999.

En el área de telefonía pública a finales de 1996 se alcanzaba una densidad de 2.4 casetas telefónicas por cada 1,000 habitantes, lo que hacía necesario tomar medidas para fomentar el número de casetas para lograr competir con otras operadoras y brindar el mejor servicio. El 16 de noviembre de 1996 fue publicado el Reglamento del servicio de Telefonía pública, que tenía por objeto regular al establecimiento, operación y explotación de empresas comercializadoras de telefonía pública; así como la prestación del servicio que se realizan a través de aparatos telefónicos públicos. Para ese entonces ya existían más de 40 operadoras, pero aunque ya estaban en vigor estas normas, los resultados no eran tan alentadores como se esperaban. Ya que a la mayoría de ellos, Telmex les proporcionaba las líneas y estas continuaban con las mismas tarifas de una línea comercial. En la siguiente figura (I.2.g) podemos observar los servicios proporcionados por las operadoras de acuerdo a la tecnología fija y móvil para la transmisión de voz y datos.



Figura I.2.g. Mercado de las Telecomunicaciones en México

Actualmente se hacen estudios de telemarketing para colocar aparatos telefónicos en zonas donde es muy frecuente el paso de personas que usan larga distancia en sus llamadas, como son las zonas turísticas, aeropuertos, centrales de autobuses etc., a pesar de todo esto la telefonía de larga distancia pasa por una etapa muy difícil; ya que las nuevas tecnologías diseñadas para comunicarse a grandes distancias están desplazando fuertemente a este medio de interconexión. La transmisión de datos vía Internet ha generado nuevas formas para implementar voz, por medio de diferentes medios que ya no son únicamente exclusivos de la red telefónica.

I.3 ORGANIZACIONES NORMATIVAS PARA LA COMUNICACIÓN DE DATOS

Durante las últimas décadas la industria de la comunicación de Datos creció a una tasa bastante elevada, por lo cual también aumentó la necesidad de proporcionar comunicación entre sistemas distintos de cómputo y otros sistemas. Así, para asegurar una transferencia ordenada de información entre dos o más sistemas de comunicación de Datos, que usen distintos equipos para distintas necesidades, se reunió un consorcio de organizaciones, fabricantes y usuarios con regularidad, para establecer lineamientos y normas. Se trata de que todos los usuarios de comunicaciones de datos se apeguen a las normas diseñadas y estandarizadas para conectividad entre diferentes equipos.

I.3.1 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMAS

La *Organización Internacional de Normas (ISO)*. La ISO es la organización internacional de normalización. Establece los conjuntos de reglas y normas para tecnologías gráficas, de intercambio de documentos y otras afines. Es la responsable de patrocinar y coordinar el trabajo de las demás organizaciones de normas.

I.3.2 COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL TELEFÓNICO Y TELEGRÁFICO

El *Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico (CCITT)*, por *Consultative Committee for International Telephony and Telegraphy*. La membresía del CCITT es de autoridades oficiales y representantes de muchos países. La CCITT es la organización de Normas de las Naciones Unidas, y desarrolla los conjuntos recomendados de reglas y normas para comunicaciones Telefónicas y telegráficas. Esta Organización ha desarrollado tres conjuntos de especificaciones: la serie V para interconectar Módems, la serie X para comunicaciones de Datos y la serie I y Q para los Servicios Integrados de Red Digital (ISDN de *Integrated Services Digital Network*).

I.3.3 INSTITUTO DE INGENIEROS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Es la organización de Profesionistas en Estados Unidos de Ingenieros en Electrónica, Informática y Comunicaciones.

I.3.4 ASOCIACIÓN DE INDUSTRIAS ELECTRÓNICAS

Asociación de Industrias Electrónicas (EIA). Por *Electronics Industries Association*. Es la organización responsable de establecer y recomendar las normas industriales. La EIA es la responsable de desarrollar la serie RS (Recomendaciones Estándar) de normas para las comunicaciones de Datos y Telecomunicaciones.

I.3.5 COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL DE RADIO

El *Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR)*, es el comité encargado de la designación de banda de manera internacional, la cual lleva el control del espectro total útil de radiofrecuencias (RF) del cual se hablara más adelante.

I.3.6 SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

La *Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT)*, en materia de Telecomunicaciones, es la encargada de otorgar oficialmente las concesiones de redes públicas de telecomunicaciones, además de ser la encargada de regular el uso del espectro, pues se entiende como un recurso del país en donde su mejor aprovechamiento debe ser vigilado.

I.3.7 COMISIÓN FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

La *Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL)*, es una dependencia que es parte del órgano administrativo desconcentrado de la SCT, con autonomía técnica y operativa, que tiene el propósito de regular y promover el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones. Publica el Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, además de ser la encargada de

verificar que las empresas y compañías prestadoras de servicios de telecomunicaciones, cumplan con las normas mexicanas. A grandes rasgos COFETEL realiza la función de reguladora de las normas, administración y encargada de sancionar a las dependencias que no cumplan con las normas y estándares. COFETEL se apoya en las normas de la CANIETI: Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones e Informática y NYCE: Normalización y Certificación del Sector Eléctrico.

I.4 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

El objetivo de un sistema electrónico de comunicaciones es transferir información entre dos o más lugares, cuyo nombre común es estaciones. Esto se logra convirtiendo la información original a energía electromagnética, para transmitirla a continuación a una estación o más estaciones receptoras, donde se reconvierten a su forma original. La energía electromagnética se puede propagar en forma de voltaje o corriente, a través de un conductor o hilo metálico, o bien en forma de ondas de radio emitidas hacia el espacio libre o en ondas luminosas a través de una fibra óptica.

La Frecuencia no es más que la cantidad de veces que sucede un movimiento periódico, como puede ser una onda senoidal de voltaje o de corriente, durante determinado periodo. A cada inversión completa de la onda se llama ciclo.

I.4.1 FRECUENCIAS DE TRANSMISIÓN

El espectro electromagnético de frecuencias total, es donde se muestran las posiciones marcadas aproximadamente de diversos servicios de Telecomunicaciones, donde organizaciones internacionales han estandarizado el margen del espectro para cada tipo de servicio.

El espectro de frecuencias se subdivide en subsecciones o bandas. Cada banda tiene un nombre y sus límites. Ahora el espectro de radiofrecuencias (RF) se divide en bandas de frecuencias más angostas, a las que se les dan nombres y números descriptivos, y algunas de ellas se subdividen a su vez en diversos tipos de servicios. Las designaciones de bandas según el Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR) se muestran en la siguiente tabla (I.4.1.a).

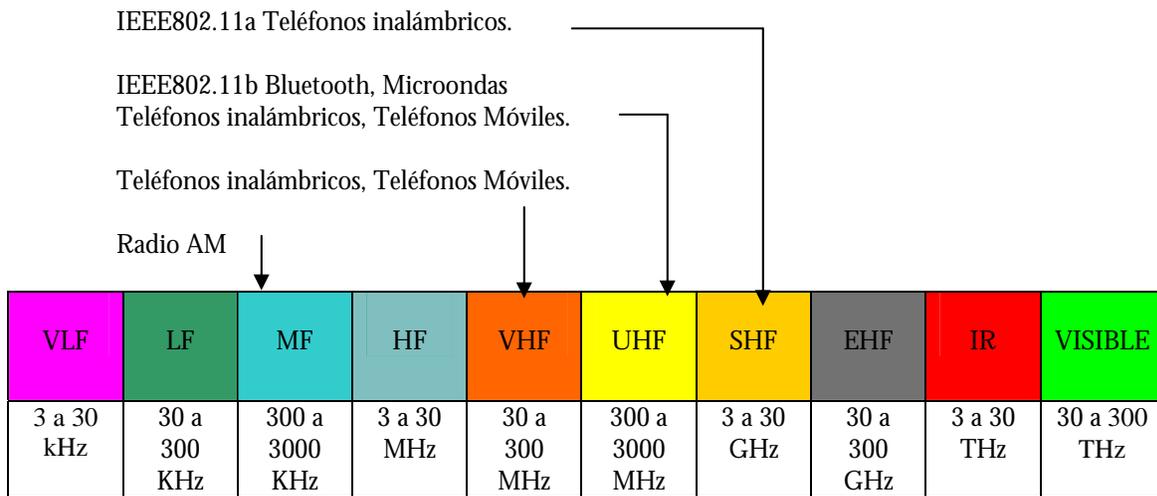


Figura I.4.1.a Frecuencias de Transmisión

- ☞ *Frecuencias Extremadamente Bajas* (ELF, de *Extremely Low Frequencies*). Son señales en el intervalo de 30 a 300 Hz, y comprenden las señales de distribución eléctrica (60 Hz) y las de telemetría de baja frecuencia.
- ☞ *Frecuencias de Voz* (VF, de *Voice Frequencies*). Son señales en el intervalo de 300 a 3000 Hz, e incluyen a las que generalmente se asocian a la voz Humana. Los canales telefónicos normales tienen un ancho de banda de 300 a 3000 Hz, y con frecuencia se llaman canales de voz o canales de banda de voz.
- ☞ *Frecuencias Muy Bajas* (VLF, de *Very Low Frequencies*). Son señales dentro de los límites de 3 a 30 kHz, que comprenden al extremo superior del intervalo audible humano. Las VLF se usan en algunos sistemas especiales del gobierno y militares, como por ejemplo las comunicaciones con submarino.
- ☞ *Frecuencias Bajas* (LF, de *Low Frequencies*). Son señales en el intervalo de 30 a 300 kHz, y se usan principalmente en la navegación marina y aeronáutica.
- ☞ *Frecuencias Intermedias* (MF, *Medium Frequencies*). Son señales de 300 kHz a 3 MHz, y se usan principalmente para emisores comerciales de radio AM (55 a 1605 kHz).
- ☞ *Frecuencias Altas* (HF, de *High Frequencies*). Son señales en el intervalos de 3 a 30 MHz, con frecuencias llamadas ondas cortas. La mayoría de las radiocomunicaciones en dos sentidos usan este intervalo.
- ☞ *Muy Altas Frecuencias* (VHF, por *Very High Frequencies*). Son señales de 30 a 300 MHz, y se usan en radios móviles, comunicaciones marinas y aeronáuticas, emisión comercial en FM (de 88 a 108 MHz) y emisión de televisión, en los canales 2 a 13 (54 a 216 MHz).
- ☞ *Frecuencias Ultra Altas* (UHF, de *Ultrahigh Frequencies*). Son señales entre los límites de 300 MHz a 3 GHz, y las usan las emisoras comerciales de televisión, en los canales de 14 a 83, en los servicios móviles de comunicaciones terrestres, teléfonos celulares, algunos sistemas de radar y de navegación, los sistemas de radio por microondas y satélites. Se consideran que las frecuencias mayores de 1 GHz son de microondas, y esto incluye al extremo superior de intervalo de UHF.
- ☞ *Frecuencias Súper Altas* (SHF, por *Super High Frequencies*). Son señales entre 30 y 300 GHz, y casi no se usan para radiocomunicaciones, a excepción de aplicaciones muy complicadas, costosas y especializadas.
- ☞ *Infrarrojo*. (IR) Las frecuencias del infrarrojo son señales de 0.3 a 300 THz, por lo general no se les considera como ondas de radio. Infrarrojos indica una radiación electromagnética que en general se asocia con el calor. Las señales infrarrojas se utilizan en sistemas de guía de proyectiles con blancos térmicos, o con la fotografía electrónica y la astronomía.
- ☞ *Luz Visible*. En la luz visible se incluyen las frecuencias electromagnéticas captadas por el ojo humano (0.3 a 3 PHz). Las comunicaciones con ondas luminosas se utilizan en los sistemas de fibra óptica, que en los últimos años ha llegado a ser un medio principal de transmisión en los sistemas electrónicos de comunicaciones.
- ☞ *Rayos Ultravioleta, Rayos X, Rayos Gama y Rayos Cósmicos*. Tienen poca aplicación en las comunicaciones electrónicas.

Cuando se manejan ondas de radio se acostumbra usar unidades longitudinales de onda, y no de frecuencia.

La longitud de onda es la distancia que ocupa en el espacio un ciclo de una onda electromagnética, es decir, la distancia entre los puntos correspondientes en una onda respectiva.

La longitud de onda es inversamente proporcional a las frecuencias de la onda y directamente proporcional a su velocidad de propagación de la energía electromagnética en el espacio libre, la cual es de 3×10^8 m/s. A la relación entre frecuencia, velocidad y longitud de onda se expresa en la siguiente forma matemática:

$$\text{Longitud de onda} = \frac{\text{Velocidad}}{\text{Frecuencia}}$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Donde:

λ = Longitud de onda (metros por ciclo).

C = Velocidad de la luz (300, 000,000 metros por segundo).

f = Frecuencia (Hertz).

El espectro electromagnético de longitudes de onda se muestra en la siguiente tabla (I.4.1.b), donde los términos exponenciales están dados en nanómetros.

Rayos Cósmicos	Rayos Gama	Rayos X	Ultravioleta	Luz Visible	Infrarrojo	Microondas	Ondas de Radio	Oscilaciones eléctricas largas
10^7 a 10^4	10^5 a 10^1	10^3 a 10^2	10^1 a 10^2	10^2 a 10^3	10^3 a 10^5	10^6 a 10^9	10^9 a 10^{14}	10^{14} a 10^{18} en adelante

Figura I.4.1.b. Espectro electromagnético de longitudes de onda en escala de nanómetros.

I.5 BITS, UNIDAD DE MEDIDA

El término proviene de la contracción de la expresión Inglesa Binary Digit, que significa dígito binario. En informática se considera como unidad de información más pequeña reconocida por una computadora u ordenador; desde el punto de vista físico, los bits se pueden representar mediante la presencia o ausencia de corriente, de tensión, de magnetización, etc. Por medio de una ley de correspondencia llamada código, se pueden representar informaciones de gran complejidad mediante combinaciones de bits.

La representación de la información se logra mediante la agrupación de bits para lograr un conjunto de valores mayores que permiten manejar mayor información. A la agrupación de ocho bits componen un byte que se usa para representar todo tipo de información, incluyendo letras del alfabeto y dígitos del 0 al 9.

En las comunicaciones los Bits se pueden representar gráficamente por medio de pulsos finitos de unos y ceros como se muestran a continuación en la figura (I.5.a), la cual reconocemos como un tren de pulsos.

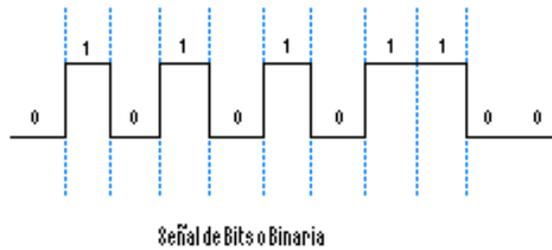


Figura I.5.a. Representación Binaria de una señal.

I.6 ANCHO DE BANDA Y CAPACIDAD DE INFORMACIÓN

Para conocer que es la información tenemos que saber primero de donde proviene la información, ya que esta antes de ser información; fue antes un dato o una serie de datos.

Un Dato es la unidad o cantidad mínima de información no elaborada, sin sentido en sí misma, pero que convenientemente tratada se puede utilizar en la realización de cálculos o toma de decisiones. En programación, un dato es la expresión general que describe las entidades sobre las cuales operan unos algoritmos. Como se observa a continuación en la figura (I.6.a); este es el proceso que se lleva a cabo antes de que los datos se transformen en información.



Figura I.6.a. Proceso de transformación de Datos a Información.

Cuando la información se esta intercambiando entre comunicadores humanos, generalmente es transmitida en forma de modelos de luz, sonido o textura, de forma que pueda ser detectada por los sentidos humanos; el oído, vista y tacto.

En sentido general, la *información es un conjunto organizado de datos, que constituyen un mensaje sobre un determinado ente o fenómeno.*

El ancho de Banda de una señal de información no es más que la diferencia entre las frecuencias máxima y la mínima contenidas en la información, y el ancho de banda de un canal de comunicaciones es la diferencia entre la frecuencia máxima y mínima que pueden pasar por el canal. Por lo tanto el ancho de banda de un canal de comunicaciones debe ser lo suficientemente grande para pasar todas las frecuencias importantes de la información; este debe de ser mayor o igual que el ancho de banda de la información.

Las frecuencias de voz contienen señales de 300 a 3000 Hz. Por consiguiente, un canal para frecuencias de voz debe de tener una amplitud igual o mayor que 2700 Hz, este valor se obtiene de la

diferencia de (3000 Hz - 300Hz), la frecuencia máxima menos la mínima. Un canal de comunicaciones no puede propagar una señal que contenga una frecuencia que cambie con mayor rapidez que la amplitud de la banda del canal.

La teoría de la información es un estudio muy profundo del uso eficiente del ancho de banda para propagar la información a través de sistemas electrónicos de comunicaciones. Esta teoría se puede usar para determinar la capacidad de información de un sistema de comunicaciones. La capacidad que se puede propagar en el sistema de transmisión es una función de ancho de banda y de tiempo de transmisión.

La ley de Hartley establece que mientras más amplio sea el ancho de banda y mayor sea el tiempo de transmisión, se podrá enviar más información a través del sistema. En forma matemática, la ley de Hartley es:

$$I \propto B \times t$$

Siendo I = Capacidad de información
 B = Ancho de Banda del sistema (Hz)
 t = tiempo de transmisión (segundos)

Mientras más compleja sea la señal de información, se requiere más amplitud de banda para transportarla en determinado tiempo. Se requieren unos 3 kHz de amplitud de banda para transmitir las señales telefónicas con calidad de voz.

C. E. Shannon relaciono la capacidad de información de un canal de comunicaciones, en bits por segundo (bps), con el ancho de banda y la relación de la señal a ruido. La expresión matemática del límite de Shannon de capacidad de información es:

$$I = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad \text{es decir; } I = 3.32B \log_{10} \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

Donde I = capacidad de información (bits por segundo)
 B = ancho de banda (Hz)
 S/N = relación de potencia de señal a ruido (sin unidades)

Para un canal de comunicaciones en banda de voz, con relación de potencias de señal a ruido de 100 (30 dB) y un ancho de banda de 2.7 KHz, el límite de Shannon de capacidad de información es: $I = 2700 \log_2 (1+100) = 26.9 \text{ kbps}$

Los resultados indican que se puede transferir 26.9 kbps a través de un canal de 2.7 kHz. Para alcanzar la rapidez de transmisión de información de 26.9 kbps a través de un canal de 2.7 kHz, cada símbolo que transfiera debe contener más de un bit de información. Se deben de usar sistemas digitales de transmisión que tengan más de dos condiciones (símbolos) de salida. La detección de cuanto ancho de banda se requiere para propagar determinada cantidad de datos por un sistema, esta dada por la siguiente ecuación:

$$B = \frac{1}{\log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)}$$

Donde B = ancho de banda (Hz).
 I = capacidad de información (bits por segundos).
 S/N = relación de potencia de señal a ruido (sin unidades).

I.7 TIPOS DE SEÑALES

Una señal analógica es un tipo de señal donde la información esta codificada en diferencias de amplitud y frecuencia, la cual puede ser periódica o no periódica. La tecnología analógica se refiere a la transmisión eléctrica que se consigue añadiendo señales de frecuencia o amplitud variable a ondas trasportadoras de corriente electromagnética alterna o con una frecuencia dada. La transmisión del teléfono ha usado convencionalmente la tecnología analógica.

Lo analógico se puede representar habitualmente con una serie de señales senoidales, el término se origino por que la modulación de la onda transportadora es análoga o similar a la fluctuación de la voz misma. Se utiliza un módem para convertir la información digital a señales analógicas para la línea telefónica y también para convertir las señales analógicas en información digital. A una señal analógica la podemos representar como se muestra en la figura (I.7.a).

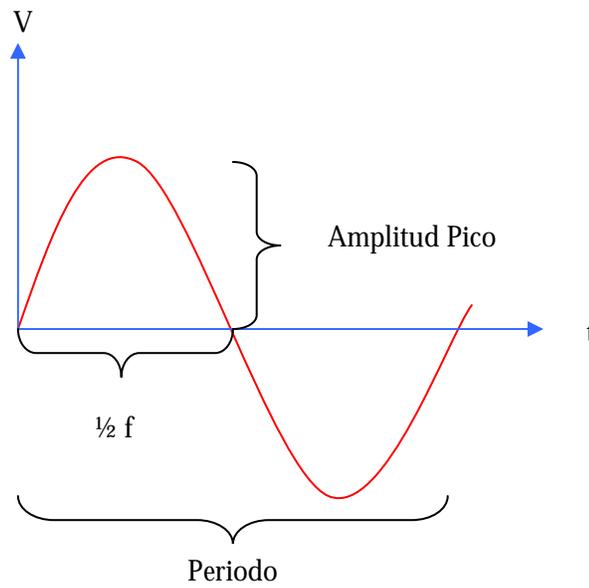
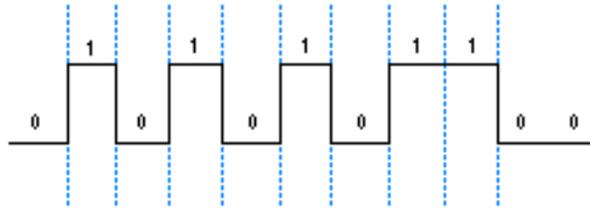


Figura I.7.a Señal Analógica.

Se dice que es una señal Digital, cuando las magnitudes de la misma se representan mediante valores discretos en lugar de variables continuas, por ejemplo cuando interrumpimos el paso de la corriente de un apagador domestico; podemos decir que representa los valores discretos de uno y cero o apagado y encendido. Los sistemas digitales usan lógica de dos estados; la corriente pasa o no pasa por los componentes electrónicos del sistema, estos dos niveles son en realidad niveles de tensión, uno alto H (High) y para cero o bajo L (Low). Dichos estados son sustituidos por ceros y unos para facilitar la aplicación de la lógica y la aritmética binaria. Si el nivel alto se representa por 1 y el nivel bajo se representa por un 0, se habla de lógica positiva y lógica negativa. Además podemos mencionar que una señal digital no solo consta de niveles altos y bajos, también esta constituidas por flancos de subida o bajada. El Flanco de subida o bajada representa la transición de los niveles lógicos de alto a bajo o de bajo a alto; los cuales dependen del tiempo de transición con los cuales funcionan los dispositivos electrónicos. Gráficamente este comportamiento de una señal digital lo podemos observar en la siguiente figura (I.7.b).



Señal de Bits o Binaria

Figura I.7.b. Señal Digital.

Estos dos conceptos de señales los interrelaciona el teorema de muestreo de Nyquist – Shannon. El cual afirma que cuando se muestrea una señal, la frecuencia de muestreo debe de ser mayor que dos veces el ancho de banda de la señal de entrada para poder reconstruir la señal original a partir de muestras. Si B es el ancho de banda de la señal y F_m es la frecuencia de muestreo, el teorema se expresa del siguiente modo:

$$F_m > 2B$$

La tasa o frecuencia de muestreo es el número de muestras por unidad de tiempo que se toma de una señal continua para producir una señal discreta, durante el proceso necesario para convertirla de analógica a digital. Para poder replicar con exactitud la forma de onda es necesario que la frecuencia de muestreo sea como mínimo el doble de la máxima frecuencia a muestrear.

El teorema de Nyquist sólo indica el valor mínimo necesario para que el muestreo resulte eficaz; por lo cual si se asigna un valor por encima del mínimo, será mayor el número de niveles de comparación. Esto nos proporcionara reconstrucción más fiel de la señal analógica a digital (A/D), lo que se traduce en mayor calidad resultante. No obstante a mayor frecuencia de muestreo (más información o datos), mayor sera el ancho de banda necesario.

Desde un punto de vista informático una mayor frecuencia de muestreo requiere de una mayor resolución (número de bits). Un número mayor de bits implica, en la práctica que la señal proceda más lentamente, llevando a un encarecimiento del equipo que requiere de interfaces más potentes, más memoria, etc. Además, aunque se siga aumentando la frecuencia de muestreo la calidad no continúa incrementándose indefinidamente. Matemáticamente se ha demostrado que, llegado un determinado punto (si se sobrepasa cierta cantidad de muestras por segundo), la calidad ya no aumenta debido al principio general de rendimientos marginales decrecientes. La siguiente figura (I.7.c), ejemplifica el muestreo de una señal analógica que posteriormente será transformada en una señal digital.

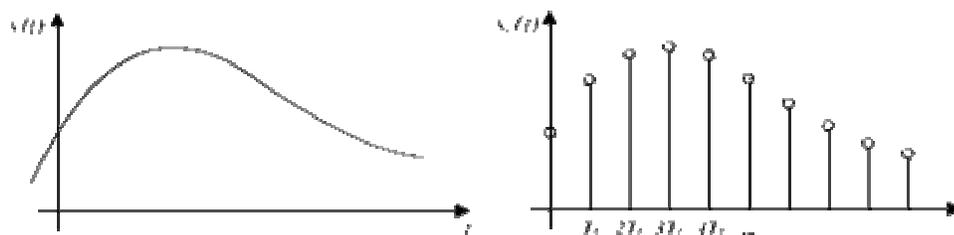


Figura I.7.c. Señal analógica muestreada para transformarla a una señal digital

La voz humana como muchos de los sonidos generados por diferentes fuentes de información, pueden ser transformadas en información eléctrica, y para lograrlo se emplea la técnica de PCM (Modulación por Pulsos Codificados).

Esta técnica se emplea para digitalizar la voz representando las muestras instantáneas de la misma mediante palabras digitales que forman un tren de pulsos en serie. Este proceso se muestra en la siguiente figura (I.7.d), que muestra la transformación de una señal analógica a digital.

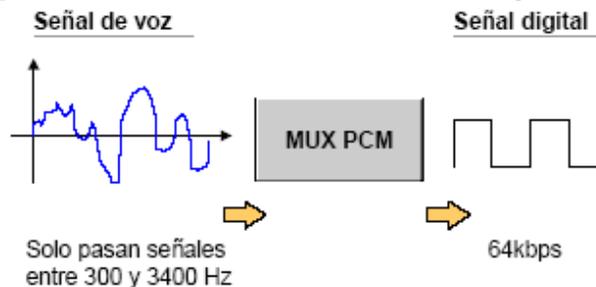


Figura I.7.d. Transformación de una señal sonora a una señal digital.

I.8 TRANSMISIÓN EN FORMA BANDA BASE Y SOBRE PORTADORA

Actualmente los sistemas de comunicaciones pueden transmitir la información en señales de banda base o sobre una portadora. Este modo está en función de la cantidad de información a transmitir simultáneamente y del medio de transmisión. Todos los sistemas de radio comunicación emplean una portadora para enviar los mensajes a través del espacio y en los sistemas que utilizan medio físico como canal de transmisión, la información puede enviarse ya sea como señal de banda base o sobre portadora.

Una señal banda base es una señal eléctrica tal como la entrega la fuente de información, la cual puede sufrir únicamente amplificación y filtraje.

A menudo no es práctico propagar señales de información banda base a través de cables metálicos o de fibra óptica, o a través de la atmósfera terrestre; con frecuencia es necesario combinar a la señal con una señal analógica de mayor frecuencia llamada portadora. La señal portadora transporta la información a través del sistema. La señal del sistema modula a la portadora, cambiando su amplitud, su frecuencia o su fase.

Modulación es el proceso de cambiar una o más propiedades de la portadora con la señal de información.

Los dos tipos básicos de comunicaciones electrónicas son analógicas y digitales. Un sistema analógico de comunicaciones es aquel en el cual la energía se transmite y se recibe en forma analógica: una señal en variación continua, como por ejemplo, una señal senoidal. El término comunicaciones Digitales abarca una amplia variedad de técnicas de comunicación, que incluyen transmisión digital y radio digital. La transmisión digital de un sistema digital verdadero, donde los impulsos digitales (con valores discretos, como +5 V y tierra) se transfieren entre dos o más puntos en un sistema de comunicaciones. Con la transmisión digital no hay portadora analógica, y la fuente original de información puede tener forma digital o analógica. Si esta es en forma analógica se debe de convertir a pulsos digitales antes de transmitirla, y se debe de reconvertir a la forma analógica en el extremo receptor.

El radio digital es la transmisión de portadoras analógicas moduladas digitalmente, entre dos o más puntos en un sistema de comunicaciones. En la radio digital, la señal moduladora y la señal demoduladora son pulsos digitales.

Si la señal de información es analógica, y la amplitud (V) de la portadora es proporcional a ella, se produce la modulación de amplitud (AM, por amplitud modulada). Si la frecuencia (f) varía en forma proporcional a la señal de información, se produce la modulación de frecuencia (FM, de frecuencia modulada); por último si varía la fase (θ) en proporción a la señal de información, se produce la modulación de fase (PM, de Modulación de fase). Si la señal de información es digital, y la amplitud (V) de la portadora se varía proporcionalmente a la señal de información, se produce una señal modulada digitalmente, la cual es llamada Modulación por conmutación de Amplitud (ASK, por amplitud shift keying). Si la frecuencia (f) varía en forma proporcional a la señal de información se produce la Modulación por Conmutación de Frecuencia (FSK, por frequency shift keying) y si la fase (θ) varía de manera proporcional a la señal de información, se produce la Modulación de Conmutación por Fase (PSK, por Phase Shift Keying). Si se varía al mismo tiempo la amplitud y la fase en proporción con la señal de información, resulta la Modulación de Amplitud por Cuadratura (QAM, de quadrature amplitude modulation). Los sistemas ASK, FSK, PSK y QAM son formas de modulación digital.

$$\text{Sea: } v(t) = V \text{sen}(2\pi ft + \theta)$$

Donde $v(t)$ = voltaje variable senoidalmente en el tiempo

V = amplitud máxima (volts)

f = frecuencia máxima (hertz)

θ = desplazamiento de fase (radianes)

La figura (I.8.a), contiene los tipos de modulaciones que podemos obtener cuando modificamos alguna de las variables ya mencionadas con anterioridad.

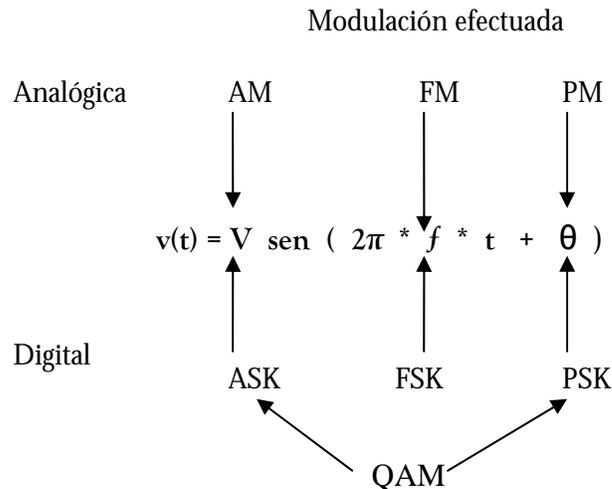


Figura I.8.a Tipos de Modulación.

La demodulación es el proceso inverso de la modulación, y reconvierte la portadora modulada en la información original (es decir quita la información de la portadora).

Hay dos razones por la cuales la modulación es necesaria en las comunicaciones electrónicas:

- 1) Es extremadamente difícil irradiar señales de baja frecuencia en forma de energía electromagnética, con una antena.

- 2) Ocasionalmente, las señales de información ocupan la misma banda de frecuencia y si se transmiten al mismo tiempo las señales de dos o más fuentes, interferirán entre sí.

Para evitar su interferencia mutua, cada estación convierte su información a una banda o canal de frecuencia distinto. Se suele utilizar el término canal para indicar determinada banda de frecuencia asignada a determinado servicio. Un canal normal de banda de voz ocupa más o menos 3 kHz de ancho de banda, y se usa para transmitir señales como la voz; en los canales de radio de microondas y vía satélite se requiere de un ancho de banda de 30 MHz o más.

La señal de información se combina con la portadora en el modulador, y se produce la onda modulada. La información puede ser analógica o digital, y el modulador puede efectuar modulación analógica o digital. En el transmisor se puede hacer una conversión elevadora de las señales de información de bajas frecuencias a altas frecuencias, y se hace una conversión descendente en el receptor, de altas frecuencias a bajas frecuencias. El proceso de convertir una frecuencia, o bandas de frecuencias, y pasarlas a otro lugar en el espectro total de frecuencias; se llama translación de frecuencia. La translación de frecuencias es una parte intrincada de las comunicaciones, por que se debe de hacer muchas veces las conversiones elevadoras y descendentes cuando se transportan a través del canal. La señal modulada se transporta hasta el receptor a través de un sistema de transmisión. En el receptor, se amplifica la señal modulada, se convierte a la frecuencia menor y a continuación se demodula, para reproducir la información original de la fuente.

I.9 TRANSMISIÓN SIMULTÁNEA DE VARIAS SEÑALES ANALÓGICAS

Si se tiene n canales telefónicos que se desean transmitir simultáneamente por un medio de transmisión, es necesario que todas las señales empleen el mismo intervalo de frecuencias, es necesario transmitir las sobre una portadora independiente del medio de transmisión que se utilice. Con el objetivo de que la parte receptora pueda separar los diferentes mensajes S_i , el espectro de cada una de las señales se transfieren alrededor de la portadora correspondiente, v_{pi}

$$v_{pi} = V_{pi} \cos(\omega_{pi}t + \varphi_{pi})$$

Donde el mensaje puede introducirse en la amplitud AM, frecuencia FM, o en fase PM, formándose una señal compuesta como en la figura ilustrada (I.9.b).

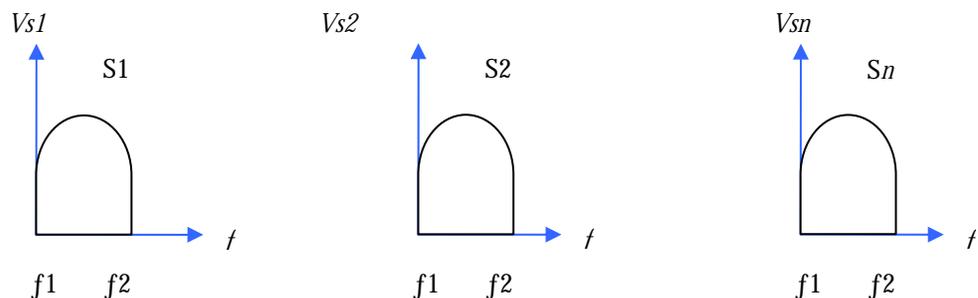


Figura I.9.a. Señales que emplean el mismo intervalo de frecuencias.

A la oscilación senoidal donde se introduce la señal útil se denomina portadora. Si la señal compuesta es enviada a través de un medio físico, ya sea conductores eléctricos o fibra óptica, esta se puede transmitir directamente. Si el sistema a través del cual se va a transmitir la señal compuesta es de radiocomunicación, entonces es necesario otro proceso de modulación donde la señal modulada sea la señal compuesta como la que se muestra en la figura (I.9.b). En este caso cada señal moduladora se

introduce a su portadora por medio de cualquier tipo de modulación AM, FM; o PM. Estas técnicas se usan ampliamente en los sistemas multicanal de radiocomunicación.

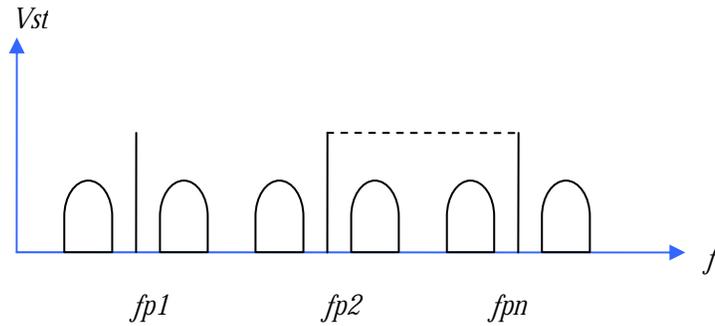


Figura I.9.b. Espectro de señales compuestas.

A la técnica de enviar n señales simultáneamente empleando diferentes ranuras del espectro radioeléctrico se le denomina *Multiplexaje por División de Frecuencias*, su representación grafica la podemos observar en la figura (I.9.c).

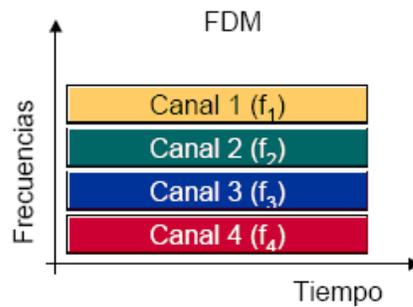


Figura I.9.c. Representación grafica de la multiplexación por división de frecuencias (FDM).

En la multiplexación por división de frecuencias se divide el ancho de banda disponible en canales para ser multiplexados por el mismo medio. Por ejemplo en la telefonía cada canal puede trasportar una llamada telefónica de manera analógica. La forma del funcionamiento de este tipo de multiplexación se da convirtiendo cada fuente de varias que originalmente ocupaban el mismo espectro de frecuencias, a una banda distinta de frecuencias, y se transmite en forma simultanea por un solo medio de transmisión. Así se pueden transmitir muchos canales de banda relativamente angosta por un solo sistema de transmisión de banda ancha, como se muestra en la figura (I.9.d).

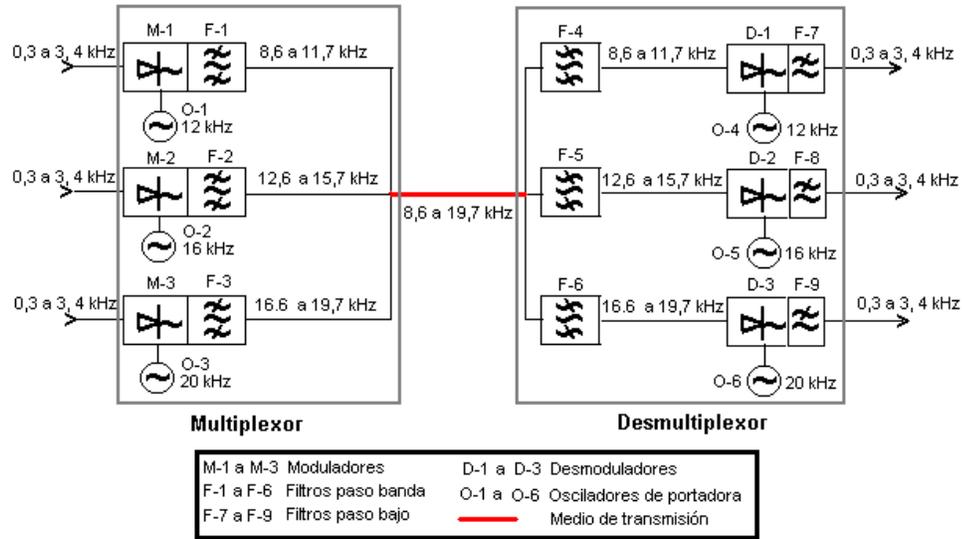


Figura I.9.d. Multiplexación por división de frecuencias (FDM) en un circuito.

I.10 TRANSMISIÓN SIMULTÁNEA DE VARIAS SEÑALES DIGITALES

Cuando las señales que se desean transmitir son digitales se presentan varias posibilidades:

- 1) Las n señales digitales inicialmente se multiplexan por división de tiempo formando un tren de bits de mayor velocidad. En este caso la duración del bit se debe de dividir cuando menos entre el número de canales.
- 2) Cada señal digital, la cual solo puede representar un mensaje o varios mensajes previamente multiplexados por división de tiempos, modula a una subportadora y ya modulada se forma un espectro complejo muy parecido al que se muestra en la figura (I.10.a).

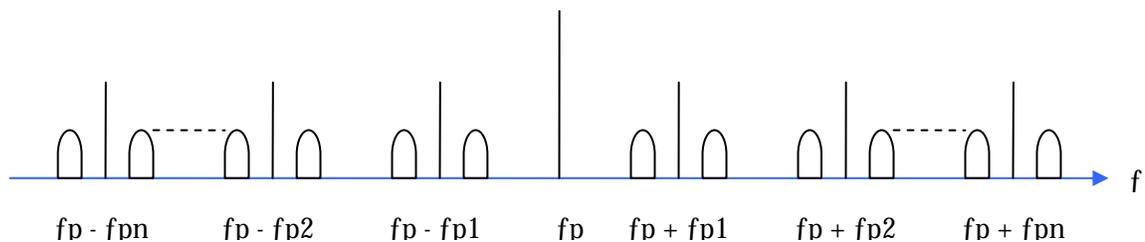


Figura I.10.a. Forma de espectro de la portadora en un sistema multicanal de radiocomunicación

Si el sistema de comunicación emplea medio físico, el conjunto de subportadoras o la señal compuesta en banda base se puede transmitir directamente.

Cuando se emplea la multiplexación por división de tiempo para transferir simultáneamente n señales digitalmente, se puede reducir la velocidad de los datos si el tren de pulsos binarios se transforma en un tren de pulsos digitales multinivel. Esta técnica se usa ampliamente en los sistemas

por cable eléctrico o en radiocomunicaciones ya que permite reducir el ancho de banda requerido para transmitir un volumen dado de información.

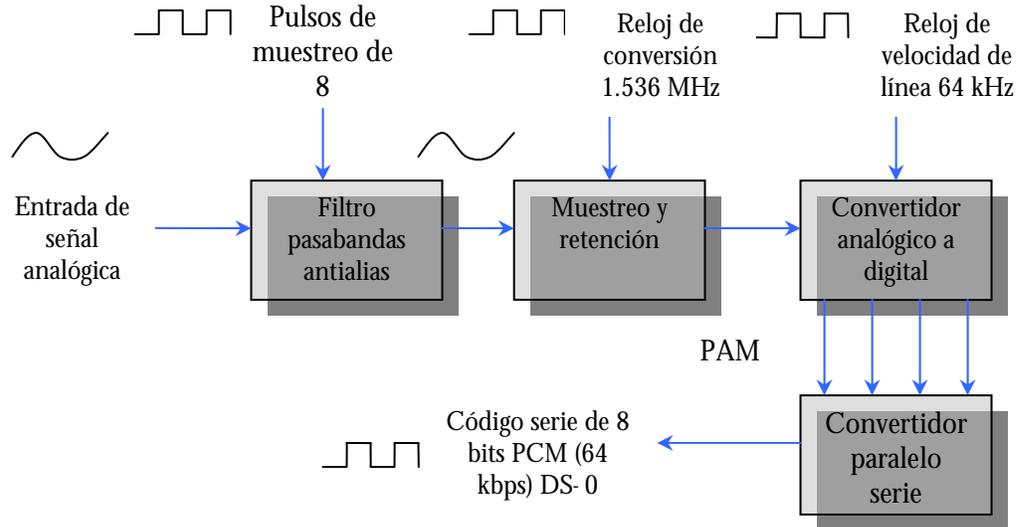


Figura I.10.b. Sistema de transmisión PCM en un solo canal DS – 0.

En la figura anterior (I.10.b), podemos observar el proceso por el cual es manipulada una señal de tipo analógica para ser transformada a una señal digital que operará en Modulación de Pulsos Codificados. En la Multiplexación por División de Tiempos (TDM), las transmisiones de varias fuentes se hacen por la misma instalación, pero no al mismo tiempo. Las transmisiones provenientes de diferentes fuentes se intercalan en el dominio del tiempo. La clase más común de modulación que se usa en el TDM es la PCM (Modulación por Código de Pulsos). En el sistema PCM – TDM, se muestrean dos o más canales de banda de voz, se convierten a códigos PCM y a continuación se multiplexan por división de tiempo a través de un solo par en cable metálico, o en un cable fibra óptica. La piedra constructiva fundamental de cualquier sistema TDM comienza con un canal DS – 0 (señal digital nivel 0). Los canales DS – 0 usan una frecuencia de muestreo de 8 kHz y un código PCM de ocho bits, que produce una señal PCM de 64 kbps en su salida.

$$\frac{8000 \text{muestras}}{\text{segundos}} \times \frac{8 \text{bits}}{\text{muestra}} = 64 \text{kbps}$$

Cuando se tiene un sistema de PCM – TDM conformado por dos canales, se muestrea en forma alternada cada canal de entrada con una frecuencia de 8 kHz, se convierte en código PCM. Mientras se transmite el código PCM para el canal 1, se muestrea el canal 2 y se convierte a código PCM. Mientras se transmite el código PCM del canal 2, se toma la siguiente muestra del canal 1 convirtiéndola a código PCM.

El multiplexor no es más que un interruptor digital controlado electrónicamente con dos entradas y una salida. El tiempo que tarda en transmitir una muestra cada canal se llama tiempo de trama. Este tiempo es igual al recíproco de la frecuencia de muestreo ($1/f_s$ o $1/8000 = 125 \mu s.$). La siguiente figura (I.10.c) muestra la asignación de tramas TDM para un sistema PCM de dos canales, con una frecuencia de muestreo de 8 kHz.

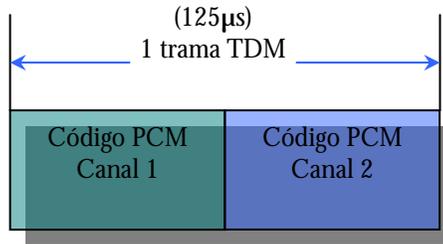


Figura I.10.c. Trama TDM.

El código para cada canal ocupa una muesca fija de tiempo dentro de la trama TDM total. Con un sistema de dos canales, se toman muestras de cada canal durante cada trama, y el tiempo asignado para transmitir los bits PCM de cada canal es igual a la mitad del tiempo total de las tramas. Así, se deben de transmitir ocho bits de cada canal durante cada trama (un total de 16 bits por trama). Por lo tanto la velocidad de línea a la salida del multiplexor es:

$$\frac{2\text{canales}}{\text{trama}} \times \frac{8000\text{tramas}}{\text{segundo}} \times \frac{8\text{bits}}{\text{canal}} = 128\text{kbps}$$

Aunque cada canal produce y transmite sólo 64 kbps, los bits deben de salir sincronizados a la línea a una frecuencia de 128 kHz para permitir la transmisión de ocho bits por canal en cada intervalo de tiempo de 125 µs, como se muestra en la figura (I.10.d), que ilustra como funciona un sistema TDM.

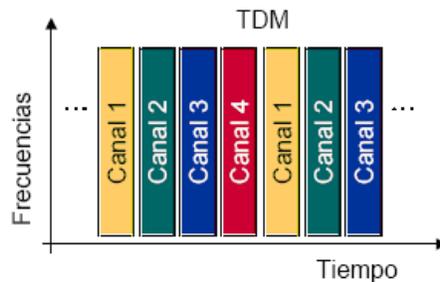


Figura I.10.d. Diagrama representativo de la Multiplexación por División de Tiempo (TDM).

En el TDM se utiliza el ancho de banda completo del medio y se divide su uso en canales o intervalos de tiempo, en donde cada intervalo de tiempo es un turno para transmitir. Cada canal debe de esperar su turno para volver a transmitir, como se ilustra en la figura (I.10.e).

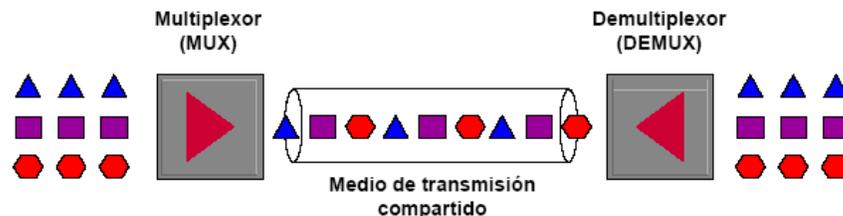


Figura I.10.e. Representación gráfica de Multiplexación y demultiplexación de una señal al pasar por un medio compartido.

I.10.1 TRANSMISIÓN DE DATOS EN SERIE Y PARALELO

La información binaria se puede transmitir en forma paralela o en serie. La siguiente figura I.10.1.a muestra cómo se transmite el código binario 0110 del lugar A al lugar B, en paralelo. Cada posición de bit (A_0 a A_3) tiene su propia línea de transmisión.

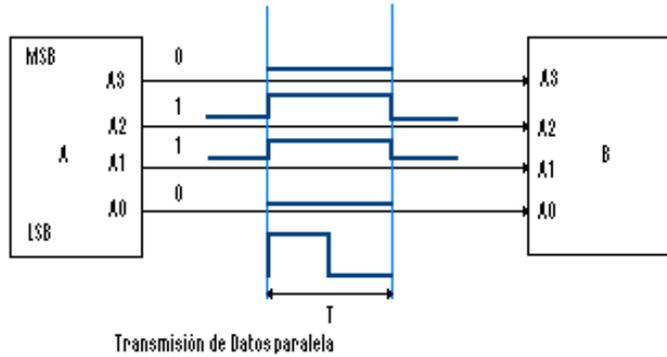


Figura I.10.1.a. Diagrama de transmisión de Datos en Paralelo.

En consecuencia, los cuatro bits se pueden transmitir en forma simultánea durante el tiempo de un solo pulso del reloj (T). A esta característica de transmisión se le llama paralela o a nivel de bit o en serie se le llama a nivel de carácter.

La siguiente figura (I.10.1.b), nos muestra como se transmite el mismo código binario en serie. En este sólo existe una sola línea de transmisión, y en consecuencia sólo se puede transmitir un solo bit a la vez.

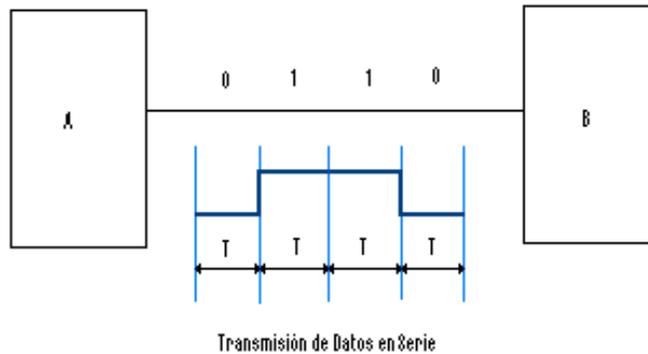


Figura I.10.1.b. Diagrama de Transmisión de Datos en Serie.

Por lo que se requiere de cuatro pulsos de reloj para transmitir toda la palabra. A esta clase de transmisión se le llama con frecuencia en serie o a nivel de bit. La principal opción de alternativas entre la transmisión serie y paralela es entre la velocidad y la sencillez. La transmisión de datos se puede hacer con mucha más rapidez por medio de la transmisión en paralelo, sin embargo es el que requiere de más líneas entre la fuente y el destino. Por regla general se utiliza el sistema de transmisión en paralelo en comunicaciones en distancias cortas y dentro de las computadoras. La transmisión en serie se usa para comunicaciones a gran distancia.

I.10.2 OPERACIÓN CON DOS Y CUATRO HILOS

Los dos hilos, como lo dice su nombre, implica un medio de transmisión que usa dos conductores (uno de señal y uno de referencia) o bien una configuración que equivale a tener sólo dos conductores. En el funcionamiento de dos hilos es posible tener transmisión simplex, semidúplex, o dúplex. Esta configuración esta ilustrada en la figura (I.10.2.a), que se muestra a continuación.

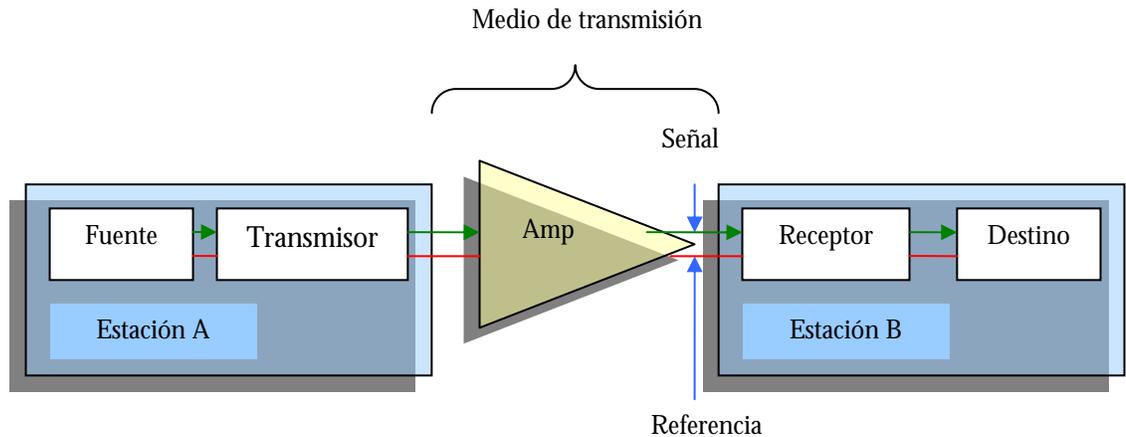


Figura I.10.2.a. Configuración de circuito de dos hilos activo.

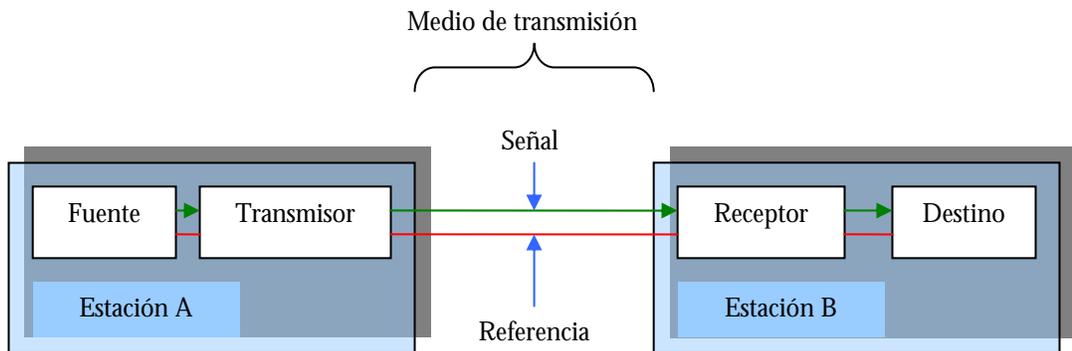


Figura I.10.2.b Configuración de circuito de dos hilos pasivo.

En la figura anterior (I.10.2.b), se ilustra un circuito pasivo de dos hilo, a diferencia de un circuito activo, el pasivo no lleva ninguna etapa de amplificación. Para la operación dúplex, las señales se propagan en direcciones contrarias y deben de ocupar distintos anchos de banda; de lo contrario si no fuese así, se mezclan e interferirían entre sí.

Los cuatro hilos implican un medio de transmisión que usa cuatro conductores (dos para señales que se propagan en direcciones opuestas, y dos son conductores de referencia), una configuración que equivale a tener cuatro conductores.

En el desempeño de los sistemas de cuatro hilos, las señales se dispersan de manera opuesta, las cuales están separadas físicamente y por lo tanto pueden ocupar los mismos anchos de banda sin interferirse. Estos sistemas de cuatro hilos permiten brindar un mayor aislamiento y es preferida esta

configuración que la de los sistemas de dos hilos, no obstante requiere del doble de conductores y en consecuencia incrementa su costo en conductores, como se muestra en la figura (I.10.2.c).

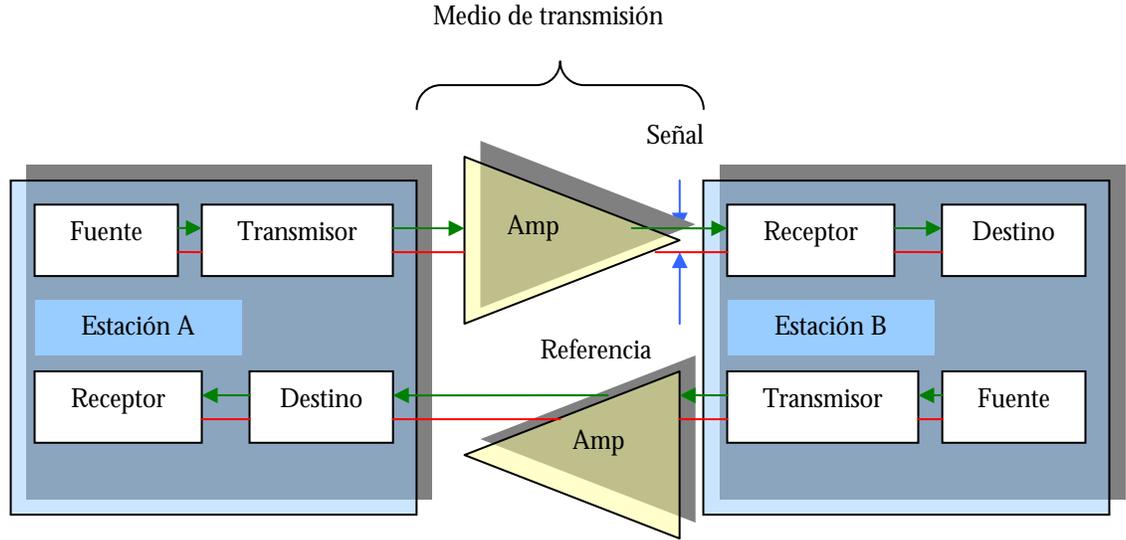


Figura I.10.2.c. Circuito activo de cuatro hilos.

Un transmisor y un receptor asociados equivalen a un circuito de dos hilos. Un transmisor y un receptor con ambas direcciones de propagación equivalen a un circuito de cuatro hilos. Con la transmisión dúplex por una línea de dos hilos, se puede dividir a la mitad el ancho de banda disponible, con la que se reduce la capacidad de información en ambas direcciones, a la mitad del valor del semidúplex, por lo cual la operación dúplex con líneas de dos hilos requiere del doble de tiempo para transferir la misma cantidad de información.

I.11 SISTEMAS DE COMUNICACIONES

Un sistema electrónico de comunicación es un sistema que tiene como objetivo primordial enviar información de un lugar a otro en forma de señales eléctricas. Todo sistema de Comunicaciones consta de tres grandes bloques; transmisor, medio de transmisión y receptor, como se muestra en la siguiente figura I.11.a.

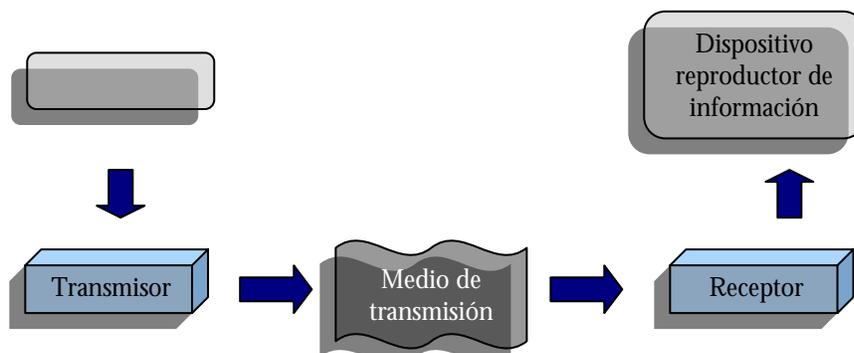


Figura I.11.a. Diagrama a bloques de un sistema de Comunicación.

El objetivo de transmisor es la de procesar la señal eléctrica proporcionada por la fuente de información, para que esta sea acoplada de manera eficiente al medio de transmisión.

El medio de transmisión es el canal a través del cual viaja la información en forma de ondas electromagnéticas desde el transmisor, hasta el receptor.

El receptor tiene como objetivo principal, captar parte de la potencia emitida por el transmisor al medio de transmisión y procesarla para que el dispositivo de salida pueda reproducir la información enviada por el transmisor.

La información reproducida por el dispositivo de salida del receptor tiene que ser una replica perfecta de la información. Esto requiere que el sistema de comunicaciones desde la fuente hasta el dispositivo reproductor de información se comporte como un circuito lineal, invariante en el tiempo, con un ancho de banda infinito (o resistivo) y sin ruido, la siguiente figura (I.11.b), nos muestra un sistema ideal de comunicaciones.

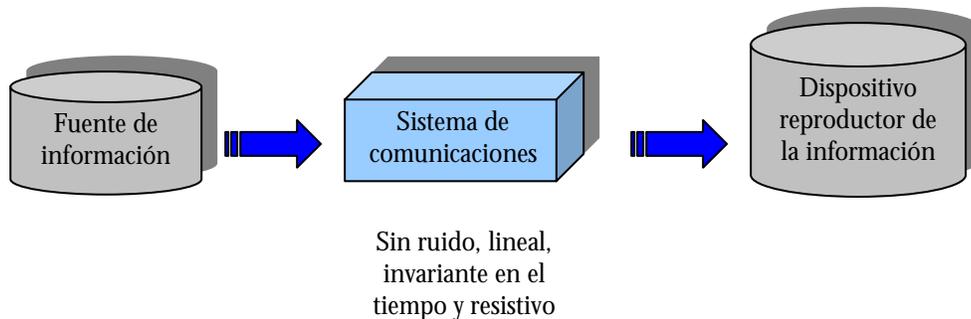


Figura I.11.b. Sistema ideal de comunicación.

Este sistema ideal de comunicaciones no se puede obtener físicamente, ya que en todo transmisor y receptor físico se agrega ruido, se comporta como no lineal y tiene un ancho de banda finito. Todo medio de transmisión agrega ruido, es paramétrico, introduce atenuación y su ancho de banda es finito. Esta degradación hace que la información reproducida por el dispositivo de salida no sea una replica fiel de la información proporcionada por la fuente, además al transmisor se le puede agregar otra finalidad importante: procesar a la señal que contiene la información de forma tal que se reduzca el efecto de las degradaciones introducidas por el equipo Terminal y por el medio de transmisión.

Los objetivos principales en el proceso de modernización o desarrollo de nuevos sistemas de comunicación se pueden resumir de la siguiente manera:

- Transmitir la información a la mayor distancia posible sin etapas intermedias de recepción.
- Transmitir el mayor contenido de información.
- Transmitir la información con la mayor confiabilidad posible.
- Transmitir la información con la máxima fidelidad posible.

Además de los objetivos principales en los procesos de comunicaciones existen otros factores que son de suma importancia en el ámbito de la Ingeniería, a estos mismos factores se les denomina Factores de Ingeniería:

- El costo más bajo posible.
- El menor peso y volumen posible.
- El menor consumo de potencia.

- La mayor facilidad de operación.
- La mayor facilidad, la menor periodicidad y el menor tiempo de mantenimiento del sistema.
- La mayor seguridad o privacidad de la información.
- La menor influencia del medio ambiente.
- Alta compatibilidad con otros sistemas.

I.12 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Los sistemas de comunicaciones se pueden clasificar empleando diversas características como parámetros de comparación: como pueden ser servicios, colocación de equipos terminales, forma de la señal útil, modo de enviar mensajes, tipo de modulación y medio de transmisión, entre otros.

Los servicios típicos soportados por los sistemas de comunicaciones tienen un gran conjunto de aplicaciones que han evolucionado constantemente, aquí solo se hará referencia a los sistemas de redes telefónicas, los cuales son:

- Telefonía fija Analógica.
- Telefonía fija Digital.
- Red Digital de Servicios Integrados de banda angosta y banda ancha.
- Telefonía celular terrestre analógica y digital.
- Telefonía celular vía satélite de órbita baja.
- Telefonía móvil vía satélite geoestacionaria.
- Telefonía de flotilla.
- Video teléfono.
- Redes de Datos y Voz.
- Internet
- Fax
- Redes locales y de área amplia.

Los sistemas fijos y móviles de comunicaciones están en disposición del equipo, los sistemas se pueden clasificar en fijos y móviles los cuales pueden ser terrestres, vía satélite, aéreos y marítimos. Entre los sistemas fijos se encuentran:

- Enlaces de microondas terrestres.
- Enlaces por cable eléctrico.
- Enlaces por fibra óptica.
- Enlaces vía satélites geoestacionarios.
- Enlaces de difusión.
- Enlaces interoceánica por fibras ópticas.
- Redes locales alámbricas.
- Redes Metropolitanas.
- Redes Globales
- Redes locales inalámbricas.

En los sistemas móviles de Comunicación se tienen:

- Celular y personal terrestre.
- Celular personal vía satélite con satélite de órbita baja.
- Celular personal vía satélite con órbita geoestacionaria.

- Redes locales inalámbricas y móviles.
- Móvil de búsqueda.
- Móvil marítimo.
- Móvil aéreo
- Computación móvil.

Por lo cual podemos afirmar que por medio de cualquier sistema de comunicación se pueden enviar cualquier tipo de información ya sea: voz, música, imágenes, datos, multimedia, de control, de telemedición, de teledetección, etc.

I.13 CONFIGURACIONES DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES

En los sistemas de comunicación se puede enviar una información o varias a la vez, al primer caso se le denominan *monocanal* y en el segundo caso se le llama *multicanal*. Por ejemplo, un sistema monocanal lo representamos con la telefonía convencional, por medio de la cual sólo se puede enviar o recibir en un instante dado un solo mensaje. Los enlaces entre centrales telefónicas son un ejemplo de los sistemas de comunicación multicanal ya que simultáneamente se envían n mensajes por los enlaces.

También los sistemas pueden enviar la información en una dirección o en dos direcciones. En el primer caso se tiene un sistema *unidireccional de comunicación* y ejemplos de estos son los sistemas de difusión de AM, FM, TV, etc. donde la información sólo viaja del lugar donde está colocado el transmisor al lugar donde se encuentra el receptor. En el segundo caso la información viaja entre los puntos (A y B) que comunican el sistema de comunicaciones, en las dos direcciones del punto A al punto B y de B al A. Ejemplos de estos sistemas son el teléfono alámbrico y celular, enlaces entre computadoras, etc. A estos sistemas también se les conoce como Dúplex y cuando la transmisión y recepción se realiza simultáneamente se le denomina Full Dúplex.

I.13.1 MODOS DE TRANSMISIÓN

A los sistemas de comunicaciones se les puede diseñar para manejar la transmisión de maneras diferentes, en una dirección, en ambas direcciones, sólo una a la vez, o ambas direcciones al mismo tiempo. A estos se le llama modos de Transmisiones las cuales presentan las siguientes características:

Símplex (SX)

Con el funcionamiento símplex, las transmisiones sólo se hacen en una dirección. En algunas ocasiones los sistemas símplex se le llama de un sólo sentido, sólo recibir o sólo transmitir. Una estación puede realizar la función de transmisor o de receptor, pero no puede realizar ambos a la vez. Un ejemplo de este tipo de comunicación es la transmisión comercial de la radio o la televisión la cual únicamente se dedica a transmitir y uno como usuario recibe esa señal, como se muestra a continuación en la figura (I.13.1.a).



Figura I.13.1.a. Comunicación de sistemas Simplex.

Semi Dúplex (HDX, de Half Duplex)

En este tipo de configuración, la transmisión se puede hacer en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo. A estos sistemas con frecuencia se le llama de alterna en ambos sentidos o de cambio y fuera. La estación puede ser trasmisora y receptora pero no pueden realizar ambas funciones a la vez. Los sistemas de radio en dos sentidos que utilizan botones para hablar están diseñados para conectarse a sus transmisores, este tipo de comunicación es el servicio que proporciona la empresa NEXTEL. Su estructura se muestra en la figura (I.13.1.b).

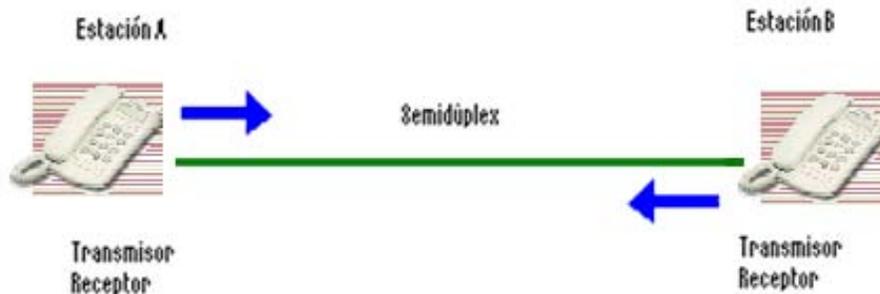


Figura I.13.1.b. Comunicación de sistemas Semi Dúplex.

Dúplex Total (FDX, de Full Duplex)

Con esta configuración se pueden hacerse transmisiones en ambas direcciones al mismo tiempo. Generalmente se le suele llamar simultáneos de dos direcciones, dúplex completos o líneas bilaterales. Estas estaciones pueden realizar ambas funciones, la de transmitir y recibir en forma simultánea. Un sistema telefónico normal es un ejemplo del funcionamiento de la configuración dúplex, como el que se muestra en la figura (I.13.1.c).

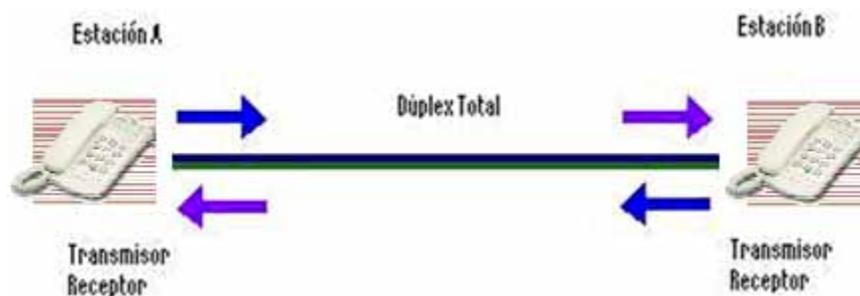


Figura I.13.1.c. Comunicación Dúplex Total.

Dúplex Total/ General (F/FDX, de Full / Full Duplex)

Con la operación de estas configuraciones, es posible transmitir y recibir información en forma simultánea, pero no necesariamente entre las dos mismas estaciones (es decir, una estación puede transmitir a una segunda estación, y recibir al mismo tiempo de una tercera estación). La transmisión Dúplex Total / General, se usan casi exclusivamente en circuitos de comunicaciones de Datos. Actualmente la telefonía esta configurada de esta manera ya que hoy en día la telefonía ha evolucionado rápidamente, permitiendo hacer de las redes de telefonía, uno de los medios más importantes para la transmisión de datos, voz y video, un ejemplo de este tipo de configuración se ilustra en la figura (I.13.1.d).

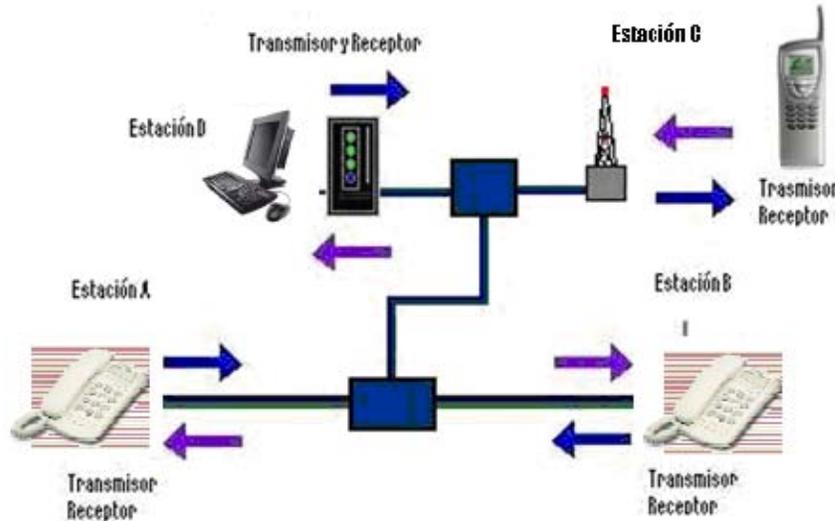


Figura I.13.1.d. Comunicación Dúplex General

La información puede ir de un punto a otro punto o de un punto a muchos puntos, de muchos puntos a un punto, o de muchos puntos a muchos puntos. En el primer caso se tiene un enlace punto a punto y corresponde a la configuración más simple del sistema de comunicaciones, ejemplos de estos son los enlaces fijos de sistemas de microondas terrestres, enlaces de estaciones terrenas a un satélite, enlaces entre dos centrales telefónicas, que se basan en el modelo de la figura (I.13.1.e).



Figura I.13.1.e. Enlace punto a punto bidireccional.

A los enlaces de punto a muchos puntos también se les conoce como de difusión, ya que es la configuración típica de los sistemas de difusión de AM, FM, radio digital, como se muestra en la figura (I.13.1.f).

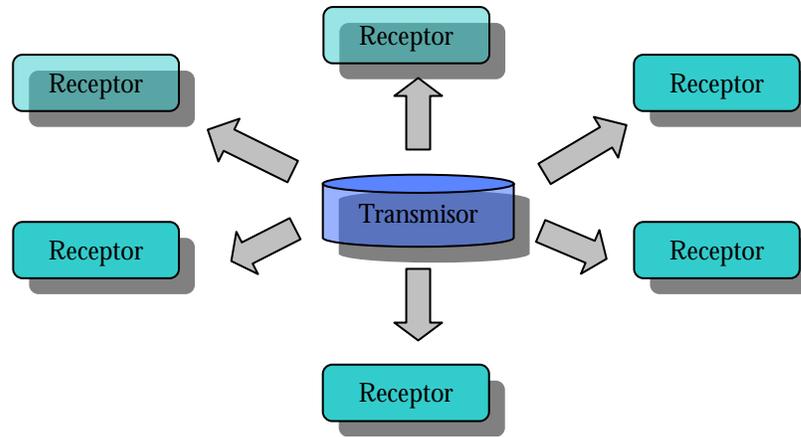


Figura I.13.1.f. Enlace de difusión.

En los enlaces entre muchos puntos a un punto, se tienen muchos transmisores y un receptor; ejemplos de estos son: enlaces de teléfonos celulares a la estación base del sistema celular, enlaces de estaciones terrenas al satélite de un sistema de microondas vía satélite, a estos enlaces los podemos representar de manera simbólica en la figura (I.13.1.g).

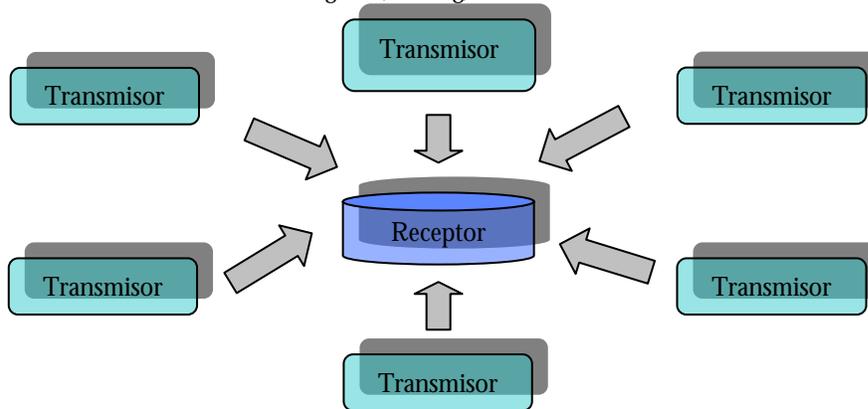


Figura I.13.1.g. Enlace de difusión.

Finalmente a los enlaces de muchos puntos a muchos puntos, también se les conoce como redes y son típicos para las redes locales y de área amplia entre computadoras, Figura (I.13.1.h).

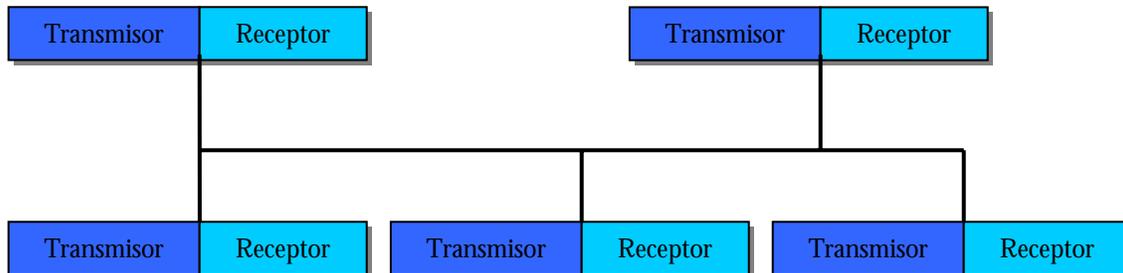


Figura I.13.1.h. Enlace multipunto a multipunto.

La longitud máxima de enlace, está determinada por la potencia del transmisor, con la que puede acoplarse al medio de transmisión, la atenuación introducida a éste al viajar la señal del

transmisor hasta el receptor, la cantidad de ruido que se introduzca al medio de transmisión y el receptor, y por la calidad (relación señal ruido o probabilidad de bits erróneos) de la recepción. Cuando se satisface dicha calidad sin introducir ninguna etapa intermedia se denomina enlace punto a punto sin repetidores; si se requiere introducir uno o más pasos intermedios que reciban y transmitan la señal, el enlace se denomina con repetidores. Un ejemplo de este tipo es el sistema que se utiliza con microondas vía satélite, donde en calidad de repetidor se emplea el satélite, como el que se ilustra en la figura (I.13.1.i).

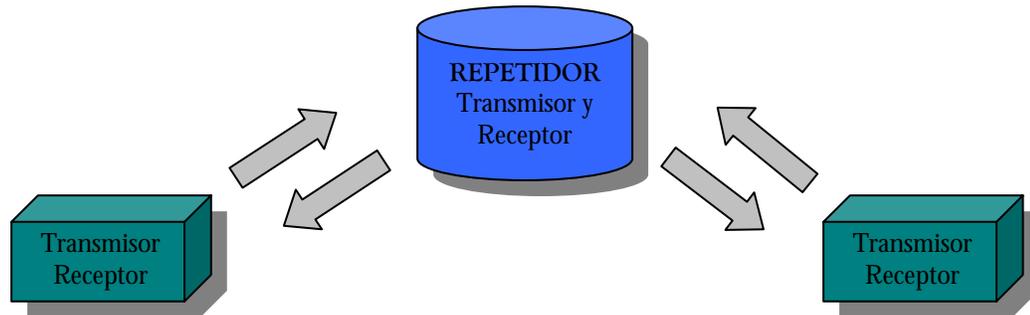


Figura I.13.1.i. Enlace con Repetidor.

I.14 ATENUACIÓN Y PERTURBACIONES EN LA TRANSMISIÓN

A la atenuación se le puede considerar como la energía de una señal que decae con la distancia, por lo que hay que asegurarse que llegue con la suficiente energía como para ser captada por la circuitería del receptor y además, el ruido debe de ser sensiblemente menor que la señal original (para mantener la energía de la señal se utilizan amplificadores o repetidores).

Debido a que la atenuación varía en función a la frecuencia, las señales analógicas llegan distorsionadas, por lo que hay que utilizar sistemas que le devuelvan a la señal sus características iniciales, (usando bobinas que cambian las características eléctricas o amplificando frecuencias más altas).

La distorsión por Retardo es debida a que en los medios guiados, la velocidad de propagación de una señal varía con la frecuencia, hay frecuencias que llegan antes que otras dentro de la misma señal y por lo tanto las diferentes componentes en frecuencia de la señal llegan en instantes diferentes al receptor. Para atenuar este problema se usan técnicas de ecualización o filtrado de la señal.

Podemos considerar como Ruido a toda aquella señal que se inserta entre el emisor y el receptor en una señal dada. Hay diferentes tipos de ruido:

- ☞ **Ruido Térmico:** es debido a la agitación térmica de electrones dentro del conductor.
- ☞ **Ruido de Intermodulación:** es cuando las distintas frecuencias comparten el mismo medio de transmisión.
- ☞ **Diafonía:** se produce cuando hay un acoplamiento entre líneas que transportan las señales.
- ☞ **Ruido Impulsivo:** se trata de pulsos discontinuos de poca duración y de gran amplitud que afecta a la señal.

II.-MEDIOS DE TRANSMISIÓN

II.1 CABLE DE PAR TRENZADO

El cable de par trenzado es de los más antiguos en el mercado y en algunos tipos de aplicaciones es el más común. Consiste en dos alambres de cobre o a veces de aluminio, con un aislante de grosor de 1mm aproximadamente. Los alambres se trenzan con el propósito de reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos. Los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (Poli cloruro de Vinilo), en cables multipares de pares trenzados (de 2, 4, 8, hasta 300 pares), como se muestra en las figuras (II.1.a) y (II.1.b).

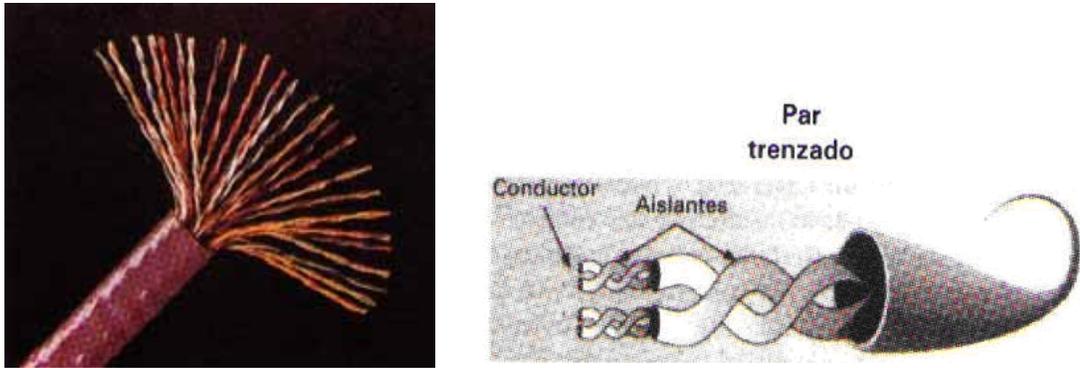


Figura II.1.a. Cable de par trenzado.

Un ejemplo donde se utiliza par trenzado es el sistema de telefonía, ya que la mayoría de los aparatos se conectan a la central telefónica por medio de un par trenzado. Actualmente se ha convertido en un estándar en el ámbito de las redes LAN (Local Area Network) como medio de transmisión en las redes de acceso a usuarios (típicamente cables de 2 ó 4 pares trenzados). Por lo general, la estructura de todos los cables de par trenzado no difiere significativamente, aunque es cierto que cada fabricante introduce algunas tecnologías adicionales; mientras que los estándares de fabricación se lo permitan. El cable está compuesto, por un conductor interno que es el alambre electrolítico recocido, de tipo circular, aislado por una capa de polietileno coloreado.

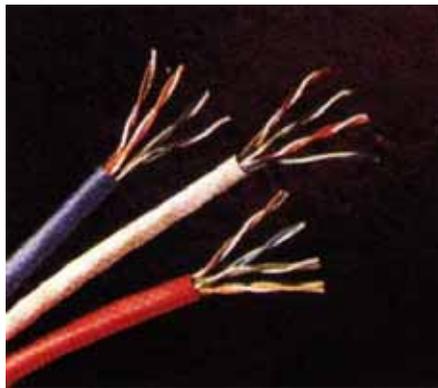


Figura II.1.b. Cable de par trenzado con maya metálica.

Debajo del aislamiento coloreado existe otra capa de aislamiento también de polietileno, que contiene en su composición una sustancia antioxidante para evitar la corrosión del cable; el conducto sólo tiene un diámetro de aproximadamente medio milímetro. Es importante mencionar que este tipo de cable no se maneja por unidades, sino por pares y grupos, paquete conocido como cable multipar.

Todos los cables multipar están trenzados entre si, con el objetivo de mejorar la resistencia de todo el grupo hacia diferentes tipos de interferencia electromagnética externa. Es por esto que se hace necesario dar un color especial para cada uno de los mismos, que permita que al final de cada grupo de cables puedan ser identificados. Los colores del cable están normalizados para facilitar su manipulación por grandes cantidades. Para redes locales los colores estandarizados son:

Naranja / Blanco - Naranja.
Verde / Blanco - Verde.
Blanco / Azul - Azul.
Blanco / Marrón - Marrón

En telefonía, es muy común encontrar dentro de las conexiones grandes cables telefónicos compuestos por cantidades de pares trenzados, aunque perfectamente inidentificables unos de otros a partir de la normalización de los mismos. Los cables telefónicos pueden ser armados de 6, 10, 18, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, 1800, ó 2200 pares.

II.1.1 CABLE DE PAR TRENZADO APANTALLADO

El *cable de par trenzado apantallado (STP)*, va recubierto por una maya conductora que actúa de pantalla frente a interferencias y ruido eléctrico, su impedancia es de 150 ohmios, este tipo de cable se muestra en la figura (II.1.1.a).



Figura II.1.1.a. Cable de par trenzado apantallado.

El nivel de protección de STP ante perturbaciones extremas es alto, sin embargo su costo es mayor y requiere de más instalación. La pantalla de STP, para que sea más eficaz, requiere de una configuración de interconexión con tierra (dotada de continuidad hasta la Terminal). Es utilizado generalmente en las instalaciones de procesos de datos por su capacidad y sus buenas características contra las radiaciones electromagnéticas, su inconveniente es que es un cable robusto, caro y difícil de instalar.

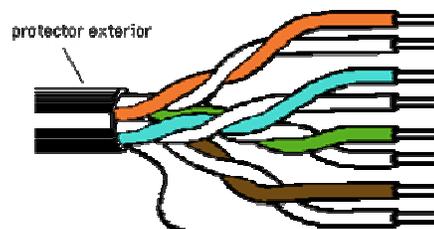
II.1.2 CABLE DE PAR TRENZADO CON PANTALLA GLOBAL

El *cable de par trenzado con pantalla global (FTP)*, sus pares no están apantallados, pero sí disponen de una pantalla global para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas. Su impedancia característica es de 120 ohmios y sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP, además pueden utilizar los mismos conectores RJ45. Tienen un precio intermedio entre el UTP y STP.

II.1.3 CABLE DE PAR TRENZADO NO APANTALLADO

El *cable de par trenzado no apantallado (UTP)*, este cable es el más simple y empleado, sin ningún tipo de pantalla adicional y con una impedancia característica de 100 ohmios. El conector más frecuente de UTP es el RJ45, aunque también puede usarse otro (RJ11, DB25, DB11, etc.), dependiendo del adaptador de red. Hasta hoy día es el más aceptado, por su bajo costo, accesibilidad y fácil instalación. Sus dos alambres de cobre torcido con plástico PVC han demostrado un buen desempeño en las aplicaciones de hoy en día. A pesar de esto presenta una importante desventaja, pues a altas velocidades puede resultar vulnerable a interferencias electromagnéticas del medio ambiente.

El cable UTP (Unshielded Pair Cabling), figura (II.1.3.a), es un cable que no tiene revestimiento o blindaje entre la cubierta exterior y los cables, este tipo de cable se utiliza en sistemas de redes Ethernet. Este tipo de cable por lo general se refiere a categoría 3, 4, y 5.



Cable UTP (4 pares)

Figura II.1.3.a Cable UTP de cuatro pares.

El cable UTP es el más utilizado en telefonía y está catalogado por categorías, cada categoría especifica una característica eléctrica para el cable, como es la atenuación, capacidad de línea de impedancia. Actualmente existen 8 categorías de cable UTP:

Categoría 1: Cable de par trenzado sin apantallar, se adapta a los servicios de voz, pero no a los datos. Este tipo de cable está especialmente diseñado para las redes telefónicas, es el típico cable empleado para teléfonos utilizado por las operadoras telefónicas. Alcanza como máximo velocidades de hasta 4 Mbps.

Categoría 2: Cable de par trenzado sin apantallar, este cable tiene cuatro pares trenzados y están certificados para transmisión de 4 Mbps. Presenta las mismas características del cable categoría 1.

Categoría 3: Cable de par trenzado que soporta velocidades de 10 Mbps de Ethernet 10 base T, la transmisión en una red Token ring es de 4 Mbps. Este cable tiene cuatro pares. Es utilizado en redes de ordenadores de hasta 16 Mbps de velocidad y con un ancho de banda de hasta 16 Mhz.

Categoría 4: Cable par trenzado para velocidades de 16 Mbps. Este cable tiene 4 pares. Está definido para redes de ordenadores de tipo anillo como Token Ring con un ancho de banda de hasta 20 MHz y una velocidad de 20Mbps.

Categoría 5: Este cable contiene un cable de cobre de par trenzado de cuatro hilos de 100 ohmios. Este cable puede soportar las nuevas tecnologías como ATM (Asynchronous Transfer Mode). Este es un estándar entre las comunicaciones de redes LAN. Es capaz de soportar comunicaciones de hasta 100 Mbps con un ancho de banda de hasta 100 Mhz. Este tipo de cable es de 8 hilos, es decir cuatro pares trenzados. La atenuación del cable de esta categoría viene dado por la tabla (II.1.3.b) que está referida a una distancia de 100 metros.

Velocidad de transmisión de datos	Nivel de atenuación
4 Mbps	13 dB
10 Mbps	20 dB
16 Mbps	25 dB
100 Mbps	67 dB

Tabla II.1.3.b. Tabla de atenuación de cable de par trenzado categoría 5.

Categoría 5e: Es una categoría 5 mejorada. Minimiza la atenuación y las interferencias. Esta categoría no tiene estandarizadas las normas aunque si esta diferenciada por los diferentes organismos.

Categoría 6: No esta estandarizada aunque ya se esta utilizando. Se definirán sus características para un ancho de banda de 250 MHz.

Categoría 7: No esta definida y mucho menos estandarizada. Se definirá para un ancho de banda de 600 MHz. El gran inconveniente para esta categoría es el tipo de conector seleccionado que es un RJ45 de 1 pines, es considerado de un ping por que este cables esta diseñado de tal forma que su estructura contiene pares para transmitir voz y datos pero su arquitectura superficial presenta la apariencia de que estuviéramos conectando un solo ping.

En la siguiente tabla (II.1.3.c), podemos observar cual es la distancia máxima recomendadas sin sufrir atenuaciones en la señal, teniendo en cuenta el ancho de banda.

Ancho de Banda	100 kHz	1 Mhz	20 Mhz	100 Mhz
En categoría 3	2 km.	500 m.	100 m.	No existe
En categoría 4	3 km.	600 m.	150 m.	No existe
En categoría 5	3 km.	700 m.	160 m.	100 m.

Tabla II.1.3.c. Distancias recomendadas para las categorías 3, 4 y 5 de cable UTP.

Existen varias opciones para el estándar 802.3, que se diferencia por velocidad, tipo de cable y tipo de transmisión.

10 Base T: Cable de par trenzado con una longitud aproximada de 500 metros. Y una velocidad de 10 Mbps.

1 Base 5: Cable de par trenzado con una longitud de extrema de 500 metros, a una velocidad de 1 Mbps.

100 Base T: (Ethernet rápida) cable de par trenzado, nuevo estándar que soporta velocidades de 100 Mbps que utiliza el método de acceso CSMA/CD.

II.2 CABLE COAXIAL

El cable coaxial tiene una gran utilidad, en los inicios de este tipo de conductor por sus propiedades idóneas para la transmisión de voz, audio y video, además de textos e imágenes. Este

conductor es comúnmente utilizado en redes de topología de Bus como Ethernet y AcrNet, este se llama de esta manera por su conducción que es de manera coaxial. La constitución del cable debe de ser firme y uniforme, de manera contraria si no es de esta manera no cumple con los funcionamientos necesarios y adecuados para su función.

Este cables esta estructurado por los siguientes componentes de adentro hacia fuera de la siguiente manera:

- Un núcleo de cobre sólido con una capa de cobre, o bien una serie de fibras de alambre de cobre entrelazadas dependiendo del fabricante.
- Una capa aislante que recubre el núcleo o conductor, generalmente de material de polivinilo, este aislante tiene la función de guardar una distancia uniforme del conductor con el exterior.
- Una capa de blindaje metálico, generalmente cobre o aleación de aluminio entretejido (algunas ocasiones consta de un papel metálico) cuya función es la de mantenerse lo más apretado posible para eliminar las interferencias, además de que evita que el eje común se rompa o se tuerza demasiado, ya que el eje común si no se mantiene en buenas condiciones, trae como consecuencias la pérdida de la señal y deterioro de la calidad de la misma.
- Tiene una capa final de recubrimiento de color negro, en el caso del cable coaxial delgado o amarillo, o en el caso de cable coaxial grueso, este recubrimiento normalmente suele ser de vinilo, xelón o polietileno uniforme para mantener la calidad de las señales, todos esto componentes se muestran en la figura (II.2.a).

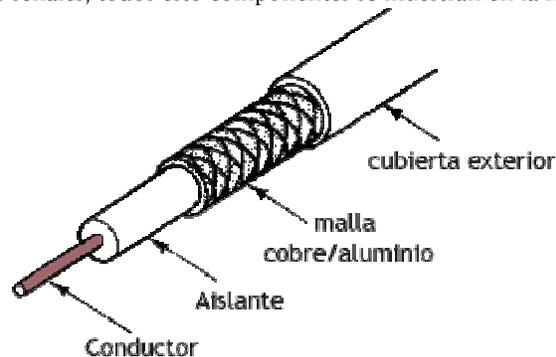


Figura II.2.a. Estructura del cable coaxial.

Comparado con el cable de par trenzado; el cable coaxial es más inmune a las interferencias o al ruido que el par trenzado, es mucho más rígido que el par trenzado, por lo que al realizar las conexiones entre redes LAN resulta una labor muy difícil; su velocidad de transmisión llega sólo a 10 Mbps, en cambio el cable de par trenzado llega a una velocidad de 100 Mbps.

Cada cable tiene su uso, por ejemplo, los cables RG-8, RG-11 y RG-58 se usan para redes de datos con topología de Bus como Ethernet y AcrNet.

Dependiendo del grosor tenemos:

El cable coaxial delgado: El RG-58 es un cable coaxial delgado, a este tipo de cable se le denomina delgado por que es menos grueso que el otro tipo de cable coaxial, es menos rígido y por lo tanto es más fácil de instalar, este tipo de cable y sus terminales los podemos contemplar en la figura (II.2.b).



Figura II.2.b. Cable coaxial con entradas de conectores BNC tipo macho y hembra.

El cable coaxial grueso como los RG-8 y RG-11 son cables coaxiales gruesos que permiten una transmisión de datos de mucha distancia sin debilitarse la señal, sus inconvenientes son: un solo metro de cable de este tipo pesa hasta medio kilogramo y no puede doblarse fácilmente. Un enlace de coaxial grueso puede ser hasta tres veces más largo que un coaxial delgado.

Este también depende del tipo de banda que use:

Existen básicamente dos tipos de cable coaxial; la banda base, que es normalmente empleado en las redes de ordenadores, con una resistencia de 50 Ohmios, por el que fluyen las señales digitales. También esta el cable coaxial de banda ancha, normalmente mueve señales analógicas, posibilitando la transmisión de grandes cantidades de información por varias frecuencias, y su uso más común es la televisión por cable. Los factores a tener en cuenta para elegir un tipo de cable coaxial son su ancho de banda, su resistencia o impedancia característica, su capacidad y velocidad de propagación. El ancho de banda del cable coaxial esta entre los 500 Mhz, esto hace que el cable coaxial sea ideal para transmisión de televisión por cable por múltiples canales.

Algunas de sus aplicaciones y datos técnicos con los que cuentan, están ilustrados en la tabla (II.2.c).

Tipo	Impedancia	Usos
RG-8	50 Ohms	10 Base 5
RG-11	50 Ohms	10 Base 5
RG-58	50 Ohms	10 Base 2
RG-62	93 Ohms	ARC net
RG-75	75 Ohms	CTV (Televisión)

Tabla II.2.c. Tipos de cable coaxial tipos y usos.

La resistencia o la impedancia característica depende del grosor del conductor central o malla, si varía este, también variara la impedancia característica.

II.3 FIBRA ÓPTICA

En el año de 1970, surgen los cables que transportan luz en lugar de corriente eléctrica. Este tipo de cable es mucho más ligero, de menor diámetro y requieren de menos repetidores que los

tradicionales cables metálicos. Además, la densidad de información que es capaz de transmitir es también mucho mayor.

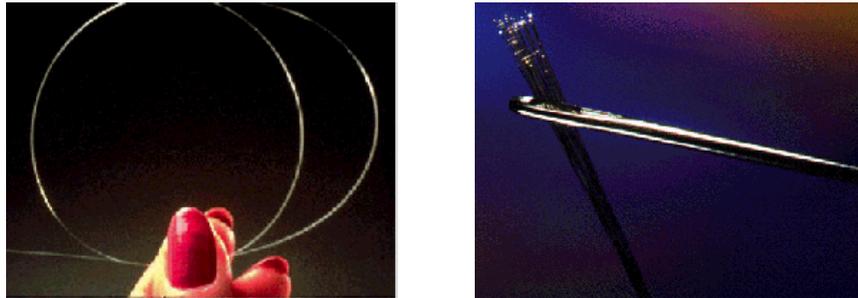


Figura II.3.a. Filamento o ánima de fibra óptica.

En la última década la fibra óptica ha pasado a ser una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión. Las grandes ventajas presentadas por este material fueron bastante satisfactorias para las operadoras de telefonía, desde lograr mayor velocidad y disminuir casi en su totalidad ruidos e interferencias, hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica.

La fibra óptica está compuesta por filamentos de vidrio o plástico de alta pureza muy compactos, como se muestra en la figura (II.3.a). El grosor de la fibra óptica es aproximadamente como la de un cabello humano. Esta es fabricada a altas temperaturas por medio de una base de silicio, este proceso es controlado por sistemas computarizados, los cuales permiten que el índice de refracción de su núcleo sea la guía de la onda luminosa y a su vez presente una arquitectura uniforme y se eviten las desviaciones al ser construido.

Unas de las características más destacables de la fibra óptica pueden ser lo compactas, ligeras, sus bajas pérdidas de la señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad; ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio frecuencia. Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas, conducen rayos luminosos, por lo cual son sistemas ideales para incorporarse cables sin ningún componente conductivo y pueden usarse en condiciones de alta peligrosidad de alta tensión.

La transmisión de las señales a lo largo de los conductores de fibras ópticas se realiza gracias a la reflexión total de la luz en el interior del conductor óptico. Estos conductores están constituidos por una ánima de fibras delgadas, hechas de vidrios o plásticos ópticos altamente transparentes con un índice de reflexión adecuado, rodeado por un manto de varias milésimas de espesor, compuesto por otro vidrio con índice de reflexión inferior al de la otra ánima. La señal que entra por un extremo de dicho conductor se refleja en las paredes interiores hasta llegar en el extremo de la salida, siguiendo su camino independientemente del hecho de que la fibra óptica este o no este curva.

Estos cables son la base de las modernas autopistas de la información, que hacen técnicamente posible una interconectividad a escala planetaria.

En comparación con el sistema convencional de cables de cobre, donde la atenuación de las señales es de tal magnitud que requiere de repetidores cada dos kilómetros para regenerar la transmisión, en los sistemas de fibras ópticas se pueden instalar tramos de hasta 70 kilómetros, sin que haya necesidad de recurrir a los repetidores, lo que hace más económico y de fácil mantenimiento de este material. En un cable de seis fibras se puede transportar la señal con más de 5000 canales o líneas principales, mientras que se requieren de 10,000 pares de cable de cobre convencional para brindar

servicio a ese mismo número de usuarios, con la ventaja de que este último medio ocupa un gran espacio en los canales y requiere de grandes volúmenes de material, lo que también eleva los costos.

Originalmente la fibra óptica fue propuesta como medio de transmisión debido a su enorme ancho de banda; sin embargo, con el tiempo se ha introducido en un amplio rango de aplicaciones además de la telefonía, como puede ser automatización industrial, computación, sistemas de televisión por cable y transmisión de información de imágenes astronómicas de alta resolución entre otros.

En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o luminosa, físicamente cuando la fibra conduce la señal de luz se observa como se iluminan los filamentos de la fibra, como se muestra en la figura (III.3.b). Para ello se considera al componente activo de este proceso. Cuando la señal luminosa es transmitida por las pequeñas fibras, en el otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se le denomina detector óptico o receptor, cuya misión consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original.

El transmisor consiste en una interconexión o interfaz analógica o digital, un convertidor de voltaje a corriente, una fuente luminosa y un acoplador de luz de fuente a fibra. El receptor comprende un dispositivo detector acoplador de fibra de luz, un detector fotoeléctrico, un convertidor de corriente a voltaje, de un amplificador y una interfaz analógica o digital.



Figura II.3.b. Filamentos de fibra óptica conduciendo ases de luz.

En un transmisor de fibra óptica, la fuente se puede modular mediante una señal digital o analógica. Para la modulación analógica, la interfaz de entrada compensa las impedancias y limita la amplitud de la señal de entrada. Para la modulación digital, la fuente puede tener ya tener la forma digital o bien, si esta en forma analógica, debe de convertirse a una corriente de pulsos digitales. El convertidor de voltaje a corriente sirve como interconexión eléctrica entre los circuitos de entrada y la fuente luminosa. Esta fuente luminosa (ver figura II.3.d) como ya mencionamos puede ser un diodo emisor de luz (LED, de light emitting diode) o un diodo de inyección láser (ILD, por injection laser diode). La cantidad de luz emitida por un LED o un ILD es proporcional a la cantidad de corriente de excitación. Así el convertidor de voltaje a corriente convierte un voltaje de señal de entrada en una corriente que se usa para activar la fuente luminosa, como se muestra en la figura (II.3.c).

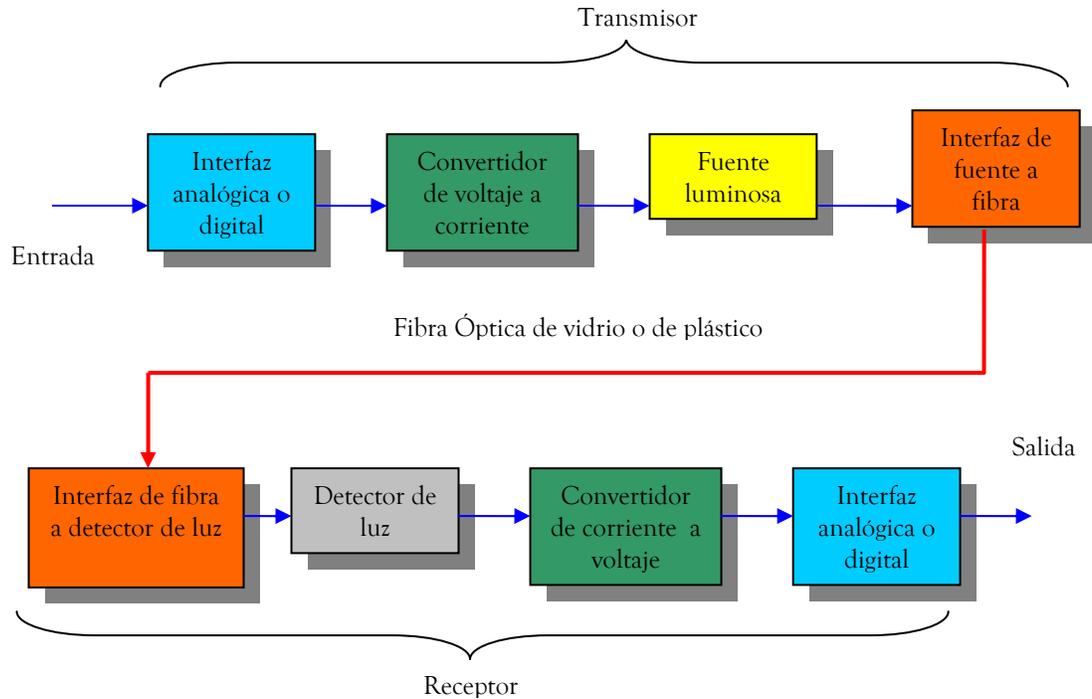


Figura II.3.c. Enlace de comunicaciones con Fibra Óptica.

El acoplador entre fuente y fibra (como por ejemplo un lente) es una interfaz mecánica. Su función es la de acoplar la luz que emite la fuente e introducirla al cable de fibra óptica. Como ya mencionamos la fibra óptica es un núcleo de vidrio o plástico, un revestimiento y una cubierta protectora. El dispositivo de acoplamiento detector de fibra a la luz también es un acoplador mecánico. Su función es la de sacar tanta luz del cable de fibra como sea posible y ponerlo en el detector de luz.

El detector de luz es, con mucha frecuencia, un diodo PIN (tipo P, tipo N intrínseco) o un fotodiodo de avalancha (APD, de avalanche photodiode) Tanto el diodo ADP como PIN convierten la energía luminosa en corriente; por lo cual en consecuencia se requiere de un convertidor de corriente a voltaje, este transformara los cambios de la corriente del detector en cambios de voltaje de la señal de salida. Si se usa modulación analógica, la interfaz compensa las impedancias y los niveles de señal con los circuitos de salida. Si se usa modulación digital, la interfaz debe de incluir un convertidor de digital a analógico. La luz se puede propagar por el cable de fibra óptica por reflexión o por refracción. La forma en que se propague depende del modo de propagación y del perfil de índices de la fibra.

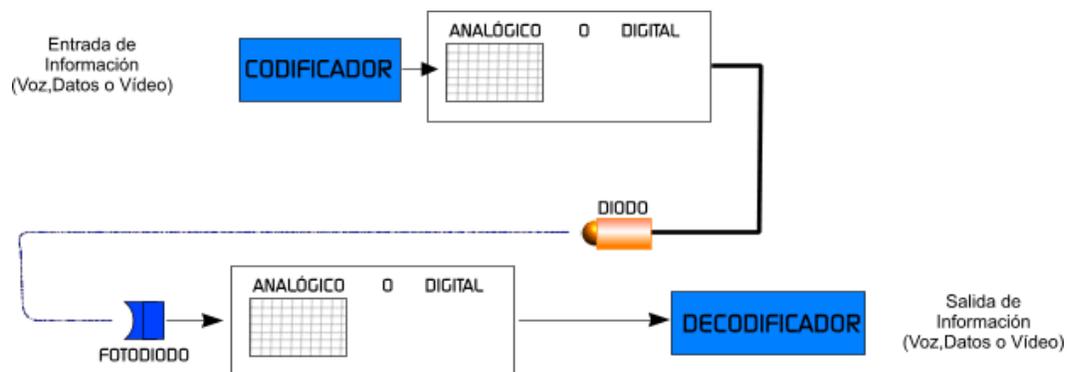


Figura II.3.d. Diagrama simplificado de enlace de fibra óptica.

En la terminología de la fibra óptica, la palabra modo simplemente quiere decir camino.

La fibra óptica se puede clasificar de la siguiente manera:

Fibra Multimodal.- En este tipo de fibra, viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos, los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra. Por esta razón, la distancia a la que se pueden transmitir está limitada.

Fibra Multimodal con índice graduado.- El núcleo está hecho de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción. En estas fibras, viajan menos rayos ópticos por el núcleo, y por lo tanto, sufren menos el severo problema de las multimodales.

Fibra Monomodal.- Esta fibra es la de menor diámetro y solamente permite viajar al rayo óptico central, no sufre el efecto de las otras dos pero es más fácil de construir y manipular. Es también más costosa pero permite distancias de transmisión mayores.

De manera general se puede decir que la fibra óptica se compone tres tipos de clasificaciones:

1. Núcleo y forro de plástico.
2. Núcleo de vidrio con forro plástico (llamado con frecuencia fibras PCS, plastic clad silica o sílice revestido con plástico).
3. Núcleo de vidrio y forro de vidrio (llamado con frecuencia SCS, silica clad silica o sílice revestido con sílice).

El perfil del índice de una fibra óptica es una representación gráfica del índice de refracción en la sección transversal de la fibra, este índice de refracción se grafica en eje horizontal y el eje de la distancia radial al centro vertical, esto se muestra en la figura (II.3.e). Hay dos tipos de perfiles básicos los escalonados y graduados. Una fibra de índice escalonado tiene como núcleo central con un índice de refracción uniforme, pero menor al que el núcleo central.

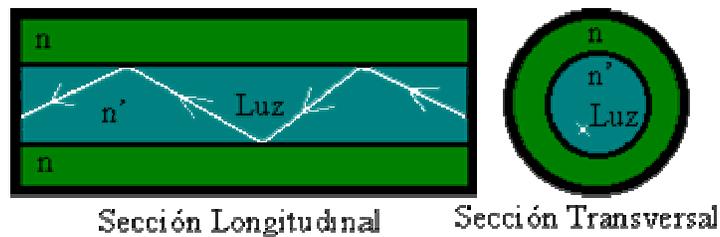


Figura II.3.e. Forma de la propagación del haz de luz vista de manera longitudinal y transversal.

En una fibra de índice graduado no hay revestimiento, y el índice de refracción del núcleo no es uniforme; es máximo en el centro y disminuye en forma gradual de acuerdo con la distancia hacia la orilla externa.

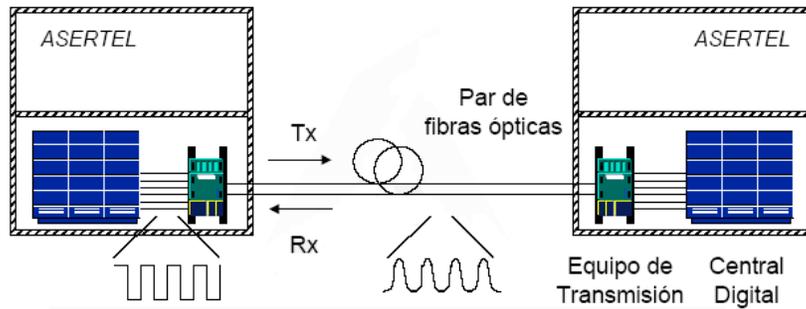


Figura II.3.f. Red de transmisión de datos basada en fibra óptica.

Resumiendo y tomando como referencia a la figura (II.3.f), podemos decir que las fibras ópticas son un medio de transmisión que permite la conducción de señales digitales en forma de pulsos de luz, hoy en día es el medio más importante en las redes de transmisión digital. Sus aplicaciones en telecomunicaciones son: redes de larga distancia, redes urbanas, cables submarinos, redes de televisión por cable (CATV) y redes de banda ancha (planta exterior). Y en el área de las computadoras es utilizada en redes de Workstation (FDDI, 10 base F, 100 base FX), estructura de Backbone en redes corporativas, estos conectores se ilustran en la figura (II.3.g).



Figura II.3.g. Conectores para fibra óptica.

Los elementos que se requieren para poder hacer un enlace por medio de la fibra óptica, se requiere de equipos de transmisión donde se da la transformación de la señal eléctrica a óptica, siempre la distancia que se encuentre entre los regeneradores dependerá de la atenuación de la fibra, la potencia y sensibilidad del equipo de transmisión y del número de empalmes y de conectores, como se muestra en la figura (II.3.h).

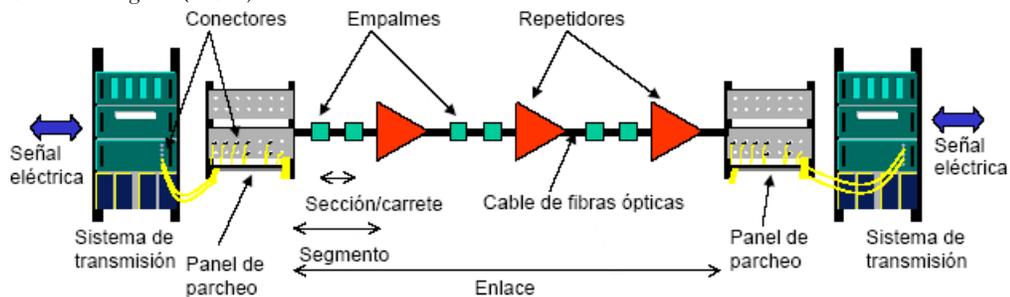


Figura II.3.h. Sistema de FO punto a punto.

Un ejemplo de la utilización de la fibra óptica es la desarrollada y conocida como red de transporte nacional, la cual cuenta con características muy modernas. Esta red está bajo la topología de anillo, la cual presenta unas dimensiones de 400,000 kilómetros de fibra óptica, esta se muestra en la

figura (II.3.i). Por medio de la fibra óptica también se pueden implementar tecnologías como Internet, telefonía, redes ATM, redes IP o redes privadas.



Figura II.3.i. Representación simbólica de la red de FO en México.

II.4 MICROONDAS

Con el término Microondas se identifican a las ondas electromagnéticas en el espectro de frecuencias comprendidas entre 300 Mhz a 300 GHz. El periodo de una señal de microondas está comprendido en el rango de 3 ns a 3 ps y la correspondiente longitud de onda en un rango de 1 m a 1 mm. En algunos títulos los autores proponen que el espectro electromagnético que comprende es de 1 GHz a 30 GHz, es decir una longitud de onda está entre los 30 cm. y 1 cm. Las señales con una longitud de onda que se encuentra en el orden de los milímetros se les llaman ondas milimétricas.

Las microondas tienen una longitud de onda que están aproximadamente en el rango de 30 cm. (frecuencia de 1 GHz) a 1 mm (300 GHz). La existencia de ondas electromagnéticas de las cuales las microondas forman parte del espectro de altas frecuencias, estas fueron predichas por James Clerk Maxwell en 1864.

En 1888, Heinrich Hertz, fue el primero en demostrar la existencia de estas ondas electromagnéticas mediante un aparato diseñado para producir ondas de radio.

El espectro de microondas es comúnmente definido con energía electromagnética en el rango de 1 GHz a 1000 GHz. Las aplicaciones más comunes de microondas están en el rango de 1 a 40 GHz como se muestra en la tabla (II.4.a).

Las microondas son una de las herramientas aplicadas en las redes que actualmente se utilizan con gran cotidianidad. Una red de microondas es una red de tipo red inalámbrica que utiliza microondas como medio de transmisión.

Actualmente muchas de las empresas que prestan el servicio de Internet, lo hacen a través de microondas, logrando velocidades de transmisión y recepción de datos alrededor de los 2.04 Mbps. El servicio utiliza una antena que se coloca en un área despejada, sin obstáculos de edificios, árboles u otras cosas que pudieran entorpecer una buena recepción en el edificio o casa del receptor donde es colocado un módem que interconecta a la antena con la computadora, la cual realiza esta codificación por medio de una tarjeta de red previamente instalada en la computadora o equipo Terminal. La comunicación que se realiza a través de microondas en bandas de 3.5 y 28 GHz.

DESIGNACIÓN	RANGO DE FRECUENCIAS
Banda L	1 a 2 GHz
Banda S	2 a 4 GHz
Banda C	4 a 8 GHz
Banda X	8 a 12 GHz
Banda Ku	12 a 18 GHz
Banda K	18 a 26 GHz
Banda Ka	26 a 40 GHz
Banda Q	30 a 50 GHz
Banda U	40 a 60 GHz
Banda V	50 a 75 GHz
Banda E	60 a 90 GHz
Banda W	75 a 110 GHz
Banda F	90 a 140 GHz
Banda D	110 a 170 GHz

Tabla II.4.a. Bandas de frecuencias de microondas utilizadas para la transmisión vías satélite.

Microondas terrestres

Se utilizan antenas parabólicas, para conexiones a larga distancia, se utilizan conexiones intermedias punto a punto entre antenas parabólicas. Se suelen utilizar en sustitución de cables coaxiales o fibras ópticas ya que se necesitan de menos repetidores y amplificadores aunque se necesitan antenas alineadas. Se usan para transmitir voz y televisión. Las principales pérdidas es la atenuación debido a las pérdidas que aumentan con el cuadrado de la distancia (con cable coaxial y par trenzado son logarítmicas). Su atenuación es afectada fuertemente por la lluvia. La interferencia es otro inconveniente de las microondas ya que al proliferar estos sistemas, puede haber más solapamientos de señales.

Microondas por satélite

El satélite recibe las señales y las amplifica o retransmite en la dirección adecuada. Para mantener la alineación del satélite con los receptores y emisores de la tierra, el satélite debe de ser geoestacionario. Y se utiliza para sistemas de difusión de televisión, transmisión telefónica a larga distancia y para redes privadas. El rango de frecuencia para la recepción del satélite debe de ser diferente del rango al que este se emite, para que no haya interferencias entre las señales que ascienden y las que descienden. Debido a que la señal tarda un pequeño intervalo de tiempo desde que sale del emisor en la tierra hasta que es devuelta al receptor, ha de tenerse cuidado con el control de errores y del flujo de la señal. Las diferencias entre las ondas de radio y las microondas son:

- Las microondas son unidireccionales y las ondas de radio omnidireccionales.
- Las microondas son más sensibles a la atenuación producida por la lluvia.
- En las ondas de radio, al poder reflejarse estas ondas en el mar u otros objetos, pueden aparecer múltiples señales hermanas.

Las microondas pueden ser generadas de varias maneras, generalmente divididas de dos maneras: con dispositivos de estado sólido y dispositivos basados en tubos de vacío. Los dispositivos de estado sólido para microondas están basados en semiconductores de silicio o arsenuro de galio, e incluyen transistores de efecto de campo (FET), transistores de unión bipolar (TBJ), diodos Gunn y diodos IMPATT. Actualmente se han realizado versiones especializadas de transistores estándares para velocidades que se usan comúnmente en aplicaciones de microondas. Los dispositivos de tubo de vacío operan teniendo en cuenta el movimiento balístico de un electrón en el vacío bajo la influencia de campos eléctricos o magnéticos, entre los que se incluyen el magnetrón, el Klystrón, el TWT, etc. Todos los tubos de microondas dependen de la interacción entre un haz de electrones y un campo electromagnético soportado por un circuito de microondas. Esta interacción actúa como mecanismo de amplificación. Existen dos tipos de tubos:

- ☞ Tubos de haz lineal, también conocidos como “O”, el haz de electrones fluye en una dirección paralela a los campos eléctricos y magnéticos, atravesando toda la longitud del tubo.
- ☞ Tubos de campos cruzados, tipo “M”, los campos eléctricos y magnéticos, son perpendiculares a la dirección del haz de electrones.

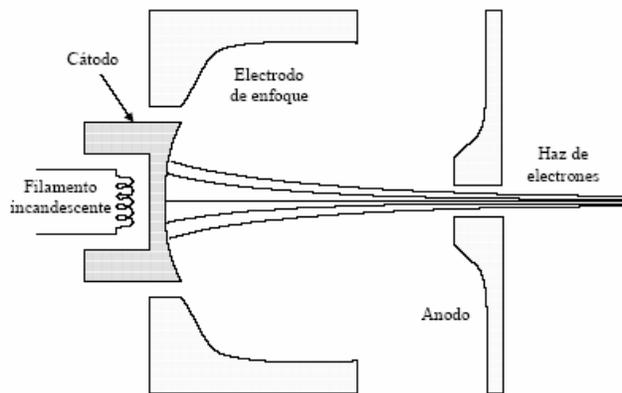


Figura II.4.b. Diagrama de salida de los electrones hacia el cátodo.

Como se ilustra en la figura (II.4.b), el haz de electrones se origina a partir de un cañón de electrones, que generalmente comprende un cátodo (fuente de emisión), un electrodo de enfoque, un electrodo de modulación y un ánodo. Los electrones se generan por medio de emisión termoiónica, manteniendo el cátodo a una alta tensión negativa con respecto al ánodo, que generalmente se conecta a la tierra. La diferencia de potencial crea un campo eléctrico que acelera los electrones en su trayectoria hacia el ánodo, que resulta atravesado por el haz a través de un orificio en el centro, como se ilustra en la figura (II.4.c).

Los electrones del haz experimentan una aceleración o fuerza repulsiva de Coulomb que tiende a dispersarlos, imprimiéndoles un movimiento radial. La dispersión del haz es despreciable si la longitud de la región de arrastre es pequeña como sucede en los tubos Klystron, pero que no ocurre con los tubos TWT. Para configurar el haz y evitar la dispersión se emplean dos técnicas.

- Haz de iones neutralizados.- El tubo de vacío se llena de gas neutro. Las moléculas de gas se ionizan debido a las colisiones de los electrones. Se forman así iones de carga positiva que tienden a neutralizar la carga espacial negativa asociada al haz de electrones.
- Haz con flujo de electrones axialmente confinado.- Se aplica un campo electromagnético muy intenso, cuyas líneas son paralelas al haz de electrones. Por efecto de la fuerza de Lorentz, sobre los electrones con componente radial de

movimiento actúa una fuerza que hace que los electrones realicen un movimiento helicoidal a lo largo de las líneas de campo magnético.

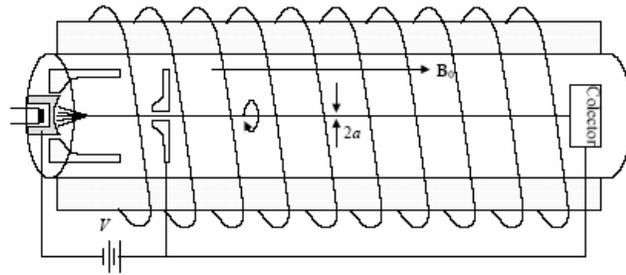


Figura II.4.c. Diagrama básico del campo magnético generado alrededor de los electrones.

Cuando un electrón tiene cierta energía cinética, penetra en un campo acelerado, adquiere más energía, pero cuando interactúa en un campo desacelerado, cede energía al campo. Este cambio de energía se traduce, generalmente en un cambio de velocidades.

La excitación de electrones de carga espacial sobre un haz de electrones se consigue mediante el proceso denominado modulación de velocidad. En los tubos de Klystron, se hace pasar el haz a través de dos rejillas muy próximas entre si, localizadas en el centro de una cavidad que nuevamente vuelve a entrar, observe la figura (II.4.d).

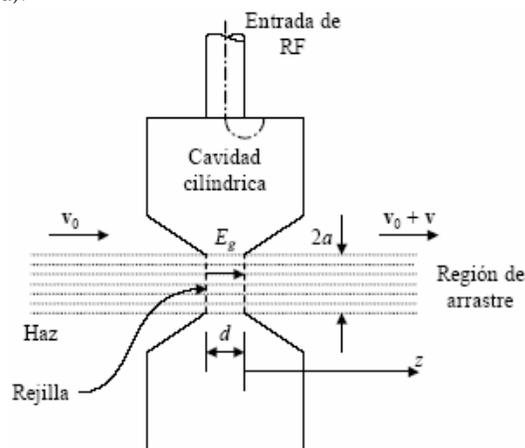


Figura II.4.d. Diagrama de la cavidad cilíndrica por la cual se hacen pasar los electrones.

Los electrones que entran en la cavidad resultan acelerados o frenados, dependiendo del instante del ciclo de RF en el que se produzca la interacción campo - electrón. Como la longitud del campo es muy corta, los electrones mantienen esta velocidad en la región de arrastre, lo que da lugar a que tienda a formarse racimos (Bucles) o agrupaciones de altas densidades electrónicas a ciertas distancias dentro de la región de arrastre.

II.4.1 TUBOS KLYSTRON

El proceso de modulación de velocidad se utiliza en el Klystron. Si se coloca una segunda cavidad a una distancia que verifique la condición de la relación velocidad de modulación; entonces se excitará un campo en la segunda cavidad mucho más intenso que en la primera, que se puede recoger por medio de una sonda. Con solo dos cavidades se puede obtener hasta una ganancia de 20 dB. En la práctica la ganancia se puede aumentar colocando aún más cavidades o más cavidades intermedias

entre las dos anteriores. El límite de la ganancia se puede cifrar en unos 90 dB, como se muestra en la figura (II.4.1.a).

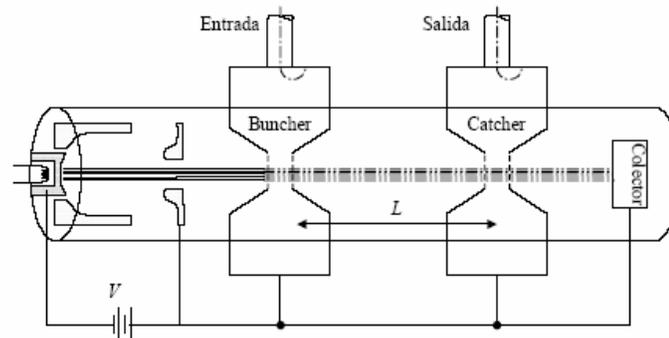


Figura II.4.1.a. Estructura de un tubo Klystron.

También se pueden construir tubos Klystron de una cavidad, como se muestra en la figura (II.4.1.b), si se dispone de un electrodo reflector que dirija el haz en sentido contrario, una vez recorrida la región de arrastre. En este caso la cavidad actúa como buncher y catcher y se habla de un tubo Klystron reflex. Los tubos Klystron pueden manejar potencias de picos extraordinariamente elevadas (en el orden de 30 MW en la banda S) y potencias promedio de decenas de kW. Su rendimiento (potencia de salida en RF entre potencias de entrada de CD) es moderado y se sitúa entre el 35 a 45 %. La principal limitación de los tubos Klystron es su producto de ganancia de ancho de banda, ya que para corregir el efecto de enracimado de los electrones, lo que hace un decremento en el ancho de banda.

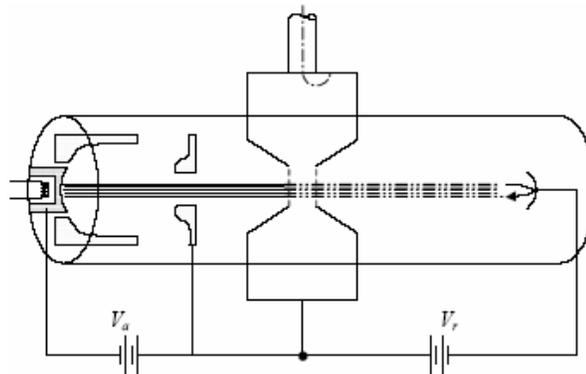


Figura II.4.1.b. Estructura de un tubo Klystron de una sola cavidad.

II.4.2. TUBOS DE ONDAS PROGRESIVAS (TWT)

Este dispositivo en lugar de tener cavidades resonantes dispuestas una después de la otra, el tubo TWT emplean estructuras de onda lenta de tipo distribuido; por las cuales se propagan ondas electromagnéticas cuya velocidad de fase se ajusta a las ondas de carga espacial asociadas al haz de electrones.

Como los electrones del haz permanecen en puntos de fases constantes de la onda a lo largo del recorrido, se produce una modulación acumulativa en la velocidad de los mismos. Provocando un enracimado y que cedan una parte de su energía cinética a la onda. Este proceso da origen a un crecimiento exponencial a lo largo del tubo.

Como estructura de tubo de onda lenta se acostumbra a utilizar a un conductor helicoidal, como se muestra en la figura (II.4.2.a). Aunque la señal de RF viaje a lo largo del conductor a la velocidad de la luz.

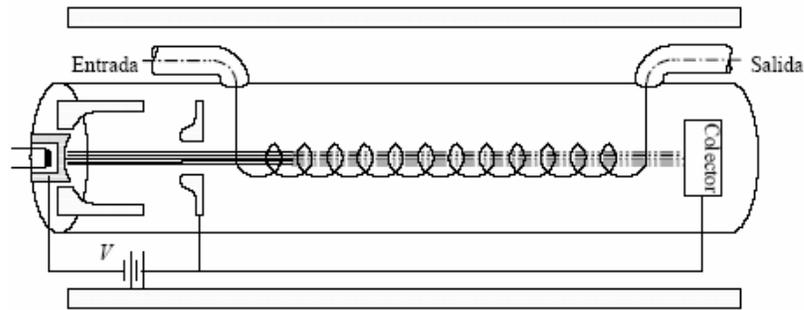


Figura II.4.2.a. Estructura de un tubo TWT.

La estructura del tubo TWT de onda lenta, por el cual el campo de RF interactúa con el haz de electrones, modifica las constantes de fase en la onda de carga espacial, haciendo que esta pase a ser compleja, lo que hace que represente un crecimiento exponencial en la amplitud. Los TWT tienen el mejor ancho de banda de entre todos los tubos de microondas entre el 30 y 120 %. Pueden manejar potencias de centenas de vatios, aunque su rendimiento es relativamente bajo variado entre el 20 y 40 %.

Existen dos tipos de tubos TWT:

- TWT con cavidades acopladas, permite elevar la potencia de salida hasta varios kW mediante la introducción de cavidades resonantes en la zona de interacción a costa de la reducción del ancho de banda.
- BWO (Backward Wave Oscillator), la señal viaja desde el colector hasta el cañón de electrones, de manera que la señal que se amplifica corresponde al propio haz de electrones enracimado, actuando el tubo como oscilador. La frecuencia de oscilación es además sintonizable variando la tensión DC entre el cátodo y la hélice. No obstante la potencia de salida no supera a un watt, por lo que este dispositivo está siendo sustituido por tubos de estado sólido.

II.4.3. MAGNETRÓN Y AMPLIFICADOR DE CAMPOS CRUZADOS

En la figura (II.4.3.a), se muestran las posibles trayectorias que puede seguir un electrón en un diodo plano en presencia de campos electrostáticos y magnetostáticos. En ausencia de campos magnéticos, viajará en línea recta desde el cátodo hasta el ánodo. A medida de que el campo magnético se hace mayor la trayectoria del electrón comienza a cruzarse como en el caso (a), puede llegar el caso en que el campo sea tan intenso que el electrón solo pueda inducir de forma pasante sobre el ánodo y regresar al cátodo, caso (b); un incremento en la intensidad de campo magnético la cual se traduce en la trayectoria (c), según la cual el electrón nunca llega al ánodo describiendo una cicloide cuya frecuencia sería proporcional a la intensidad del campo. En una configuración cíclica, el electrón se mueve siguiendo la trayectoria similar.

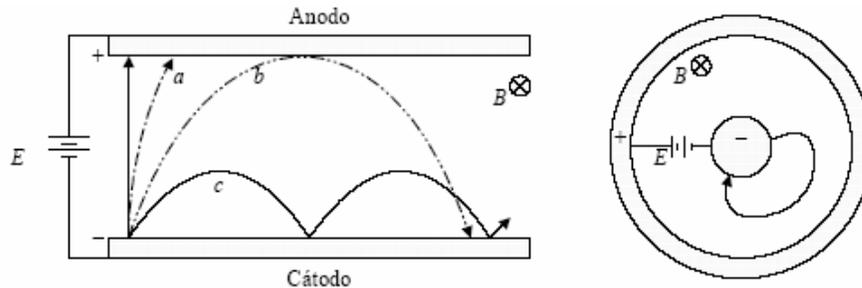


Figura II.4.3.a Trayectorias seguidas por el electrón con y sin ausencia de campos externos.

El ánodo del magnetrón consiste en un bloque solidó de metal, en el que existen ocho cavidades con una estructura similar a la mostrada. Todas las cavidades tienen la misma frecuencia de resonancia y son capaces de soportar un campo de RF con las líneas mostradas en la figura (II.4.3.b).

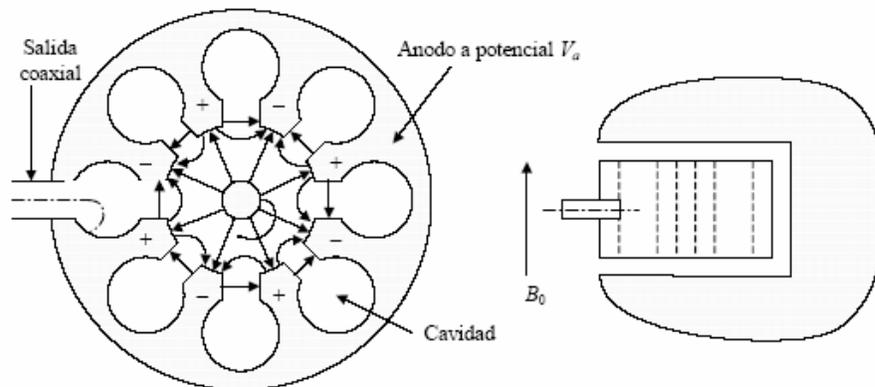


Figura II.4.3.b. Movimiento de electrones dentro de las cavidades en un magnetrón.

El modo en que habitualmente se hace operar un magnetrón corresponde a la configuración lineal de campos, con cambios de fase de 180° entre cavidades adyacentes. La entrada de cada cavidad se puede modelar como una línea de transmisión terminada en corto circuito, de manera que el campo eléctrico es máximo en la entrada de la cavidad. El magnetrón en su función como oscilador, es capaz de manejar potencias de varios kW, y pueden tener un rendimiento superior al 80 %, sus principales inconvenientes son: el tubo es más ruidoso que el tubo de Klystrón y TWT, y por otro lado no mantiene la coherencia de frecuencias y fase sobre el régimen pulsante.

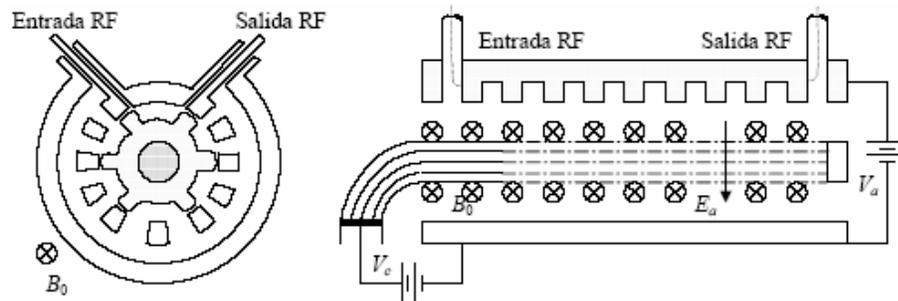


Figura II.4.3.c. Estructura de un amplificador de campos cruzados.

El amplificador de campos cruzados (CFA), es una mera extensión del magnetrón, que es un oscilador, en un amplificador. Se puede construir tanto en una disposición cilíndrica como lineal, como se indica en la figura (II.4.3.c). La señal de RF se amplifica en una estructura de onda lenta en la

región de interacción del CFA. El haz de electrones es desviado primero por un campo eléctrico que se origina al establecer una diferencia de potencial entre el ánodo y un segundo electrodo llamado sole. Este campo hace que el haz se dirija en dirección perpendicular a la estructura de onda lenta. En segundo lugar, un campo magnético cruzado desvía el haz para que discurra paralelo a la estructura de onda lenta. En ausencia de la señal de RF las amplitudes de ambos campos se ajustan para que se cancele la interacción con el haz. Aplicando una señal de RF, se produce la modulación de la velocidad y el enracimado de los electrones al igual de un tubo TWT. Los tubos de CFA tienen buenos rendimientos, llegando hasta un 80 %, pero la ganancia se limita a 10 a 15 dB y su comportamiento es más ruidoso que el del Klystron o el TWT, su ancho de banda puede llegar a ser del 40 %.

Los sistemas de microondas son sistemas que utilizan unas antenas y el espectro electromagnético para establecer conexiones entre dos puntos. Existen básicamente dos tipos de sistemas en general:

Los sistemas punto a punto (PTP).

Los sistemas punto a multipunto (PMP).

Cada uno de los sistemas anteriores existe para diferentes aplicaciones, capacidades y frecuencias de operación, como se muestra en la figura (II.4.3.d).

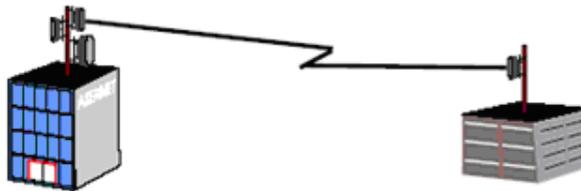


Figura II.4.3.d. Enlace vía microondas por medio de línea de vista.

Sus ventajas son: su rápida instalación, se adapta a terrenos accidentados, el equipo es transportable, no hay rupturas en el medio, no hay infraestructura en el medio de transmisión, su atenuación varía logarítmicamente con la distancia, su manejo flexible de los canales y tiene una buena relación entre la capacidad y el costo.

Sus desventajas son: requieren de una línea de vista limpia, sufren de congestión en el uso del espectro, requieren de trámites y pago de derechos por el uso del espectro, el equipo del espectro debe de estar homologado, es afectado por condiciones ambientales, también puede interceptar información no deseada y requiere de mantenimiento constante. Algunas de las antenas que se emplean en las comunicaciones que de la red telefonía celular ya que generan comunicación por microondas, las podemos contemplar en las figuras (II.4.3.e.) y (II.4.3.f).



Figuras II.4.3.e. Microondas aplicadas a las telecomunicaciones por medio de antenas.



Figura II.4.3.f. Repetidor de Microondas.

II.5 ANTENAS

Los sistemas de radiocomunicación emplean el espacio como medio de transmisión, y por lo tanto requieren de transductores para acoplar al transmisor y al receptor con el canal de transmisión. Esto es debido a que en el espacio, la información esta contenida en ondas electromagnéticas no guiadas y en el transmisor y receptor las ondas electromagnéticas son guiadas.

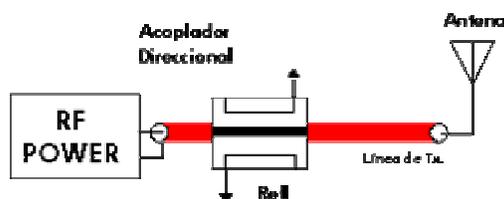


Figura II.5.a. Diagrama básico de la transmisión por medio de antenas.

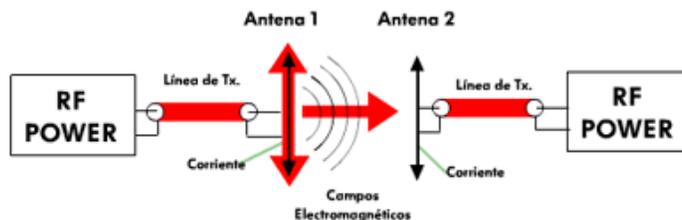


Figura II.5.b. Diagrama básico de comunicación de sistemas por medio de antenas.

Como se muestra en las figuras anteriores (II.5.a) y (II.5.b), una antena puede describirse como un sistema conductor metálico capaz de radiar y recibir la señal modulada (ondas electromagnéticas) a través del aire para que el receptor pueda captarlas. Las antenas tienen ciertas características que contribuyen a la calidad y fuerza de la señal que proveen, algunas de las características se pueden resumir de la siguiente manera:

- **Ancho de banda.**- Es el rango de frecuencia en las que trabaja.
- **Ganancia.**- Describe el grado de amplificación de la señal, o el grado en que la energía es transmitida en una determinada dirección, esta es medida en dB, pero también puede ser expresada en dBi.

- **Polarización.**- La polarización (P) de la antena describe la orientación de los campos magnéticos (H) que irradia o recibe. Cuando el campo (E) eléctrico, esta orientado de forma perpendicular con respecto al horizonte terrestre, se dice que tiene una polarización vertical. Como se muestra en la figura (II.5.c), si el campo E esta orientado paralelo al horizonte terrestre se dice que tiene una polarización horizontal. Cuando el campo eléctrico rota mientras la señal se propaga, se dice que tiene una polarización circular. Tanto las antenas transmisoras como las receptoras deben de tener la misma polarización con el fin de minimizar las pérdidas y evitar generar señales de ruido.

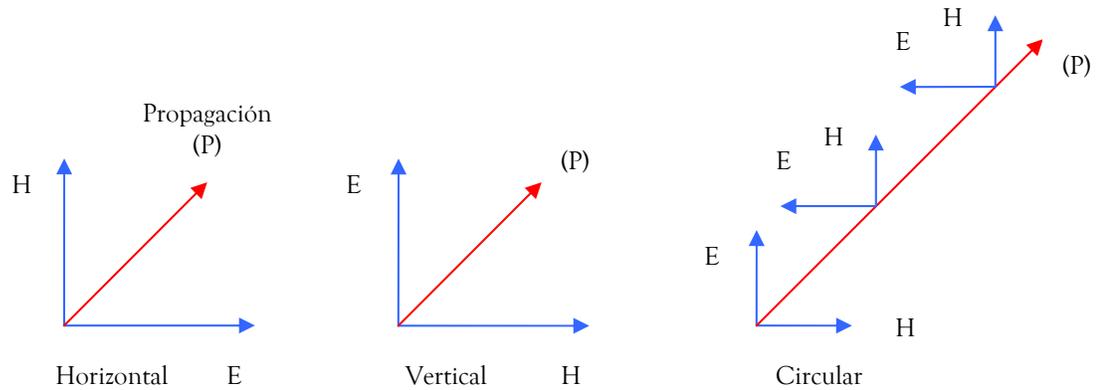


Figura II.5.c. Tipos de Polarización.

- **Patrón de radiación.**- Es un diagrama polar que representa la fuerza de los campos electromagnéticos radiados (patrones de cobertura) de una antena. Existen dos patrones de cobertura de radiación. El primer patrón se muestran todos los ángulos del plano E con un ángulo en el plano H igual a cero. En el segundo de muestran los ángulos del plano H y los ángulos del plano E están en cero, esta configuración la podemos observar en la figura (II.5.d). El radio del diagrama puede ser calibrado con respecto a dos variantes: La potencia lineal en escala de 1 con incrementos de 0.25 o 0.2 por división y la potencia logarítmica relativa, típicamente de - 5 dB o - 10 dB por división.

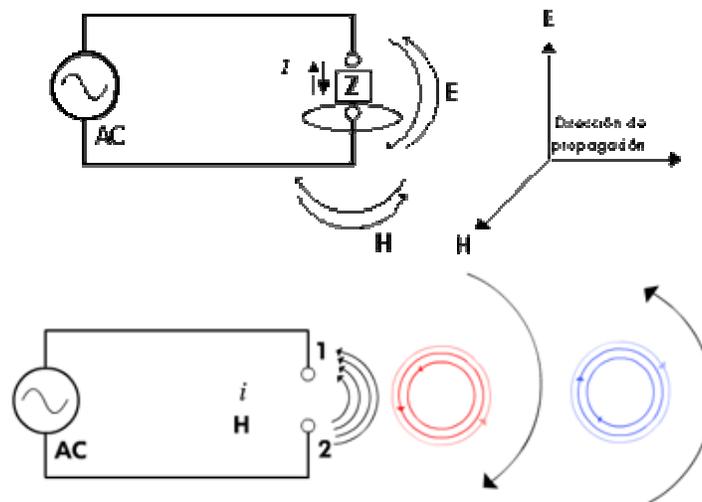


Figura II.5.d. Comportamiento del campo eléctrico y magnético radiado por una antena el cual proporcionara el sentido de polarización.

- **Relación señal Ruido.**- Es la relación de la fuerza de la señal de datos, comparada con la fuerza de la señal de ruido en el ambiente. Tanto al transmitir como al recibir es inevitable enviar o recibir ruido, esta es medida en dB.
- **Antena Isotrópica.**- Es una antena que irradia la misma cantidad de energía (en igual intensidad), en todas direcciones desde el punto de origen. Este tipo de antena es teórica.

II.5.1 TIPOS DE ANTENAS

Las antenas se pueden clasificar principalmente en omnidireccionales y direccionales.

Antena Omnidireccional

La señal se irradia en todas direcciones al mismo tiempo (en forma circular). Su característica principal de este tipo de antena es que si un dispositivo inalámbrico se coloca justo abajo o arriba de la antena su señal será muy débil, es necesario alejarla un poco de la antena para tener una mejor recepción. Esta antena distribuye la señal en un área amplia, y son útiles cuando los clientes o abonados están dispersos por toda el área.

Son sistemas óptimos para enlaces multipunto, realizando la función de punto central, pueden captar todas las señales provenientes de varios lugares, este tipo de antenas se ilustran en la figura (II.5.1.a). La máxima ganancia que tienen este tipo de antenas omnidireccionales, es aproximadamente de 15 dB.



Figura II.5.1.a Antenas Omnidireccionales, de la marga HiperGain y Mat jaybeam.

Antenas Direccionales

Las antenas direccionales concentran su radiación en una dirección, son utilizadas para alcanzar mayores distancias que las antenas Omnidireccionales. Es menos probable que causen interferencia a otros sistemas de radiofrecuencia, como se muestra en la figura (II.5.1.b).

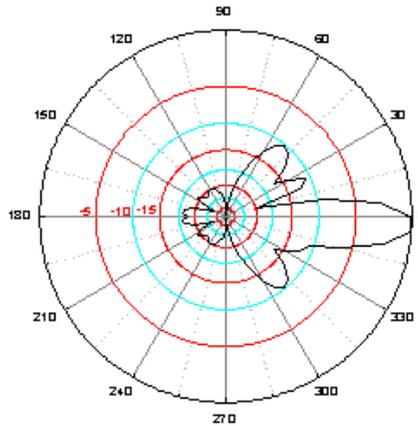


Figura II.5.1.b. Patrón de radiación direccional.

Cuanto más direccional es una antena, mayor es su alcance. Existen varios modelos de antenas direccionales, los más usados en los sistemas inalámbricos son las siguientes antenas que se ilustran en la figura (II.5.1.c).



Figura II.5.1.c. Antenas de propagación direccional más comercializadas.

Antenas Sectoriales

Este tipo de antena es una placa con un reflector detrás de la superficie de la antena para dirigir la señal. Puede tener tanto polarización horizontal como vertical. Provee un radio de señal que normalmente va de los 60 a los 180°, no más debido a que el reflector previene que se irradie detrás de las antenas. Se usan para enfocar la señal a áreas pequeñas, en ambientes donde hay múltiples redes que operan cerca con proximidad entre una a otra. Este tipo de antenas se muestran en la siguiente figura (II.5.1.d).



Figura II.5.1.d. Antena de propagación sectorial más comercializadas.

Antena tipo panel

Es una antena sólida plana, se utiliza principalmente para conexiones punto a punto. Presenta una buena ganancia entre los 15 y 20 dB aproximadamente. Sus principales ventajas, por su forma son susceptibles a interferencias por el viento, pues este puede moverlas si no están bien colocadas a la estructura base, se recomienda instalarlas en una pared sólida. Este tipo de antenas se muestran en la siguiente figura (II.5.1.e).



Figura II.5.1.e. Antena de propagación tipo panel más comercializada.

Antena Yagui.

Esta antena es de forma cilíndrica, compuesta por un tubo grueso de plástico que recubre una serie de círculos o barras de metal de diferentes tamaños. Proporciona un haz bastante enfocado que puede medir entre 15 y 60°. Proveen mejor ganancia que las antenas sectoriales, entre 6 y 21 dB aproximadamente. Este tipo de antenas se muestran en la figura (II.5.1.f). Se utiliza para conexiones punto a punto principalmente y se ve menos afectada por el viento debido a su forma. Para direccionar bien las antenas se recomienda no apuntar directamente a la antena de otro extremo, sino ponerla ligeramente elevada a la izquierda o a la derecha del punto a alcanzar.



Figura II.5.1.f. Antena de tipo Yagui más comercializadas.

Antena Patch

Es una antena con forma plana o puede ser también un poco redondeada, que emite su energía semiesféricamente. Esta diseñada para ser montada en la pared y puede proporcionar ganancias de 12 a 22 dB aproximadamente, generalmente se utiliza para interiores. Este tipo de antenas se muestran en la siguiente figura (II.5.1.g).



Figura II.5.1.g. Antena tipo Patch o Parche más comercializadas.

Antenas parabólicas

Son las más potentes, tienen la apariencia de un pequeño plato, actualmente se hacen por medio de una rejilla metálica y un plato de fibra de vidrio. Estas antenas están diseñadas para operar a largas distancias en el rango de kilómetros, pues su patrón de radiación es muy estrecho, va de los 8 a 15°. Las hay con polarización vertical y horizontal, entregan una ganancia de 15 a 24 dB. Este tipo de antenas se muestran en la siguiente figura (II.5.1.h).

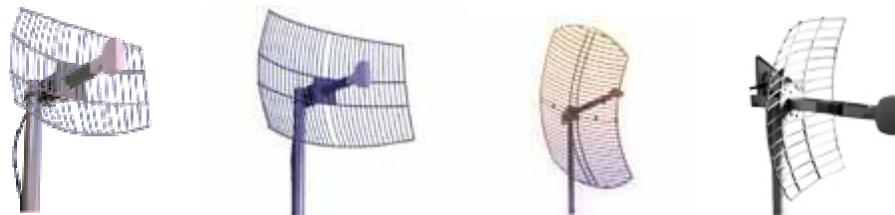


Figura II.5.1.h. Antenas parabólicas de rejilla más comercializadas.

Antenas para teléfonos portátiles

La mayoría de los servicios de telefónicos portátiles se proveen usando los canales de radio del sistema telefónico vehiculares, por lo tanto, los requerimientos para su operación de frecuencias y ancho de banda son los mismos que los de las antenas vehiculares existentes. Sin embargo, debido a la limitada capacidad de las baterías, las unidades de potencia transmisora de las unidades de teléfono deben de ser menor que las unidades telefónicas vehiculares. Además la ganancia de las antenas para teléfonos portátiles es generalmente menor que la ganancia posible que se puede lograr en las antenas vehiculares, esto se debe a que solo se puede utilizar antenas pequeñas en las unidades portátiles, y existe degradación en la ganancia debido a la proximidad del cuerpo humano.

Bajo estas condiciones, los requerimientos de las antenas para las unidades telefónicas portátiles son básicamente, desarrollar la mayor ganancia sobre el ancho de banda requerido. La ganancia efectiva significa la ganancia principal en un medio ambiente efectiva de multiruta de radio móvil, como se muestra en la figura (II.5.1.i). El mejoramiento de la ganancia efectiva de la antena es reducir el tamaño y el peso de las unidades telefónicas portátiles, existen algunas características distintivas de las antenas para ser montadas a unidades telefónicas.

La primera característica es la dirección de la polarización y el patrón de radiación el cual no debe de ser fijo. Ya que las unidades portátiles es orientada aleatoriamente cuando se utilizan. Su segunda característica es su patrón de radiación y su eficiencia de radiación varía considerablemente cuando se esta cerca de el cuerpo humano. Esto significa que las antenas requieren que los equipos portátiles tengan una polarización vertical y un patrón de radiación omnidireccional. En el diseño de las antenas para los teléfonos portátiles es importante optimizar y tener en cuenta las siguientes características cuando se diseña una antena:

- 1) La ganancia efectiva en el ambiente de propagación de multiruta.
- 2) La ganancia efectiva cuando la unidad portátil se opera a distancias y a distintas posiciones: hablando, moviéndose y marcando número telefónico.

Se debe de hacer notar que una evaluación basada en el patrón de radiación en el espacio libre no es suficientemente precisa para asegurar el desempeño práctico de la antena, pues los efectos del cuerpo humano es considerable; además de la influencia de la potencia de RF radiada de la antena en el cuerpo humano es muy importante para el diseño de una antena para estos equipos móviles.

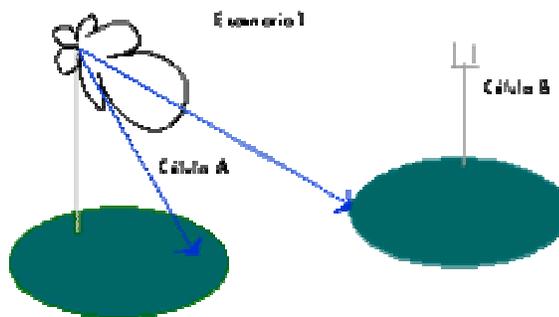


Figura II.5.1.i. Representación simbólica del movimiento de una antena para teléfono portátil.

Los principales factores que afectan el diseño de las antenas para teléfonos portátiles son el relativo y amplio ancho de banda, la necesidad de tener un muy pequeño tamaño y su necesidad de proveer una cobertura uniforme sobre el ángulo de azimut, el cual nunca es uniforme ya que la cabeza del usuario esta cerca del radiador de energía. Una manera sencilla de poder lograr cobertura de azimut es elevar una antena por encima de la cabeza del usuario. Estética que al usuario no le es agradable. Por lo cual hasta ahora, solamente antenas relativamente pequeñas han logrado la aceptación en el mercado en la telefonía celular. Actualmente los teléfonos portátiles más comunes utilizan antenas de dipolo cubierto, antena helicoidal, antena de lazo de un cuarto de onda y antena de dipolo helicoidal.

Dipolo cubierto

Este tipo de antena es esencialmente un dipolo de media onda, alimentada por un extremo por una línea coaxial. La estructura tiene una forma cilíndrica, por lo que el espacio libre posee una excelente uniformidad en el patrón de radiación de azimut. La estructura de radiación es un dipolo asimétrico hecho de conductores de diferentes diámetros y distintas longitudes. El radiador es más delgado y es por lo general, es el conductor interno de la línea coaxial que alimenta a la antena. Este conductor debe de tener una longitud apropiada para lograr un buen desempeño de la antena en la banda de operación de (800 a 900 MHz). El conductor de diámetro mayor, tiene una función cíclica, en la operación adecuada de la antena. Esta antena esta ilustrada en la figura (II.5.1.j). Y el conductor de diámetro mayor debe de proveer de obturación efectiva de las corrientes de RF en su extremo abierto y también a la mitad del dipolo radiador.

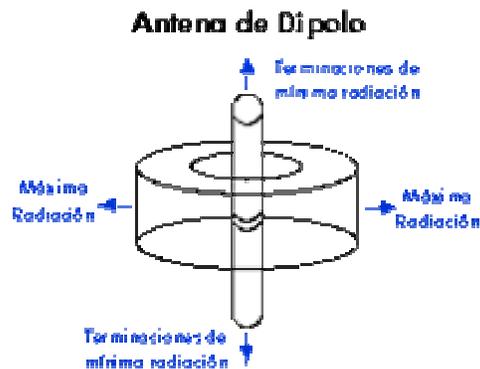


Figura II.5.1.j. Diagrama de la estructura de un antena de dipolo.

Antenas helicoidales

Estas antenas son usadas normalmente en radios de comunicación portátil en las bandas de frecuencia (30 a 150 MHz), con el fin de reducir el tamaño del radiador a longitudes menores y más

aceptadas. Con una adecuada selección de parámetros, el dipolo helicoidal de modo normal, es una estructura de radiación eficiente, con desempeño de patrón y ganancia similar a los dipolos de media onda. El ancho de banda de una antena helicoidal es pequeño y eficiente, es menor que el ancho de banda de una antena de media onda, debido a su factor Q es más alto; que depende del número de diámetros de vueltas de la antena. La aplicación de las antenas helicoidales en la banda de 800 a 900 MHz, además de las pérdidas de la ganancia, presentan otras desventajas respecto a su uso en frecuencias menores.

Si el encapsulado es más largo que un cuarto de longitud de onda, parte de las corrientes del encapsulado estará en oposición con las corrientes de la antena dando como resultado generará pérdidas de ganancia en el horizonte. Los primeros modelos de celulares tienen un encapsulado de unos veinte centímetros de largo. En lo que se refiere al patrón de radiación de una antena helicoidal cerca de la cabeza de un humano, muestra una pérdida de ganancia en un promedio de 12 dB con respecto al dipolo en el espacio. Las pérdidas en el patrón de radiación y en RF causan en las antenas helicoidales sean difíciles de usar en dispositivos celulares en la banda de 800 a 900 MHz, excepto por el tamaño reducido en las antenas, lo cual es muy atractivo en dispositivos pequeños. La mayoría de los problemas que existen para las antenas helicoidales se presenta en las antenas de lazo de cuarto de onda, aunque el patrón de radiación es ligeramente más eficiente. Debido que no existe una verdadera ventaja en usar antenas de lazo de un cuarto de onda sobre las antenas helicoidales, las antenas de lazo han gozado de la aceptación en el mercado de antenas para teléfonos portátiles.

Diversidad de antenas

El pobre desempeño de las antenas helicoidales para teléfonos portátiles pequeños en la banda de 800 y 900 MHz ha forzado a los diseñadores a crear un radiador alternativo para las antenas helicoidales pequeñas. Las antenas usan dos hélices, una hélice primaria fija de aproximadamente dos centímetros de largo (longitud eléctrica de un cuarto de onda) que pueden ser comprimidas en encapsulados de radio. Una vez que son extendidas, la hélice secundaria se convierte en el radiador dominante, debido a que es libre de pérdidas causadas por la mano del usuario que sostiene el aparato. La hélice secundaria es alineada por la antena primaria y presenta un exceso de desempeño en el espacio libre. Dependiendo de su propia longitud y pérdidas debidas a su prologada longitud y de las pérdidas debidas a la resistencia en el alambre de metal de que esta hecha la hélice. En el extremo de la antena secundaria hay una barra dieléctrica de dos centímetros de largo para desacoplar a las dos hélices, cuando la antena secundaria se encuentra retractada, logrando de esta manera la introducción de la RF sea mínima en el encapsulado a traves de esa trayectoria. Este arreglo espacial ha proporcionado una mejoría en el rango de comunicación en los teléfonos de bolsillo con antenas helicoidales. Aunque el desempeño de estas antenas esta lejos de ser el óptimo, el teléfono celular de bolsillo con antenas helicoidales se ha vuelto extremadamente popular, lo cual demuestra que la perfección de la ingeniería no es siempre una condición para lograr el éxito en el mercado.

Antenas LMDS

Las antenas utilizadas en los sistemas LMDS (Sistema de Distribución Local Multipunto), difieren bastante, existen antenas llamadas directivas diseñadas para conseguir la máxima ganancia, la cual es una antena tipo bocina cónica con un diámetro de apertura de 15 a 20 cm. suele ser una antena de usuario. Para reducir la longitud de la antena sin introducir un excesivo error de fase se utiliza una lente colocada en la apertura de la antena. En el caso de las estaciones base, debido a la transmisión punto multipunto, se emplea una antena antenas omnidireccionales o antenas sectoriales, estas poseen un alto grado de ganancia y permiten reutilizar las frecuencias del sistema. La polarización utilizada por estos sistemas es lineal, horizontal (H) y Vertical (V) y su ancho de banda de las antenas oscila entre 1 y 2 GHz. Este tipo de antenas se muestran en la siguiente figura (II.5.1.k).

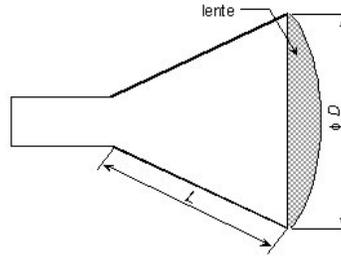


Figura II.5.1.k. Antena utilizada para enlaces LMDS.

II.5.2 ÁNGULOS VISUALES DE UNA ANTENA

Para el caso de un sistema de comunicaciones inalámbricos, es necesario optimizar la dirección de ganancia máxima de una antena de estación terrestre, se debe de apuntar directamente a la central. Para asegurar de que este alineada la antena de la estación terrestre, se deben de determinar dos ángulos muy importantes los cuales llevan por nombre: el *azimut* y la *elevación*. El ángulo de azimut y el de elevación en conjunto se llama ángulos de visual de antena.

La ubicación de un satélite se suele especificar en términos de latitud y de longitud, en forma parecida a como se ubica un punto sobre la tierra. En consecuencia su lugar se especifica con un punto en la superficie terrestre directamente debajo del satélite o hacia la central. A este punto se le denomina punto *subsatelital* (SSP, de *subsattellite point*), para los satélites geosíncronos el SSP debe de caer en el ecuador. La convección normal que especifican los ángulos de longitud entre 0° y 180° al oeste del meridiano de Greenwich. Las latitudes del Hemisferio Norte son ángulos de 0° y 90° N, y las del Hemisferio sur son de 0° y 90° S. Como todos los satélites geosíncronos están directamente arriba del ecuador todos tienen una latitud de 0°.

Ángulo de elevación

El ángulo de elevación es el ángulo vertical que se forma entre la dirección del movimiento de una onda electromagnética irradiada por una antena de estación terrestre que apunta directamente hacia un satélite y el plano horizontal. Mientras es menor el ángulo de elevación, la distancia que deberá de recorrer una onda propagada a través de la atmósfera terrestre, sufre absorción, y también se puede contaminar mucho con ruido. Por lo cual si el ángulo de elevación es muy pequeño y la distancia de la onda que viaja por la atmósfera terrestre es demasiado grande, la señal se puede deteriorar hasta el grado de ya no proporcionar una cantidad aceptable de transmisión. Muchos de estos conceptos de antenas fueron obtenidos del Departamento de Transmisión de Datos, de la Operadora Telecomm Telégrafos, donde se utilizan este tipo de enlaces, como se muestra en la figura (II.5.2.a).



Figura II.5.2.a. Antenas para la transmisión de datos vía satélite utilizadas por Telecomm Telégrafos (Centro Operativo), Iztapalapa.

Ángulo de Azimut

El azimut es la distancia angular horizontal a una dirección de referencia, que puede ser el punto sur o el punto norte del horizonte. El ángulo de azimut se define como el ángulo horizontal de apuntamiento de una antena de estación terrestre. Para fines de navegación, el ángulo de azimut se suele medir en grados a partir del norte verdadero, en el sentido de las manecillas de reloj. Los ángulos de elevación y azimut dependen de la latitud y la longitud de la estación terrestre y el satélite en órbita. Para un satélite geosíncrono en una órbita ecuatorial, el procedimiento para determinar los ángulos de elevación y azimut es el siguiente: en un buen mapa, determinar la longitud y la latitud de las estaciones terrestres, determinar la longitud del satélite de interés. Calcular la diferencia, en grados (ΔL), entre la longitud del satélite y la estación terrestre, determinar el ángulo de azimut, determinar el ángulo de elevación.

Limites de Visibilidad

Para una estación en determinada localidad, la curvatura de la tierra establece los límites de divisibilidad para los sistemas satelitales y para los enlaces punto a punto los límites son la línea de vista, que determina el máximo alejamiento que se puede ver en dirección este u oeste de la longitud de la estación. Teóricamente la distancia máxima de línea de vista cuando la antena de la estación apunta al plano horizontal (ángulo de elevación cero). En la práctica el ruido que se capta en la tierra, y la atenuación de la señal por la atmósfera terrestre con ángulo de elevación cero, son excesivos. Para los casos de conexión con un satélite los límites de visibilidad dependen, en parte, de la elevación del satélite y de la latitud y longitud de las estaciones terrestres.

Patrón de radiación de antenas satelitales

El área que cubre un satélite en la tierra depende de la localización del satélite en su órbita, su frecuencia de portadora y la ganancia de la antena. Los técnicos de satélites seleccionan la antena y la frecuencia de la portadora para determinado satélite, de modo que concentre la potencia limitada de la transmisión en un área específica de la superficie terrestre. La representación geográfica del patrón de radiación de una antena de un satélite se llama *huella*, o a veces *mapa de huella*.

La huella de un satélite es la zona sobre la superficie terrestre donde el satélite puede recibir o hacia donde puede transmitir, la forma de la huella de un satélite depende de su trayectoria orbital, su altura y el tipo de antena que use; mientras más alto se encuentre este mayor será el rango de alcance.

Las antenas satelitales de alcance de bajada emiten señales de frecuencias de microondas, hacia una región geográfica seleccionada, dentro de la línea de vista del satélite. La potencia efectiva transmitida se llama potencia irradiada efectiva isotrópica se expresa en general en dBm o dBW. Un mapa de huellas es una serie de curvas de niveles sobre el mapa geográfico de la región servida. La figura de las curvas de nivel y los niveles de potencia de una huella queda determinada por detalles precisos del diseño de antenas de enlace de bajada, al igual que por el valor de la potencia de microondas generadas por cada canal de abordo. Un plato de antena receptora cerca de la orilla del área de cobertura de un satélite debe de ser mayor que los satélites que estén en el centro o cerca del centro del mapa de huella.

II.6 SATÉLITES

Un satélite es un cuerpo celeste que gira en órbita en torno al planeta, pero el concepto que nos es de más importancia en la rama de las comunicaciones para definir un satélite es el siguiente:

Un satélite de comunicaciones es una repetidora de microondas en el cielo, formada por una diversa combinación de uno o de más de los siguientes dispositivos: receptor, transmisor, generador, filtro, computadora de abordo, multiplexor, demultiplexor, antena, guía de onda etc. Un sistema satelital consiste en uno o más vehiculos espaciales, una estación Terrena para controlar el funcionamiento del sistema y una red de estaciones unitarias en la Tierra para controlar el funcionamiento del sistema y una red de estaciones unitarias en la tierra que proporcionan las instalaciones de interfaz para transmitir y recibir el trafico de comunicaciones terrestres a través del sistema satelital, figura (II.6.a).



Figura II.6.a. Actividad de satélites Mexicanos.

Las transmisiones de y hacia los satélites se clasifica como de bus y de carga útil. En el bus se incluyen los mecanismos de control que respaldan la operación de carga útil. La carga útil es la información real del usuario que pasa por el sistema. Se dice que un satélite permanece en órbita por que las fuerzas centrífugas causadas por la rotación en torno a la tierra se equilibran con la gravitación de esta. Las leyes del movimiento planetario describen la forma de la orbita, las velocidades del planeta y las distancias de un planeta con respecto al sol. Por lo general los satélites se clasifican por tener una órbita terrestre baja (LEO, por Low Hearth Orbit), órbita terrestre media (MEO, por Médium Hearth Orbit) o una órbita terrestre geosíncrona (GEO, por Geosynchronous Hearth Orbit).



Figura II.6.b. SATMEX empresa Mexicana encargada de la administración de los satélites Nacionales.

Podemos decir que los satélites geosíncronos describen orbitas sobre el ecuador, con la misma velocidad angular que la de la tierra. En consecuencia estos satélites aparentan permanecer fijos sobre un punto de la superficie, por lo cual es que no requieren de equipo especial para su localización.

Y para nuestra ventaja las antenas de las estaciones terrestres solo se apuntan al satélite de forma permanente.



Figura II.6.c. Satélites que actualmente están vigentes en el espacio Mexicano.

Un satélite geosíncrono con gran amplitud puede proporcionar comunicaciones confiables aproximadamente a 40% de la superficie terrestre. Donde los satélites permanecen en órbita como resultado del equilibrio entre las fuerzas centrífugas y gravitacionales. Al proceso de maniobrar para mantener un satélite dentro de la ventana preasignada se le llama mantenimiento de la estación. Donde existen varios requisitos para que los satélites en orbitas geoestacionarias. La primera y la más obvia es que debe de tener un ángulo de inclinación de 0° , es decir que el satélite debe de estar en orbita directamente con el plano ecuatorial de la tierra. El satélite también debe de recorrer su orbita en la misma dirección que la rotación de la tierra con la misma velocidad angular. El semieje mayor de una orbita terrestre geoestacionaria es la distancia del centro de la tierra a un satélite en esa orbita; es decir el radio de la orbita medio del geocentro terrestre al vehiculo satelital. El último satélite lanzado al espacio para servir para las comunicaciones mexicanas es el SATMEX 6 lanzado en Francia del día 28 de mayo del año de 2006. Actualmente SATMEX es la empresa Mexicana encargada de la administración de los satélites mexicanos, como se muestra en las figuras (II.6.d) y (II.6.c).

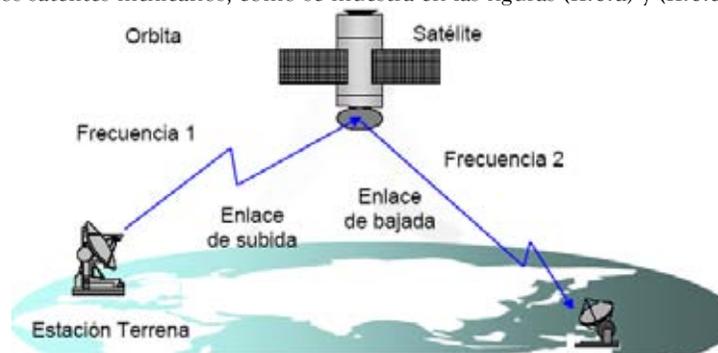


Figura II.6.d. Diagrama sintetizado de un enlace satelital.

La figura anterior (II.6.d), muestra una comunicación unidireccional, para que sea bidireccional se requiere del uso de 4 frecuencias (2 de subida y 2 de bajada).

Sus ventajas son: su rapidez de instalación, facilidad de expansión, cobertura amplia, permite la movilidad, introducción de nuevos servicios, capacidad adecuada y un solo repetidor muy vigilado.

Sus desventajas son: requiere de un permiso para la utilización de frecuencias, así como equipo homologado ante la STC, susceptible a interferencias exteriores, para llamadas de telefonía se produce un retardo que es claramente perceptible, tiempo de vida limitado. Una de sus aplicaciones en telefonía es la de realizar enlaces de troncales para telefonía de larga distancia Internacional.

II.7 INFRARROJO

Los emisores y receptores de infrarrojos deben de estar alineados o bien estar en línea tras la posible reflexión del rayo en superficies como paredes. En infrarrojos no existen problemas de seguridad ni de interferencias ya que estos rayos no pueden atravesar los objetos (paredes por ejemplo). Tampoco es necesario el permiso para utilizarlo (en microondas y ondas de radio si es necesario un permiso para asignar una frecuencia de uso).

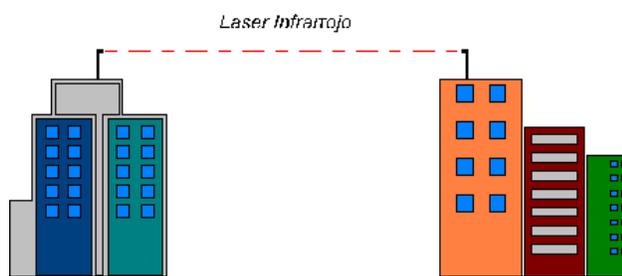


Figura II.7.a. Enlace por medio del sistema de infrarrojos punto a punto.

Como se muestra en la figura anterior (II.7.a), Las redes de luz infrarroja están limitadas por el espacio; casi generalmente utilizan redes en las que las estaciones se encuentran en un solo cuarto o piso, algunas compañías que tienen sus oficinas en varios edificios donde realizan sus comunicaciones colocando los receptores y emisores en las ventanas de los edificios, actualmente las redes infrarrojas están consideradas entre las redes inalámbricas. La transmisión de luz se codifica y decodifica en el envío y recepción en un protocolo de red existente. Los sistemas infrarrojos comenzaron sus enlaces en dispositivos que interconectaban a la computadora con una impresora, este inicio de enlace infrarrojo se le atribuye a la empresa Hewlett Packard en los años 70. A este dispositivo se le llama comúnmente transreceptor. Los primeros transreceptores dirigían el haz infrarrojo de luz a una superficie pasiva, generalmente un techo, donde otro transreceptor recibía la señal. Actualmente hay nuevas tecnologías y una de las compañías con más renombre en los sistemas infrarrojos es Photonics, ha desarrollado una nueva versión AppleTalk del transreceptor que opera a 230 Kbps. El sistema tiene un rango de 200 metros. Su uso principal esta en la comunicación inalámbrica de redes de computadoras. En la telefonía celular los sistemas infrarrojos actúan como medio de comunicación de datos entre los mismos dispositivos celulares de comunicación, creando pequeñas redes entre estos dispositivos. A estas redes las podemos considerar del tipo punto a punto entre edificios antenas o equipos de teléfonos celulares.

II.8 BLUETOOTH

Bluetooth es un estándar de comunicaciones inalámbricas, cuyo objetivo original es reemplazar los cables conectados de un dispositivo a otro mediante el uso de un radio de bajo consumo de energía colocado en un chip, figura (II.8.a).

En la práctica Bluetooth no solo se ocupa como reemplazo del cable sino también para realizar comunicaciones inalámbricas de corto alcance entre equipos tales como computadoras portátiles, PDA's, teléfonos celulares y sus periféricos.

Fue creado en 1994 por L. M. Ericsson Company en Suiza, y poco a poco fue despertando interés en otros fabricantes, así que para el año de 1998 se fundó el "Bluetooth Special Interest Group (SIG) Inc. conformado por Ericsson, IBM, Intel, Nokia Toshiba. Este grupo se encargó de desarrollar una especificación para tener conectividad inalámbrica de corto alcance y siempre activa basada en la tecnología Bluetooth de Ericsson. Esta especificación fue liberada públicamente en 1999.



Figura II.8.a. Bluetooth lanzado al mercado como una alternativa muy eficiente para la comunicación inalámbrica en 1999.

Actualmente hay más de 2000 compañías registradas en Bluetooth (SIG), entre las cuales se encuentran 3COM, Microsoft, Motorola y Lucent.

Bluetooth fue llamada así por el Rey Danés del siglo X Harald Blaatand "Bluetooth II". Este rey consiguió unificar Dinamarca y llevar la cristiandad a Escandinavia.

Bluetooth es una tecnología diseñada para ser de bajo costo, tamaño compacto, consumir poca potencia para conservar la vida de batería de las PDA, teléfonos celulares, etc. Se adapta a trabajar a ambientes ruidosos en frecuencia. Puede conectar dispositivos desde 10 centímetros hasta 10 metros, si se incrementa la potencia puede alcanzar hasta 100 metros (en algunos países no está permitido incrementar demasiado la potencia de un dispositivo Bluetooth). Permite tres tipos de potencias:

- Clase 1 = 100 mW (20 dBm) puede alcanzar un área de cobertura de hasta 100 metros.
- Clase 2 = 2.5 mW (4 dBm).
- Clase 3 = 1 mW (0dBm) alcanza un área de cobertura máxima de 10 metros.

Para que los dispositivos puedan conectarse es necesario que estén por mínimo a 10 centímetros de distancia entre un radio y otro. Bluetooth permite interconectar dispositivos próximos dentro de un rango de pocos metros, forman una PAN (Personal Area Network). La principal función de una PAN es comunicar y sincronizar información, pero no está diseñada para soportar grandes cargas de tráfico.

Los dispositivos de Bluetooth se comunican por medio de piconets (piconet), que es un grupo de dispositivos conectados entre sí. Cada piconet está formado por un "maestro" (el primero que inicia la conexión) y por varios esclavos.

El maestro pone la secuencia de salto de frecuencia, controla el medio determinado cuando los equipos pueden transmitir y el ancho de banda del que dispondrá cada esclavo. El esclavo se sincroniza al maestro, es decir, adopta la misma secuencia de saltos.

Las conexiones entre los dispositivos pueden ser de sólo datos, sólo voz o voz y datos.

- **Sólo datos:** Un maestro sólo puede manejar comunicaciones de datos hasta con siete esclavos. Los equipos esclavos (adicionales) que deseen agregarse a la piconet, pueden dejarse en espera. Este tipo de conexión es asíncrona.
- **Sólo voz:** un maestro para soportar las conversaciones de voz sólo pueden manejar un número máximo de 3 esclavos. Estas piconet usan conexiones sincrónicas.
- **Voz y Datos:** Este tipo de conexión sólo puede existir entre dos dispositivos a la vez. Se llaman conexiones isócrona., debido a que la porción de voz debe de entregarse siempre en modo síncrono y los datos pueden tardar un poco en entregarse en conexiones asíncronas, este tipo de comunicación se muestra en la figura (II.8.b).



Figura II.8.b. Las redes de Bluetooth aplicadas en la telefonía celular comienzan a hacerse popular entre los usuarios.

Un dispositivo puede pertenecer a varias piconets en cualquier momento y funcionar tanto como esclavos o como maestros. Cuando varias piconets tienen uno o más dispositivos en común, esta estructura recibe el nombre de scatternet (red dispersa). En Bluetooth existen dos tipos de enlaces: el SCO (Conexión Síncrona Orientada) y ACL (Conexión Menor Asíncrona). Los enlaces SCO se utilizan para transmitir voz, un maestro establece un enlace punto a punto con un solo esclavo, esta conexión reserva ranuras de tiempo para garantizar la transmisión sin demoras (pues los paquetes SCO nunca retransmiten). Este enlace provee 64 Kbps en la transmisión de voz en cada dirección. El enlace ACL se emplea para transmitir datos. Soporta transmisiones punto a multipunto. La máxima velocidad para el servicio asimétrico es de 723.2 Kbps en una dirección y 57.6 Kbps en otra dirección. También puede soportar un enlace simétrico que funciona a 433 Kbps en ambas direcciones.

III.-REDES DE TELEFONÍA DIGITAL

III.1 JERARQUÍA DIGITAL

El multiplexado de señales en forma digital se presta a interconectar con facilidad las instalaciones de transmisión digital con distintas frecuencias de bits de transmisión. La jerarquía digital utilizada en México es la que se utiliza en Europa, para multiplexar señales digitales con la misma frecuencia de bits en una sola corriente de pulsos adecuada para transmitirse por el siguiente nivel superior de la jerarquía. Para actualizarse a un nivel de jerarquía superior se utilizan dispositivos especiales los, multiplexores / demultiplexores (módems). Estos pueden manejar conversiones de frecuencias en ambas direcciones, ver figura (III.1.a).

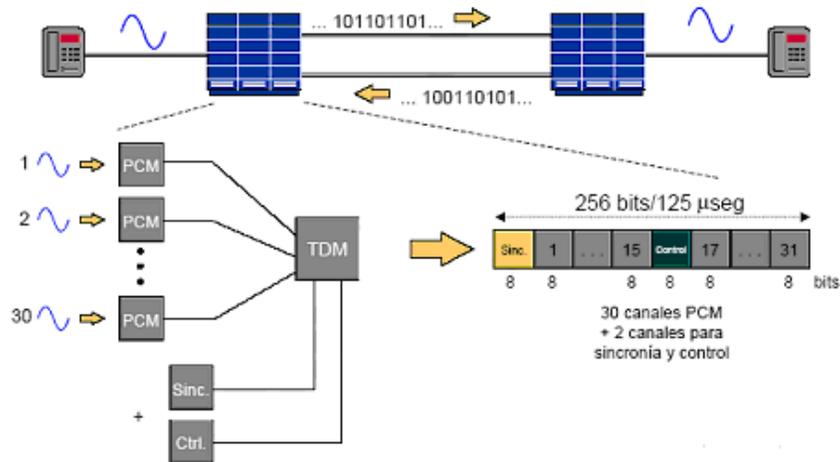


Figura III.1.a. Señales PCM multiplexadas por TDM, la cuales generan tramas.

Al multiplexor pueden entrar hasta 30 señales de 64 kbps cada uno y dos canales más, uno de sincronía y otro de control, el cual da un total de 2.048 Mbps. Los arreglos generados por los trenes de pulsos llevan por nombre tramas, las cuales se mencionaron con anterioridad. A este tipo de señales se les llama E0 o DS - 0 y es la estructura de primer orden en la jerarquía Europea (ver figura III.1.b). Las señales de reloj, la señal cíclica sirven para controlar las operaciones del sistema, estas señales pueden ser del tipo analógico o digital.

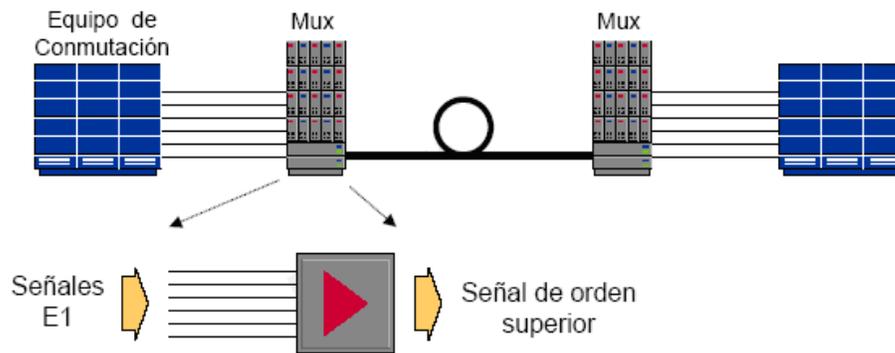


Figura III.1.b. Transformación de una señal E1 a un nivel superior E2.

Al proceso de agrupar a las señales de E1 se le conoce como multiplexación plesíncrona y así es como se forman señales de orden superior. Para el caso de la telefonía, la multiplexación en el nivel 2, 3, 4, y 5 se hace bit a bit.

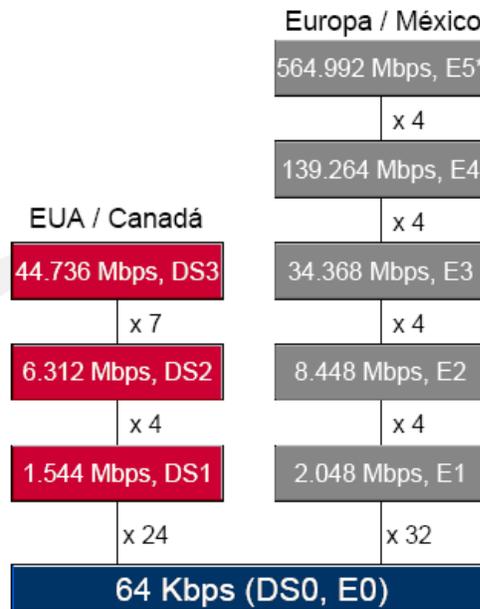


Figura III.1.c. Jerarquías Digitales.

La figura (III.1.c), nos muestra un diagrama simplificado de la jerarquía digital de un sistema de E1 hasta E5 utilizado en Europa y México. Podemos agregar que para un sistema de E1 de 2Mbps de transmisión permite la entrada de 30 y dos de señalización para voz y datos de 64 kbps cada uno; el sistema E2 proporciona una velocidad de transmisión de 8 Mbps por medio de 120 canales, el sistema E3 entrega una señal de 34 Mbps por medio de 480 canales, un sistema E4 produce una señal de transmisión de 140 Mbps gracias a los 1920 canales de entrada. El sistema E5 sigue en estudios para su estandarización.

III.2 TELÉFONO

El teléfono es un dispositivo de telecomunicaciones diseñado para transmitir voz y demás sonidos por medio de señales eléctricas (ver figura III.2.a). Este contiene un micrófono (transmisor) que recibe el impacto de ondas de sonido, el cual transforma las vibraciones en impulsos eléctricos. La corriente así generada es transportada a grandes distancias y un altavoz (receptor) vuelve a convertir la señal eléctrica en sonido para el usuario.

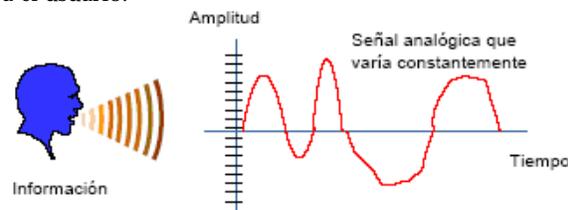


Figura III.2.a. Transformación de una onda sonora a una señal electrónica.

Este dispositivo no únicamente está diseñado para transmitir sonido si no que también tiene la capacidad de transmitir datos, video, o cualquier otro tipo de información que puede ser codificada y convertirse en señal sonora. Esta información puede viajar entre los distintos puntos conectados en la red, actualmente los dispositivos telefónicos se han unido a nuevas tecnologías que han permitido conjuntar los diferentes tipos de información transferibles, gracias a los avances tecnológicos y a las nuevas necesidades del usuario.

Los primeros micrófonos para el teléfono fueron de carbón. Este micrófono fue inventado por David Edwands Hughes en 1878. Se trataba de un micro de presión, donde el carbón (antracita o grafito) al que se refiere el nombre, esta en su interior en un compartimiento cerrado cubierto por una membrana; estas partículas de carbón actúan como una resistencia. Al llegar a esta resistencia una onda sonora, ésta empuja a las partículas de carbón que se desordenan provocando una variación de la resistencia y por lo tanto una variación de la corriente que lo atraviesa, el cual es el reflejo de la presión de la onda sonora incidente.

Este tipo de resistencia a sido muy utilizado en la telefonía, porque su respuesta en frecuencia de 200 a 300 Hz, es ideal para captar voz humana; no obstante quitando las aplicaciones de telefonía y áreas relacionadas; actualmente son unos micros muy pocos utilizados por que generaban bastante ruido y sus respuestas en frecuencia es muy irregular. No todo es imperfección, también tenía sus ventajas, tenía gran sensibilidad y baja impedancia y su precio era muy bajo, este tipo de dispositivos se muestran en la figura (III.2.b).



Figura III.2.b. Teléfono analógico y digital.

En esos tiempos se utilizaba un disco de marcado, que es un dispositivo mecánico giratorio provisto de 10 agujeros marcados del 0 al 9 en los cuales el usuario introduce manualmente el número que desea marcar hasta llegar a un tope. Ya una vez alcanzado dicho tope el disco retrocede a su posición original gracias a la ayuda de un muelle helicoidal situado alrededor del eje de giro. En este movimiento de retroceso, mediante una leva, se introduce la apertura y cierre de la línea telefónica, también llamado lazo local o de abonado, un número de veces igual a el dígito marcado (el cero origina 10 impulsos). Esta apertura y cierre de lazos son detectados y registrados por la central telefónica y dan lugar al accionamiento de dispositivos de selección necesarios, con el objeto de enlazar al usuario llamante con el llamado.

Actualmente este tipo de dispositivos ha cambiado rotundamente, el tipo de marcado que se utiliza hoy en día es el sistema de marcado por tonos, también llamado de sistema Doble de multifrecuencias DTMF (por Dual Tone Multi Frequency), el cual consiste en lo siguiente: cuando el usuario pulsa el teclado de su teléfono, la tecla correspondiente al dígito que quiere marcar envían dos tonos de diferentes frecuencias, que la central decodifica a través de filtros especiales detectando instantáneamente que dígito se marco.



Figura III.2.c. Aparatos telefónicos actuales ya con marcado de tonos digital.

Los elementos que se muestran en la figura (III.2.c), todos ellos utilizan la marcación por tonos. La marcación por tonos fue gracias al desarrollo de circuitos integrados que generan estos tonos desde el equipo Terminal, consumiendo poca corriente de la red y sustituyendo el dispositivo mecánico. Por otra parte es mucho más rápido, ya que no hay que esperar tanto tiempo a que la central detecte los pulsos, según el número marcado.

Las modernas centrales telefónicas de conmutación digital controladas por ordenadores, siguen admitiendo la conexión de Terminales telefónicas con ambos tipos de marcación. La siguiente tabla (III.2.d), nos muestra la combinación de frecuencias para la generación de tonos en los aparatos telefónicos actuales.

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Figura III.2.d. Tabla de las frecuencias generadas por la marcación por pulsos.

Actualmente se usa un micrófono que comúnmente es llamado condensador electret, es una variante de condensador que utiliza un electrodo (Fluoro carbonato o poli carbonato) que es una lámina plástica que al estar polarizada no necesita alimentación. El que las placas estén polarizadas significa que están cargadas a perpetuidad desde el mismo momento de su fabricación (son polarizados sólo una vez y estos pueden durar muchos años). Los micros electret son robustos por lo que soportan la manipulación y además tienen la gran ventaja de que pueden ser reducidos a un tamaño muy pequeño. Por ese pequeño tamaño, el micro electret se usa en aquellas aplicaciones que aprovechan esta ventaja. Este micro tiene una respuesta en frecuencia bastante buena (50 a 15000Hz), aunque la desventaja de los micros condensadores, es que son más sensibles a los sonidos agudos. Además sus grandes inconvenientes que presentan estos micros electret, es que son muy sensibles a los cambios de humedad y temperatura lo que junto al polvo deterioran su rendimiento y uso.

Un circuito telefónico consiste en dos o más instalaciones, interconectadas en dos secciones, para proporcionar una ruta de transmisión entre una fuente y un destino. Las interconexiones pueden ser temporales, como en un circuito de marcado, o pueden ser circuitos de líneas privadas. Las instalaciones pueden ser pares de cables o sistemas de portadoras, y la información se puede transferir por un sistema coaxial, metálico, de microondas, de fibra óptica o por satélite. A la información transferida se le llama mensaje, y el canal usado se llama canal de mensajes. Los canales de mensajes van desde el circuito básico de banda de voz de 4 KHz, hasta canales de microondas de un ancho de

banda de 30 MHz, capaces de transferir señales de video de alta resolución, así que un canal de mensajes puede permitir la transmisión de conversaciones, señales de supervisión o datos en banda de voz.

III.3 LA RED TELEFÓNICA

La transmisión de datos es el traslado de información digital entre dos DTE (DTE, Equipo Transmisor de Datos). Actualmente existe una gran infinidad de medios de transmisión que transportan la información hasta su destino. Es aquí donde una de las alternativas más cómodas, es usar la red telefónica pública actual como medio de transmisión para circuitos de comunicación de datos. Aunque cuando fueron diseñadas y construidas las redes de telefonía, no se tenía en cuenta que servirían para transmitir información de manera digital, así que sólo se diseñaron para transferir señales telefónicas de voz. Es por eso que fue necesario implementar tecnologías sobre las redes de telefonía pública para poder comunicar datos de un sistema que permitiera generar portadoras analógicas. Las operadoras que brindan servicio de telefonía ofrecen tres categorías generales de servicios: marcado directo a distancia, servicio de línea privada y acceso a la red de Internet. Originalmente las redes de marcado directo a distancia incluían solo las centrales e instalaciones necesarias para hacer llamadas telefónicas de larga distancia sin la ayuda de un operador prestador de servicio telefónico. Actualmente las redes de marcado directo a larga distancia, incluyen toda una red pública conmutada; esto significa que cualquier servicio asociado a un número telefónico y los servicios de línea privada, están dedicados a un solo usuario. Podemos resumir la estructura de una red telefónica con la siguiente figura (III.3.a), que simplifica de manera sencilla lo que es una red.

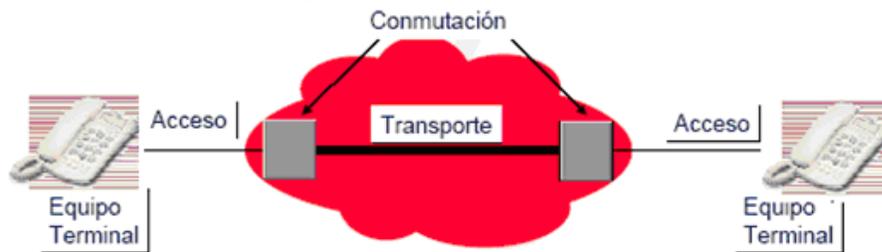


Figura III.3.a. Red de Telefonía Simplificada.

- Comutación: son los equipos responsables de establecer los enlaces entre los abonados.
- Transporte: La forma de conectar los equipos de comunicación entre si.
- Acceso: La forma de conectar las instalaciones del abonado con las operadoras proveedoras de servicio.
- Equipo Terminal: Equipo situado en las instalaciones del abonado para aprovechar un servicio de telecomunicaciones.

Década	Equipos Terminales / Servicios	Acceso	Conmutación	Transporte
60's	Telefonía	Analógico Par de Cobre	Analógica Centrales telefónicas	Analógico Cobre, radio Satélite
70's	Telefonía Mainframes, Terminales	Analógico Par de Cobre	Analógica Centrales telefónicas	Digital Cobre, microondas Satélite.
80's	Teléfono, conmutador mainframes, terminales, redes LAN	Analógico Par de Cobre	Digital Centrales telefónicas Conmutadores de datos	Digital Microondas Fibras Ópticas
90's	Teléfono, conmutador mainframes, terminales, redes LAN, celular, pager, videoconferencia	Analógico Par de Cobre en casas	Digital Diversidad de equipos de conmutación	Digital Fibras Ópticas
		Digital Fibra en empresas		
Futuro	Compudevoteléfonos Fijos y móviles	Digital Diversidad de Medios.	Digital Equipo de Conmutación multimedia	Digital Redes ópticas con Inteligencia.

Tabla III.3.b. Resumen de las tendencias de acceso, conmutación y transporte de los procesos de telefonía y transmisión de datos estipulados a futuro.

Como pudimos observar en la tabla anterior (III.3.b), una red básica de telefónica esta conformada por tres grandes módulos: el módulo de acceso, el módulo de conmutación y un módulo Troncal.

El módulo de acceso esta integrado por segmentos de red en cable de cobre o en fibra de óptica:

- Segmento de Red Primaria.
- Segmento de Red Secundaria.
- Segmento de Dispersión.

El módulo de conmutación puede estar integrado por una sola central telefónica de conmutación o por más de una. La configuración mínima de red permite la interconexión con las demás redes telefónicas adyacentes y las complementarias. Este módulo esta integrado por:

- Etapa de abonado.
- Matriz de Conmutación.
- Etapa Troncal.
- Procesamiento y control.
- Señalización.
- Sincronismo.
- Gestión.

Al módulo troncal pertenecen todos los equipos e infraestructuras necesarios para la interconexión entre las diferentes centrales telefónica de conmutación, cuando hay más de una central en la red, y para la interconexión de la red con las demás redes adyacentes y complementarias, mediante fibra óptica y con tecnología SDH. De manera física y real a una red de telefonía fija la

podemos representar por la siguiente figura (III.3.c), la cual esta compuesta por armarios y postes que funcionan como nodos y apoyo para su transporte, ver figura (III.3.d)

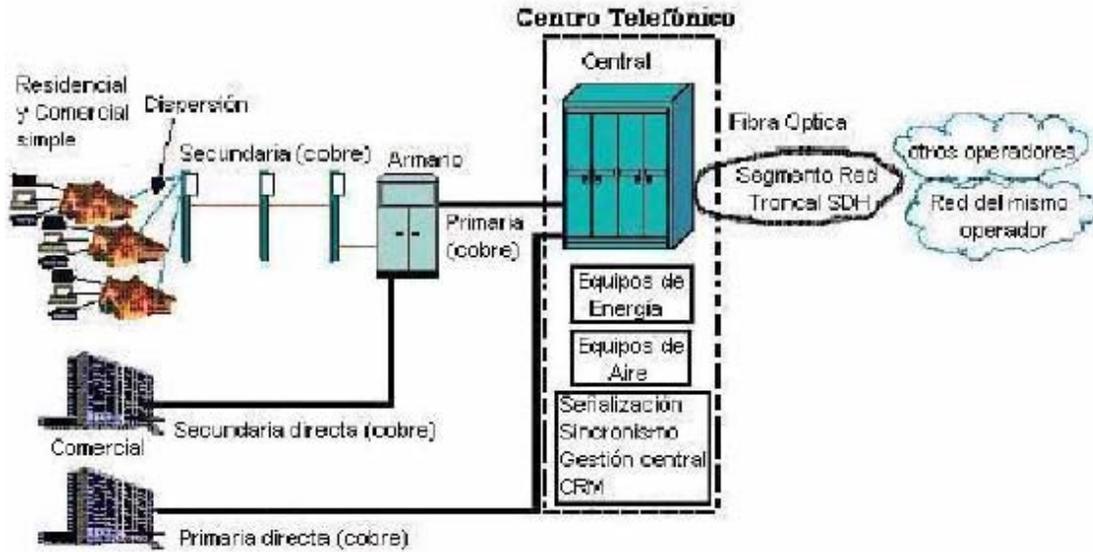


Figura III.3.c. Diagrama esquemático de red telefónica básica fija.



Figura III.3.d. Postes y Armarios utilizados en la red pública telefónica de Telmex.

III.3.1 MÓDULO DE ACCESO

En el módulo de acceso se deben de considerar el rango de cobertura mínimo para cumplir con las normas de calidad, para este caso se considera un cuadrilátero de 32 kilómetros cuadrados. El centro telefónico se debe de ubicar al centro de este cuadrilátero, garantizando un cubrimiento homogéneo del área de cobertura. En la siguiente figura (III.3.1.a), se muestran los segmentos de red primaria, red secundaria y red de dispersión que conforman la red de acceso.

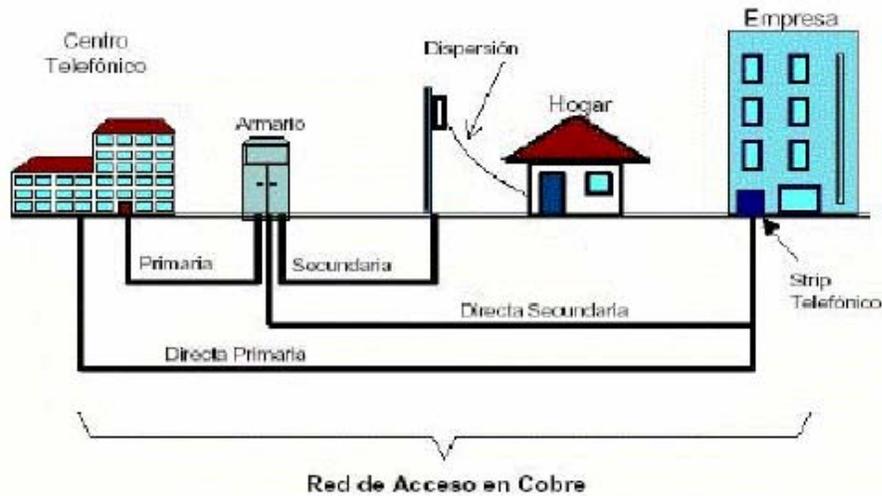


Figura III.3.1.a. Red de acceso en cobre.

III.3.2. SEGMENTO DE RED PRIMARIA

Este segmento está comprendido por los puntos de conexión de las Regletas de Distribución General (Main Distribution Frame MDF) y los puntos de conexión en las regletas del armario telefónico. Esta área de cobertura se subdivide en segmentos rectangulares de 80,000 m² denominados área de distrito, cada distrito correspondiente a un armario de 300 pares primarios, como se muestran en la figura (III.3.2.a).

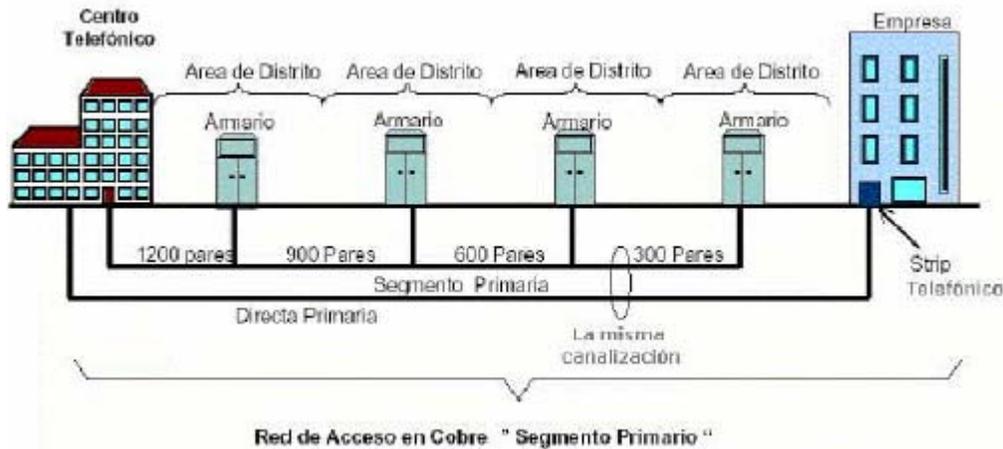


Figura III.3.2.a. Segmento primario de la red de acceso en cobre.

Con estas consideraciones recopilamos los siguientes datos:

Central Telefónica: área de cobertura 36 km²

Armario: área de distrito 80,000 m²

Dentro de un área de cobertura, se proyectan 450 distritos, con un armario de 300 pares primarios en cada uno. Si cada distrito atiende hipotéticamente 8 manzanas con 36 casas cada una y una línea telefónica por cada casa, se tienen 288 líneas por distrito es decir que cada central proyectada atiende: $288 \times 450 = 129,600$ líneas.

Se usan cables primarios de 2400 pares, los que van distribuyendo en pares a medida que van alimentando a los armarios de 300 pares de cada distrito. El número de cables (NC) que salen del centro telefónico esta dada por la relación entre el número de líneas a instalar (N) y el número de pares por cable primario (CP).

$$NC = N / CP = 129600 / 2400 = 54 \text{ cables de 2400 pares.}$$

Se utilizan cables primarios de 2400, 1800, 1500, 1200, 900, 600 y 300 pares, todos distribuidos mediante canalización subterránea, las cámaras se ubican cada 50 metros o por medio de postes telefónicos, como se muestra en la figura (III.3.2.b).



Figura III.3.2.b. Segmento primario en poste.

III.3.3. SEGMENTO DE RED SECUNDARIA

Este segmento esta comprendido entre los puntos de conexión del armario y los puntos de conexión en las cajas de dispersión de 10 pares instaladas en los postes, ver figura (III.3.3.a). Se utilizan armarios de 1200 pares cableados con 300 pares primarios y 400 secundarios. Considerando un armario por cada distrito, se requieren de 450 armarios para el área de cobertura.

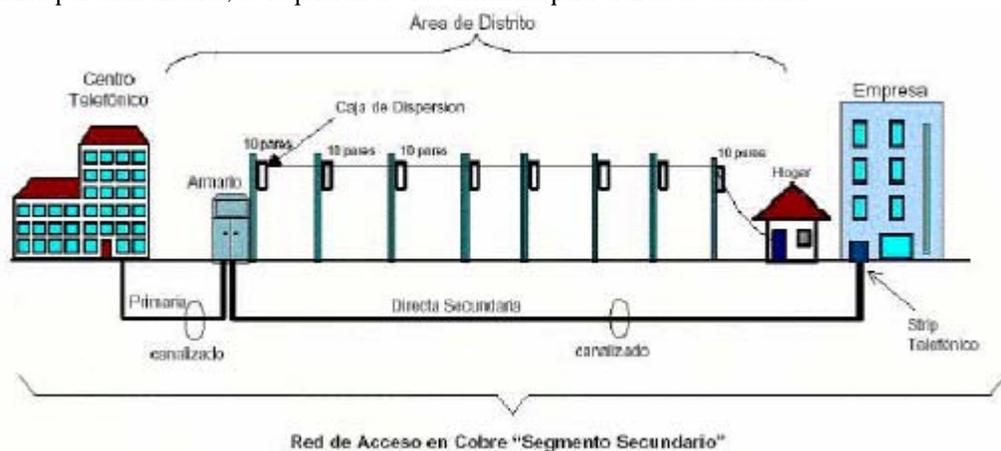


Figura III.3.3.a Segmento secundario de la red de acceso en cobre.

Se utilizan cables de 200, 150, 100, 80, 30 y 20 pares para distribución de la red secundaria en cada distrito. Del armario salen dos canales de 200 pares. En cuanto al criterio utilizado para la

ubicación de los postes, estos se instalan cada 50 metros, por lo que para cada área de distrito se proyectan 40 postes.

III.3.4. SEGMENTO DE DISPERSIÓN

Este segmento esta comprendido entre la caja de distribución localizada en el poste y el punto de conexión en la caja mural (STRIP telefónico) en el lado del cliente, ver figura (III.3.4.a). La utilización de las cajas es del 80 %, es decir 8 pares por cada 10 pares, con acometidas de no más de 60 metros.

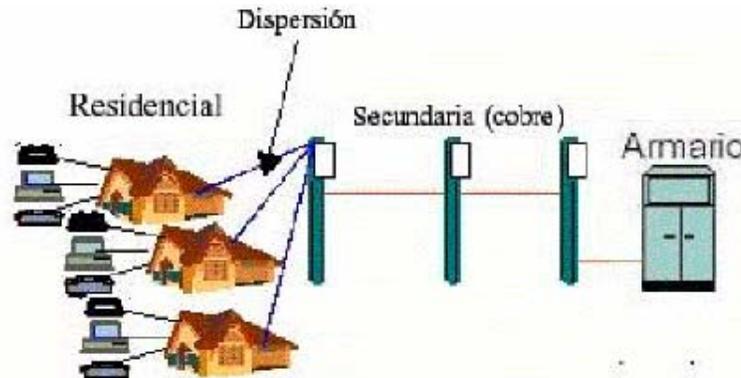


Figura III.3.4.a Segmento de dispersión de la red de acceso en cobre.



Figura III.3.4.b. Nodo de Servicio de Línea Telefónica en el segmento de dispersión.

Para el caso del cliente con requerimientos en cantidad de líneas que superen las 10 en un mismo punto de conexión, se definen los segmentos primarios y secundarios directos en cobre, que hacen referencia a la distribución directa desde la central al strip telefónico del cliente que se muestra en las figuras (III.3.4.b) y (III.3.4.c).



Figura III.3.4.c. Segmento de dispersión de poste a casa habitación donde se encuentra el equipo terminal.

III.3.5. SEGMENTO PRIMARIO DIRECTO EN COBRE

Esta comprendido en los puntos de conexión (del lado de la calle) de las regletas del distribuidor General (MDF) y el strip telefónico en el lado del usuario, sin pasar por el armario, postes o cajas de distribución. Este segmento es totalmente canalizado con cámaras de 50 metros, como se muestra en la siguiente figura (III.3.5.a).

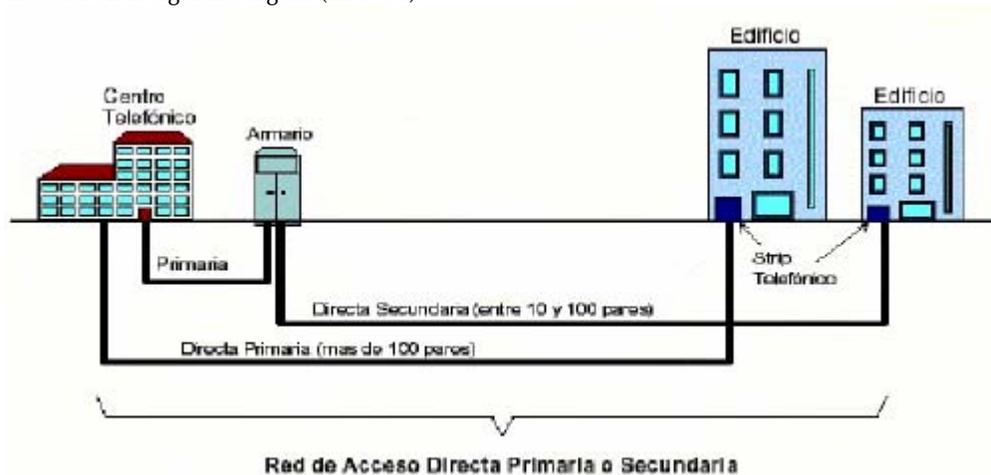


Figura III.3.5.a. Red de acceso directa en cobre

Se utiliza este tipo de accesos para aquellos casos en que un mismo cliente asociado a un mismo strip telefónico supere la demanda de 100 líneas.

III.3.6. SEGMENTO SECUNDARIO DIRECTO EN COBRE

Esta comprendido entre los puntos de conexión del armario y el strip telefónico del lado del usuario, sin pasar por los postes ni cajas de dispersión. Este segmento es totalmente canalizado con cámaras de 50 metros de separación. Se utiliza este tipo de acceso para aquellos casos en que un cliente asociado a un mismo strip telefónico tenga una demanda de 10 y 100 líneas telefónicas.

Para el caso de clientes con red secundaria directa, y para distancias que no superen los 3 kilómetros desde la central telefónica. Se puede implementar el uso de la tecnología HDLS para instalar 30 líneas utilizando uno o dos pares de cobre.

III.4 LÍNEA DE ABONADO

El término de línea de abonada o suscriptor hace referencia al cliente que contrató el servicio telefónico, viéndolo desde el punto de vista administrativo el cliente paga una renta y los servicios de manera periódica dependiendo de la operadora que da el servicio, por lo cual se le asignó el término línea de abonado. Este término era muy usado para referirse a la línea del usuario, pero actualmente la tecnología digital a creando nuevas alternativas en el área de las redes de comunicación, de aquí es donde se origina el término de línea de abonado digital.

La línea de abonado digital (DLS) es una tecnología de transmisión alámbrica que transmite datos e información de manera más rápida sobre las líneas telefónicas de cobre que ya están instaladas en hogares y en empresas. El servicio de teléfono tradicional conecta a su hogar o empresa a una oficina de las operadoras que prestan o rentan el servicio de telefonía por medio de cables de cobre. Un modem DLS accede a la información a las oficinas centrales de la compañía de teléfono local, donde un Multiplexor de Acceso Digital (DLSAM por sus siglas en inglés), transmite la señal de la línea telefónica de cobre a una infraestructura de base de red (Backbone), y finalmente a Internet. Con este acceso veloz a Internet que usa la tecnología de transmisión DLS, no hay necesidad de marcar número telefónico como con un módem tradicional, este servicio permite a los consumidores tener una conexión siempre lista y dedicada a Internet.

Existen diversas clasificaciones para líneas de abonado como pueden ser:

- **Línea de Abonado Digital Simétrica (SDLS).** Se usa principalmente para las aplicaciones comerciales como conferencias de video. El tráfico del usuario en la red es tráfico de subida, y la red del usuario es el tráfico de bajada cuando el caudal de datos en ambas direcciones es igual y se le llama servicio simétrico.
- **Línea de Abonado Asimétrica (DLSA).** Es usada principalmente por los usuarios residentes que reciben muchos datos pero que no mandan mucha información, como lo son los navegadores de Internet. La conexión DLSA proporciona una velocidad más rápida en la dirección de bajada (de la oficina de la central telefónica al sitio del abonado) que de subida (del sitio del abonado hasta la central telefónica). Cuando el caudal de datos de subida es menor que el de bajada, se le llama servicio asimétrico.
- **Línea de Abonado (ISDN).** Esta proporciona una conexión simétrica con una red Digital de Servicios Integrados. Y esta diseñada para extender DLS a lugares distantes de una oficina central de telefonía.
- **Línea de Abonado Digital Veloz (HDLS).** Proporciona acceso fijo simétrico a una gran velocidad de T1 (1.5 Mbps), y están diseñadas para fines comerciales.
- **Línea de Abonado Digital de Velocidad muy Veloz (VDLS).** Proporciona tanto acceso simétrico como asimétrico con un caudal de datos muy alto usando líneas de cobre. Actualmente su utilización es muy limitada.

Los abonados acceden a través de canalizaciones subterráneas (ductos) o sistemas de dispersión por medio de postes al repartidor principal (MDF), que permite la conexión física del lazo de abonado con las unidades de terminación de líneas de abonado (SLTU) de la central, ver figura

(III.4.a). Las SLTU realizan las funciones de terminación de línea de abonado analógico como son: alimentación eléctrica de la Terminal, protección contra picos de tensión, detector de actividad en la línea, extracción de señalización de línea y conversión de A/D.

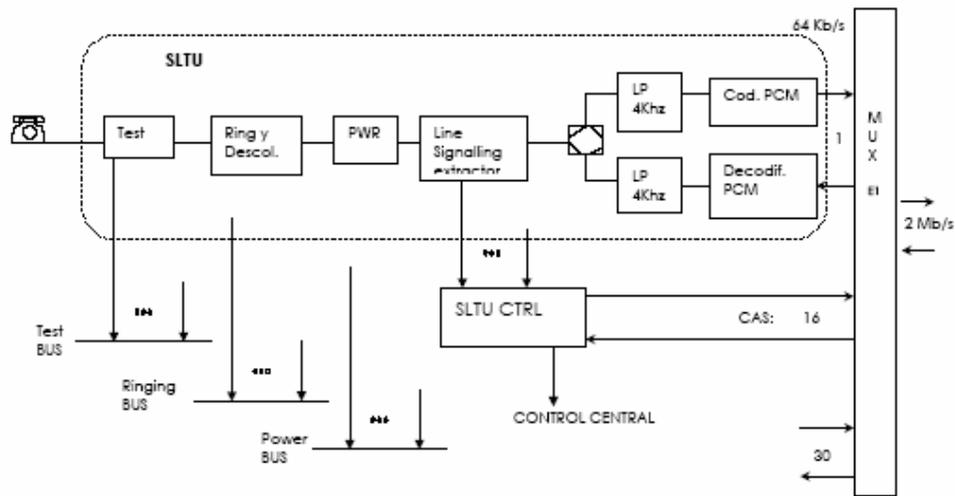


Figura III.4.a. Componentes de una línea de abonado.

Las líneas de SLTU se agrupan en señales de E1 de 2 Mbps o (T1 de 1.5) mediante la etapa de multiplexación (MUX). La señalización para cada una de las líneas se envía a las unidades de control de SLTU (SLTU CTRL), que se encuentra conectado con la unidad central de control. Los canales agrupados en E1 pasan a una etapa de concentración, a cuya salida se montan nuevas tramas de E1 con los canales de activos. Los equipos que controlan la señalización de multifrecuencias (utilizan una marcación) como abonados tenga la central.

III.5 CENTRAL TELEFÓNICA

La función de una central analógica y digital son básicamente las mismas, pero varían en la capacidad de comunicación y en el número de servicio que ofrecen así como en la velocidad de transmisión. Una central, tanto analógica como digital, en su definición está integrada por un sistema de conexión de líneas de abonado, una red de conmutación, un sistema de enlaces y auxiliares, así como procesadores en centrales digitales (marcadores en analógicas), todo lo cual se describe a continuación:

El sistema de conexión de líneas de abonado conecta las líneas entre abonados o subscriptores, y detecta el cuelgue y descuelgue del auricular. El equipo analógico se limita únicamente a la transmisión de voz.

La red de conmutación establece los trayectos internos de la central hacia los dispositivos de salida y permite la distribución de los tonos; sólo que en una central analógica esto toma un tiempo aproximado de 24 segundos, en una digital se hace en microsegundos, ya que en la primera se usan selectores de coordenadas electromagnéticas, y en la segunda, micro componentes de circuitos integrados en los que se puede almacenar hasta un millón de unidades de información.

El sistema de enlaces auxiliares permite la conexión hacia y después de otras centrales a través de circuitos troncales para el establecimiento de comunicación. En una central analógica la voz es convertida en un corriente analógica a ella, que la sigue en todas y cada una de sus modulaciones para

reproducirlas en el audifono, por lo que se eleva la incidencia de cruce de llamadas; en cambio, en la digital la voz es codificada en forma binaria (presencia o ausencia de impulsos eléctricos) antes de ser enviada y reconstruida en el aparato; es decir, la señal sale en forma digital, por lo que no ocurren cruces ni interferencias. Además, en este sistema se pueden transmitir 30 conversaciones al mismo tiempo y no se tiene pérdida de atenuación (nivel de voz) como ocurre en las analógicas.

Los procesadores son la parte modular y pensante de una central digital, como los marcadores en una analógica. Las funciones de ambos son casi las mismas pero se diferencian en que el equipo analógico los relevadores tiene una cierta secuencia de operación que va haciendo las funciones de interconexión, identificación, detección de dígitos y manejo de frecuencia establecida; en cambio en los procesadores digitales, el técnico puede variar la frecuencia de acuerdo al tipo de prueba, además que el proceso de mantenimiento se facilita, ya que el equipo proporciona facilidades de supervisión en forma centralizada y remota, así como de operación. Por ello cualquier falla que se presente se puede corregir accediendo a una Terminal, lo cual es imposible en una central analógica en la que el técnico físicamente revisa las fallas guiándose de un instructivo y un diagrama de circuitería a diferencia de la digital que maneja más bien un concepto.

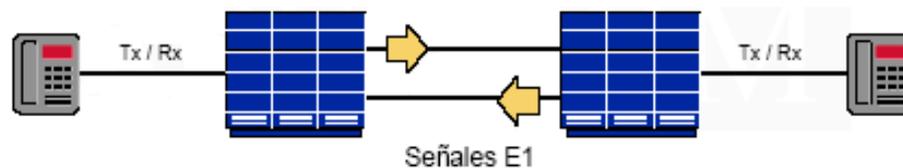


Figura III.5.a. Comunicación entre centrales Telefónicas.

La central telefónica es el lugar donde los abonados son conectados directamente, es aquí donde se realizan las funciones de enrutamiento de llamadas y control de tráfico. Una central se puede comunicar con otra central, como se mostró en la figura (III.5.a), al comunicarse entre centrales se puede realizar mediante señales que utilizan estructuras de sistemas E1 y algunos sistemas de señalización como son el R2 o SS7. Esta comunicación entre centrales es trasladada por medios de cable, fibra óptica, radió o satélite. Y la comunicación de las centrales con los abonados se realiza por medio de la RDSI.

III.6 CENTRAL TELEFÓNICA DE CONMUTACIÓN

La central telefónica de conmutación es la encargada de atender las solicitudes de conexiones provenientes de los abonados y /o las centrales o redes telefónicas, mediante el análisis del número marcado por el usuario, encaminar el tráfico hacia su destino, el cual puede terminar en la misma central o ser enrutado hacia otras centrales o redes.

Modelo Central de Conmutación y Nodos Remotos.

La figura (III.6.a) muestra la relación entre los principales sub – módulos que conforman este modelo:

- ☞ Acceso
- ☞ Señalización
- ☞ Conmutación
- ☞ Control

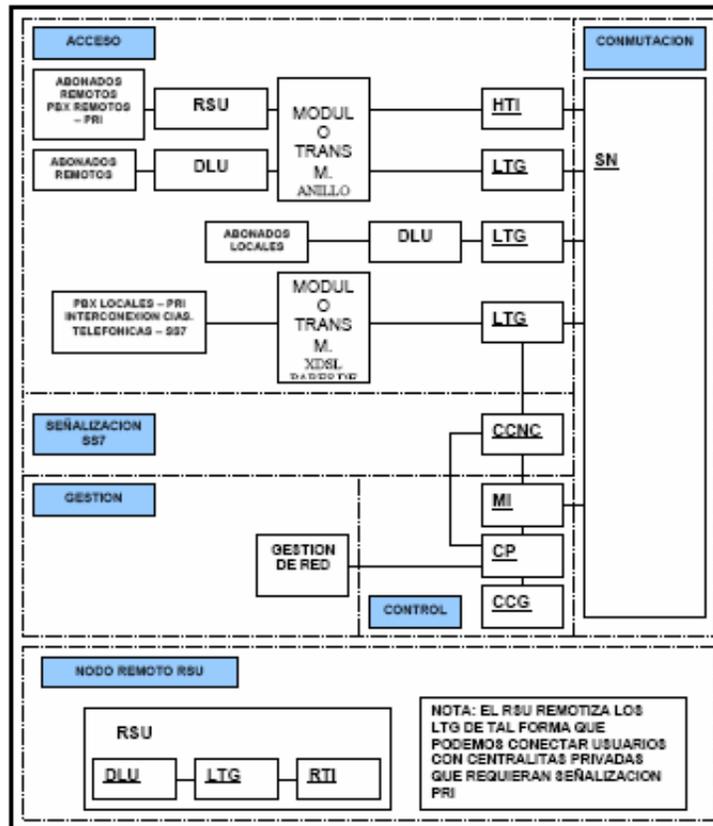


Figura III.6.a. Modelo de una Central de conmutación y Nodos remotos.

Sub Módulo de Acceso

El sub módulo de acceso esta dividido en cuatro tipos de accesos:

- Acceso RSU Remoto, permite el acceso a abonados remotos y PBX con señalización PRI.
- Acceso DLU Remoto, permite el acceso a abonados remotos.
- Acceso DLU Local, permite el acceso a abonados locales del PTR.
- Acceso LTG, permite el acceso a PBX con señalización PRI y la interconexión en SS7 con otras compañías telefónicas.

Estos tipos de accesos se clasifican en:

Accesos de abonados (Residenciales, comercios simples, enlaces como los nodos comerciales, enlaces E1).

Acceso Troncal (interconexión con otras compañías).

En 1925 apareció la primera central de conmutación digital la ESS (Electronic Switch System) culminó un proyecto de 10 años de duración el cual surgió a la raíz del descubrimiento del transistor a principios de los años 50, aunque no era un conmutador digital en su totalidad si utilizaba una arquitectura SPC (Stores Program Control) ver figura (III.6.b), donde un programa dirigía el funcionamiento del conmutador, permitiendo algunas características como marcado rápido, o reenvío de llamada que exigía el uso de memorias. Y no fue hasta principios de los 70 que se desarrollaron las

primeras centrales totalmente digitales, orientadas a llamadas de tránsito, y que eliminaba la necesidad de conversión de A/D para la transmisión. Las centrales digitales no se popularizaron como las centrales locales de abonado, con un coste económico razonable, hasta el principio de los 80, con equipos como AXE10 o E10 que son utilizados hoy en día.

Las principales ventajas de SPC son:

- ▶ Flexibilidad (el programa de control puede ser actualizado).
- ▶ Facilidades para el abonado. Con transferencias de llamadas o remarcado automático.
- ▶ Simplicidad de la administración, mantenimiento y gestión de la red.
- ▶ Uso potencial para otros servicios como la transmisión de datos.

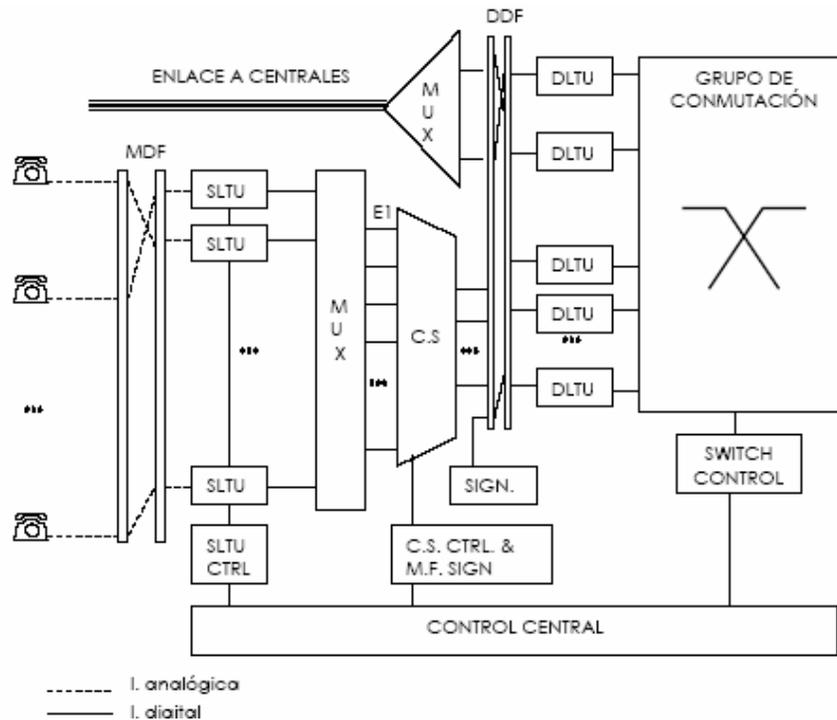


Figura III.6.b. Esquema de una central SPC.

Las principales funciones que realizan son: conversión de código de línea a binario, alineación de la trama, inserción terminación de la transmisión (características eléctricas de la señal).

El grupo de conmutación esta formado por bloques que contienen matrices S, que realizan conmutaciones espaciales y matrices T de conmutación temporal.

- ▶ Conmutación espacial: permite conectar un cierto número de intervalos de tiempo (time slot) de cualquier canal de entrada con dicho intervalo de tiempo en cualquier canal de salida. Consiste en un conjunto de puntos de cruce que se puede seleccionar, estableciendo un camino físico entre la entrada y la salida, como se muestra en la siguiente figura (III.6.c).

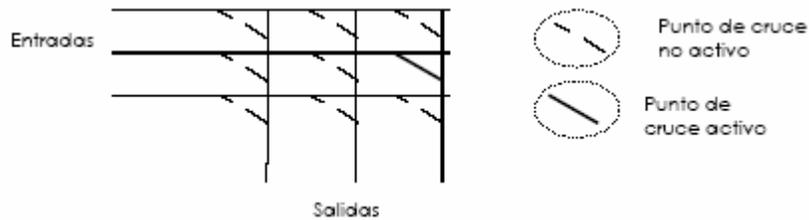


Figura III.6.c. Conmutación espacial.

- Conmutación temporal: permite intercambiar dos intervalos de tiempo diferentes, como se muestra en la siguiente figura (III.6.d).



Figura III.6.d. Conmutación temporal.

Las funciones de mantenimiento son necesarias para asegurar la disponibilidad del servicio telefónico, componentes operacionales como supervisión, detección y recuperación de fallos o mensajes error y alarmas programadas. Todas estas funciones se colocan en un centro de mantenimiento y centro de operaciones, que necesitan enviar o recibir datos de cada uno de los equipos que componen la red, dando lugar a la existencia de una red de gestión.

Sintetizando, la conmutación es el proceso de establecer y supervisar conexiones de circuitos entre dos usuarios de una red telefónica.

III.7 RED CONMUTADA

Red DDD (Marcado Directo a Distancia). Las redes DDD se pueden dividir en cuatro secciones principales: instrumentos, matrices de conmutación, lazos locales y circuitos troncales.

Un instrumento o teléfono es un dispositivo que se utiliza para originar y recibir señales. A un instrumento se llama con frecuencia equipo de estación, y el lugar del instrumento se llama estación.

Una matriz de conmutación es una matriz programada que proporciona una trayectoria temporal de señal.

Un lazo local es la trayectoria de transmisión dedicada entre un instrumento y la matriz de conmutación más cercana.

Un circuito troncal es una trayectoria de transmisión entre dos matrices de conmutación.

Las matrices de conmutación están en las oficinas centrales de las operadoras que prestan servicio de comunicación y se clasifican como locales, de dos secciones o suburbanas. Una matriz de conmutación local da servicio a un área limitada. El tamaño del área queda determinado por la cantidad de teléfonos que se necesiten o se deseen en determinada zona geográfica. Las operadoras que prestan servicios de comunicación llaman central de área a esas áreas. Una central de área es una

matriz de conmutación. El subscriber, es el operador o el usuario del Teléfono. Un subscriber es el cliente o abonado de la compañía de servicio de comunicación y esa persona es la que hace la llamada.

Un número telefónico esta conformado por ocho dígitos para el caso del Distrito Federal y sus alrededores, aunque no es el mismo número de dígitos para el resto de la república. Los primeros cuatro forma el prefijo, y los últimos cuatro son el número de la extensión. Cada extensión puede abarcar 10,000 números telefónicos (del 0000 al 9999). La capacidad de un matriz de conmutación esta determinada por la capacidad de prefijos a los que da servicio. La matriz de conmutación local proporciona un cable de dos hilos (lazo local) a cada número telefónico al que da servicio.

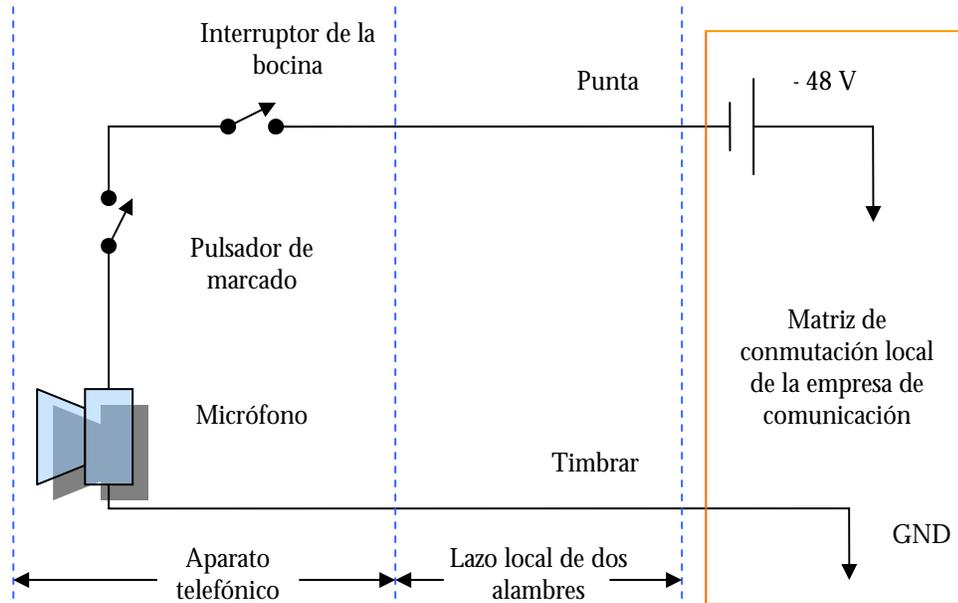


Figura III.7.a. Red Conmutada.

Al conductor se le llama punta y al otro timbre. El extremo del lazo que da a la estación termina en un teléfono. Y la matriz de conmutación aplica un voltaje de -48V de corriente directa a la punta y una tierra al timbre de cada lazo, como se mostró en la figura anterior (III.7.b). Este voltaje de corriente directa es para la señalización de supervisión, y funciona con una batería para el micrófono del teléfono. Algunos ejemplos de señalización de supervisión son colgados, descolgado y discado.

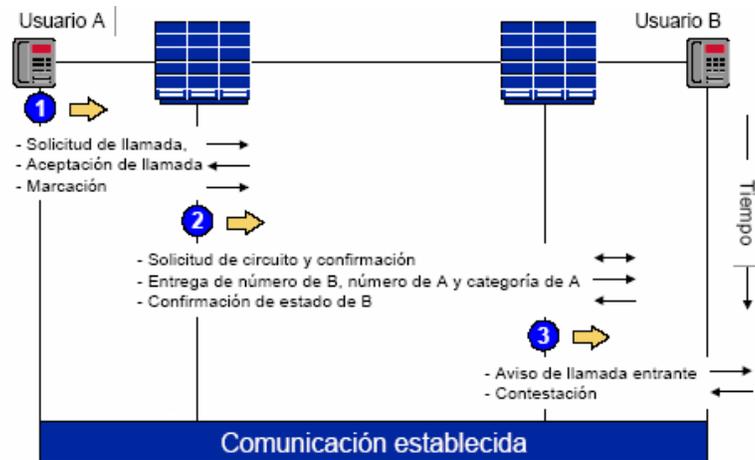


Figura III.7.b. Modelo de establecimiento de una llamada.

Cuando un suscriptor pasa a descolgado (levantando el teléfono de su base) se suelta un interruptor, poniendo en corto la punta y el timbre del lazo, a través del micrófono del teléfono. La matriz de conmutación detecta una corriente directa en el lazo, la cual reconoce como condición de descolgado; a este procedimiento se le llama operación de inicio de lazo: el lazo se cierra para indicar que no hay condición de descolgado. La matriz de conmutación responde con un tono audible de marcar. Al escuchar el tono de marcar, el suscriptor marca el número del teléfono de destino.

El marcado se logra cerrando interruptores (impulsos discados) o con señalización de toque. El marcado es la interrupción de la corriente directa del lazo mediante un mecanismo de marcado en el teléfono. Cada teléfono está equipado con botones en los cuales hay ocho osciladores de tono. En la señalización con botones, dependiendo del dígito que se oprima, el teléfono produce dos de las ocho frecuencias de tono.

Una vez ya marcado todo el número solicitado, la matriz de conmutación busca una trayectoria de señal a través de ella, haciendo un lazo asociado con el número solicitado. Una vez ya identificada la trayectoria de señal y que ubica el lazo de destino, hace una prueba al lazo para verificar la condición de ocupado. Si el lazo de destino está ocupado, la matriz de conmutación manda una señal de ocupado al lazo llamador.

Una señal de ocupado es un zumbido de 60 ppm. Si el lazo destinado está desocupado, la matriz de conmutación aplica una señal de timbrador de 110V de corriente alterna de 20 Hz. Un ciclo característico del timbrador es 2 segundos encendido, 4 segundos apagados. Cuando contestan el teléfono de destino (se descuelga), la matriz de conmutación termina la señal de timbrado y cierra, a través de ella, la trayectoria de conmutación entre los dos lazos.

La trayectoria de la señal por la matriz de conmutación se mantiene mientras ambos lazos estén cerrados. Cuando algunos de los instrumentos pasan al estado de colgado, se interrumpe la trayectoria de la señal.

En el caso de que el número llamador y el número llamado no reciben servicio de la misma matriz de conmutación. Por lo general una comunidad sólo tiene el servicio de una sola operadora de telefonía, actualmente actúan varias compañías a la vez; más adelante explicaremos como se realiza la interconexión entre diferentes proveedoras de servicio. La comunidad es dividida en zonas, cada zona recibe el servicio de una matriz de conmutación diferente. A la cantidad de zonas establecidas en determinada comunidad queda determinada por la cantidad de estaciones a las que se les da servicio y de su densidad. Si un suscriptor desea llamar a una estación en otra zona, se requiere del mínimo de dos matrices de conmutación. La estación llamadora recibe supervisión de descolgado, y los pulsos de marcado se producen como ya se mencionó anteriormente. La matriz de conmutación en la zona llamadora reconoce que el prefijo del número telefónico está servido por otra matriz de conmutación. Existen dos formas como puede completar la llamada la matriz servidora de conmutación. Puede localizar un circuito troncal directo (entre oficinas) hasta la matriz de conmutación de la zona de destino o puede encapsular la llamada por un interruptor de dos secciones. Un interruptor de dos secciones es el interruptor del interruptor. En una matriz de conmutación para interconectar matrices de conmutación.

Los circuitos troncales que terminan en interruptores de dos secciones se usan para interconectar las matrices de conmutación. A estos circuitos que terminan en interruptores de dos secciones se les llama troncales de dos secciones, o troncales en Tándem, ver figura (III.7.c). En el caso normal sólo hay circuitos troncales directos en zonas adyacentes. Si una llamada debe de pasar a través de más de una zona, se debe de usar un interruptor de dos secciones. Si no hay troncales directas entre las matrices de conmutación de origen y de término, y si no hay un interruptor común de dos secciones, la llamada se clasifica como llamada suburbana o de larga distancia y no se puede completar tal como se marcó. Las llamadas de larga distancia implican cuotas adicionales, y el número marcado

debe de estar precedido de un número especial al inicio, marcando la solicitud de un número fuera de la zona en la que se hizo la llamada.

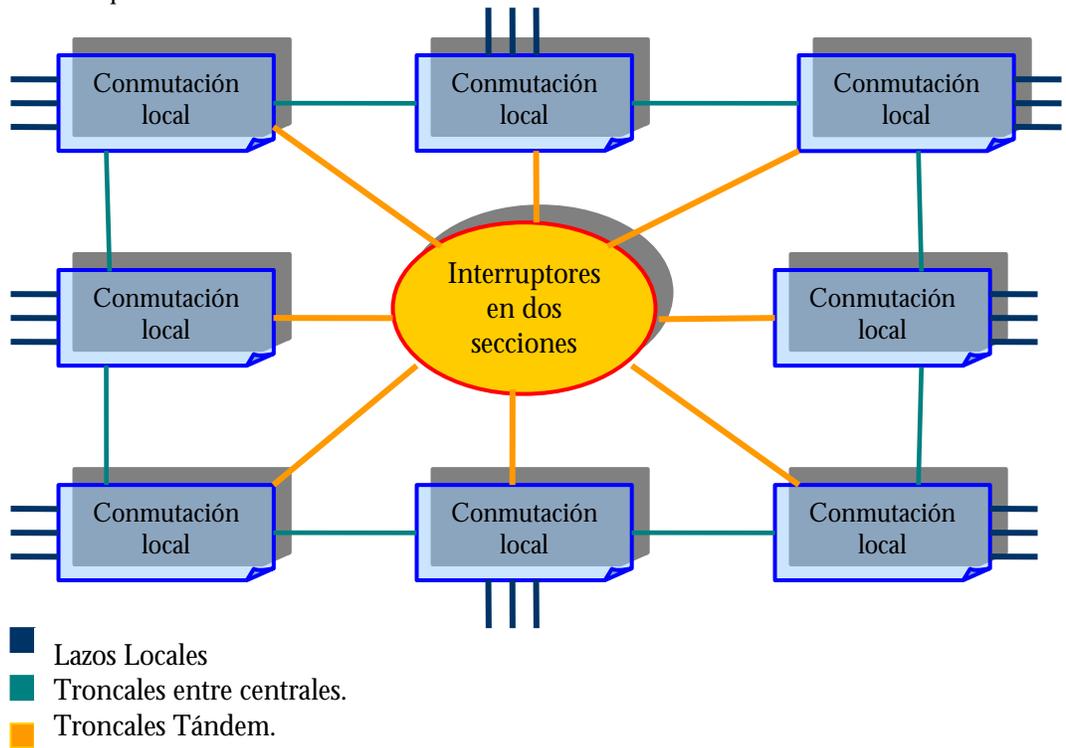


Figura III.7.c. Sistema telefónico público mostrando el uso de un interruptor en dos secciones para facilitar las llamadas íter zonales.

El número prefijo identifica que matriz de conmutación específica da servicio a una estación. Existen cinco rangos o clases de centros de conmutación. Desde la clasificación más alta hasta la más baja, son el centro regional, centro seccional, centro primario, centro interurbano y la oficina. Las matrices locales de conmutación se llaman oficinas externas (centrales). Todas las matrices de conmutación interurbanas son capaces de funcionar como interruptores de dos secciones hacia otras matrices íter urbanas, mediante una interconexión troncal interurbana o suburbana. El plan de conmutación incluye una jerarquía que permite cierto grado de selección de ruta óptima disponible en el momento de hacer la llamada. La ruta más óptima no siempre es la más corta; es la que requiere el menor número de matrices de conmutación, como se muestra en la siguiente figura (III.7.d).

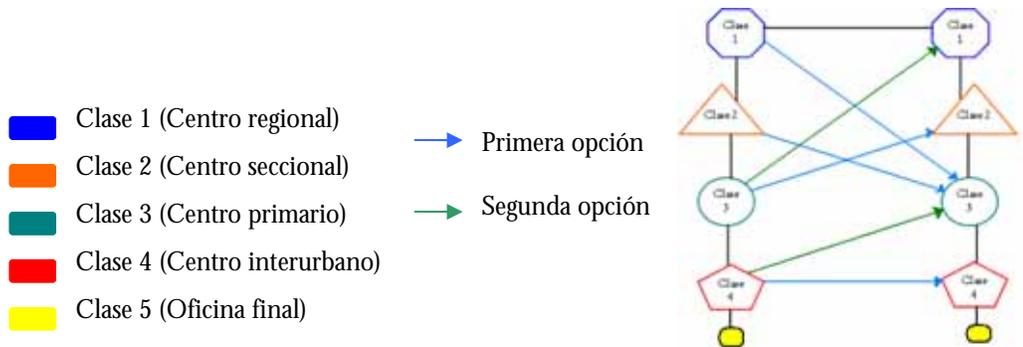


Figura III.7.d. Jerarquía de conmutación de telefonía pública, mostrando algunas opciones posibles de trayectoria para completar una llamada entre dos oficinas finales.

Si no se puede completar una llamada por no estar disponibles los circuitos troncales necesarios, la matriz de conmutación local manda una señal de equipo ocupado a la estación que llama. Esta señal de equipo ocupado se parece a la estación ocupada, pero si se repite con una frecuencia de 120 ppm. Con las traslaciones programadas en las máquinas de conmutación automática permite usar rutas alternas y como cada ruta incluye muchos circuitos troncales distintos, las probabilidades de usar las mismas instalaciones en llamadas idénticas es escasa. Esta es una desventaja obvia cuando se usa la red telefónica (PTN) para transmitir datos, porque se introduce inconsistencias en los parámetros de una llamada a otra.

Se puede necesitar de dos a nueve instalaciones separadas en Tándem (en dos secciones), para completar una llamada telefónica.

Como los deterioros de transmisión son aditivos, es posible que los parámetros generales de transmisión de conexiones telefónica establecidas a través de una red pública conmutada pueden ser menores que la normal. Como las rutas de transmisión varían de una llamada a otra, se dificulta compensar los deterioros en la línea. Los abonados suscriptores a la red pueden adquirir un lazo dedicado, de su estación hasta la matriz de conmutación más cercana. El suscriptor puede utilizar las instalaciones solo durante la llamada, y otros abonados de la red pueden tenerlas a su disposición después. A estas instalaciones temporales se les llama Troncales de uso común, por que se comparten entre todos los abonados o suscriptores de la red.

Los estados transitorios de conmutación asociados con las matrices de conmutación son otras de las desventajas de usar una red pública conmutada para transmisión de datos. Las matrices de conmutación más antiguas eran electromagnéticas, se usaban contactos de relevadores mecánicos para establecer una trayectoria de la señal. Los cierres de estos contactos en las máquinas de conmutación inducían interferencias estáticas que se pasaba a las trayectorias de la señal adyacentes. La electricidad estática causaba ruidos de pulsos que producían errores en la transmisión de datos. Actualmente se han cambiado este tipo de dispositivos mecánicos por sistemas electrónicos los cuales generan menos interferencias electromagnéticas estos sistemas son conocidos como (ESS electronic switch system).

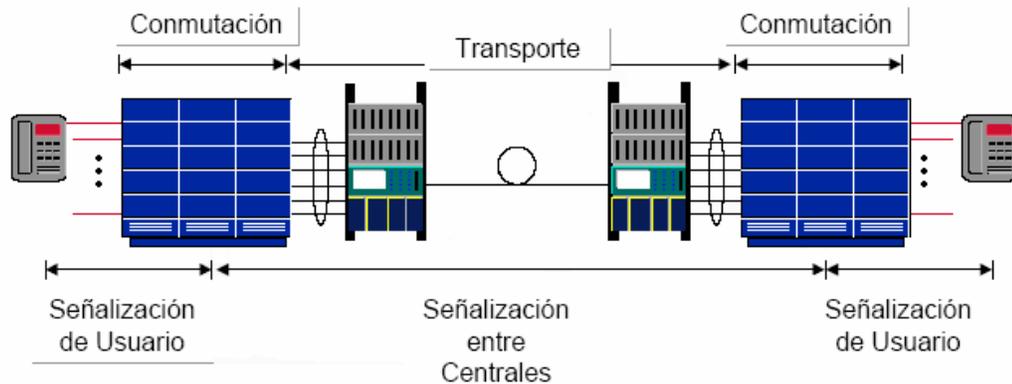


Figura III.7.e. Diagrama de la arquitectura de conmutación entre centrales.

Como se muestra en la figura anterior (III.7.e), las rutas de enlaces de transmisión entre máquinas de conmutación son con mucha frecuencia, sistemas de portadoras: enlaces por microondas, cables coaxiales o portadoras de tipo digital. Los enlaces por microondas y los cables coaxiales usan portadoras analógicas, y se acoplan a la C. A. En consecuencia no se pueden usar las técnicas tradicionales de supervisión y de pulsos con C. D.

Para estos casos se ha inventado un método alternativo de cómo transferir señales de supervisión, que usan tonos de frecuencia única (SF). Un circuito troncal inactivo tiene presente un tono SF de 2600 Hz en ambas direcciones. Cuando ocurre una señal de descolgado, en cualquiera de

los extremos se indica por la ausencia de la SF. La estación receptora reconoce la señalización de descolgado quitando la frecuencia de SF de la dirección contraria.

Para esto existen dos tipos de marcación, se puede pulsar encendido o apagado el tono SF de modo que represente el número marcado, o se puede utilizar el método de señalización llamado señalización de multifrecuencias (MF). El método de MF es una clave de 2 o 6 parecidas al tono de toque; sin embargo, las frecuencias de tono de MF son mayores, y se transmiten con mucha mayor rapidez. El tono de toque y el MF son compatibles. Las portadoras T digitales usan métodos totalmente distintos para transmitir información de supervisión.

III.7.1. TRONCALES

Las troncales son enlaces o circuitos que unen a dos equipos de conmutación como por ejemplo: una central telefónica a otra central telefónica, de una central telefónica a un PABX o de una central telefónica a un sistema multilínea, ver figuras (III.7.1.a) y (III.7.1.b).

Existen dos tipos de enlaces de troncales, las troncales analógicas y las troncales digitales (E1 = 30 troncales digitales).

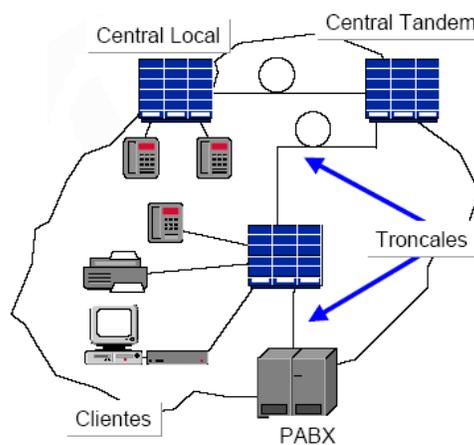


Figura III.7.1.a. Diagrama de una red telefónica referida a las troncales.

Se puede usar el término de troncal (truck) para referirse a varias troncales.

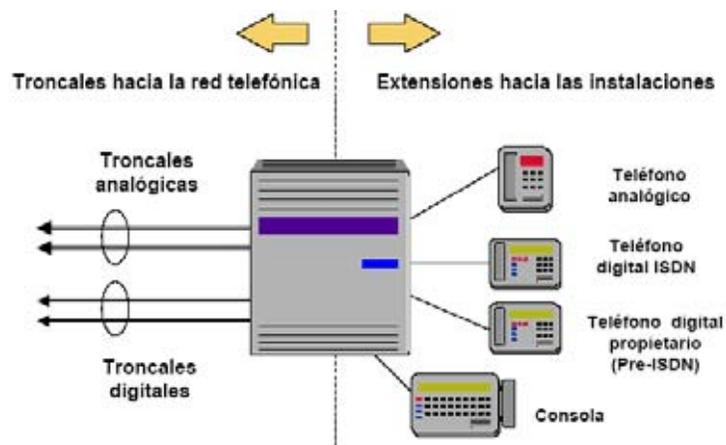


Figura III.7.1.b. Troncales y sus extensiones.

III.8 PBX

En sus inicios una persona conectaba manualmente los cables para establecer comunicaciones en lo que era conocido como PMBX (PBX manual), ver figura (III.8.a). Este dispositivo fue remplazado por un dispositivo electromecánico automático y sistemas electrónicos de conmutación llamados PABX (PBX automático) que desplazaron al PMBX hasta hacerlo casi inexistente, entonces los términos PABX y PBX se convirtieron en sinónimos.



Figura III.8.a. Operadoras conmutando llamadas manualmente.

PBX significa Sucursal de Intercambio Privado y el uso de un PBX evita conectar todos los teléfonos de una empresa de manera separada a la red telefónica local pública (PSTN), enviando a su vez que se tengan que tener una línea propia con cargos mensuales y salida de llamadas hacia la central telefónica que regresan nuevamente para comunicarse internamente. Tanto como el fax y el módem, o grupos de teléfonos, u otros dispositivos de comunicación pueden ser conectados a un PBX (aunque el módem puede degradar la calidad de la línea). Y generalmente estos dispositivos se relacionan como extensiones.

El dispositivo de PBX esta instalado frecuentemente en la empresa que requiere el servicio y conecta llamadas entre los teléfonos instalados ahí. Además tienen un número limitado de líneas externas disponibles para hacer llamadas al sitio. Las compañías con múltiples sedes pueden conectar juntos sus PBX a través de líneas Troncales. El servicio de PBX puede presentarse desde un equipo ubicado en el proveedor el cual da el servicio mediante la red de telefonía pública local conmutada. Las llamadas hechas hacia afuera en un PBX son hechas marcando un número (generalmente 9 ó 0) seguidos de un número externo, entonces una línea troncal es seleccionada automáticamente y sobre esta es completada la llamada.

Resumiendo un PBX es una matriz de conmutación de baja capacidad, donde los suscriptores se limitan. Para interconectar a las PBX se requieren líneas de acceso común y circuitos troncales. Sólo son comunes para los suscriptores de líneas privadas y no para toda la red telefónica pública.

Los equipos más comercializados son: Avaya, Alcatel, Comdial, Cisco, Ericsson, Fujitsu, Inter Tel, Mitel, NEC, Nortel, Panasonic, Samsung, Siemens AG, Shore Tel, Toshiba, Vertical, Vodavi, entre otros ofrecen equipos de PBX.

Algunas aplicaciones por las cuales fueron implementados los PBX fueron las creaciones de líneas secretariales, están compuestas por una sola línea telefónica, este funciona como un sub número que se encuentra antes del número final y permite tomar llamadas, avisarle a su superior y pasarle la

llamada. Además que este tipo de aparatos permita la comunicación entre el teléfono final y el sub número, como se muestra en la siguiente figura (III.8.b).

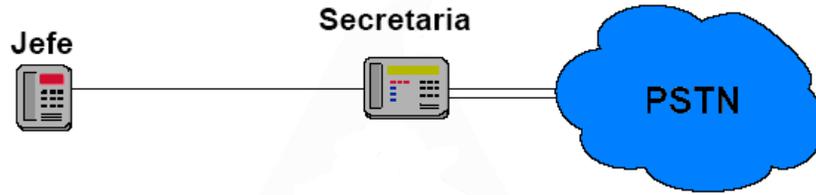


Figura III.8.b. Sistema de doble línea secretarial.

Existen otros tipos de configuraciones como lo son los aparatos de doble línea y estos realizan las mismas funciones que los aparatos secretariales o sub números, su diferencia esta en que el sub número tiene asignados dos números distintos. De aquí surgen los sistemas de multilínea que también son sistemas de conmutación para aplicación de voz. Este cuenta con troncales y extensiones, ver figura (III.8.c). Por lo general cuenta con tres a 16 extensiones típicamente.



Figura III.8.c. Sistema de PBX.

A consecuencia de la creciente necesidad de una gran cantidad de extensiones conectadas y registradas a un mismo número, surge esta necesidad del PBX que es la versión mejorada de un sistema multilínea. Hoy día existen muchos pequeños sistemas con estas características, como las que se muestran en la tabla (III.8.d).

Tipo de equipo	Líneas / Troncales	Extensiones (teléfonos)
Teléfono unilínea	1	1
Teléfono doble línea	2	2
Teléfono multilínea	3	8
Conmutador multilínea / KTS	3 - 24	4 - 150
Conmutador PABX	30 - 150	150 - 1000
Central telefónica	30 - 30,000	64 - 150,000

Tabla III.8.d. Capacidades de los equipos telefónicos.

III.9 LÍNEAS PRIVADAS

Otra de las alternativas existentes al ser suscriptor de una red pública conmutada, existe la opción de línea privada. Los suscriptores de líneas privadas rentan las instalaciones necesarias para un circuito completo. Estas instalaciones están conectadas con hilos en las oficinas del proveedor de servicio telefónico, y solo están a disposición del suscriptor. Los circuitos de líneas privadas son instalaciones dedicadas, privadas y rentadas. Se puede diseñar un circuito dedicado para que cumpla

con los requisitos del grado de voz, de una estación a otra; los parámetros de transmisión de extremo a extremo se fijan cuando se instala el circuito y permanece relativamente constante, los deterioros del circuito permanecerán relativamente constantes, y el suscriptor los puede compensar. Los circuitos de una línea privada tienen varias ventajas respecto a los de marcado.

- a) Disponibilidad.
- b) Mejor funcionamiento.
- c) Mayor confiabilidad
- d) Menor costo.

Con los circuitos de líneas privadas se rentan durante las 24 horas, siempre están disponibles para el suscriptor. En vista de que los parámetros de transmisión en un circuito de línea privada se garantizan de extremo a extremo, el funcionamiento general mejora y se establecen enlaces de comunicación más estables.

Los circuitos de líneas privadas en muchos casos son más económicos para algunas personas que usan la línea sólo una pequeña fracción de tiempo. Los circuitos de líneas privadas difieren de los de marcado solo por que están conectados en forma permanente, y no son necesarias las matrices de conmutación ni las troncales de uso común. El término de lazo local troncal tiene un significado distinto para los suscriptores privados. En un circuito de línea privada, un lazo local es una trayectoria de transmisión entre un instrumento y la oficina más cercana al proveedor de servicio telefónico, ver figura (III.9.a). El único cambio en la definición es la sustitución de oficina de servicio telefónico por la de matriz de conmutación.

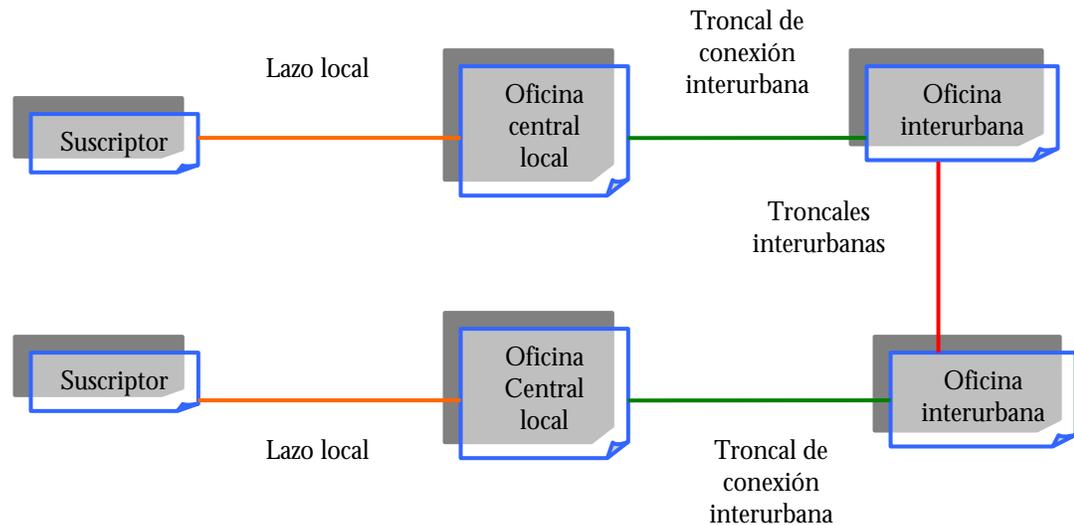


Figura III.9.a. Circuito simplificado de línea privada, mostrando los lazos y las troncales dedicadas, con conexiones permanentes en cada oficina (circuito de dos puntos).

Como ejemplos de ofertas de líneas privadas están:

- 1) Salida externa (FX, de Foreign Exchange).
- 2) Todo tipo de datos (FD, de Full Data).
- 3) Periodo completo (FP, de Full period).
- 4) Servicio para datos digitales (DDS, de Digital data service).

Los circuitos FX solo difieren de los suscriptores Mercado Directo a Distancia convencionales, los suscriptores en vez de rentar un lazo dedicado a la matriz de conmutación más cercana, rentan un

lazo a la matriz de conmutación que elijan. Esto les facilita las llamadas interurbanas sin costo a zonas específicas. Los circuitos FD son de cuatro hilos, dedicados y de datos, capaces de tener un funcionamiento dúplex a una velocidad de 9600 bps. Un sistema bancario local de cajeros automáticos es un ejemplo de este circuito. Los circuitos FP son de cuatro hilos dedicados y de voz. Un ejemplo de un circuito FP son los circuitos de altavoz, son los que usan los comercializadores en centros comerciales.

III.10 EL MODELO DE REFERENCIA "OSI"

El modelo de referencia OSI (Open System Interconnection), Interconexión de Sistemas Abiertos, es el principal modelo de referencia que existe para llevar a cabo las comunicaciones de red, su objetivo es la interconexión de sistemas entre diferentes fabricantes tanto de hardware como de software.

El modelo OSI es un modelo conceptual compuesto por 7 capas, cada una especificando funciones de la red específica. Fue desarrollado por la organización internacional de Estandarización (ISO, International Standard Organization).

El modelo OSI divide las tareas involucradas con el movimiento de la información entre elementos de la red en 7 grupos más manejables, como se muestra en la siguiente figura (III.10.a).

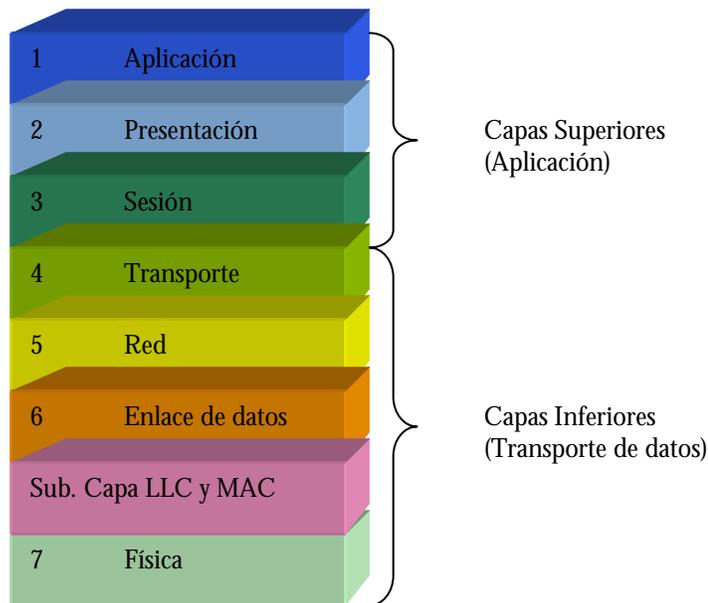


Figura III.10.a. Capas del modelo OSI.

Las siete capas del modelo OSI pueden dividirse en dos categorías:

- ☛ Capa superior: se ocupa de los temas que conciernen a las aplicaciones y generalmente se implementan solo en software. La capa de aplicación es la más cercana al usuario o abonado.
- ☛ Capas inferiores: Se ocupa de los temas que conciernen al transporte de datos. La capa inferior, la física, es la más cercana al medio físico de transporte, y es la responsable de colocar la información en dicho medio.

El modelo OSI proporciona un modelo conceptual para la comunicación entre redes, pero el modelo en sí mismo no es un método de comunicación. La comunicación real se hace posible utilizando protocolos. En el contexto de las redes de datos, un protocolo es un conjunto de reglas que indican como la computadora y equipos que utilizan la red, intercambian información sobre el medio de transmisión de la red. Un protocolo interpreta sus funciones en una o más de las capas del modelo OSI.

Existen una gran variedad de protocolos de comunicación, entre estos se encuentran los protocolos LAN, los protocolos WAN, los protocolos de red y protocolos de enrutamiento.

Los protocolos LAN operan en la capa uno y dos del modelo OSI, y definen la comunicación sobre los distintos tipos de medios LAN.

Los protocolos WAN operan en las tres últimas capas del modelo OSI y definen la comunicación sobre los distintos tipos de medios WAN.

Los protocolos de enrutamiento son protocolos de la capa de red y son los responsables del intercambio de información entre los enrutadores.

Finalmente, los protocolos de red son los protocolos de capas superiores que existen en cualquier suite de protocolos.

La interacción entre capas por lo general, cualquier capa del modelo OSI se comunica con otras tres capas: la capa directamente encima, la capa directamente de abajo y su capa igual en otro sistema de red, ver figura (III.10.b).

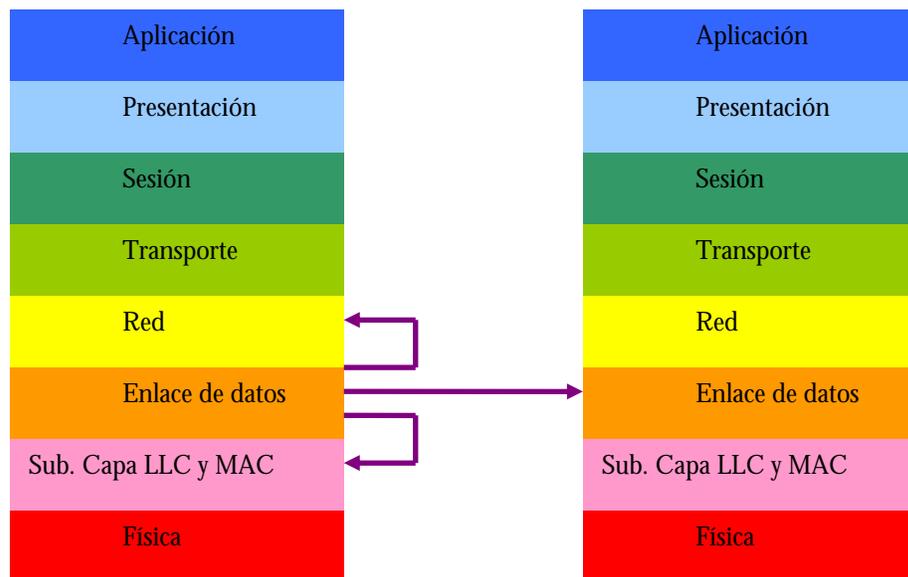


Figura III.10.b. Comunicación entre capas

Una capa del modelo OSI se comunica con otra capa para hacer uso de los servicios proporcionados por la segunda capa. Los servicios proporcionados por las capas adyacentes ayudan a las capas a comunicarse con sus capas iguales en otros sistemas. Para estos servicios se involucran tres elementos básicos.

- ▶ Los Servicios del abonado
- ▶ Los Servicios del proveedor
- ▶ Los puntos de Acceso de Servicio, (Service Access Points, SAP)

El proceso de intercambio de información ocurre entre capas iguales. Cada capa en el sistema de origen agrega sus propios encabezados a los datos y cada capa en el destino analiza y remueve los encabezados.

III.10.1. CAPA FÍSICA

La capa física define las especificaciones eléctricas, mecánicas y funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre los sistemas de comunicación de la red.

Las especificaciones de la capa física definen características tales como niveles de voltaje, intervalo de tiempo de los cambios de voltaje, velocidades físicas de los datos, distancias máximas de transmisión y colectores físicos. La figura siguiente (III.10.1.a) nos ilustra algunas implementaciones de la capa física.

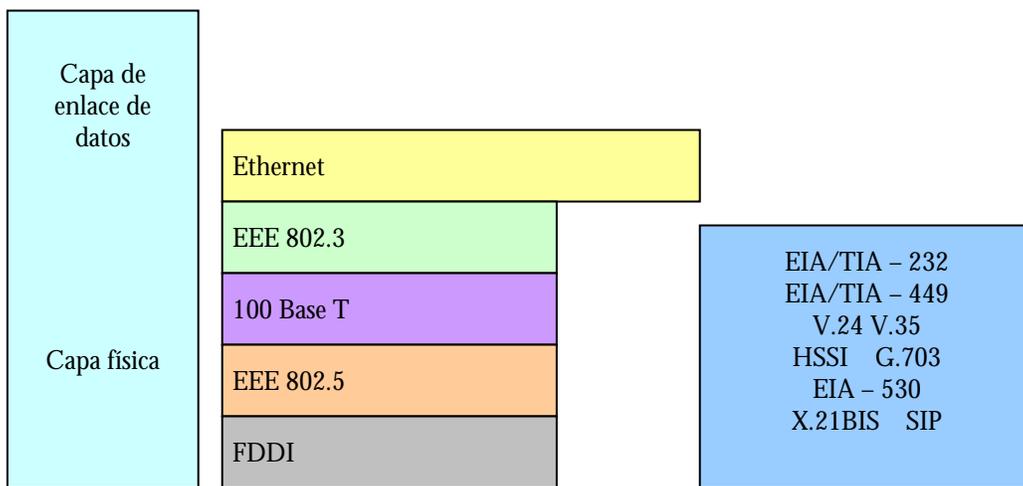


Figura III.10.1.a. Implementaciones físicas.

III.10.2. CAPA DE ENLACE DE DATOS

La capa de enlace de datos proporciona un tránsito confiable de los datos a través del enlace físico de la red. Las diferentes especificaciones de la capa de enlace de datos definen diferentes características, como el direccionamiento físico, topología de red, notificaciones de error, secuencia de las tramas y control de flujo.

La IEEE, ha subdividido la capa de enlace de datos en dos sub - capas:

- Control lógico del enlace, (LLC; Logical Link Control).
- Control de Acceso al Medio, (MAC; Media Access Control), como se muestra en la siguiente figura (III.10.2.a).

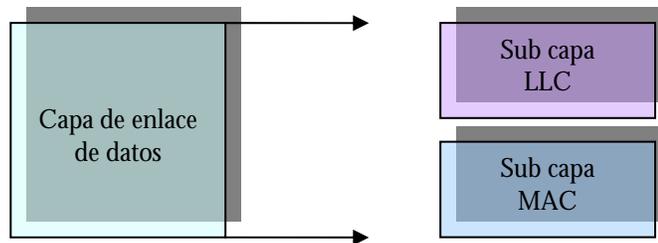


Figura III.10.2.a. Sub – capas de la capa de enlace de datos.

La sub capa LLC maneja comunicaciones entre dispositivos sobre un solo enlace de la red, soporta servicios sin conexiones y orientados a la conexión usados por protocolos de capas superiores.

La sub capa MAC controla el protocolo de acceso al medio físico de la red, se encarga de definir un identificador único que permite a múltiples dispositivos identificarse uno del otro entre la capa de enlace de datos llamados MAC (MAC address).

III.10.3. CAPA DE RED

La capa de red define las direcciones lógicas de la red, las cuales difieren de las direcciones físicas MAC. Algunas implementaciones, como el protocolo IP, define direcciones de red, de tal forma que si la selección de una ruta pueda determinarse de manera sistemática comparando la dirección de la red de origen con la dirección de la red destino.

Gracias a que esta capa se define la configuración lógica de la red, y los enrutadores pueden utilizar esta capa para determinar como reenviar paquetes.

III.10.4. CAPA DE TRANSPORTE

La capa de transporte recibe datos de la capa de sesión y los segmenta para transportarlos a través de la red. Generalmente, la capa de transporte es la responsable de asegurar que los datos se entreguen sin errores y en el orden apropiado. Los protocolos de transporte utilizados en Internet son TCP y UDP.

III.10.5. CAPA DE SESIÓN

La capa de sesión establece, mantiene y termina las sesiones de comunicación. Una sesión de comunicación consiste en solicitudes de servicio y respuestas de servicio que ocurren entre aplicaciones localizadas en diferentes dispositivos de la red. Estas solicitudes y respuestas son coordinadas por protocolos y se implementan en la capa de sesión.

III.10.6. CAPA DE PRESENTACIÓN

La capa de presentación proporciona diferentes funciones de comunicación y conversión que se aplican a los datos de la capa de aplicación. Estas funciones aseguran que la información enviada desde la capa de aplicación de un sistema pueda ser leída por la capa de aplicación de otro sistema.

Los esquemas de conservación se utilizan para intercambiar información con sistemas utilizando diferentes representaciones de textos, tales como ASCII y EBCDIC. La implementación de la capa de presentación no está asociada con ninguna suite de protocolos. Algunos estándares bien conocidos para vídeo que utilizan son Quick Time y MPEG.

III.10.7. CAPA DE APLICACIÓN

La capa de aplicación es la capa más aproximada al usuario, lo cual significa que es la capa que interactúa directamente con la aplicación del software.

Difiere de otras capas debido a que no proporciona servicios a ninguna otra capa, sino a aplicaciones fuera del modelo OSI. Establece y sincroniza acuerdos sobre los procedimientos de recuperación de errores y control de la integridad de los datos.

Algunos ejemplos de implementaciones de capa de aplicación son: Telnet, FTP y SMTP.

III.11 SEÑALIZACIÓN: SS7 o CCS7

La señalización es el lenguaje o protocolo que existe entre un equipo de usuario y una central telefónica o entre dos centrales telefónicas para llevar a cabo las funciones de conmutación. Como podemos observar en la figura III.11.a algunas de las señales intercambiadas en el establecimiento de una conexión telefónica:

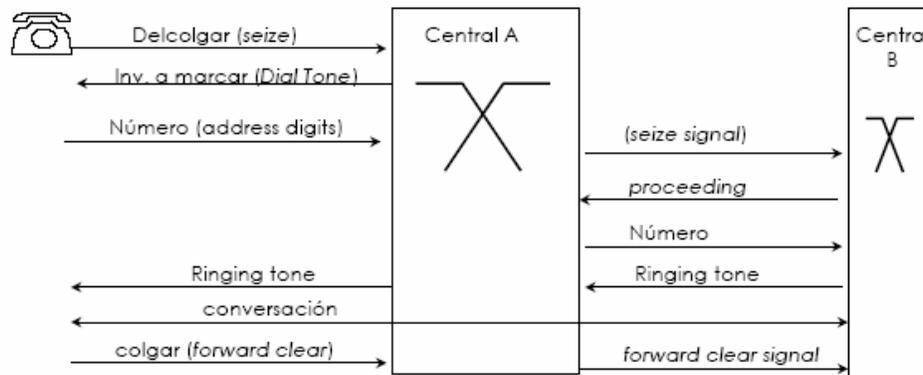


Figura III.11.a Intercambio de señales entre dos centrales de operación telefónica y un equipo terminal.

Cuando el usuario descuelga el teléfono se cierra el circuito de alimentación, por lo que la central detecta este hecho y comienza el proceso de reserva de recursos comunes (el registrador en el caso de centrales electromecánicas o zonas de memoria en el caso de SPC), tras el cual se envía el tono de invitación a marcar.

El abonado al introducir los dígitos (tonos o pulsos), que son analizados por la central para determinar la ruta hacia el destino y establecer un camino hasta él, a través de otras centrales. Al establecerse este camino debe, en primer lugar reservar un enlace entre ambas centrales (seize signal) y luego enviar los dígitos del destino para que la siguiente central pueda establecer la ruta completa. Una vez ya establecida la ruta, la central del abonado destino envía el tono de llamada en proceso (proceeding) hacia el abonado de origen y la llamada entrante al destino (ring). Cuando el destino

descuelga ambos equipos comienzan la fase de comunicación, en la que las centrales detectarán la señal de colgar (clear), que hará procesar hasta el otro extremo liberado de esta forma los recursos reservados anteriormente.

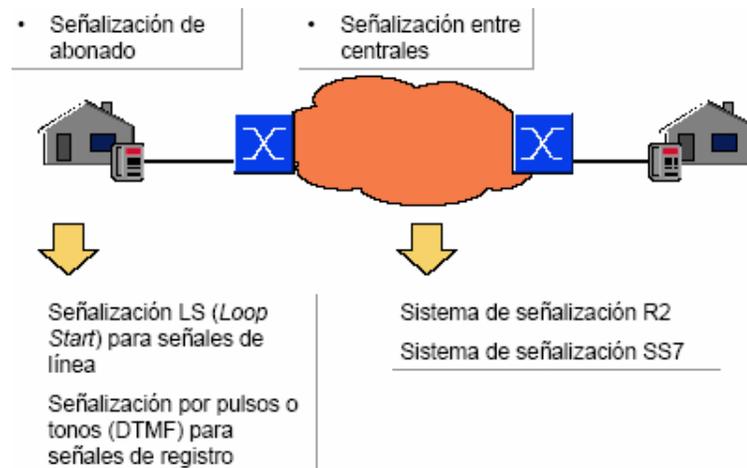


Figura III.11.b. Señalización en México.

Como se mostró en la figura anterior (III.11.b), la señalización de abonado estará presente en todos los aparatos telefónicos, por lo que debe de ser simple para disminuir cortes. De esta forma las señales colgar, descolgar o pulsos de dígitos consiste en la apertura o cierre de un circuito de corriente continua (algunos utilizan selección multifrecuencia MF para los dígitos).

Podemos distinguir dos grandes categorías de señales: de línea y de selección. La primera se produce entre el equipo que monitorizan continuamente parte o todo el tráfico del circuito, con las señales seize y clear. Las señales de selección llevan información relativa al encaminamiento de la llamada, como el número o el tipo de llamada.

La señalización entre centrales utiliza señales basadas en corriente alterna (tonos) dentro del rango de 4 kHz. Las señales se sitúan dentro del rango de 300 a 3400 Hz las cuales se denominan señales de canal de voz(o simplemente en banda). Los tonos entre 3400 y 4000 Hz conforman la señalización fuera de banda. Por ejemplo en la señalización de línea R2 especificada por el CCIT se usaba el tono de 3825 en todos los circuitos ociosos, y se retiraba cuando el circuito estaba activo.

La señalización inicialmente sigue el mismo camino que las llamadas, ver figura (III.11.c), por lo que se habla de señalización por canal asociado, donde los sistemas de señalización dependerán de los equipos de transmisión y conmutación. Con la digitalización iniciada en los años 60 los canales telefónicos se agrupan en tramas E1. Las señales MF de los dígitos se tratan como parte de cada canal de voz, el resto de las señales de línea serán separadas en el intervalo de tiempo de 16 de la trama E1, que deberá compartirse entre los 30 canales de la trama. En el transcurso de una conversación los bits de TS16 correspondientes a su señalización no se usan, por lo que estaremos desperdiciando capacidad de señalización para otros canales, lo que resulta ineficiente. La señalización seguirá el mismo camino físico que la voz, aunque en otro intervalo de tiempo distinto, lo que impide la impedancia de los sistemas de señalización respecto a los de transmisión y conmutación.

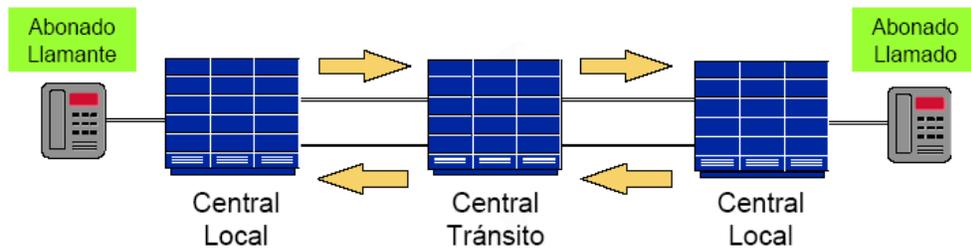


Figura III.11.c. Señalización entre centrales.

El principio de la señalización entre centrales esta basado en la señalización por canal asociado (CAS), un ejemplo de este tipo de señalización es el sistema de R2, la señalización por canal común (CCS), este sistema utiliza a SS7.

Los tipos de señales que utilizan las centrales para comunicarse entre sí son:

- Señales de línea: Por lo general, las señales de línea entre centrales sirven para dar información acerca del estado del circuito: libre, ocupados, etc. En los sistemas PCM esta señalización se realiza mediante los cambios de estados sobre bits designados para esta función. Los sistemas analógicos utilizan sistemas de frecuencias fijas en banda o tonos para realizar las mismas funciones.
- Señales de registro: La señalización por medio de registro entre centrales manejan la información de los tipos y diferentes estados de los abonados, así como la información del abonado con quien se quiere realizar la comunicación. Dependiendo del sistema que se utiliza se cuentan con pares de frecuencia, como medio físico para transferencia de información.

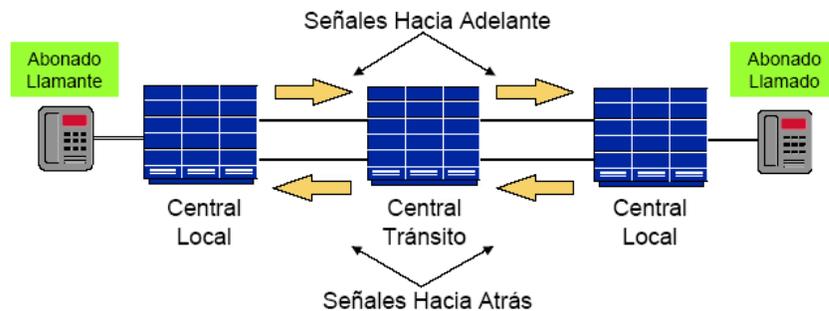


Figura III.11.d. Sentido de señalizaciones entre centrales.

Como se ilustra en la figura anterior (III.11.d), entre las centrales existen el tipo de llamada y tipo de señales, las hay hacia delante y en sentido contrario estas se conocen como enlace a enlace (Link by Link) y de extremo a extremo (End to End). Algunas de estas aplicaciones las podemos observar en la tabla (III.11.e).

Sistema de Señalización	Nivel	Línea	Registro	Principio	Año
Loop Start (LS)	A	Si			-
Ground Start (GS)	A	Si			-
Pulsos	A		Si		-
DTMF	A/C		Si		-
MF	C		Si		-
E&M	C	Si			-
R1	C	Si	Si	CAS	1968
R2	C	Si	Si	CAS	1968
CCITT#5	C	Si	Si	CAS	1964
CCITT#7 (SS7)	C	Si	Si	CCS	1980

Tabla III.11.e. Sistemas de señalización.

III.11.1. SEÑALIZACIÓN POR CANAL ASOCIADO

Por su naturaleza, la señalización por canal asociado (R2) es lenta, tiene un repertorio de señales muy restringido, sólo es aplicable a la telefonía, sólo se puede utilizar señalización durante la llamada, y en algunos casos las señales son audibles.



Figura III.11.1.a. Señalización por Canal Asociado.

Como se ilustra en la figura anterior (III.11.1.a), cada circuito de voz cuenta con su propio canal de señalización, en las señales de tipo E1 el TS 16 contiene treinta canales de señalización de 2 Kbps cada uno.

III.11.2. SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN

La señalización por canal común (CCS) no utiliza la conmutación de circuitos para enviar las señales, sino la comunicación basada en mensajes entre los sistemas de control de las centrales SPC. Estos mensajes se envían por circuitos compartidos entre todos los canales y pueden viajar por distintos caminos a estos, ver figura (III.11.2.a). Este hecho permite que la señalización entre dos centrales se lleven a cabo mediante canales comunes llamados enlaces de señalización que pueden formar parte de una red dedicada en exclusiva a la señalización. Las principales ventajas son: unión rápida entre los procesadores de señalización de las centrales, repertorio más amplio de señales y

aplicación a transporte de datos no telefónicos (video, gestión de red, consulta a bases de datos). Además, pueden enviarse señales aunque los canales no estén activos. Por último podemos mencionar que utilizan la capacidad de señalización de forma más eficiente.

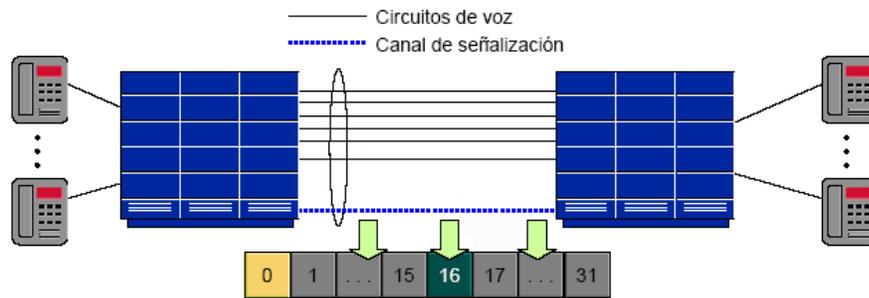


Figura III.11.2.a. Señalización por Canal Común.

El primer sistema de señalización por canal común utilizado tanto en redes nacionales como internacionales es el sistema CCS7, desarrollado por el CCIT a mediados de los 80 y que permite un amplio rango de servicios y gestión de red. Las señales a intercambiar entre dos equipos se introducen en un mensaje con formato definido: dirección origen y destino del mensaje, número de mensaje, campo de datos (donde se introducen las diversas señales digitales) y códigos de protección ante errores (que permiten detectar y en algunos casos corregir errores de transmisión). Los enlaces de señalización llevan los mensajes entre puntos de señalización, cuya identificación es única en la red. Estos puntos de señalización pueden ser de diversos tipos.

- SSP (Punto de Servicio de Conmutación): Conmutadores que originan, terminan o son pasos intermedios en las llamadas. Envían mensajes de señalización a otros SSP para establecer o liberar conexiones o realizan consultas a una base de datos (SPC) para determinar cómo encaminar una llamada.
- STP: pueden encaminar la señalización entre dos SSP, asociando un enlace de entrada para señalización a uno de salida, lo que elimina la necesidad de enlaces directos entre dos SSP.

III.11.3. SS7

Como se muestra en la figura (III.11.2.a), el SS7 divide las tareas implicadas en la comunicación en niveles según las capas de modelo OSI. Los tres primeros niveles se denominan MTP (Message Transfer Part) y permite enviar los mensajes con la señalización entre dos SSP cualquiera de forma fiable y segura (control y recuperación de errores). Para establecer y liberar circuitos entre terminales se utilizará la capa ISUP (ISDN User Part) que usará los servicios de la capa MTP a la hora de enviar los mensajes. Dicha capa (ISUP) será utilizada tanto para usuarios RDIS como para usuarios de la red telefónica convencional. Por ejemplo, viendo el caso de una llamada RDSI, donde TEA/B representa al equipo Terminal de abonado y Red A/B corresponde con dos centrales de conmutación en la red que utiliza SS7. Entre abonados y centrales se utilizan las señales de Q.931, y entre ambas centrales, que a su vez son SSP, la señalización SS7.

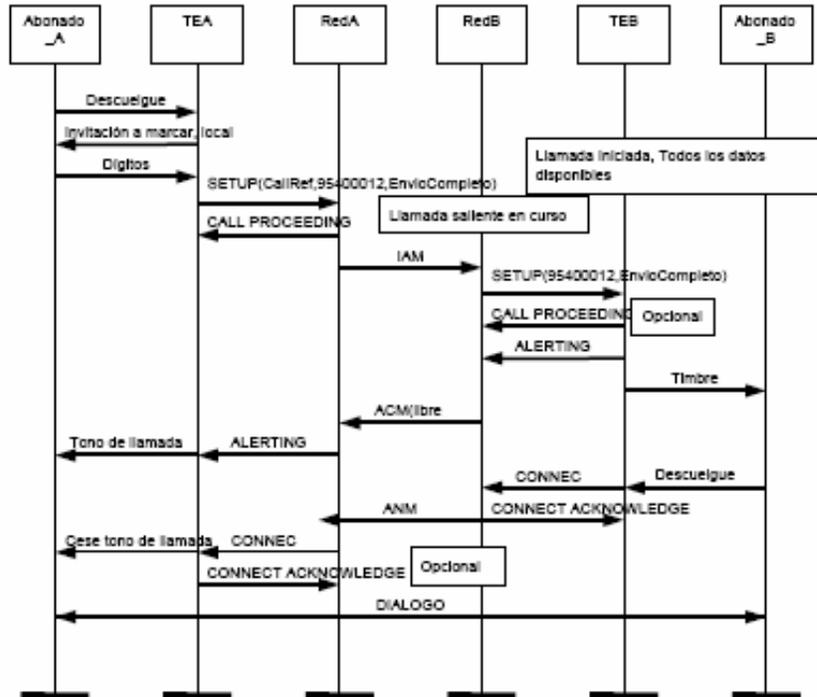


Figura III.11.2.a. Proceso desarrollado por la señalización SS7.

Cuando se efectúa una llamada el SSP origen transmite un mensaje IAM (Inicial Address Message) para reservar un enlace libre entre el conmutador origen y el destino. Este mensaje incluye, entre otros datos, los identificadores de los puntos de origen y destino de la señalización, los números de teléfono origen y destino y el tipo de llamada. El conmutador destino comprueba si el abonado destino está libre, y en tal caso envía de vuelta un mensaje ACM (Address Complete Message) al conmutador origen para indicar que el enlace ha sido reservado. Cuando el llamado descuelga el teléfono el conmutador desactiva el timbre y transmite un mensaje ANM (Answer Message) para indicar que se ha descolgado. El conmutador de origen verifica que el llamante sigue en espera y comienza la comunicación (y la tarificación). Cuando el llamante cuelga, su conmutador envía un mensaje REL (Release Message) al conmutador del abonado destino, que será atendido por este mediante un mensaje RLC (Release Complete Message).

El SS7 fue diseñado para sustituir sistemas de señalización número 5 (SS5), el sistema de señalización número 6 (SS6) y R2. Todos ellos son estándares UIT definidos por la UIT - T junto con SS7 y fueron ampliamente usados a nivel internacional. SS7 ha sustituido a SS6, SS5 y R2, salvo algunas variantes de R2 que siguen usándose en algunos países.

El SS5 y normas anteriores de señalización dentro de banda, donde la información del establecimiento de llamada era enviada a través de tonos especiales por las líneas telefónicas (conocidos como canales portadores en el sector de las telecomunicaciones), ocasionaba gran cantidad de problemas de seguridad cuando los usuarios descubrían en ciertos aparatos telefónicos podían simular estos tonos en sus propias terminales y controlar la red incluso sin las teclas especiales de los operadores.

Los equipamientos telefónicos modernos que usan protocolos de señalización fuera de banda mantienen el canal de audio del usuario, llamado canal de voz, separado de los canales de señalización para evitar la posibilidad de evitarla posibilidad de que los tonos usados para señalización fueran introducidos por los usuarios finales.

SS7 utiliza un sistema de señalización fuera de línea, usando un canal de señalización separado. Esto evita los problemas de seguridad que tenían los sistemas anteriormente y los usuarios finales no tienen acceso a estos canales.

SS6 y SS7 son clasificados como Common Channels Interoffice Signaling Systems (CCIS) o Señalización por canal Común. Debido a que separan la señal de la señalización de los canales portadores. Sin embargo también requieren de un canal separado dedicado solamente a la señalización pero debido al rápido aumento de la disponibilidad de canales no supuso un gran problema. El protocolo SS7 solamente cuenta con cuatro niveles emparejados al modelo OSI, 1 comparación, 2 transmisión de datos, 3 red, con el nivel 4 correspondiendo a las capas de OSI 4 a 7.

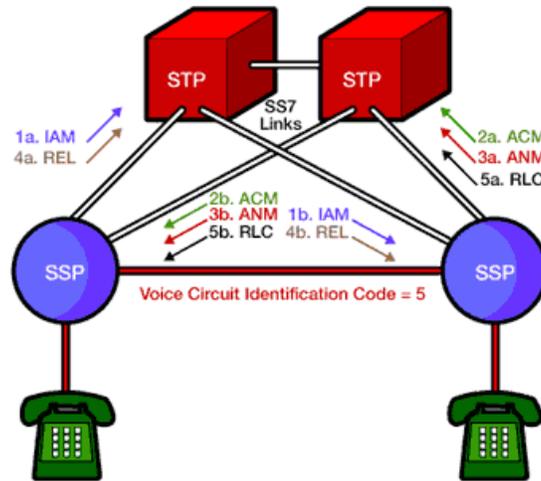


Figura III.11.2.b. Señalización básica de ISUP

Haciendo referencia a la anterior figura (III.11.2.b), el 21 de junio de 1996, se definió la utilización de los sistemas de señalización SS7 estandarizados para México para los usuarios de la RDSI (ISUP – MX) mediante un calendario de implementación. Anteriormente se definió la utilización del sistema R2 modificado y TUP – Telmex mientras se logra la disponibilidad ISUP – MX. Donde se definió el número A, número B, categoría A y estados de B, así como el intercambio de información en la interconexión de dos operadores, ver figura (III.11.2.c).



Figura III.11.2.c. Plan de señalización Local.

ISUP es un protocolo de circuitos conmutados, usado para configurar, manejar y gestionar llamadas de voz y datos sobre PSTN. Es usado para llamadas ISDN y no ISDN y es parte de la señalización ANSI SS7 para reemplazar a la TUP, el cual no soporta transmisión de datos o circuitos digitales. El servicio básico que proporciona ISUP es en el establecimiento es el establecimiento y liberación de llamadas. Algunos otros servicios proporcionados por ISUP son:

- ▶ Grupos cerrados de usuarios.
- ▶ Identificación de llamadas.
- ▶ Redirreccionar llamadas.
- ▶ Llamadas en espera.

El ISUP es compatible con el protocolo ISDN, el cual fue creado como extensión de SS7, el propósito de esta compatibilidad es permitir a los switches conectar y enviar señales de información a otros de forma remota. Esta característica puede usarse para soportar llamadas como conferencias. No todas las redes SS7 usan ISUP como base para los servicios ISDN, muchos de los países Europeos, norteamericanos y japoneses usan ISUP, pero por ejemplo en Reino Unido usan National User Part (NUP), desarrollado en los años 80 y basado en TUP, ya que ISUP no estaba todavía disponible.

III.12 RED PÚBLICA PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS

Una red pública para la transmisión de datos conocida por sus siglas en inglés PDN (Public Data Network), es una red conmutada de comunicaciones de datos, la cual se asemeja mucho a la red telefónica pública. Las redes públicas para la transmisión de datos combinan los conceptos de redes de valor agregado y redes de conmutación de paquetes.

A una red con valor agregado a podemos definir como, la red que agrega valor a los servicios o instalaciones proporcionados por una portadora común, por donde podremos proporcionar nuevas clases de servicios de comunicación. Coloquialmente a una red de valor agregado es citada por sus siglas en inglés (VAN). Una VAN comprende a una organización que renta líneas de comunicaciones de portadoras comunes como aquí en México se encuentra Telmex, Axetel, AT&T entre muchas otras, las cuales agregan nuevos servicios de comunicaciones a sus líneas telefónicas.

Una red conmutada de paquetes implica la fragmentación de los mensajes de datos en grupos pequeños de información, los cuales subsecuentemente son transmitidos por las redes de telefonía pública a sus destinos. En las redes públicas de datos se utilizan tres técnicas: conmutación de circuitos, conmutación de mensajes y conmutación de paquetes.

- **Conmutación de circuitos:** Esta conmutación se utiliza para hacer llamadas telefónicas normales. Una vez establecida la llamada, se transfiere la información y posteriormente se desconecta la llamada. El tiempo requerido para realizar la conexión se le conoce como tiempo de preparación. Ya establecida la llamada, los circuitos interconectados por las estaciones de la red se asignan a un solo usuario durante la llamada. Una vez ya establecida esta, la información se transfiere en tiempo real. Cuando finaliza la llamada los circuitos y las estaciones están disponibles de nuevo para otro usuario. Pero cuando se usa el circuito para transferir datos, el equipo terminal en la fuente y el destino deben de ser compatibles; estos deben de utilizar módems compatibles que utilicen la misma frecuencia, protocolos y conjunto de caracteres. Donde el conmutador es transparente a los datos, solo interconectara a los equipos terminales de fuente y destino.
- **Conmutación de mensajes:** La conmutación de mensajes es una forma de sistema de red que almacena y envía datos. Los datos enviados contienen los códigos de identificación de la fuente y el destino, estos son transmitidos a la red y son almacenados en una estación. La red se encarga de transferir los datos enviados de una estación a otra cuando es conveniente hacerlo. Por lo cual los datos, no se transfieren en tiempo real, es por eso que existe un retardo en la misma estación. En la conmutación de mensajes no puede haber bloqueos y una vez que la información ha entrado en la red, es transformada en un formato más conveniente para su traslado de destino. En la terminal de recepción, los datos se convierten a un formato compatible con el equipo terminal receptor de datos. Un aspecto muy importante es que en la conmutación de mensajes es que no necesitan ser

compatibles las estaciones terminales de datos de fuente y destino. Esta conmutación es más eficiente que la conmutación de circuitos, por que los datos que entran a la red durante las horas pico se pueden guardar para ser transmitidos después, cuando haya disminuido la carga. Los datos pueden ser guardados o cambiar su formato y frecuencia de bits, posteriormente se puede regresar a los formatos originales o a otro formato totalmente distinto dependiendo del receptor.

- **Conmutación de paquetes:** en la conmutación de paquetes, los datos son divididos en segmentos pequeños llamados paquetes, antes de ser transmitidos por la red. Estos paquetes se pueden guardar en la memoria de una estación durante un corto tiempo, en algunas ocasiones a la conmutación de paquetes se le llama paquetes de red para retener y enviar. Los mensajes que son divididos en paquetes, y los paquetes pueden tomar distintos caminos en la red. Estos paquetes no llegan al mismo tiempo al receptor o en el mismo orden en que fueron transmitidos. Como los paquetes son pequeños, el tiempo de retención suele ser bastante corto, y la transferencia de mensajes es casi en tiempo real, por lo cual no se presentan bloqueos.

III.12.1. SERVICIO CCITT X.1 PARA USUARIO INTERNACIONAL

La norma CCITT X.1 divide diversas clases de servicios en tres modos básicos de transmisión para una red pública de datos. Estos modos llevan por nombre arranque y paro, síncrono y de paquetes.

- ☞ **Modo Arranque y paro:** En este modo, los datos son transferidos de la fuente a la red, de la red es enviada a su destino, en un formato de datos asíncronos. Cada carácter tiene su trama dentro de un bit de arranque y uno de paro. La señalización de control de llamada se hace en alfabeto internacional conocido como el código ASCII.
- ☞ **Modo síncrono:** En este modo, los datos pasan de la fuente a la red y de la red al destino con un formato de datos síncronos. Cada mensaje esta precedido por un carácter único de sincronización. La señalización de control de llamadas es idéntica a la que se usa en los circuitos de datos de líneas privadas.
- ☞ **Modos de paquetes:** En este modo, los datos son transferidos de la fuente a la red y de la red al destino en un formato de trama. Los datos son divididos en paquetes más pequeños y se transfieren de acuerdo con el protocolo de interfaz de usuario a red CCITT X.25

III.12.2. PROTOCOLO DE RED X.25

El CCITT designo a la interfaz X.25 con el abonado o usuario como una norma internacional para acceso de paquetes a la red, el cual solo es para uso de las capas físicas, la de enlace de datos y de red en el modelo OSI. En X.25 se define que HDLC como la norma internacional para la capa de enlace de datos.

Conocido como un subprograma, que lleva por nombre Control de Alto Nivel para Enlace de Datos (HDLC), la cual abarca las normas o subdivisiones que, cuando son combinadas, describen la estructura de trama, las normas de control y la clase de operación para un control de enlace de datos

orientado a bits, el HDLC se utiliza para el direccionamiento, comprueba la secuencia y verificación de trama.

Los procesamientos de direccionamiento y de control que describen son adecuados para la transmisión de datos a través de la red.

A nivel de enlace, el protocolo X.25 es un subconjunto de HDLC, llamado Procesamiento Balanceado de Acceso a Enlace (LAPB). LAPB permite realizar comunicaciones dúplex entre sistemas de cómputo o sistemas telefónicos. La dirección de red de la terminal destino, esta incrustada en el encabezado del paquete, que es parte del campo de información. Durante el funcionamiento de la LAPB, la mayoría de las tramas son órdenes.

La capa de red de X.25 especifica tres servicios de conmutación por ofrecer en la red conmutada de datos: circuito virtual permanente, llamada virtual y diagrama de datos.

- ▶ **Circuito virtual permanente:** El circuito virtual permanente (PVC), equivale a un circuito de dos puntos de línea privada dedicada, pero es más lento. Esta establece las conexiones y circuitos necesarios por la red para proporcionar una interconexión.
- ▶ **Llamada Virtual:** La llamada virtual (VC), equivale a una llamada telefónica por la red de marcado directo, excepto que no se hace conexión directa de terminal a terminal. Cualquier suscriptor de VC puede llamar a cualquier otro suscriptor de VC a través de una red de conmutación y canales de comunicaciones. Las llamadas virtuales son conexiones virtuales temporales que emplean equipo y circuitos de uso normal. La fuente debe de proporcionar su dirección y la del destinatario para poder completar la llamada virtual.
- ▶ **Diagrama de datos:** Los diagramas de datos están definidos por el X.25 y en el ambiente técnico el diagrama de datos esta marcado con la siglas DG, donde los usuarios mandan pequeños paquetes de datos a la red. Cada paquete es auto contenido y viaja por la red en forma independiente de otros paquetes del mismo mensaje y pasa por los medios que haya disponibles.

III.12.3. RECOMENDACIONES DE LA SERIE X

La X.25 es parte de la serie X de normas recomendadas por la CCITT, para redes públicas de datos. Esta serie esta distribuida en dos clases: de X1 a X39, contienen las recomendaciones de servicios e instalaciones, terminales e interfaces; y la X.40 a la X.199, contiene las recomendaciones de la arquitectura, transmisión, señalización, conmutación, mantenimiento y arreglos administrativos de la red. A continuación se muestran algunas de las recomendaciones más importantes.

- **X.1:** Clases de servicio para usuario internacional en redes públicas de datos. Asigna designaciones numéricas de clases a distintas velocidades y tipo de terminal.
- **X.2:** Servicios e instalaciones para usuarios internacionales en redes públicas de datos, especifica servicios e instalaciones esenciales y adicionales.
- **X.3:** Instalación y ensamble y desensamble de paquetes (PAD) en una red pública de datos. Describe el ensamblado y desensamblado de paquetes, que se usan normalmente en un puente a la red. Para permitir conexiones de una terminal de arranque y paro a una red de paquetes.
- **X.20bis:** Uso de un equipo transmisor de datos en redes públicas, diseñados para conectar con módems dúplex asíncronos. Serie V.
- **X.21 bis:** Uso de equipo transmisor de datos, diseñados para conectarse con módems dúplex síncronos. Serie V.

- **X.25:** Interfaz entre equipos de transmisión de datos y equipos de comunicación de datos para terminales que trabajan en modo de paquetes en redes públicas de datos. Define la arquitectura de tres niveles de protocolos, existentes en el cable de interfaz de serie entre una terminal en modo de paquetes y un puente a una red de paquetes.
- **X.28:** Interfaz de equipos transmisores de datos sobre equipos de comunicación de datos para un equipo transmisor de datos en modo de arranque y paro que entra a PAD en una red pública de datos situada en el mismo país. Define la arquitectura de protocolos existentes en un cable de interfaz serie entre una terminal de arranque y paro y un PAD X.3.
- **X.29:** Procedimientos para intercambiar información de control y datos del usuario entre un PAD y un equipo transmisor de datos en modo de paquetes PAD. Define la arquitectura de los protocolos para PAD X.3; sea entre dos PAD o entre un PAD y una terminal en modo de paquetes al otro lado de la red.
- **X.75:** Procedimientos de control de llamada a terminal y de tránsito, y de sistema de transferencia de datos por circuitos internacionales, entre redes de datos conmutados por paquetes. Define la arquitectura de los protocolos entre dos redes públicas de paquetes.
- **X.121:** Plan de numeración internacional para redes públicas de datos. Define un plan de numeración que incluye asignaciones de código para cada nación.

III.11.4. TRANSFERENCIA EN MODO ASÍNCRONO

El modo de transferencia asíncrona (ATM), es una tecnología de telecomunicaciones desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.

Con esta tecnología se pretende aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas de transmisión, ya sean estos por medio de cables o radioeléctricos, la información no se transmite y se conmuta a través de canales asignados en permanencia, sino en forma de cortos paquetes (celdas ATM) de longitudes constantes que pueden ser enrutadas individualmente, mediante el uso de canales virtuales y trayectorias virtuales.

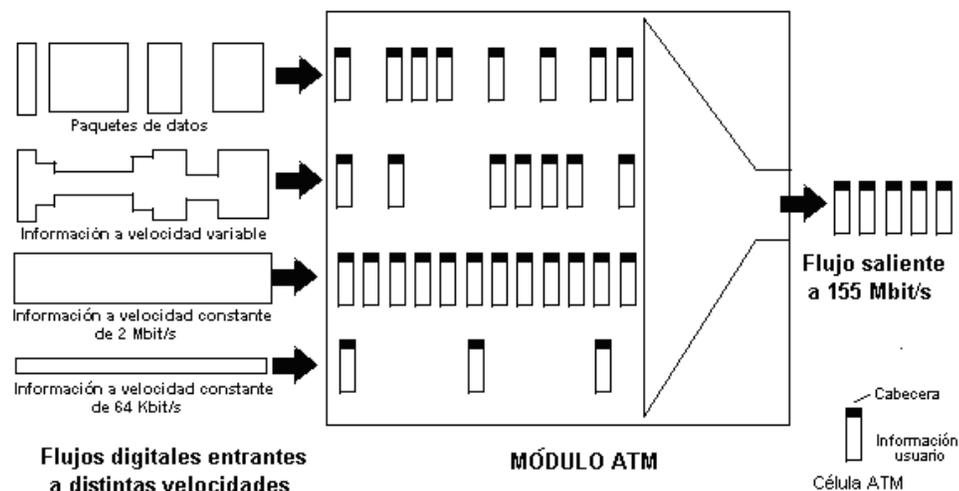


Figura III.11.4.a. Enrutamiento de varias flujos de información por medio de un módulo ATM.

En esta figura (III.11.4.a), se pueden apreciar los diferentes flujos de información de características distintas en cuanto a velocidad y formato, estas son agrupadas en el denominado módulo ATM para ser transportadas mediante grandes enlaces de transmisión a velocidades de (bits rate) de 155 a 600 Mbits/segundos facilitados por los sistemas SDH. Cada celda ATM consta de 53

bits, los americanos aplican celda de 64 bytes y los europeos utilizan 32 bytes, por lo cual se acordó manejar un término medio de 48 bytes (información de usuario), a los que se les añadieron 5 bytes de cabecera (información de control). El resultado es una celda muy grande para voz y una muy pequeña para datos. En la terminal del transmisor, la información es escrita de bite en bite en el campo de la información del usuario de la celda y a continuación se le añade el encabezado. En el extremo distante, el receptor extrae la información bite por bite, de las celdas entrantes de acuerdo con la información de cabecera, la envía donde esta le indique pudiendo ser un equipo terminal u otro módulo de ATM para ser encaminado a otro destino. En el caso de haber más de un camino entre los puntos de origen y destino, no todas las celdas enviadas durante el tiempo de conexión de un usuario será necesariamente encaminadas por la misma ruta, ya que en una ATM todas las conexiones funcionan sobre una base virtual.

El estándar define el protocolo orientado a la conexión que la transmite y dos tipos de formatos de celdas.

NNI (Network to Network Interface): Interfaz de Red a Red.

UNI (User to Network Interface): Interfaz de Usuario a Red. Siendo este el más utilizado, ver figura (III.11.4.b).

El cual contiene los siguientes campos:

- GFC (*Generic Flow Control*) Control de Flujo Genérico utiliza 4 bits. Estándar que originalmente se reservó el campo GFC para cuestiones de gestión de tráfico, pero en la práctica no es utilizado. Las celdas NNI lo utilizan para extender el campo de VPI a 12 bits.
- VPI (*Virtual Path Identifier*) Identificador de Ruta Virtual; utiliza 8 bits y VCI (*Virtual Circuit Identifier*) Identificador de circuito Virtual de 16 bits. Identifican la ruta y canales virtuales de la celda.
- PTI (*Payload Type*), Tipo de Información de usuario. Identifica el tipo de datos de la celda (de datos o de control).
- CLP (*Cell Lose Priority*) utiliza un bit. Identifica el nivel de prioridad de la celda.
- HEC (*Header Error Connection*), Corrección de Error de Cabecera. Utiliza 8 bits que contiene un código de detección de errores que solo cubre a la cabecera (no a la información del usuario), y que permite detectar un buen número de errores múltiples y corregir errores simples.



Figura III.11.4.b. Diagrama de una celda UNI.

El modo de transferencia Asíncrona fue la apuesta de la industria tradicional de las telecomunicaciones por las comunicaciones de banda ancha. Fue planteada como herramienta para la construcción de redes de banda ancha (B – ISDN), basada en la conmutación de paquetes, en vez de la tradicional conmutación de circuitos.

El despliegue de la tecnología ATM no ha sido el esperado por sus promotores. Las velocidades para las que estaba pensada (hasta 622 Mbps), han sido rápidamente superadas; no está claro que los sistemas ATM sean la opción más adecuada para las redes actuales y futuras, las velocidades desorden de los Mega bites. ATM se ha encontrado con la competencia de las tecnologías provenientes de la industria de la informática, que con proyectos como la VoIP está ofreciendo mejores perspectivas a futuro.

En la actualidad ATM es ampliamente utilizado donde se necesita dar soporte a velocidades modernas, como es el caso de ADSL, aunque la tendencia es sustituir estas tecnologías por otras Ethernet que están basada en tramas de datos.

III.13 ARQUITECTURA DE LA RDI

La RDSI es una red de conmutación telefónica con todos los sistemas de transmisión y conmutación digitalizada, a excepción del tramo final que conecta al abonado. A continuación se detallara la estructura de las diferentes partes que componen la RDI (Red digital Integrada).

III.13.1. EL LAZO DE ABONADO

Permite llevar la señal analógica desde el último nodo de la red hasta un punto determinado PTR (Punto de Terminación de Red), que se sitúa dentro de la vivienda del abonado. Desde la galería de cables de la central, situada a nivel de subsuelo, en el caso de la red telefónica Mexicana no toda la red está dentro del subsuelo, la mayor parte de la red está instalada en gran parte en postes de donde salen líneas de usuarios agrupadas en cables multipares a través de canalizaciones subterráneas llamadas ductos o de postes. Estas canalizaciones intercalan, cada 150 metros aproximadamente, distintas cámaras de registros que permiten el acceso a cableados y se encuentran protegidas contra la humedad y el agua, como se muestra en la figura (III.13.1.a). Desde estas cámaras de registros se realiza la segregación de pares para los diferentes abonados, que salen en cables de menor capacidad finalizados en las cajas terminales (antiguamente instalados en las fachadas del edificio).

La continuidad entre la caja Terminal y el domicilio del abonado se garantiza mediante un cable de dos hilos de cobre de ½ milímetro de grosor, que finaliza en el punto de terminación de red (PTR). A partir de este punto la instalación depende del abonado, pudiendo conectar un teléfono principal y varios suplementarios.

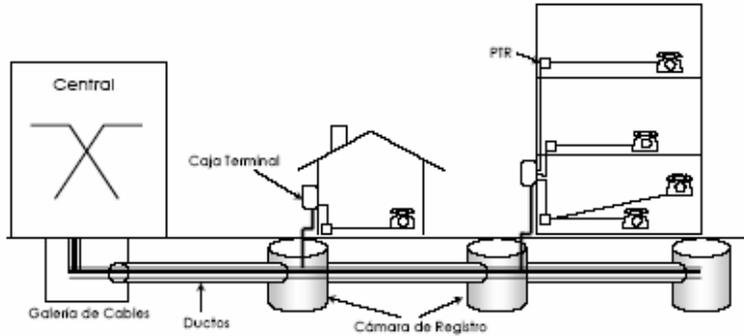


Figura III.13.1.a Uniones de lazos de abonados.

III.13.2. LA RED DE ACCESO

Esta formada por los equipos donde terminan los lazos de abonado, permitiendo al conexión de estos con el resto de la red. Esta formada por dos tipos diferente de equipos.

- **Centrales Locales Digitales (SPC):** descritas anteriormente. Conectan a los abonados con el resto de la red telefónica ofreciendo también sus servicios a otros usuarios que acceden a ellas mediante concentrados remotos.
- **Concentrados Remotos (RSSU Remote Subscriber Switching Units):** permiten a las conexiones de usuarios alejados de la central local digital (SPC) mediante líneas digitales de baja capacidad (normalmente de 2 Mbps o 8 Mbps), ver figura (III.13.2.a). Las RSSU dependen de las SPC en cuanto a la señalización y conmutación. Suelen tener un número relativamente pequeño de abonados (entre 400 y 1500) y constan de un distribuidor principal, MDF, que conecta a los abonados con las SLTU. Tras estas se montan tramas de E1 que son transmitidas hacia la central digital (SPC), tras una etapa de concentración opcional, usando la interfase V.5.2 (si no existe etapa de concentración se utiliza la interfase V.5.1). En la SPC, dichos enlaces digitales se conectan directamente a la DLTU antes de ingresar en la matriz de conmutación.

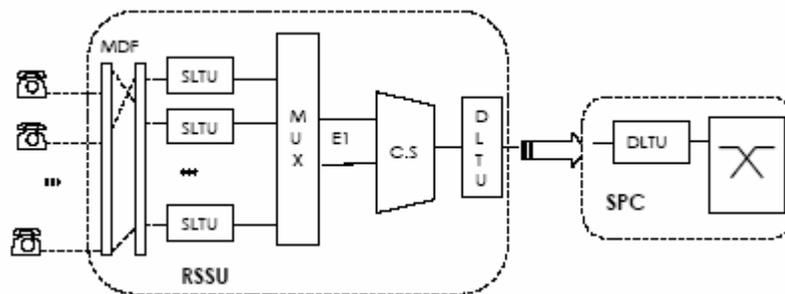


Figura III.13.2.a. Estructuras de un concentrador remoto.

Normalmente estos concentradores remotos disponen de una unidad de control remota gobernada por la central SPC, que es quien proporciona conmutación y señalización a la RSSU. Además, en ocasiones puede disponer de una pequeña matriz de conmutación que en caso de aislamiento de la RSSU facilita el tránsito de llamadas entre usuarios conectados a la misma RSSU.

Desde las centrales locales digitales se accede al núcleo de la red digital integrada mediante interfaces digitales normalizadas. La digitalización de la red de acceso permite disminuir el número de

centrales locales necesarias (en relación a una digital por cada 15 analógica), ya que parte de se conectará a las RSSU, permitiendo así una simplificación de la estructura de red de acceso respecto a su equivalente analógico. Las centrales locales digitales de un mismo municipio permanecen unidas bajo un mallado principal, lo que permite disponer de redundancia en los enlaces, así como balancear la carga entre distintas rutas en caso de saturación.

III.13.3. NÚCLEO DE LA RED DIGITAL INTEGRADA

Antes de la digitalización de las centrales, los abonados siempre se conectaban a centrales locales, que a su vez se conectaban entre sí utilizando centrales primarias, de un orden jerárquico superior, que podían disponer abonados propios. El tráfico de las centrales primarias se interconecta entre sí mediante centrales secundarias, cuya misión es cursar llamadas de tránsito. El último bloque de la jerarquía digital de conmutación lo constituían las centrales terciarias, una seis en el territorio nacional, que permitían cruzar las llamadas de tránsito entre dos centrales secundarias, así como servir de acceso a las redes internacionales.

El núcleo de la red digital integrada está formado por centrales nodales, constituidas por dos centrales en Tándem que se encuentran interconectadas entre sí mediante una malla de enlaces digitales. Estas centrales nodales sustituyen a las centrales secundarias y terciarias de la red analógica, como se muestra en la figura (III.13.3.a). El tráfico internacional se cursará a través de dichas centrales, estando conectadas cada una a dos centrales locales y primarias se encuentran siempre conectadas a dos centrales nodales, lo incrementa la fiabilidad de la red.

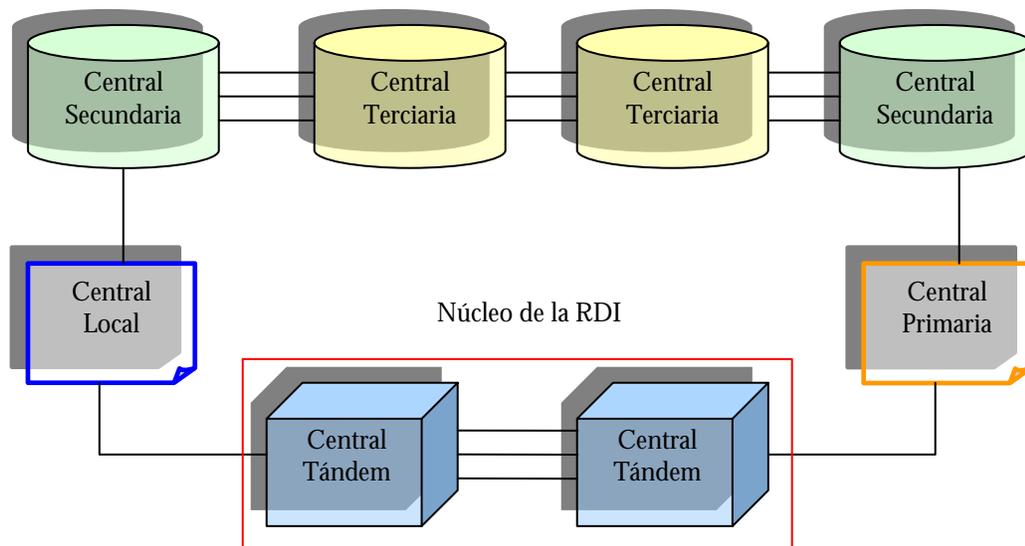


Figura III.13.3.a. Núcleo de la Red Digital Integrada.

III.13.4. ESTRUCTURACIÓN EN VARIOS NIVELES

La red digital integrada puede verse como la unión de diversas redes superpuestas como se muestra en la figura (III.13.4.a) y las cuales son:

- ▶ **Red de transmisión:** Digital en toda la red a excepción del lazo de abonado. Utiliza multiplexación por división de tiempo, con un grupo básico formado por 30 canales de voz (E1), aunque exista una jerarquía que permite incrementar el grado de agregación (PDH) hasta 7680 canales (E5). Los enlaces PDH en ocasiones se llevan dentro de las tramas STM -n de la jerarquía SDH basada en el uso de la fibra óptica, lo que permite incrementar notablemente la velocidad de transmisión.
- ▶ **Red de Conmutación:** Estructura en dos niveles: que es la de mayor coste debido a su gran capacidad, y tránsito, formada por las centrales SPC nodales, carentes de abonados y con gran nivel de redundancia (fiabilidad: parada de dos horas en 40 años). Para la comunicación entre centrales se utiliza la red de transmisión.
- ▶ **Red de Sincronismo:** Utiliza los enlaces de la red de transmisión para el intercambio de información entre puntos de señalización. En la red digital integrada se utiliza la señalización por canal común SS7 entre los distintos nodos de señalización.
- ▶ **Red de Gestión:** Permite planificar, organizar, supervisar y controlar los elementos de comunicación a fin de garantizar un nivel de servicio. Se puede aplicar a diversos ámbitos: gestión de fallos, configuración, prestaciones, contabilidad y seguridad. En telefonía se emplea el modelo de Gestión de Red conocido como TMN, que se apoya en una red de comunicación de datos de gestión que utiliza a su vez los enlaces proporcionados por la red de transmisión.
- ▶ **Red Inteligente:** Diseñado para el despliegue rápido de nuevos servicios en la red telefónica, permite encadenamientos flexibles según origen y hora, así como la distribución de llamadas. Tiene como requisito fundamental no modificar la base instalada y se puede utilizar enlaces de señalización SS7 para la comunicación entre sus instrumentos.

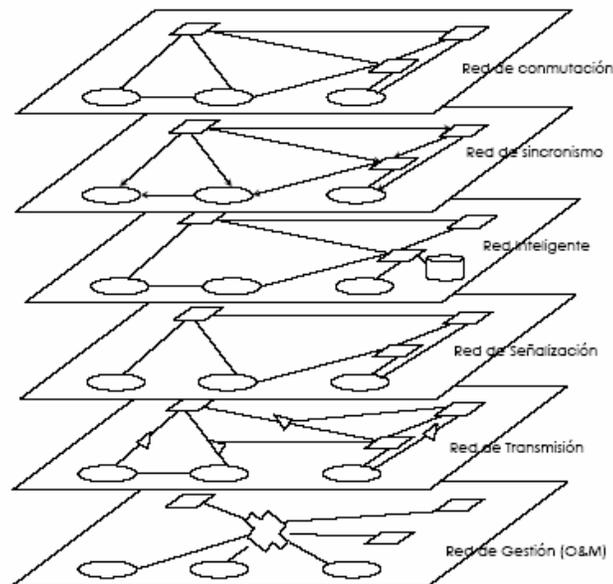


Figura III.13.4.a. Estructura de la red en varios niveles.

Sin embargo, todas estas redes utilizan los mismos canales físicos de transmisión digital de la red, conformando así distintos niveles sobre una red de transmisión digital, donde la única parte analógica de la red es el lazo de abonado.

III.14 RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS "RDSI"

Tras el desarrollo de los primeros transmisores la digitalización se ha extendido a las diferentes partes de la red telefónica. En primer lugar se aplicó a la transmisión en enlaces de larga distancia, lo que fue normalizado por UIT, mediante la jerarquía de la multiplexación digital conocida como PDH o jerarquía digital Plesiócrona (JDP), que permite utilizar en un mismo medio de transmisión miles de canales telefónicos separados por el tiempo. Con los sistemas de transmisión digitales era preciso realizar un proceso de conversión de A/D en cada etapa de transmisión. Además del mantenimiento y aplicación de las centrales electromecánicas lo cual es muy costoso, lo cual junto al desarrollo de los transmisores y circuitos integrados, proporciono la aparición de las primeras centrales de conmutación digital, conocidas como SPC. Dichas centrales permitían un gran número de servicios que requieren una señalización compleja que requiere necesariamente ser digital. Todo esto dio lugar a la aparición de varias redes superpuestas: una red de transporte digital de gran velocidad sobre las cuales se establecen los enlaces que unen a los nodos de conmutación, señalización, y gestión de red. Además existirá una red superpuesta que permite ofrecer una base de tiempos común a todos los elementos: la red de sincronización.

Como resultado se llega a lo que hoy día conocemos como la Red Digital Integrada (RDI), cuya única parte analógica se sitúa en el lazo de abonado y en el aparato telefónico. Esta ha sido la última parte en digitalizarse, dando lugar a la Red Digital de Servicios Integrados.

En la industria de las comunicaciones de transmisión de datos y telefónica están cambiando de forma constante para satisfacer a las necesidades de los nuevos sistemas de comunicaciones por teléfono, video y computadora. Hoy en día el usuario requiere cada vez más de estar comunicado mucho más que antes, es por eso que se le dio origen a la Red Digital de Servicios Integrados.

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), es un diseño de red que propusieron las principales compañías telefónicas, en conjunto con el CCITT, para tratar de proporcionar telecomunicaciones mundiales que admitan información de voz, datos, video y facsímil en la misma red. Podemos decir que una RDSI es la integración de una amplia gama de servicios en una sola red de función múltiple la cual propone interconectar a una cantidad ilimitada de usuarios independientes, a través de una red común de comunicaciones.

La industria telefónica está implementando sistema de RDSI tal que en el futuro los suscriptores entren a el, usando redes actuales públicas de teléfonos y de datos.

La función principal del concepto de RDSI es admitir una amplia variedad de aplicaciones de voz (telefónicas) y no de voz (datos digitales) en la misma red, usando una cantidad limitada de instalaciones normalizadas. Estos sistemas admiten una amplia variedad de aplicaciones que abarcan conexiones tanto conmutadas como no conmutadas (dedicadas). En las conexiones conmutadas están los circuitos y las de paquetes. Los nuevos servicios introducidos en la RDSI deben de ser compatibles con las conexiones digitales conmutadas en 64 kbps. Esta conexión digital es la piedra constructiva básica de una RDSI. Los principios de una RDSI los podemos resumir de la siguiente manera. Una RDSI contendrá circuitos inteligentes con el fin de proporcionar funciones de servicio, mantenimiento y administración de la red; se espera que la red proporcione servicios de un circuito de red conmutada. Debemos de utilizar protocolos en capas, para especificar los procedimientos de acceso a una RDSI, y para localizar en el modelo de interconexión de un sistema abierto OSI. Las normas ya desarrolladas para aplicaciones relacionadas con OSI pueden usarse en una RDSI, como por ejemplo la X.25 para nivel 3, para entrada a los servicios de conmutación de paquetes.

Las RDSI se basarán en los conceptos desarrollados para la RDSI telefónicas, y podrán evolucionar integrando en forma progresiva, otras funciones y propiedades de la red incluyendo las de cualquier otra red dedicada, como por ejemplo la de conmutación de circuitos y de paquetes de datos, para proporcionar servicios actuales y nuevos. La evolución hacia una red RDSI, se obtendrá al lograr conectividad digital de Terminal con Terminal a través de plantas y equipos que se usan en las redes actuales, un ejemplo es la transmisión digital, multiplexado por división de tiempo o multiplexación por división de frecuencias.

III.15 DIGITALIZACIÓN DEL LAZO DE ABONADO

La red Digital de servicios integrados, pretende ofrecer a los usuarios una amplia capacidad de servicio portadores (capacidad de transmisión y conmutación digital) y servicios finales, utilizando para ello un punto de acceso a la red común, formado por la central local y la línea de abonado. La digitalización del lazo de abonado comenzó en 1985 y continúa aún en nuestros días debido a que el coste que debe de pagar el usuario para acceder a la RDSI es percibido, en muchos casos como innecesario.

III.15.1. ESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN

La arquitectura propuesta para las funciones de una RDSI se muestra en la figura III.15.1.a. Esta diseñada para admitir una conexión física totalmente nueva para el usuario, un lazo digital del abonado y diversos servicios de transmisión.

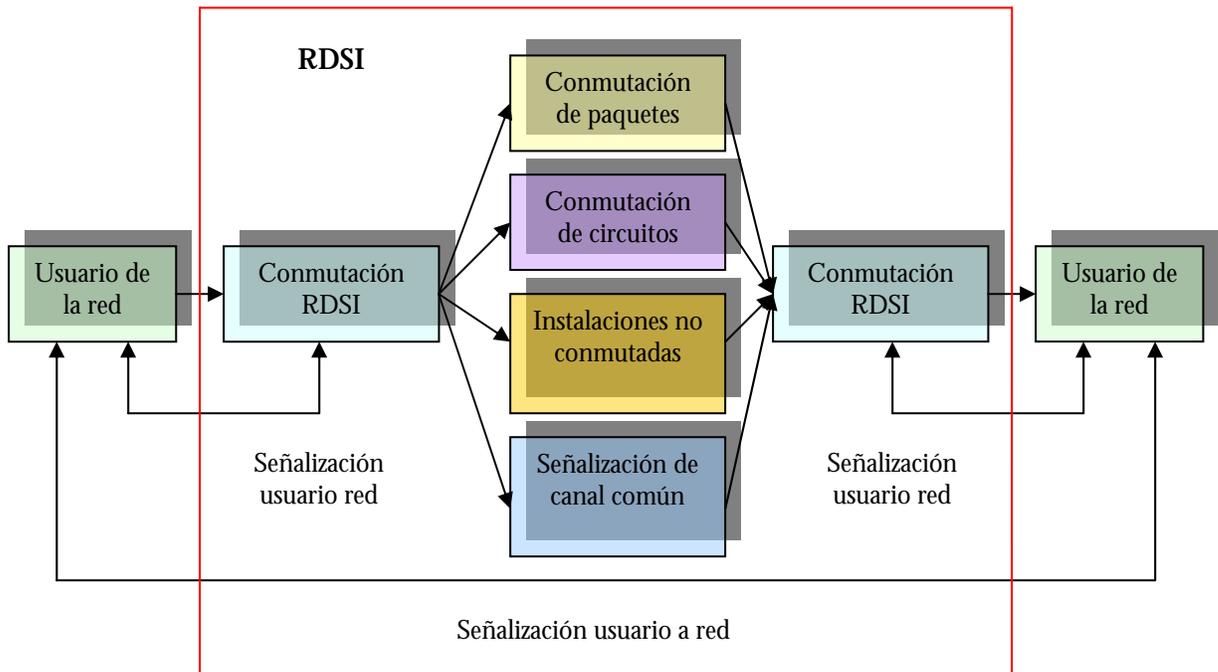


Figura III.15.1.a. Arquitectura para las funciones de RDSI

Está formada por la vía digital existente entre el usuario y la red, y en ella distinguimos tres conceptos:

- a) Forma en que se canaliza o reparte dicho régimen binario mediante multiplexación por división de tiempo: En RDSI se distinguen tres tipos de canales Full dúplex para la comunicación usuario red:
 1. Canales B (Bearer, Portador): de 64kb/s de capacidad para el envío de voz digitalizada o de datos.
 2. Canal D (Data), puede ser de 16 ó 64 kb/s, utilizada fundamentalmente para el envío de señalización y adicionalmente y con menor prioridad se puede utilizar para el envío de paquete a baja velocidad.
 3. Canal H: Permite ofrecer a los usuarios velocidades de transporte por encima de 64 kb/s, que equivalen a 6.24 y 30 canales B respectivamente.

- b) Agrupación de canales que ofrecen al usuario final: Las canalizaciones están disponibles a los usuarios en conjunto de agregados, que podrán ser controlados. Actualmente hay dos definidos:
 1. Acceso básico (BRI) que consta de dos canales B y un canal D de 16 kb/s (total 144kb/s). Se ofrece sobre el mismo lazo de abonado de la red telefónica conmutada.
 2. Acceso primario: (PRI) consta de canales B y H hasta completar 1920 kb/s y un canal D de 64 kbps. Esta orientado a oficial y centralistas. Normalmente necesita fibra óptica o cable coaxial hasta el abonado.

- c) Régimen binario existente entre el usuario y la red: que puede ser de dos tipos: 192 kb/s Full dúplex para el acceso básico y algo más de 2 Mb/s Full dúplex para el primario. Este régimen binario no puede ser utilizado por el usuario, ya que parte está destinado para tareas como alineamiento de tramas, sincronismo, control de errores de transmisión, y otras sobrecargas.

III.15.2. ARQUITECTURA Y PLAN DE MARCACIÓN DE RDSI

En la definición de RDSI se contemplaron diferentes tareas a realizar, donde se agruparon diversos grupos funcionales, donde se establecieron a su vez distintos puntos de referencia como fronteras o interfaz entre ellos.

Los grupos funcionales son:

- a) Terminación de la red tipo 1 (NT1): realiza las funciones asociadas a la interfaz física (mecánica y eléctrica) del lazo de abonado en la RDSI, estableciendo la frontera entre éste y la instalación propietaria del abonado. Permite la conexión entre varios equipos a la vez (topología en bus), por lo que incorpora mecanismos de control de acceso al canal común de señalización D.
- b) Terminación de red tipo 2 (NT2): Dispositivos inteligentes que realiza las funciones de concentración y conmutación locales a la instalación de abonado. Por ejemplo centralistas o encaminadores en las redes de área local.
- c) Equipo Terminal tipo 1 (TE1): Dispositivo digital que soporta la interfaz estándar RDSI. Ejemplo: teléfono RDSI o computadora con tarjeta RDSI.
- d) Equipo Terminal tipo 2 (TE2): Dispositivo que no soporta la interfaz estándar RDSI.

e) Adaptador de Terminal (TA): transforma los equipos TE2 en TE1.

Los puntos de referencia R, S, y T representan la frontera entre los diferentes grupos funcionales y pueden estar ausentes en una instalación.

Respecto a la arquitectura de protocolos utilizados por RDSI entre el usuario y la red, distinguiremos tres puntos muy importantes conocidos como planos:

- ▶ Plano de Control, utilizado para establecer y liberar conexiones. Se basa en el uso de señalización.
- ▶ Plano Usuario, utilizado para la transferencia de información entre dos usuarios conectados a RDSI.
- ▶ Plano de Gestión, permite la operación y el control de parámetros del sistema.

Una sola interfaz usará en teléfonos, terminales de cómputo y equipos de video. Por consiguiente se requiere de varios protocolos para permitir el control de la información que se intercambia entre el dispositivo y el usuario y la RDSI, como ya mencionamos el canal B de 64 kbps, el canal D de 16 ó 64 kbps y el canal H de 384, 1536 ó 1920 kbps.

Las normas de una RDSI especifican que a los usuarios que usan la red, se les proporciona un acceso básico, el cual consiste en tres canales digitales, dúplex multiplexados por división de tiempo: dos trabajando a 64 kbps (designados canales B) y uno a 16 kbps (canal D, de datos). Las frecuencias de bits B y D se seleccionaron para ser compatibles con los sistemas actuales de portadoras digitales E1 a E4. El canal D se usa para conducir información de señalización y para intercambiar información de control de red. Un canal B se usa para voz codificada en PCM y videotex. Algunas veces, a el servicio 2B + D se le llama interfaz de frecuencias básicas (BRI, de Basic rate interface). Los sistemas BRI requieren de un ancho de banda que pueda contener a los dos canales B de 64 kbps y un canal D de 16 kbps más bits de trama, sincronización y otros indirectos, para tener una frecuencia total de bits de 192 kbps. Los canales H se usan para proporcionar mayores frecuencias de bits para servicios especiales, como fax rápido, video, datos de alta velocidad y audio de alta calidad.

Otro servicio llamado primario, acceso primario o interfaz de frecuencia primaria (PRI, por Primary rate interface) que proporcionará canales múltiples de 64 kbps, para uso de los suscriptores de alto volumen de la red. En Europa la interfaz de frecuencia primaria usa 30 canales B de 64 kbps y un canal D de 64 kbps, para tener una frecuencia combinada de bits de 2.048 Mbps.

Se pretende que a futuro la RDSI, proporcione un canal B conmutado por circuito con el sistema telefónico existente, sin embargo se tendrá que crear canales B conmutados por paquetes para transmisión de datos a frecuencias no normales.

El lazo del abonado, con el cable de par trenzado que se usa en un teléfono común, proporciona la trayectoria física de la señal del equipo del abonado a la oficina central de la RDSI. Este lazo de abonado debe ser capaz de implementar la transmisión digital dúplex tanto para la frecuencia básica como para la primaria. En el caso ideal, a medida que la red crece, los cables de fibra óptica reemplazarán a los cables metálicos.

La siguiente tabla (III.15.2.a), nos muestra algunos de los servicios que se propone dar a los abonados de la RDSI. BC nos indica un canal B conmutado por circuito, BP representa un canal B conmutado por paquete y D indica canal D.

Servicio	Velocidad de transmisión	Canal
Teléfono	64 kbps	BC
Alarmas de sistemas	100 bps	D
Medición de empresa de servicio	100 bps	D
Administración de energía	100 bps	D
Video	2.4 – 64 kbps	BP
Correo electrónico	4.8 – 64 kbps	BP
Facsimil	4.8 – 64 kbps	BC
Televisión de barrido lento	64 kbps	BC

Tabla III.15.2.a. Servicios proyectados para la RDSI.

A nivel físico se realizan tareas relacionadas con la transmisión de señales (parámetros físicos y eléctricos), multiplexación de canales, codificación en línea, acceso por contenido al canal D, e identificación de los terminales. Todo ellos viene descrito en la recomendación I.430 para el acceso básico e I.431 para el acceso primario. La I.410 establece un conector RJ – 45 con 4 hilos activos como mínimo, así como código de línea HDB3. Se fijan también aquí las posibles configuraciones de cableado (punto a punto, bus pasivo corto, largo, etc.).

Sobre ese nivel físico el usuario podrá enviar directamente sus datos (por ejemplo voz codificada en canales B) cuando esté utilizando conmutación de circuitos, y una vez establecido este, las señales del plano control necesarias para el establecimiento y liberación de circuitos entre el usuario y la red se definen en la recomendación, y son enviadas a la red dentro de las tramas LAPD, que utilizan físicamente los bits del canal D.

Con el plan de numeración podemos distinguir a cada equipo de usuario del resto, permitiendo a la red su localización y facilitando su traficación. El plan de numeración de la RDSI establece que el número RDSI de forma independiente de la naturaleza del servicio (voz, datos, video, etc.), y con extensión del plan de numeración de la red telefónica tradicional (E.164). Un número de RDSI esta formado por el número internacional y la subdirección de RDSI (máximo 55 dígitos). Podemos asignar subdirecciones a los TE del usuario conectados en el bus o bien asignarles distintos números de abonado facilitando así la marcación directa.

III.15.3. CONEXIONES A LA INTERFAZ DE LA RDSI

Las unidades e interfaces del abonado suscripto a la RDSI se definen en función y referencia de la red. La siguiente figura (III.15.3.a), nos muestra como se pueden conectar a los abonados a la RDSI. Para acceder a la red a través de uno de los dos tipos de dispositivos de entrada, el equipo Terminal tipo 1 (TE1) y el equipo Terminal (TE2). El equipo Terminal TE1 soporta interfaces normales, y como consecuencia, no requieren de la traducción de un protocolo. Los datos de entrada a la red y de inmediato se configuran al formato del protocolo de RDSI. El equipo TE2 se clasifica como no de RDSI; por lo cual, la Terminal de cómputo se conecta ala sistema a través de interfaces físicas, como la RS – 232, y las computadoras centrales con X.25. La traducción de datos de protocolos no de la RDSI y protocolos de la RDSI, esto se hace en un dispositivo llamado adaptador de Terminal (TA). Estos dispositivos conocidos como adaptadores de Terminal convierten los datos del usuario al formato de canal B de la RDSI, o en canal D, y los paquetes de X.25 se convierten en formatos de paquetes de RDSI. Además, también los adaptadores de Terminal pueden admitir los teléfonos

analógicos tradicionales y las señales de facsímil con un canal de servicio de audio de 3.1 kHz. Estas señales analógicas se digitalizan antes para poder entrar a la red.

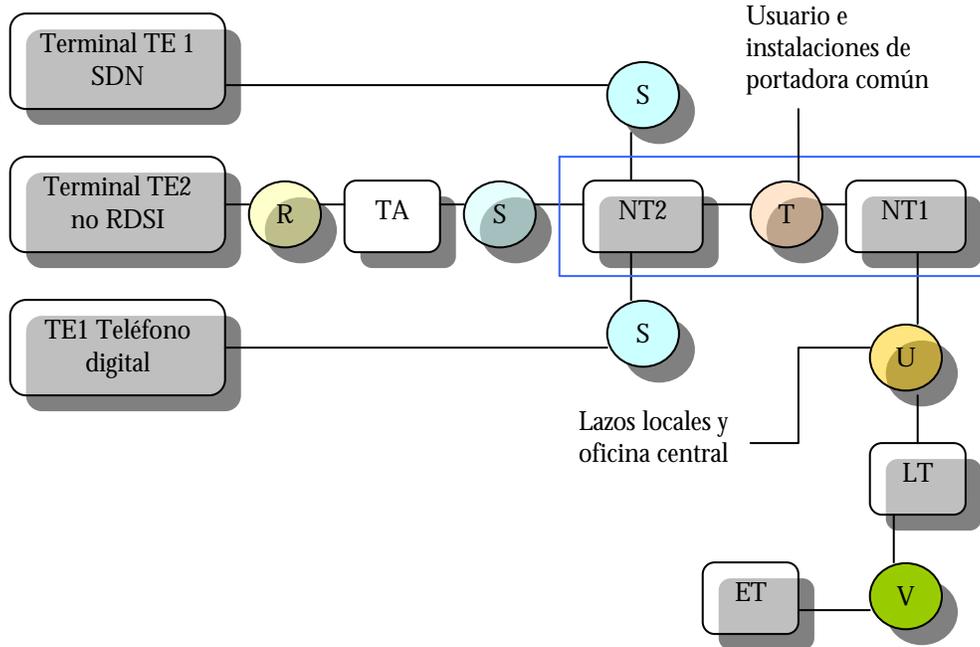


Figura III.15.3.a. Conexiones y puntos de referencia de la RDSI.

Los datos del usuario en puntos designados como puntos de referencia S (de sistema) actualmente están en formato de la RDSI, estos proporcionan datos en 2B + D a 192 kbps. Por lo cual estos puntos separan al equipo Terminal del usuario de las funciones del sistema relacionadas con la red.

Los puntos de referencia T (de Terminal) corresponden a una terminación mínima de la Red. Este punto de referencia separa al equipo proveedor de red, del equipo del usuario, posteriormente en el punto de referencia R (de rate o frecuencia) es la que proporciona la interfaz entre el equipo de usuario no compatible con la RDSI y los adaptadores de la terminal.

La terminación 1 de red (NT1), nos proporcionara las funciones necesarias para la interfaz física entre el usuario y la portadora común, la cual es designada por la letra T , estas funciones corresponden al modelo OSI. La NT1 es el límite de la red, la cual puede ser controlada por el proveedor de la red. Esta lleva a cabo la función de mantenimiento de línea y admite canales múltiples al nivel físico. Estos datos de estos canales son multiplexados entre sí por división de tiempo.

Los dispositivos de las terminales de red 2 son inteligentes y pueden realizar funciones de concentración y conmutación (funcionan hasta el 3 de el modelo OSI), por lo que las terminales NT2 también pueden ser utilizadas para varias conexiones de puntos S y proporcionar funciones locales de conmutación de oficina central.

Un lazo U es el punto de interfaz de medios mediante una unidad de terminación de línea (LT, line termination), este proporciona las funciones de interfaz de capa física entre las oficinas centrales y las líneas de lazos. Las unidades LT se conectan a una terminación de intercambio (ET) al punto de referencia V. En una estación terminal los datos son conducidos a un canal de salida o a un usuario de oficina central.

Existen diversas clases de canales de transmisión además de los tipos B y D que se describieron con anterioridad. Los cuales son:

Canal HO. Esta interfaz soporta varios canales HO de 384 kbps. Estas estructuras son 3HO + D y 4 HO + D, para la interfaz de 1.544 Mbps, y 5HO + D para la de 2.048 Mbps.

Canal H11. Esta interfaz consiste en un canal H11 de 1.536 Mbps (24 canales de 64 kbps).

Canal H12. Esta es la versión Europea de H11, la cual usa 30 canales para alcanzar una frecuencia combinada de datos de 1.92 Mbps.

Canal E. Conmutando por paquetes, usando 64 kbps (parecido al canal D normal).

III.15.4. PROTOCOLOS DE LA RDSI

Las normas desarrolladas para la RDSI existen los famosos protocolos que permiten la interconexión entre el usuario de la RDSI y la red misma, además estos protocolos también son usados para realizar la interacción entre usuarios que estén utilizando la RDSI.

Actualmente las nuevas opciones y protocolos anexados para lograr esta gran red, han sido anexados al modelo OSI. Podemos decir que la RDSI no se ocupa de las capas 4 a 7 del modelo OSI, esas capas son utilizadas para realizar el intercambio de información de terminal a terminal en la RDSI, como se muestra en la figura (III.15.4.a). En la parte comprendida como capa se especifica la interfaz física para acceso básico y primario de la red, donde los canales B y D están multiplexados por división de tiempo en la misma interfaz; por lo tanto se aplican las mismas normas a los dos tipos de canales. Pero los protocolos de las capas 2 y 3 son distintos para los dos canales. El protocolo utilizado para la capa de enlace de datos se asemeja bastante al formato HDLC.

Aplicaciones	Señalización de suscriptores de lado a lado	Protocolos relacionados con CCITT - OSI				
Presentación						
Sesión						
Transporte						
Red	Control de llamada	X.25 Nivel de paquete	Uso a futuro	X.25 Nivel de paquete		
Enlace de datos	LAP - D			X.25 LAP - B		
Física	Capa 1					
	Señal	Paquete	Telemetría	Conm. Circuito	Circuito rentado	Circuito rentado
	Canal D			Canal B		

Figura III.15.4.a. Relaciones estructuradas entre OSI en RDSI.

Además se le llama Protocolo de Acceso a Enlace para Canales D (LAP – D) y Protocolo de Acceso a Enlace para Canales B (LAP – B).

- ▶ **LAP - D.** Las transmisiones de datos por un canal LAP – D se realizan entre un abonado y un elemento de conmutación de la RDSI. El servicio de LAP –D da dos servicios conocidos como transferencia no reconocida y reconocida de información. El primero de los servicios, el de transferencia no reconocida permite transportar tramas de datos sin reconocimiento, esta información es transportada de manera de punto a punto como global. Este tipo de transferencia no proporciona ningún tipo de control de flujo de datos mecanismo de control de error, este tipo de transmisión sólo proporciona un medio para transferir datos con rapidez, la cuales son útil para servicios tales como mensajes de alarma. Este tipo de conexión establece una conexión lógica entre dos suscriptores o abonados antes de transferir datos. La información del suscriptor, de control de protocolos y parámetros se transmiten en tramas. LAP – D maneja dos tipos de multiplexación: el sitio del suscriptor, donde pueden existir muchos tipos de dispositivos que comparten la misma internaza física, y dentro de cada dispositivo de usuario, donde existen muchas formas de tráfico multiplexado (datos conmutados y señalización de control). Para poder realizar las dos formas de multiplexado para el sistema LAP – D se utiliza un campo de direcciones de dos partes, estructurado por un Identificador de Terminal Externa (TEI, de *Terminal Endpoint Identifier*) y un Identificador de Punto de Servicio (SAPI, de *Service point identifier*). Comúnmente, a cada abonado le es asignado un TEI único; además de que es posible que a un solo dispositivo tenga más de una TEI. El SAPI identifica al suscriptor de capa 3 de LAP – D, usando un SAPI de 0 para procesamiento de control de llamada, en la administración de circuitos de canal B: se usa un SAPI de 1 para transmisiones de modo de paquetes, usando procedimientos de control (señalización de usuario a usuario). Un SAPI de 16 esta reservado para transmisiones de paquetes por el canal D usando el nivel 3 de X.25, y un SAPI 63 que es utilizado para el intercambio de información de administración y control de la capa 2. Cuando son utilizados de esta manera de TEI y SAPI que se les llama Identificador de Conexión de Enlace de Datos (DLCI).

III.16 BANDA ANCHA "RDSIB"

La banda ancha en la RDSIB conocida como (BISDN) por sus siglas en inglés para definir a la red con banda ancha, fue definida por la CCITT, como un servicio que proporciona canales de transmisión capaces de manejar velocidades de transmisión de mayores frecuencias primarias de dato. Este servicio requiere de velocidades de datos de una gran magnitud que las que proporciona la RDSI, como por ejemplo para la transmisión de video.

Las nuevas normas para la RDSIB están basadas en los conceptos de un modo asíncrono de transferencia (ATM), que incorpora al cable de fibra óptica como medio de transmisión de datos. Los servicios que puede proporcionar una RDSIB están catalogados como de interactivos y de distribución. En los servicios interactivos están aquellos en los que hay intercambio de información en dos sentidos excluyendo la señalización y el control, entre los abonados o entre suscriptores con el proveedor de servicio. Los servicios de distribución son aquellos donde la información se transfiere principalmente del proveedor al suscriptor. Los servicios convencionales. Los servicios cotidianos prestan un servicio de medio de transmisión bidireccional de datos de terminal a terminal, la cual es producida en un tiempo real, entre los suscriptores o abonados o entre un suscriptor y el proveedor de servicio. Actualmente existen nuevas especificaciones para poder interactuar entre las RDSI y las RDSIB para satisfacer las necesidades de estas redes con miras a futuro.

En una terminal de RDSI y una Interfaz de Terminal de Banda Ancha (BTI, de *Broadband terminal interface*), las cuales son recibidas por una Red de Suscriptor (SPN, *Subscriber Premise Network*), la cual multiplexará los datos de entrada y posteriormente los transferirá a un nodo de Banda Ancha. Se le llama Terminación de Red de Banda Ancha (BTN), la cual codifica la información de datos en paquetes más pequeños, los que son utilizados por la RDSIB. La transmisión de estos datos se realiza de manera asimétrica, donde se dice que es de acceso activado y desactivado a la red, la cual se realiza a diferentes velocidades de transmisión.

III.16.1. TRANSFERENCIA ATM PARA LA RDSIB

La transferencia de datos de forma asíncrona conocida como ATM es el medio más común para la entrada y salida de datos de una RDSIB en forma asíncrona que es independiente del tiempo. Como mencionamos anteriormente los canales de un sistema ATM son canales identificados, son transferibles a frecuencias fijas de datos y estas velocidades se encuentran estimadas en los 16 kbps. La transferencia de estos datos se lleva a cabo en intervalos de tiempo los cuales llevan por nombre celdas. Estas celdas están marcadas con una etiqueta que llevan en el encabezado de la misma celda como se muestra en la siguiente figura (III.15.1.a).

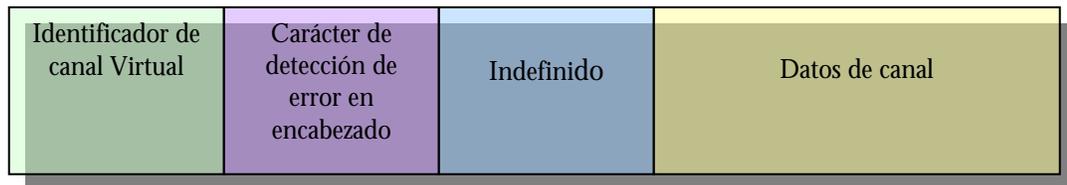


Figura III.15.1.a. Formato de encabezado para celda ATM.

Nuestro identificador de canal virtual nos indica la fuente del nodo y el destino del paquete. El canal es de carácter virtual y no es específico, nos permite determinar el direccionamiento físico del paquete además de los tiempos de entrada y salida de la red, siempre y cuando exista una disponibilidad de la red y de acceso. Posteriormente en el identificador de canal virtual se encuentra el carácter de detección de errores en el encabezado.

III.16.2. ESTRUCTURA DE LA RDSIB

La arquitectura de la RDSIB contiene periféricos que se encargan de conectar al nodo de acceso, a través de una Terminal Distante de Banda Ancha (BTD), ver figura (III.16.2.a). Como se menciona en el apartado de teléfono, la terminal es la encargada de realizar la conversión a eléctrica donde posteriormente se trasladara a un medio óptico, realizaran el multiplexado de periféricos hasta llegar a un destino previamente definido.

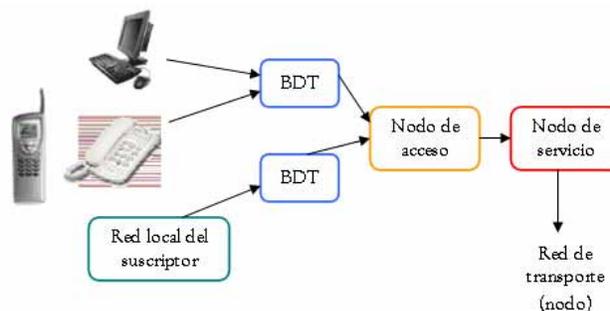


Figura III.16.2.a Acceso a la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha.

En los mencionados nodos de acceso se concentran un gran cantidad de BTD que van desde la terminal del abonado, donde posteriormente accedan a un punto de alineación y a un nodo de servicio. Las funciones cotidianas como son las de control para acceso al sistema, procesamiento de llamada, las funciones administrativas y las de conmutación se interconectan en configuraciones estrella, las cuales pueden ser de conmutación, administrativas, de puente y de mantenimiento.

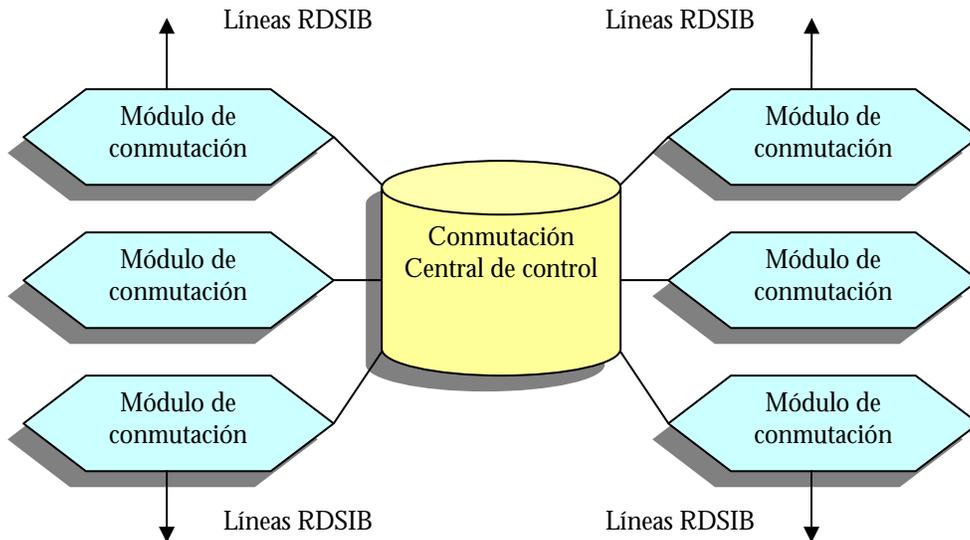


Figura III.16.2.b. Interfaces de los módulos funcionales.

En la figura (III.16.2.b), se muestra un esquema simbólico de las interfaces de los módulos funcionales, al centro se encuentra un conmutador central de control, el cual funciona como conexión final con el usuario, para la señalización de control y mantenimiento de tráfico de datos. Esta supervisa las operaciones de los módulos. Por lo general a este tipo de arquitectura es muy común encontrarlas en las redes que están compuestas de fibra óptica ya que permiten el aumento de la capacidad del canal para transmitir mayor información, a pesar de su costo es el medio que permite tener más capacidad en comparación con la de la RDSI.

III.17 MÓDEMS

El objetivo para el cual están diseñados los módems es, servir de interfaz de datos con las computadoras, redes de computadoras y otros equipos de terminal digital a líneas de comunicaciones analógicas.

Las líneas de comunicaciones analógicas son parte de la red telefónica pública, donde el módem es un transmisor de señales digitales, las cuales modulan a una portadora analógica, en la parte de recepción se demodulan las señales analógicas y son convertidas a señales de tipo discreto.

Resumiendo, no es más que un receptor que convierte señales eléctricas de forma digital a forma analógica, y viceversa. De manera física lo podemos localizar entre una parte del equipo de cómputo y un canal de comunicaciones analógicas.

Los módems pueden ser clasificados como asíncronos o síncronos, y usan una de las siguientes técnicas de modulación de manipulación por desplazamiento de amplitud (ASK),

manipulación por desplazamiento de frecuencias (FSK), manipulación por desplazamiento de Fase (PSK) o modulación por desplazamiento en cuadratura (QAM).

III.17.1. MÓDEMS ASÍNCRONOS

Los módems asíncronos se utilizan en circuitos de datos de baja velocidad. Para la operación semidúplex con red telefónica pública de dos hilos, o la operación dúplex con cuatro hilos y circuitos dedicados de líneas privadas.

Por lo general los módems asíncronos utilizan la manipulación por desplazamiento de frecuencias, donde actúa una portadora de 1700 Hz que se desplaza a velocidades de 1200 veces por segundo. Para la determinación de uno lógico y cero lógico; tiene que existir una variación de frecuencia que se considera como la mínima para establecer un cero lógico la cual es el descenso de la frecuencia hasta los 500 Hz y se puede elevar hasta los 2200 Hz.

Para poder funcionar en la configuración dúplex es necesario un circuito dedicado con dos alambres, a esto es necesario dividirlo a la mitad del ancho de banda útil del circuito de banda de voz, formando dos canales de datos de igual capacidad, algunos de los módems asíncronos empleados en la red telefónica se muestran en la siguiente figura (III.17.1.a) .



Figura III.17.1.a. Módems Asíncronos tipo Puente y Router utilizados para la transmisión de datos por medio de la red Telefónica.

III.17.2. MÓDEMS SÍNCRONOS

Este tipo de módems son utilizados para aplicaciones de velocidades conocidas como intermedias y altas, la modulación que utilizan son la de tipo PSK y QAM. El módem síncrono combina la señal del reloj junto con los datos digitalmente a una portadora analógica, la cual es transmitida a un módem receptor que puede demodular los datos recibidos.

El reloj de transmisión se encargara de recuperar los datos que serán utilizados para sincronizar los datos recibidos en equipos de transmisión de datos. Gran parte de los módems síncronos están diseñados para funcionar en modo dúplex, los cuales están diseñados para usarse en circuitos de líneas privadas de cuatro alambres. También pueden funcionar en sistemas de dos alambres, aunque solo en modo simplex. Estos Módems síncronos usan modulación PSK para

velocidades medias que van de 2400 a 4800 bps. Los módems síncronos de alta velocidades funcionan a 9600 bps y utilizan modulaciones de QAM, además algunos tipos de módems están diseñados como accesorios internos para las computadoras como el que se muestra en la siguiente figura (III.17.1.a).



Figura III.17.2.a. Módem interno, actúa de manera Síncrona con la computadora.

III.18 INTEGRACIÓN DE TELEFONÍA Y SISTEMAS DE CÓMPUTO

Las Redes de telefonía hoy en día son una de las más importantes estructuras tecnológicas utilizadas para la transmisión de datos. Así que gran parte de las configuraciones de telefonía están basadas en las topologías de redes de área local.

Una red de área local (LAN), es un grupo de computadoras y dispositivos asociados que comparten una línea de comunicación común o un enlace inalámbrico y típicamente comparten recursos dentro de una pequeña área geográfica. Por lo general conecta estaciones de trabajo, computadoras personales, impresoras, servidores y otros dispositivos. Las redes LAN ofrecen a los usuarios de las computadoras muchas ventajas, incluyendo acceso compartido a dispositivos y aplicaciones, intercambios de archivos entre usuarios conectados y comunicación entre los usuarios.

Estas redes utilizan los protocolos LAN que funcionan en las dos últimas capas del modelo OSI y este tipo de redes utilizan tecnologías CSMA/CD, que en su traducción al español se refiere a la Detección de Portadora para Acceso Múltiple / Detección de Colisiones, como Ethernet, los dispositivos de Red compiten por el medio en la red.

Cuando un dispositivo tiene que enviar datos, primero verifica al medio para saber si no está siendo utilizado; si no lo está, puede transmitir sus datos. Al finalizar su transmisión, verifica de nuevo que no hayan ocurrido colisiones.

Una colisión ocurre cuando dos dispositivos transmiten de manera simultánea. Cuando ocurre una colisión, todos los dispositivos de la red esperan un tiempo aleatorio antes de volver a enviar datos. En la mayoría de los casos, no volverá a ocurrir una colisión entre los mismos dispositivos. Mientras más dispositivos se tengan conectados a la red, existe una mayor cantidad de colisiones. Este es el por que de la calidad de las redes Ethernet se degrada rápidamente al incrementar el número de dispositivos. Para mejorar la calidad de las redes Ethernet, es posible crear dominios de

colisión más pequeños, segmentando el dominio de colisión con switches. Con esto se reduce el número de dispositivos que compiten por el mismo medio.

Normalmente una red CSMA/CD es half dúplex. Esto significa que mientras un dispositivo transmite información, no puede recibir al mismo tiempo. Con la introducción de los switches es posible tener una operación full dúplex, es decir los dispositivos pueden transmitir y recibir al mismo tiempo. Un segmento de red Ethernet de 100 Mbps es capaz de transmitir 200 Mbps de datos, pero sólo 100 Mbps por dirección.

III.18.1. TOPOLOGÍAS DE RED

Las topologías de redes LAN definen la manera en que están organizados los dispositivos de la red. Existen cuatro topologías:

- Bus
- Anillo
- Anillo Estrella
- Árbol

Bus es una arquitectura lineal en la que las transmisiones de las estaciones de las redes se propagan a lo largo del medio y las reciben todas las demás estaciones. Esta topología se implementa con la recomendación IEEE 802.3, y se muestra en la figura III.18.1.a.



Figura III.18.1.a. Topología de Bus.

Anillo es una arquitectura que consiste en una serie de dispositivos conectados a otros por enlaces unidireccionales para formar un lazo cerrado. Estas redes se implementan con la recomendación IEEE 802.5 y FDDI, la cual se muestra en la figura III.18.1.b.



Figura III.18.1.b. Topología de Anillo.

Anillo Estrella es una arquitectura en la cual los puntos finales de la red están conectados a un punto central, pudiendo ser este un concentrador (Hub), o un switch. El bus lógico y anillo se

implementan generalmente como estrellas físicamente. Esta topología se muestra en la siguiente figura III.18.1.c.



Figura III.18.1.c. Topología Anillo Estrella.

Árbol es otra de las arquitecturas idéntica a la topología de Bus, excepto que es posible tener nodos con múltiples ramas. Esta topología se muestra en la figura III.18.1.d.



Figura III.18.1.d. Topología de Árbol.

Todas estas topologías son arquitecturas lógicas, y los dispositivos no tienen que estar organizados físicamente de la misma manera.

También existen las tecnologías WAN (redes de área amplia), generalmente funcionan en las tres últimas capas del modelo de referencia OSI. Un enlace punto a punto proporciona una ruta WAN de computación preestablecida desde el equipo del cliente a través de la red del proveedor de servicio, con las compañías telefónicas, hacia la red remota. Los enlaces punto a punto generalmente se les renta al proveedor de servicios por lo que generalmente se les llama rentados.

Para un enlace punto a punto, el proveedor de servicio destina los cables y las facilidades de hardware hacia la oficina del cliente. Estos circuitos generalmente se cobran con base al ancho de banda requerido y la distancia entre los dos puntos de conexión.

Los enlaces punto a punto son generalmente más costosos que los enlaces compartidos, tales como los Frame Relay, como se muestran en la siguiente figura (III.18.1.e).

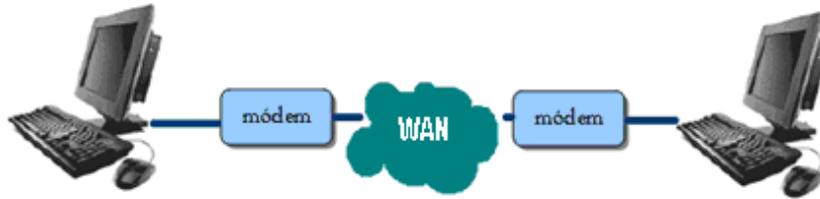


Figura III.18.1.e. Implementación del módem para un enlace punto a punto.

Los circuitos conmutados permiten iniciar las conexiones de datos cuando se necesiten y terminarlas cuando la comunicación ha finalizado.

III.18.2. SISTEMAS PARA LA INTEGRACIÓN DE TELEFONÍA Y CÓMPUTO

Una de las tecnologías que ha permitido integrar a la telefonía con los sistemas de cómputo esta muy relacionado a los sistemas de conmutación conocidos como PABX ver figura (III.18.2.a), con anterioridad mencionamos sus principios y forma de funcionamiento. Actualmente estos dispositivos han incrementado sus aplicaciones como son el direccionamiento de llamadas a correos de voz, sistemas de respuestas de voz; en el caso de ser series de datos transmitirlos al correo de fax o pasarla a un sistema de distribución automática de llamadas.

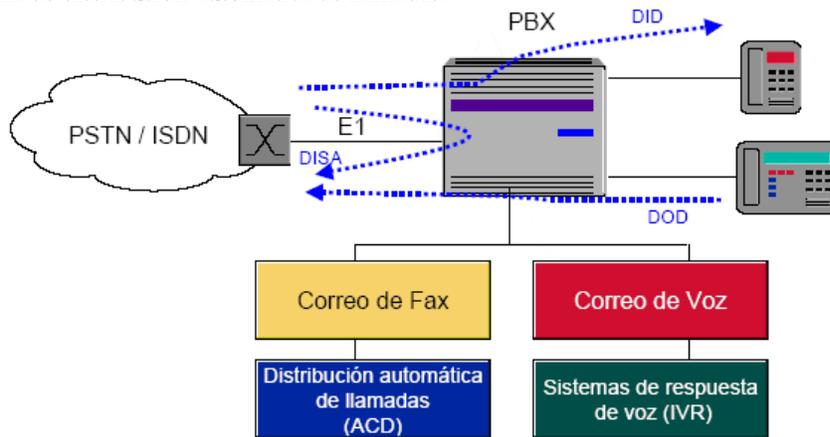


Figura III.18.2.a. Integración de aplicaciones en los PABX para transmisión de datos.

El servicio DISA (Direct Inward System Access) que significa Movimiento Directo al Sistema de Acceso, es una de las características con la que cuenta los sistemas de PABX o de la central telefónica que permite que una persona pueda llamar desde el exterior mediante un código de acceso y una clave personal para obtener el tono de invitación a marcar para hacer una llamada a otro destino sin la necesidad de la atención de una operadora. El PABX utiliza un circuito de entrada y uno de salida como se muestra en la siguiente figura (III.8.2.b).



Figura III.18.2.b. Interconexión de los sistemas DISA con las redes Conmutadas.

El gran crecimiento del telemarketingo y de los centros de soporte, atención y ventas (call center) junto con las necesidades de manejo eficiente y rápido de la información han llevado a la integración de sistemas telefónicos con la informática, como se muestra en la siguiente figura (III.18.2.c), la conexión de la red pública con estos sistemas de información..

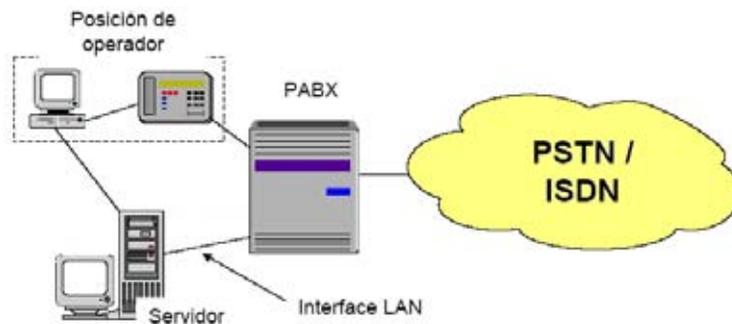


Figura III.18.2.c. Sistemas PABX interconectando por medio de redes a terminales telefónicas y servidores

Además de las conexiones realizadas por medio de los sistemas de PABX, existen los servicios básicos de telefonía, los cuales están clasificados de acuerdo a su tipo de servicio, como por ejemplo para residencia ver figura (III.18.2.d). En estas están integradas las líneas conmutadas, las líneas conmutadas digitales y funciones especiales. También están los servicios para empresas, estas están compuestas por líneas troncales analógicas, troncales digitales, CENTREX y funciones especiales.

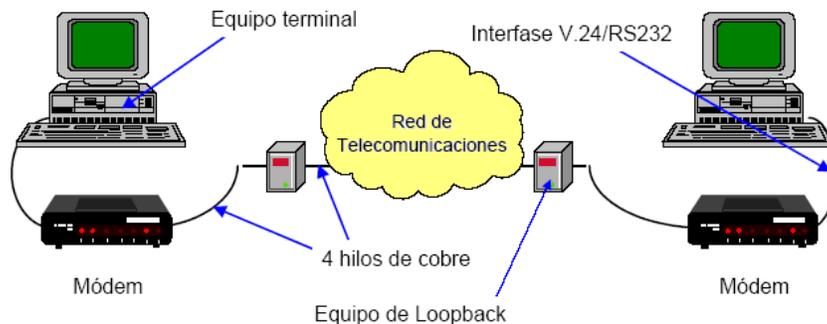


Figura III.18.2.d. Comunicación de datos por medio de la red pública telefónica.

Para lograr la unión de las redes y poder transmitir datos utilizamos la red telefónica conmutada que es la básica y la actual, la conexión se establece mediante una llamada telefónica al número que le asigne su proveedor de Internet. Para acceder sólo se necesita una línea telefónica y un

módem ya sea interno o externo ver figura (III.18.2.e). La conexión en la actualidad tiene una velocidad de 56 Kbps y se realiza directamente de una PC a través de un router o Proxy.

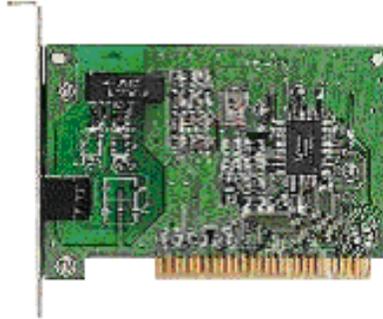


Figura III.18.2.e. Tarjeta de Red Interna.

Posteriormente la RDSI envía la información ya codificada digitalmente, es por esto que se requiere de un equipo que se adapte a las condiciones de la PC y la línea; ya sea una tarjeta de red, módem, una tarjeta de RDSI, además de tener servicio de un proveedor de telecomunicaciones que permita el acceso lógico de una velocidad de 64 kbps en ambos sentidos.

La RDSI integra una gran cantidad de servicios como transmisión de voz y datos, en un único acceso de usuario que permite comunicarse de manera digital entre las terminales conectadas. Por lo general cuenta con las características de realizar una conexión de punto a punto, con una conmutación que entrega velocidades de 64 kbps y ocupa canales separados para señalización y otro de transferencia.

Como mencionamos anteriormente el canal telefónico es dividido en tres canales: dos canales B portadores por los que circula la información a velocidades de 64 kbps los cuales pueden ser utilizados independientemente, es por esto que podemos hablar y navegar en Internet simultáneamente, utilizando conjuntamente estos dos canales podemos obtener velocidades de 128 kbps; y un canal D que sirve para administrar y preparar la conexión, la cual trabaja a velocidades de 16 kbps.

La ADSL es una tecnología que esta basada en el par de cobre de la línea telefónica normal, la trasforma en un medio de alta velocidad de transmisión permitiendo transmitir simultáneamente voz y datos por la misma línea ver figura (III.18.2.f). El envío y recepción de datos es establecido desde un ordenador previamente conectado a un módem de tipo ADLS el cual pasa los datos por un filtro (splitter) Ver figura (III.18.2.g), que permite la utilización simultánea de esta aplicación por la línea telefónica

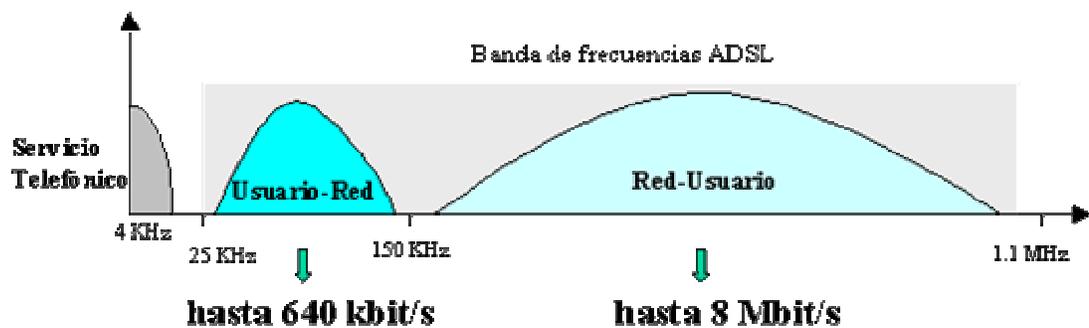


Figura III.18.2.f. Distribución del canal telefónico por medio de la tecnología ADSL.

Dádonos como resultado dos canales de alta velocidad, uno de recepción de datos y otro de envío de datos y un tercer canal para comunicar voz. Estos dos canales son asimétricos, es decir no tienen la misma velocidad de transmisión, el canal de recepción de datos tiene una mayor velocidad que el canal de envío de datos. Esto permite alcanzar mayores velocidades de comunicación en el sentido de red a usuario, que comúnmente son las más demandadas por el usuario ya que el volumen de información recibida es mayor que el volumen de información enviada.



Figura III.18.2.g. Filtro Splitter utilizado para interconectar terminales de cómputo y telefónicas.

Las velocidades de transmisión también dependen de la distancia entre el módem y la central lo cual afectará la calidad y la tasa de transferencia debido a las pérdidas generadas.

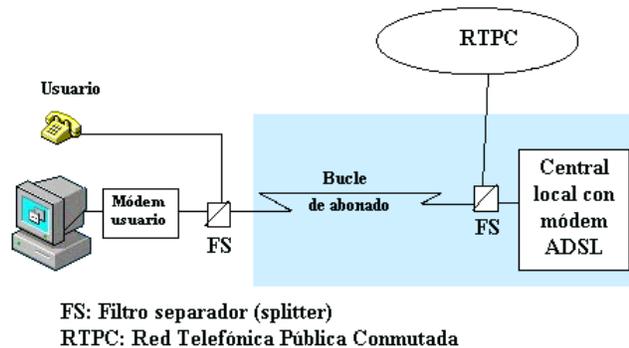


Figura III.18.2.h. Conexión ADSL.

Como se muestra en la figura (III.18.2.h), los sistemas ADSL utilizan modulación DTM (Multi Tonos Discretos), básicamente consiste en la utilización de varias portadoras simultáneas en la transmisión de las señales de datos, a diferencia de los módems convencionales que transmiten una sola portadora.

Por medio de los filtros splitter se logra reducir la interferencia entre las señales ADSL y las señales telefónicas, es por ello que se debe de instalar estos sobre cada aparato telefónico, como estándar se pueden conectar como máximo 3 filtros en el domicilio donde esta asignado el servicio de ADSL, estos son conectados en las rosetas telefónicas, como se muestran en las siguientes figuras (III.18.2.i) y (III.18.2.j).



Figura III.18.2.i. Roseta telefónica para empotrar.



Figura III.18.2.j. Roseta telefónica par extensión.

Si no se utilizaran estos filtro se generaría una gran cantidad de ruido cuando se este transmitiendo datos, lo cual es molesto para el usuario; de igual manera las llamadas telefónicas interrumpirían las transmisiones de datos. La instalación es muy sencilla, se debe de colocar un micro filtro entre las roseta telefónica y el teléfono, como se muestra en la siguiente figura (III.18.2.k).

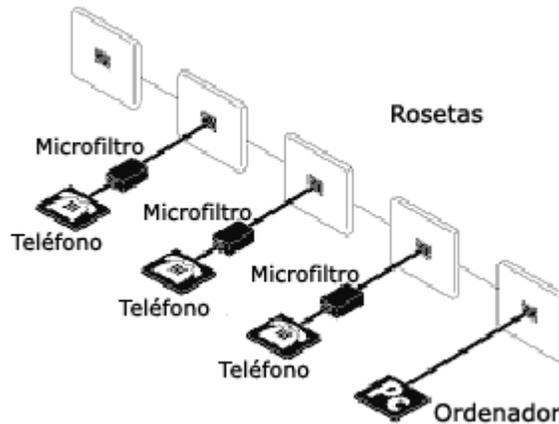


Figura III.18.2.k. Conexión de Filtros entre Roseta y Teléfono.

Por lo general es recomendado que la conexión entre la línea y el módem sea libre de filtros, pero si es el caso que se requiera, requerirá de un filtro especial para realizar esta conexión para evitar interferencias entre ambos equipos, como se muestra en la siguiente figura (III.18.2.l).

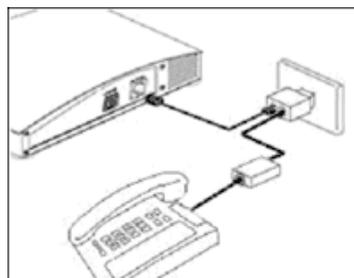


Figura III.18.2.l. Conexión entre la línea telefónica y ambos sistemas telefónicos y módem.

Recordando la estructura por la cual esta compuesta la red de telefonía pública, podemos observar la gran cantidad de dispositivos que se requieren para poder hacer eficiente una red de telefonía, para poder llegar desde una estación terminal o un teléfono hasta nuestro destino.

Pasando por todos los sistemas de conmutación y centrales primarias, secundarias, núcleos o nodos por los cuales esta constituida. Actualmente los enlaces primarios están constituidos por grupos de 100 ó 300 pares, el segmento secundario esta formado por grupos de 50 pares y la distancia del lazo de abonado esta estimada en una distancia de 3 kilómetros, como se muestra en la figura (III.18.2.m).



Figura III.18.2.m. Diagrama de la situación actual de la red Telefónica.

Podemos ejemplificar los enlaces hechos por una central telefónica que distribuyen su red por medio de armarios y de segmentos de dispersión en la figura (III.18.2.n).

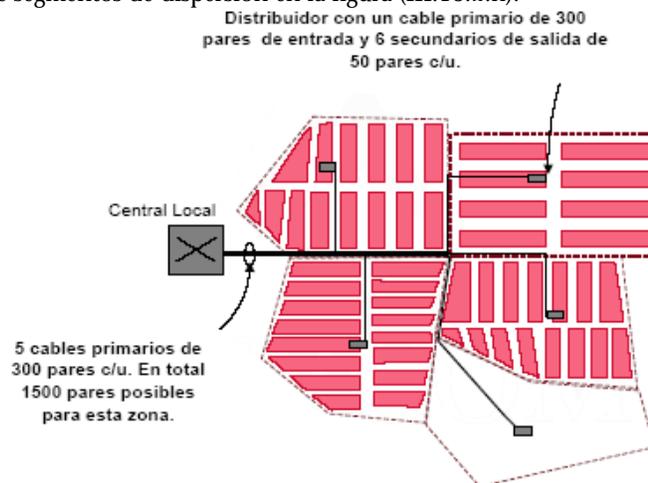


Figura III.18.2.n. Diagrama de dispersión de la red de telefonía.

Hoy en día la red de telefonía que conocemos no es la única forma de generar comunicación y traslado de voz y datos, ya existen nuevas formas y métodos por los cuales podemos hacer viajar la información que requerimos transportar, es aquí donde surgen las nuevas técnicas de ingenierías, abriendo el espacio a las nuevas alternativas de redes como la red telefónica celular, telefonía VoIP, y a futuro y en estudio la transmisión de voz y datos a través de la red de energía eléctrica. Podemos resumir en la siguiente figura (III.18.2.o) la actual red fija que opera en México.

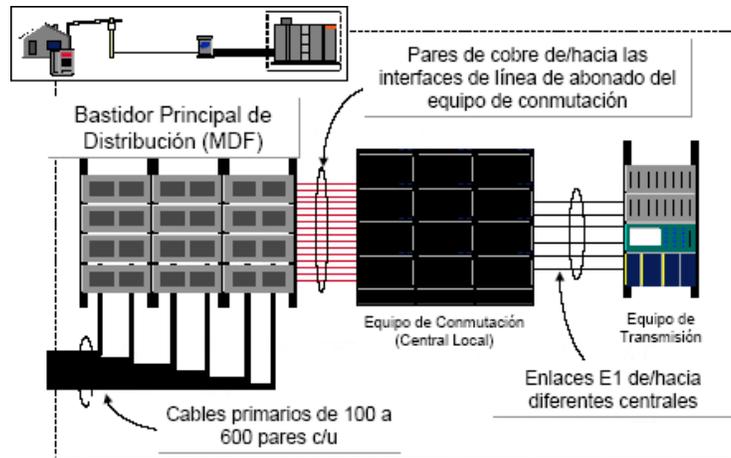


Figura III.18.2.o. Red de telefonía Digital

III.19 ACTUAL MODELO FUNCIONAL DE LA RED

El modelo funcional de la red actual implementada por la operadora de más renombre en México esta conformada de 4 capas, ver figura (III.19.a), las cuales son:

- ▶ Capa de Servicios
- ▶ Capa de Control
- ▶ Capa de conectividad
 - Subcapa de Conmutación y Transporte
 - Subcapa de Adaptación
 - Subcapa de Acceso
- ▶ Capa de Gestión

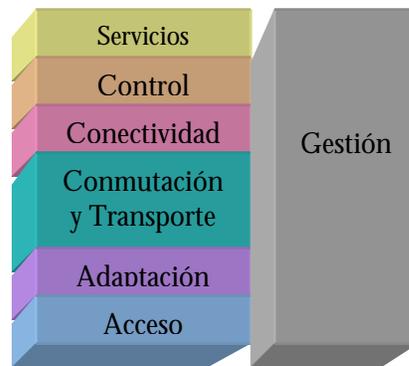


Figura III.19.a. Protocolo del Modelo actual de Red.

La implantación de una red basada en este modelo permitirá proporcionar los servicios de voz, datos y video de una forma integral ya sean estos permanentes, semi permanentes o conmutados. Esto hará redundancia en la optimización de las inversiones, en la reducción en los costos de operación y mantenimiento, en la creación de nuevos servicios y mejoras importantes.

III.19.1. CAPA DE CONECTIVIDAD

La capa de Conectividad esta conformada por tres partes fundamentales, la subcapa de conmutación, la subcapa de adaptación y la subcapa de acceso.

III.19.1.1 SUBCAPA DE ACCESO

La subcapa de acceso es la responsable de proporcionar la concentración de gran variedad de interfaces y troncales provenientes de los usuarios la cuales son controladas por el factor tráfico, mediante interfaces estandarizadas a la subcapa de adaptación, si es necesario a la capa de conmutación y transporte si el servicio es enviado por paquetes. Las funciones y características que proporciona esta subcapa es la de adaptarse al medio, como puede ser cobre, fibra o radio.

A través del cobre, esta capa permitirá la conectividad mediante el uso de diferentes tecnologías que permiten prolongar el uso de la red existente. Estas tecnologías son:

- SHDSL
- ADSL
- ADSL2+
- VDSL principalmente

A través de Fibra Óptica, existen diferentes mecanismos que están acercando a la realidad los conceptos de fibra al edificio, poste o casa. Entre ellos se encuentra el CWDM (Coarse WDM), así como el APON/BPON (ATM PON/ Broadband PON, basada en el estándar G.938) y el GPON (Gigabit PON, basado en la recomendación de la UIT G.984).

A través de radio, esta capa proporciona acceso a la red usando para ello diferentes mecanismos tecnológicos:

- ☞ WLL. Permite el acceso a modos Punto – multipunto. Los servicios a soportar pueden ser POTS + Datos (voz en banda de datos). Para el escenario de la Redes de la Nueva Generación, para servicios sobre IP.
- ☞ P –P. Este servicio es útil para clientes de alta facturación que no desean compartir (dada sus aplicaciones críticas), infraestructuras de acceso con otros clientes.
- ☞ WiMAX. Se perfila como la tecnología a elegir para servicios de transporte de servicio DLS – Light. Esta misma permitirá algunas aplicaciones de movilidad mediano plazo.

III.19.1.2. SUBCAPA DE ADAPTACIÓN

Esta capa de adaptación de la capa de conectividad, será la responsable de proporcionar acceso a los diferentes tipos de interfaces de los usuarios y troncales en cualquier formato (IP, FR, TDM etc.), y procesarlas para convertirlos en paquetes IP y entregarlos a la subcapa de conmutación mediante interfaces estandarizadas basadas principalmente en 10/100/1000 Ethernet.

Las funciones principales de esta subcapa las podemos mencionar de la siguiente manera:

Por medio del procesamiento de servicios críticos de tiempo real (voz y video) y los no críticos en el tiempo (datos), para adaptarlos a patrones de bits y formatos de paquetes IP hacia la subcapa de conmutación para su procesamiento y transporte entre los diversos puertos y equipos. El

procesamiento de la señalización del tráfico que egresa e ingresa entre la capa de conmutación y de transporte y la red de no paquetes, para operar con los servidores de llamadas inteligentes y obtener el control de cualquier sesión mixta. Los elementos que se encuentran en la subcapa de adaptación son:

- ▶ Trunking Gateway (TkGw) o Media Gateway (MGw).

Tiene como función hacer el mapeo y adaptación de los flujos provenientes de las centrales digitales a paquetes y realiza las conexiones a la red de transporte de paquetes mediante instrucciones recibidas de las señales de los dispositivos que se encuentran en la capa de control que puede ser un softswitch (servidor de llamadas). La diferencia de un Media o trunking Gateway radica en el soporte de diferentes interfaces.

- ▶ Access Gateway.

También realiza mapeo y adaptación de los flujos provenientes de los equipos terminales o de acceso a flujo de paquetes IP.

III.19.1.3. SUBCAPA DE CONMUTACIÓN Y TRANSPORTE

La subcapa de conmutación y transporte de la capa de conectividad esta basada en la tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS, SDH – NG, Switches Ópticos y WDM principalmente o que permitan contar con una sola red de conectividad que será utilizada para el transporte de tráfico de los servicios de voz, datos y video, es decir se crea una red de conectividad de multiservicios. La función de esta capa es la de proporcionar crossconetion básica a los puestos lógicos. Además de reenviar la información de usuarios (voz, video y datos), haciendo uso de etiquetas o marcas de paquetes de información. Específicamente eso se llevara a cabo por medio de tecnología MPLS, además de cumplir con las definiciones del modelo, que agrega la facilidad de incorporar un mecanismo de QoS para los servicios transportados.

Soporta múltiples elementos de conmutación bajo el control de un solo controlador. Esto puede incluir a elementos ubicados remotamente a los cuales se tiene acceso a través del uso de interfaces SDH. Proporcionar una interfaz a los planos de adaptación, es decir, se tiene una función que permite tomar la información que es adaptada de las solicitudes de servicio de los clientes. Generar una replicación de datos para las conexiones punto multipunto, proporcionando una interfase de control común a uno o más controladores. Esta función resulta de gran importancia pues existen diferentes servicios que requieren de la réplica de la información hacia diferentes destinos, permitiendo ahorrar sustancialmente en términos de ancho de banda por enlace. Además poderse particionar y compartir recursos dentro del switch, esto permite la generación de redes virtuales que permiten compartir recursos de información entre los usuarios físicamente distantes entre sí, permitiendo un aprovechamiento del espacio.

III.19.2. CAPA DE CONTROL

La capa de control tiene como función realizar el control de los diferentes servicios: voz, datos y video, y de ser la responsable del enrutamiento del tráfico entre las capas de conectividad y la de servicios.

Las funciones principales de esta capa se indican a continuación:

- La capa de control es responsable del enrutamiento y reerutamiento de tráfico y la asignación de recursos en la capad de conectividad y en la capa de aplicación.

- Enrutar el tráfico dentro de un nodo de conmutación, así como también el control del establecimiento de conexiones entre nodos de conmutación.
- Asignación y control del ancho de banda y parámetros de calidad de servicio a los flujos de información.
- Control de las funciones establecidas de llamadas de los elementos de la subcapa de adaptación.
- Proporcionar protocolos estándares a la capa de aplicación tales como SIP.
- Soportar las variantes de interfaces de señalización que utiliza la red para el control de voz, datos y video, incluyendo SS7, SIP, SIGTRAN, H.248.
- Realizar funciones de control de admisión de ingeniería de tráfico para la red.
- Captura de la información de la señalización de cada puerto para pasarla a cada capa de control. Esto incluye SS7, así como el monitoreo de eventos.
- Esta capa debe de tener la función de Signaling Gateway (señalización Gateway) entre dos o más redes que usen sistemas de señalización diferentes.

Dentro de estas capas se encuentran los siguientes tipos de control, el distribuido y control centralizado.

El control distribuido (Centrales clase 5) se realiza en las centrales digitales TDM, éstas son un ejemplo del control distribuido, ya que son los equipos donde se realiza el procesamiento del tráfico.

En el control centralizado de la red actual en la cual cada central digital controla las funciones de procesamiento, conectividad y aprovisionamiento de la secuencia de voz, datos y video, en la red de nueva generación se encuentran softswitch que es el dispositivo que también realiza estas funciones desde el punto centralizado. El softswitch permite controlar las funciones desde un punto centralizado para interactuar con los servicios de aplicaciones y proporcionarlas en los servicios de aplicaciones y proporcionar las aplicaciones a los usuarios que se encuentran en diferentes Gateways de adaptación. Con el control centralizado ya no se requiere contar con un gran número de softswitches en donde se realice el control de llamadas.

III.19.3. CAPA DE SERVICIO

La capa de servicio es la responsable del proveer de los diferentes servicios tales como los servicios clase 5, servicios de valor agregado y servicios multimedia. Algunos de los servicios mencionados cuentan con su propia lógica de control y serán accedidos directamente en esta capa haciendo un apoyo desde la capa de control.

Las funciones de esta capa son las siguientes:

- Configuración y creación de servicios.
- Habilitar interfaces con la capa de control.
- Desplegar servicios en toda la red.
- Habilitar servicios de Red Inteligente.
- Diseñar servicios con base en acuerdos a niveles de calidad que permitirán ofrecer a los usuarios un servicio más adecuado a sus necesidades.
- Habilitar interfases programables de aplicaciones para soportar aplicaciones de terceros proveedores y su conexión a la capa de control.
- Activar servicios con distintos mecanismos de reconocimiento de datos de entrada.
- Administrar directorios de aplicaciones.
- Configurar automáticamente los parámetros de operación de los servicios, es decir que solo sea necesario la conexión de equipos terminales y una llamada al centro de atención para que la configuración adecuada se actualice y se presente el servicio.

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

Los servicios son los siguientes:

- ▶ Servicios Clase 5: Este tipo de servicio son proporcionados por el modelo de Redes de Nueva Generación por el Softswitch y son los siguientes:
 - Servicios de usuario tales como llamada en espera, sígueme, identificador de llamadas, marcación abreviada, etc.
 - Servicios PABX, dentro de estos servicios se encuentran identificación de usuario llamante para PABX, consulta y conferencia para líneas analógicas, etc.
 - Servicios de telefonía pública.
 - Facilidades de operación tales como la preselección a operador de red pública de larga distancia, líneas sin prescripción, máquinas y mensajes de abonado, interrupción calibrada (botón R), marcaciones especiales utilizando el botón de (*), facturación en formato variable, etc.
- ▶ Servicios de valor agregado: son servicios que proporcionados por las plataformas de red inteligente a usuarios, dentro de estos servicios están 800 y 900, telefoto, multifón, etc.
- ▶ Servicios Multimedia, son los servicios que combinan voz, datos y vídeo en una sola aplicación.
- ▶ Servidores aplicativos: son servicios específicos en los que residen aplicaciones que son desarrolladas por proveedores dedicados solo a proveer de aplicaciones a los usuarios finales y se conocen como servidores de aplicaciones de terceras partes.
- ▶ Protocolos de comunicación en la capa de aplicaciones.
- ▶ Protocolos de señalización y control SIP para el manejo de los usuarios SIP.
- ▶ Protocolos SIP; protocolos utilizados para la interconexión entre los servidores de aplicaciones de terceras partes y el softswitch clase 5, el protocolo INAP CS1 de Telmex, que es un protocolo de comunicación para la plataforma de red inteligente para los servicios de valor agregado.

III.19.4. CAPA DE GESTIÓN

La capa de Gestión incluye funciones de administración para las capas de conectividad, de control y de aplicación. Estas funciones están basadas en el modelo TMN (Administrador de Redes de Telecomunicaciones) de la UIT – T y habilita funciones de administración superiores incluyendo las siguientes:

- ☞ Administración del entorno de Red.
- ☞ Administración de la red.
- ☞ Administración del Servicio.
- ☞ Administración de Negocio.

Las funciones generales son las siguientes:

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

IV.- ADAPTACIONES Y TECNOLOGÍAS TELEFÓNICAS

IV.1 TELEFONÍA CELULAR

Actualmente las tecnologías inalámbricas han aumentados de manera exponencial en los últimos años.

Desde sus inicios a finales de los 70, los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para los usuarios comunes y de negocios. Aunque los sistemas de telefonía celular fueron diseñados estrictamente para la transmisión de voz. La tecnología celular de hoy es capaz de brindar otros tipos de servicios como son, los de datos, audio y video; claro con algunas limitaciones. A pesar de esto, la telefonía inalámbrica desarrollada hará posibles nuevas aplicaciones que requieren un mayor consumo de ancho de banda.

Martin Cooper fue el pionero en esta tecnología; considerado como el padre de la telefonía celular, al crear el primer radioteléfono en 1973, en Estados Unidos trabajando para la compañía Motorola. Más adelante estos sistemas se empezaron a comercializar en Japón.

Hasta el año de 1981, los países nórdicos presentaron un nuevo sistema de celular muy similar a AMPS (Sistema de Telefonía Móvil Avanzado). En Estados Unidos se crearon reglas para la creación de un servicio comercial de telefonía celular, la cual comenzó a operar en el estado de Chicago en 1983. Fue aquí donde inicio la expansión de estos sistemas que se convirtieron en una alternativa a la telefonía convencional inalámbrica. La tecnología ha sido de las más aceptadas en todo el mundo y pocos años después se comenzó a saturar el servicio. Por lo cual se tuvo la necesidad de desarrollar e implantar nuevas formas de acceso múltiple al canal para transformar a los sistemas analógicos a digitales, con el objetivo de captar más usuarios. Para separar las etapas de la telefonía celular estas se han caracterizado por contar con diferentes generaciones.

IV.1.1 PRIMERA GENERACIÓN “1G”

La primera generación 1G de telefonía móvil hizo su aparición en 1979 y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para transmitir voz. La calidad de enlaces era muy baja, tenían una velocidad de 2400 bauds. En cuanto a la transferencia entre celdas, eran muy imprecisas ya que contaban con baja capacidad (basada en FDMA, por Acceso Múltiple de División de Frecuencia), además la seguridad no existía. Las tecnologías más comunes en el mercado de esta generación es la AMPS (Sistema Avanzado de Teléfono Móvil).

IV.1.2 SEGUNDA GENERACIÓN “2G”

La segunda generación llego en 1990 y se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplean en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: GSM (Global System for Mobile Communications); IS - 136 y CDMA (Code Division Multiple Access) y PDC (Comunicación Digital Personal), este último es utilizado mucho en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas por voz, pero limitados en comunicación de datos. Donde se pueden ofrecer servicios auxiliares como datos, fax y SMS (Servicios de Mensajes Cortos). La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes

niveles de encriptación. En los Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como PCS (Servicio de comunicación Personal).

IV.1.3 GENERACIÓN “2.5G”

A muchos de los proveedores de servicio de telecomunicaciones se movieron a las redes de 2.5G antes de entrar masivamente a la 3. Las tecnologías de 2.5G son más rápidas y más económicas para actualizar a 3G.

La generación 2.5G ofrece características extendidas, ya que cuenta con más capacidades adicionales que los sistemas 2G, como: GPRS (General Packet Radios System), EDGE (Índice de Enlace de Datos para Evolución Global), IS – 136B e IS – 95Bm entre otros. Los carriers u operadoras de servicio telefónico en Europa y en Estados Unidos se movieron a 2.5G en el 2001. Mientras que Japón fue directo de 2G a 3G también en el 2001.

IV.1.4 TERCERA GENERACIÓN “3G”

La 3G se caracteriza por contener a la convergencia de voz y de datos con acceso inalámbrico a Internet; en otras palabras apta para aplicaciones en multimedia y altas transmisiones de datos.

Los protocolos que se utilizan en los sistemas 3G, soportan altas velocidades de información y están enfocados para aplicaciones más allá de la voz como audio en formato (mp3), video en movimiento, videoconferencias y acceso rápido a Internet, entre otros. Las redes de 3G empezaron a operar en el 2001 en Japón; en Europa y parte de Asia en el 2002, posteriormente en los Estados Unidos y otros países. Los sistemas de 3G alcanzan velocidades de hasta 384 kbps, permitiendo una movilidad total al usuario, viajando a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores. Alcanzaran velocidades máximas de 2 Mbps, permitiendo una movilidad limitada de usuarios, caminando a menos de 10 kilómetros por hora sobre ambientes de corto alcance o en interiores.

IV.1.5 SISTEMA DE TELEFONÍA CELULAR

La idea de la comunicación celular es simple, consiste en la implementación de muchos transmisores conocidos como estaciones base de baja potencia diseñada para atender a pequeñas áreas, con la finalidad de dar servicio de comunicaciones de manera inalámbrica en una zona específica. Los usuario utilizan teléfonos móviles o fijos para acceder a través de enlaces de radio a las estaciones base, estas a su vez se comunican con una central telefónica que es el control y la que coordina las actividades de la red.

El área donde se implementa la red es dividida en áreas más pequeñas las que llevan por nombre celdas, una vez dividida toda el área que se desea cubrir por medio de las celdas es posible reutilizar las mismas frecuencias en diferentes celdas. Lo que permite que miles de personas puedan usar el teléfono al mismo tiempo. En un sistema típico de telefonía, las compañías reciben alrededor de 800 frecuencias para usar en cada ciudad, donde la compañía divide a la ciudad en celdas o células. Cada celda tiene generalmente un tamaño de 25 kilómetros cuadrados, las celdas son generalmente diseñadas como hexágonos, como se muestra en la siguiente figura (IV.1.5.a).

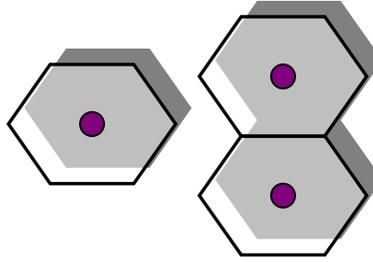


Figura IV.1.5.a. Topología de celda de telefonía celular.

Cada celda tiene una estación base que consiste en una torre y un pequeño edificio que contiene un equipo de radio. Cada celda en un sistema análogo utiliza un séptimo de los canales de voz disponibles para que cada celda tenga un grupo único de frecuencias y no haya colisiones.

En cada celda solo se pueden usar grupos de canales del total disponibles. Para celdas que se encuentran suficientemente separadas se pueden utilizar en el mismo grupo de canales. Un móvil que es servido por este tipo de sistemas puede trasladarse en un área de servicio, pudiendo salir del área de cobertura de la estación base de la celda en la que se encuentre, por lo cual es necesario que el móvil sea atendido por la celda a la cual se a pasado al moverse.

A este proceso se le llama transferencia de llamada y es una de las características principales de los sistemas de radio celular.

Por lo general cuando nos referimos a radiocomunicaciones móviles, podemos decir que es cualquier enlace de comunicación entre dos terminales, de las cuales una o ambas pueden estar en movimiento o detenidas en lugares no del todo especificados. Los sistemas convencionales de radio móvil se seleccionan en una o más regiones del espectro de frecuencias disponibles para usarse en zonas geográficamente independientes. Para el área donde se desea propagar la señal de cobertura se planifica para que sea lo más grande posible.

Con las primeras tecnologías diseñadas para la telefonía celular era necesario permanecer en la zona donde se inicia la llamada, ya que si el usuario se trasladaba del rango de cobertura de una estación base a otra, era necesario reiniciar la llamada, ya que no existían los sistemas de transferencia de llamada ver figura (IV.1.5.b).

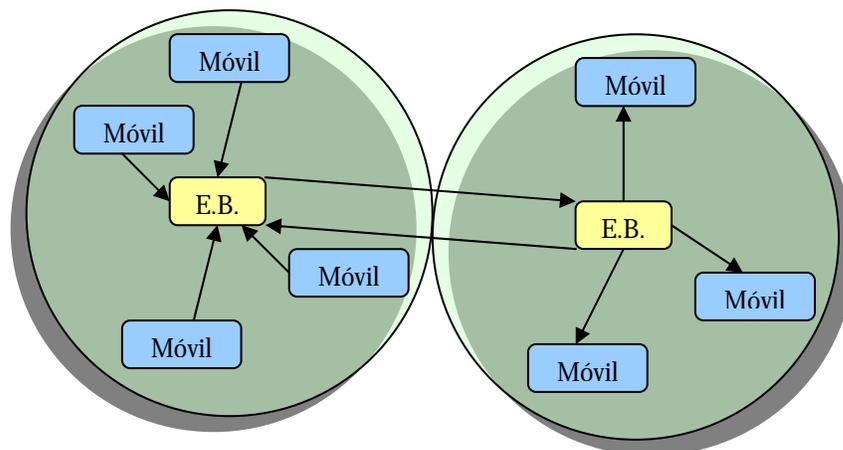


Figura IV.1.5.b. Sistema convencional de radio móvil.

Los mecanismos de propagación dependen fuertemente de la longitud de onda de las frecuencias de propagación. Para un ambiente urbano, existen edificios y casas de gran variedad de ancho y de alto. Aunque todas las dimensiones que la gran variedad de obstáculos equivalen a varias longitudes de onda de frecuencia de propagación, estos obstáculos se comportan como dispersores naturales de ondas electromagnéticas creando ondas reflejadas. Por lo general la longitud del enlace entre la estación base y el teléfono móvil es por lo regular menor de 25 kilómetros, a esto hay que considerar las pérdidas por la curvatura de la tierra. La altura física de las antenas en las estaciones bases se encuentra entre los 30 y 90 metros, en áreas consideradas como suburbanas es mayor a los 91 metros en ciudades grandes. La antena de la estación base debe de estar libre de obstáculos a su alrededor aunque la antena del móvil este rodeada de obstáculos, como se muestra en la siguiente figura (IV.1.5.c).



Figura IV.1.5.c. Antena de Radio Base.

Las características del terreno así como las del medio ambiente influyen en las peculiaridades del patrón de pérdida por propagación. Por lo cual debe de considerarse el efecto causado por las múltiples reflexiones que sufre la onda a causa de los edificios, casas y otros obstáculos. Esto ocasiona que la señal recibida no provenga únicamente de la trayectoria por línea de vista, sino por la suma de dichas señales recibidas de amplitud y fase aleatorias.

Un factor muy importante en la telefonía celular es el reutilizar las frecuencias; donde los sistemas celulares como mencionamos anteriormente dividen al área donde se prestara el servicio de celdas para transmitir y recibir hacia los móviles y desde los móviles. Se escogió la forma hexagonal de las celdas por que permite cubrir un área mayor con un menor número de estaciones base. Cada estación base se puede colocar al centro de la celda o en las esquinas de los hexágonos.

Para el caso cuando las antenas son colocadas en el centro de la celda se utilizan antenas omnidireccionales para comunicarse con otros móviles y el segundo sistema de las antenas colocadas en las esquinas de las celdas esta conformado por antenas direccionales con un ancho de banda de un lóbulo de radiación de 120° que permite cubrir parte de las celda adyacente. La aplicación de las antenas en el centro de la celda es útil en el caso de ciudades pequeñas, por ser más económicas; pero en el caso de ciudades de gran proporción las antenas colocadas en las esquinas son las más apropiadas ya que permiten tener una mayor diversidad y menor interferencia entre los canales de la misma frecuencia. Donde un grupo de canales asignados a cada celda puede usarse en otra celda siempre y cuando estén separadas por una distancia adecuada; permitiendo poder utilizar varios transmisores de baja potencia en vez de utilizar uno de gran potencia.

Cuando reutilizamos las frecuencias es muy común el tener interferencias entre canales que usan la misma frecuencia. Para contrarrestar estos efectos es muy indispensable el parámetro de la

distancia mínima entre celdas que utilizan el mismo grupo de frecuencias. Mientras más sea el valor de la distancia nos dará valores menores de interferencia entre canales que utilizan las mismas frecuencias.

Las zonas que coloreadas de color blanco es un bloque de celdas utilizando un tipo de frecuencias y las celdas coloreadas de gris representan otro conjunto de celdas, al hacer esto se evita el traslape de frecuencias produciendo la opción de reutilización de frecuencias, como se muestra en la figura (IV.5.1.d).

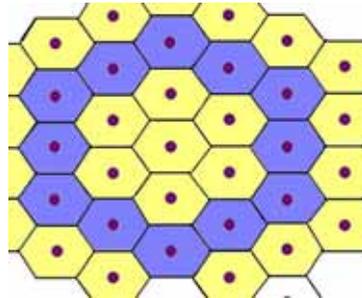


Figura IV.5.1.d. Zona dividida en celdas de que utilizan la reutilización de frecuencias.

Si a un sistema móvil se le da servicio, puede trasladarse a otra área de servicio y la comunicación que se este llevando a cabo no se vera interrumpida. Cada vez que el móvil pase de una celda a otra la llamada será transferida a la estación base a donde el móvil actualmente se encuentre localizado.

El objetivo principal de la transferencia de llamadas es la de asegurar una señal ruido adecuada durante todo el lapso de la llamada. Cada vez que se transfiere una llamada esto produce una interrupción en la comunicación de alrededor de varios cientos de milisegundos. Los algoritmos para realizar las transferencias de llamadas deben de funcionar con base a mediciones hechas en el ancho de banda de voz y sin interrumpir las conversaciones. A esto se le conoce como la variación de intensidad de campo en función de la distancia. La exactitud de esta estimación depende de las variaciones que tenga en las zonas denominadas de oscurecimiento, se le conocen como zonas de oscurecimiento a las zonas donde el haz propagado por la antena no llega. Por lo cual estas zonas tienden a presentar mala recepción o no poder realizar ningún enlace en particular. Las técnicas que comúnmente se utilizan para medir la distancia es hacer una medición de la distancia por medio de un retardo de propagación cuando se transmite una señal hacia el móvil desde una estación base y del regreso de la señal hacia la estación base desde el móvil.

De tal manera podemos resumir los requisitos mínimos para el algoritmo básico para poder cumplir con lo necesario para realizar una transferencia de llamadas como sigue:

- ▶ Un algoritmo puede utilizar valores medios de intensidad de campo o de distancia que separan al móvil de las estaciones base.
- ▶ Las llamadas en peores condiciones deben de tener prioridad sobre las llamadas de menores condiciones.
- ▶ Se debe de disponer de suficiente tiempo para permitir operar al algoritmo de transferencia de llamadas.
- ▶ Se debe de minimizar el número de transferencias de llamadas que sufre un móvil.
- ▶ Si existe la posibilidad que en un corto plazo los niveles de intensidad de campo sean de mejor calidad, debe retardarse la transferencia.
- ▶ Si se debe de retardar la transferencia de llamada cuando la posibilidad de transferir la llamada hacia la celda que se encuentre más cercana y adecuada para poder brindar las mejores condiciones de calidad de transmisión.
- ▶ Se debe de retrasar la transferencia si no existen canales libre durante las horas de alto tráfico telefónico.

- El algoritmo debe de ser sencillo de implementar.

Los sistemas celulares actualmente operan en la banda de los 900 MHz y poseen alrededor de 666 canales disponibles y por lo general presentan frecuencias de transmisión de un móvil a la estación base, como se muestra en la siguiente tabla (IV.1.5.e).

Banda	Móvil	Base
A	824 – 835, 845 – 846.5	869 – 880, 890 – 891.5
B	835 – 845, 846.5, 849	880 – 890, 891.5, 894

Tabla IV.1.5.e. Frecuencias de transmisión de celulares a estaciones base.

El espectro de frecuencias utilizado se divide en 666 canales dúplex y este sistema es conocido como AMPS (Servicio de Teléfono Móvil Avanzado). Hoy en día las estaciones base se colocan en las esquinas de las celdas de manera alterna (en la primera etapa los sistemas de antenas las antenas son colocadas en el centro de la celda, posteriormente dependiendo del tráfico de las áreas, se pasa a la segunda etapa donde las antenas pasan a ocupar las esquinas de las celdas. Todas las estaciones base se interconectan a un centro de control del sistema, esta lleva por nombre MTSO (Centro de Conmutación de telecomunicaciones Móviles), ver figura (IV.1.5.f).

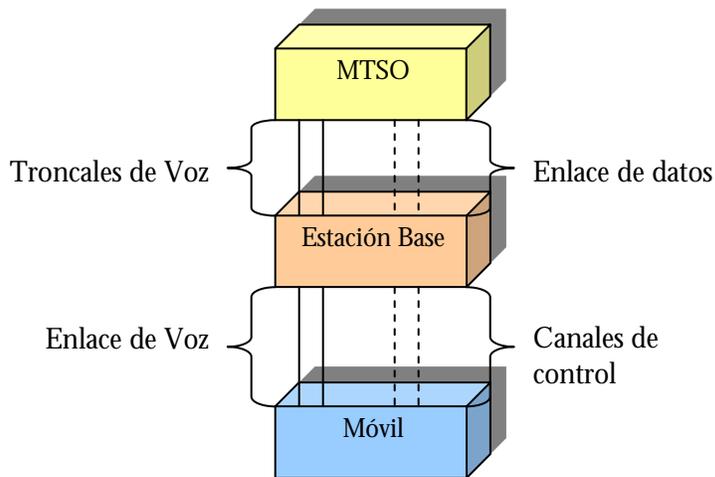


Figura IV.1.5.f. Enlace de comunicaciones entre el móvil, la estación base y MTSO.

Cada canal de radio de la estación base se conecta a la Oficina de telecomunicaciones, a su vez se conecta a una troncal de frecuencias de voz y los enlaces de MTSO son transmitidos a las estaciones base a una velocidad de 2400 bits/ segundo. Ya cuando los sistemas se encuentran funcionando adecuadamente, se procede a poner en operación estos sistemas con antenas direccionales, estas presentan un lóbulo de radiación de 120°. Cada estación base cuenta con tres antenas para transmisión y otras tres para recepción para poder cubrir los 360° donde a cada antena se le asignan 36 canales.

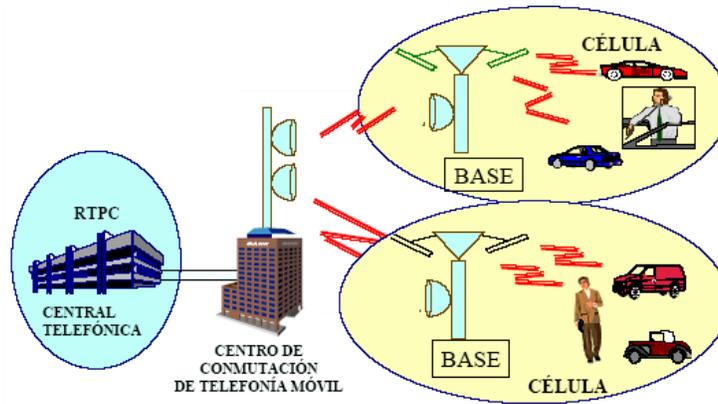


Figura IV.1.5.g. Red de Telefonía Celular interconectada a la red de telefonía Pública.

Como se ilustra en la anterior figura (IV.1.5.g), cada estación base esta compuesta por lo menos por un canal de acceso que puede ser utilizado como radio búsqueda, donde un canal directo que es una comunicación entre el móvil y la estación base, propaga una señal de manera síncrona continua digital, esta señal esta compuesta por componentes binarios del teléfono móvil. Esto es conocido como un mensaje enviado periódicamente como encabezado.

El encabezado contiene una identificación del área en la cual se encuentra el móvil, el número de canales de acceso y la información necesaria para las funciones de búsqueda. Al existir un gran número de móviles en una celda, todos compiten por el acceso a medio o acceso al canal inverso, para poder acceder e este existen tres tipos de formas. La primera es que a cada décimo de bit en el canal de acceso un bit de ocupado o desocupado el cual indica el estado del móvil. Otra opción es que el móvil transmita un mensaje conocido como prueba al canal de acceso inverso, esta prueba es llamada precursor de prueba e indicara el estado del móvil. La tercera opción es enviar un precursor de llamada, esta comparara los bits de ocupado y desocupado en el canal de acceso inverso el cual esperara el cambio de estado.

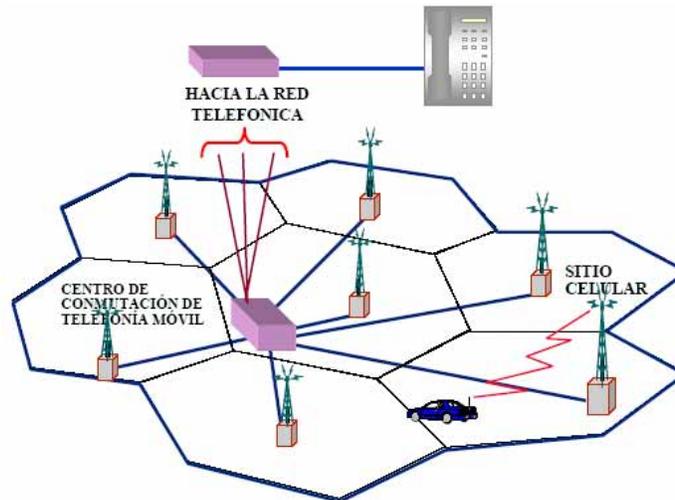


Figura IV.1.5.h. Red de Telefonía Celular.

Como se ilustra en la figura anterior (IV.1.5.h), cuando nuestro móvil logra acceder toma el control de una canal de acceso inverso, en el caso de que se responda al mensaje de búsqueda, se transmite a la estación base su número de identificación. Esta información accederá a una base de datos que comparara la situación del móvil los servicios que tiene permitidos y la tarifa a la cual esta afiliado, esta información es comparada en los MTSO, donde posteriormente le accionara un canal de

voz libre. Una vez asignado este canal, el teléfono se sincroniza a este canal de voz, este evento es informado a la estación base, la cual responde enviando un tono de audio de supervisión de 6 kHz. Una vez sucedidos estos eventos, la MTSO ordena a la estación base que se transmita sobre el canal de voz directo un mensaje de datos el cual activa el móvil indicando el mensaje de alerta hacia el usuario. Cuando el abonado acepta la llamada, la estación base transmite un cambio de estado de un tono a una de señalización de 10 kHz en un canal de voz inverso, lo que indica a la estación base la aceptación de esa llamada, procediendo a transmitir el mensaje.

Con frecuencia es notable observar y en ciertos casos hasta escuchar que el móvil está realizando mediciones de intensidad de campo que se requieren para las estaciones base, estas mediciones determinan si la antena que está sirviendo a ese móvil es la adecuada para realizar los enlaces requeridos y si no fuese el caso se procede a realizar una transferencia de llamada.

Actualmente los teléfonos celulares están constituidos por transistores de bajo poder y muchos celulares tienen dos intensidades de señal: 0.6 watts y 3.0 watts comparándolas con la mayoría de los radios de banda civil que transmiten a 4 watts. La estación central también transmite a bajo poder.

Los celulares son dispositivos electrónicos con partes diseñadas para procesar millones de cálculos por segundo para comprimir y descomprimir el flujo de voz. El celular está compuesto por circuitos integrados que contiene el cerebro del teléfono, una antena, una pantalla de cristal líquido, (LCD), un pequeño teclado numérico, un micrófono, una bocina y una batería.

La tecnología que respalda a lo que hoy son los sistemas móviles históricamente llevó un largo recorrido de pruebas, hoy el sistema más aceptado por su alto desempeño en el ámbito de las telecomunicaciones son los sistemas GSM.

Gracias a la aparición de los sistemas GSM, se abrieron las oportunidades de aplicaciones que superaban a las tecnologías analógicas y tecnologías digitales ya implementadas con anterioridad; el trabajo principal de GSM es la de crear un sistema celular estándar de sistemas abiertos que puedan sustituir a los sistemas analógicos en uso y diseñados para que varios operadores puedan compartir el espectro y adicionalmente poder alcanzar los siguientes objetivos técnicos:

- ▶ Sistema Digital (multi operador).
- ▶ Estándar abierto Pan – Europeo.
- ▶ Mejorar la eficiencia espectral.
- ▶ Roaming Internacional.
- ▶ Equipos y terminales de bajo costo.
- ▶ Alta calidad de transmisión de voz.
- ▶ Compatibilidad con los servicios de telefonía fija RTPC (Red de Telefonía Pública Conmutada) y otros servicios digitales como la RDSI.
- ▶ Soportar nuevos servicios de Datos y Video.

Actualmente la tecnología de GSM puede soportar varios tipos de conexiones de voz, datos y SMS (Servicio de Mensajes Cortos), así como muchas otras posibilidades de multi servicio. Estos servicios los podemos clasificar en tres categorías: Tele servicio, Servicio de portadoras y servicios suplementarios.

Los tele servicios puede permitir la comunicación de voz a través de equipos terminales (teléfonos inalámbricos, los cuales cumplen con funciones de comunicación y seguridad de la red telefónica, tales como telefonía móvil, llamadas a números de emergencia).

El servicio de portadora, son servicios de telecomunicaciones para transferencia de datos entre puntos de acceso a la red a través puertos síncronos y asíncronos desde 300 a 9600 bits sobre segundo.

Los servicios suplementarios son adicionales a los servicios básicos y no se ofrecen de forma independiente, son similares a los servicios de la RTPC y a la RDSI, estos servicios se pueden efectuar durante la llamada o fuera de ella.

La evolución de los sistemas de GSM son sistemas basados en la tecnología de Acceso al medio TDMA, mientras CDMA ONE es una tecnología de espectro disperso, estas fueron desarrolladas para la aplicación de transmisión de voz y para transferir datos a bajas velocidades. Las tecnologías que dieron origen a estos sistemas actuales de comunicación están basadas en sistemas primarios.

En la actualidad existen tres tecnologías comúnmente usadas para transmitir información en las redes:

- ☞ Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA).
- ☞ Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA).
- ☞ Acceso Múltiple por División de Código. (CDMA).

La tecnología FDMA separa al espectro en distintos canales de voz, al separar el ancho de banda en segmentos de frecuencias uniformes. La tecnología FDMA es la mayormente utilizada para la transmisión analógica. Esta tecnología no es recomendada para transmisiones digitales, aún cuando es capaz de llevar información digital.

La tecnología TDMA comprime las conversaciones digitales, y las envía a cada una utilizando la señal de radio por un tercio de tiempo solamente. La compresión de la señal de voz es posible debido a que la información digital puede ser reducida de tamaño por ser de carácter binario. Debido a esta compresión, la tecnología TDMA cuenta con tres veces la capacidad de un sistema analógico que utiliza el mismo número de canales.

La tecnología CDMA es muy diferente a las tecnologías de FDMA y TDMA, ya que después de haber digitalizado la información es transmitida por todo el ancho de banda disponible; donde varias llamadas son sobrepuestas en el canal, ya cada una de estas cuenta con un código de secuencia única. Utilizando esta tecnología es posible comprimir de 8 a 10 llamadas digitales para que estas ocupen el mismo espacio que ocuparía una llamada analógica. Las tecnologías TDMA y FDMA se deben de comportar de manera transparente entre si, sin embargo en la practica presentan una serie de irregularidades, que provocan interferencias entre sí degradando la calidad y del volumen entre ambas tecnologías.

IV.2 INTERNET Y LA TELEFONÍA VOIP

Internet es un conjunto de redes interconectadas entre sí, esta puede conectar a usuarios tanto de empresas como usuarios que se encuentran accedendo por medio de una computadora desde su hogar, los cuales están entrando a este por servidores o proveedores. Su infraestructura se ha ido constituyendo a base de generar bienes y servicios por medio electrónico. Internet esta normalizada por la ISOC (Sociedad de Internet) ver figura (IV.2.a). Esta es una organización internacional que se encarga de promover la coordinación y la cooperación necesaria para interacción de las tecnologías y las aplicaciones de Internet. Esta fue creada en 1992 en los Estados Unidos, y entre sus principales objetivos se encuentran dar desarrollo, mantenimiento, difusión y evolución de los estándares que aseguren el correcto funcionamiento de Internet.



Figura IV.2.a. Sociedad de Internet.

La sociedad de Internet lleva a cabo el mantenimiento, darle un proceso de evolución a los procesos administrativos necesarios para la operación de Internet; tanto como armonizar y las acciones y actividades a nivel internacional que facilite el desarrollo de Internet.

Hoy en día Internet es en todo el mundo la más importante autopista para las telecomunicaciones, la hoy famosa red IP, unidas a los principios de la telefonía son fenómenos que han despertado el interés de los usuarios de las telecomunicaciones.

La utilización de la telefonía sobre IP se esta convirtiendo en el sustituto de la redes convencionales por su conveniente bajo costo. Las operadoras tradicionales de que controlan el tráfico de llamadas de larga distancia y llamadas locales tendrían que bajar sus tarifas, de tal manera que lleguen a una tarifa similar a las de estas nuevas operadoras, aunque la única variante es la calidad de voz. Por lo que esta estimado que en un promedio de 5 años estos sistemas comiencen a presentar la gran ventaja de menores costos ante las redes de telefonía convencional. Algunos otros argumentos que favorecen a la telefonía IP son la posibilidad de multimedia, control de enrutamiento por parte de la PC del usuario, unificación absoluta de todos los medios de comunicación en un solo buzón, creación de nuevos servicios, etc.

IV.2.1 COMUNICACIÓN PC A TELÉFONO Y PC A PC

Para establecer una comunicación entre una computadora personal y un teléfono, no necesariamente se requiere de una terminal o teléfono; ahora podemos utilizar terminales multimedia equipadas con tarjetas de sonido, micrófonos y altavoces como los que cuenta la computadora. Para ejemplificar algunos ejemplos de estos servicios que se basan en el concepto de voz sobre IP, por mencionar algunos existen los servicios “Free Phone” o comúnmente conocidos como números gratuitos, Internet Call Center (Comunicación con un centro de Atención de Llamadas asociado a la Web) o la telefonía sobre IP, Utilización de las terminales de voz, datos y video.

Para poder hacer notar las diferencias entre una red de Internet y una Red de telefonía básica hay que observar la técnica de conmutación que utilizan, Internet es un sistema que se encarga de la conmutación de paquetes, utiliza enrutamiento dinámico basado en una dirección lógica, Internet cuenta con una arquitectura descentralizada, lo que presenta una gran flexibilidad y permite el despliegue de más aplicaciones y la red telefónica es un sistema de conmutación de circuitos, el encaminamiento es estático basado en la numeración asociada a la localización geográfica del número telefónico.

Es muy notable la ventaja que presenta la telefonía sobre IP, por que en el aspecto técnico, es muy sencilla su regulación y la modificación de su funcionamiento sin afectar a la misma red ni a otras redes. Comparado con la red de telefonía convencional, que se encuentra sujeta a extensos cambios y regulaciones.

El concepto principal de Internet es ser una red abierta hecha para favorecer y promover la entrada de nuevos mercados dirigidos y soportados por este sistema de paquetería. Otra de las grandes ventajas que presenta este sistema IP es la ventaja de la realización de llamadas de larga distancia; ya que por medio del uso de la red telefónica pública el realizar este tipo de enlaces es demasiado costoso,

por todo el sistema que se requiere para completar este enlace, lo que crea una gran oportunidad a los sistemas telefónicos IP a través de Internet al ser su costo muy inferior al no depender de la distancia y aplicar tarifas de llamadas locales.

La arquitectura que implementa Internet es muy independiente a la arquitectura que conforma la red telefónica, Internet se basa de routers y Gateway, los cuales se localizan en el computador personal lo cual presenta un coste más barato de implementar y de mantener. La integración de Internet y la red telefónica planea que a futuro se implemente redes de ordenadores para interconectar teléfonos, ya que el tráfico de Internet es superior al que se genera en las redes de telefonía. Por lo que se prevé que en poco tiempo las redes Telefónicas convencionales serán desplazadas por las Telefonía IP. Y los beneficios por los cuales esta tecnología desplazara a las redes convencionales esta en: la conmutación de paquetes, lo cual no es solo aplicable a los sistemas IP, sino a cualquier tecnología que lleve a cabo la conmutación de paquetes como Frame Relay, ATM, SDMS, Ethernet, etc. Al implementarse el protocolo IP que utiliza Internet, la aplicación de Voz sobre esta resulta bastante sencilla.

El protocolo IP usa direcciones lógicas para identificar a las computadoras que están conectadas a la red. Así mismo un enrutador en una red toma como base la dirección destino en un paquete de datos para decidir en que nodo debe de transferirlo a la red. La dirección IP asigna a una tarjeta NIC (Network Interface Card), Tarjeta de Interfaz de Red, que conecta a la computadora de red. Por lo general una IP cuenta con una longitud máxima de 32 bits, normalmente cada byte se transforma en números decimales, lo que se encuentran separados por un punto.

El formado por el cual esta constituido las direcciones IP se puede dividir en dos partes: Dirección de Red y Dirección Local. Como se muestra en la figura (IV.2.1.a).

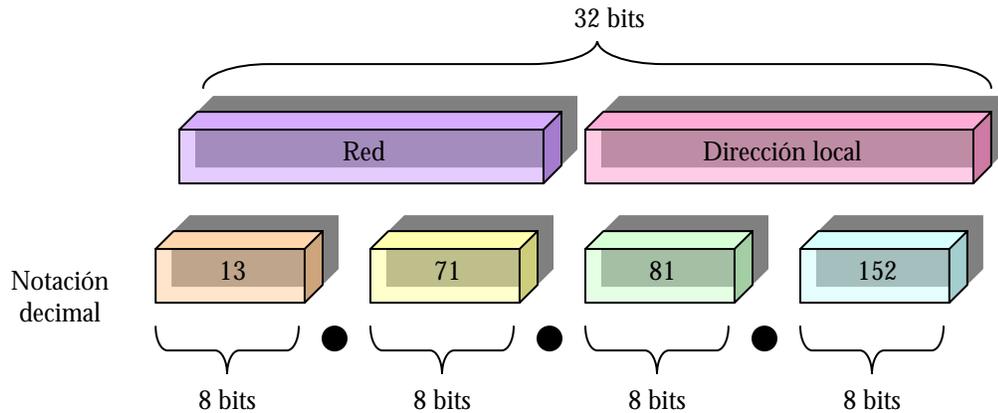


Figura IV.2.1.a. Distribución de una dirección IP.

La parte de la red identifica a la red física en la cual está conectada a la computadora, y es única a nivel internacional, la cual es asignada a través del NIC. La parte de la dirección local identifica una computadora individual en la red y es asignada localmente por el administrador.

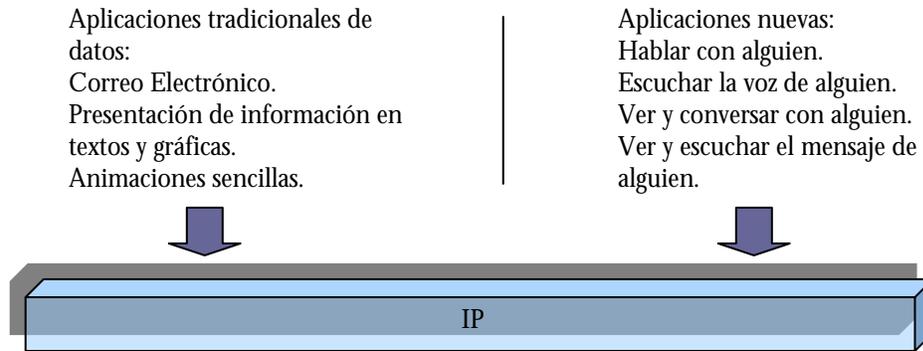


Figura IV.2.1.b. Tendencias de aplicaciones al IP.

Como podemos observar en la figura anterior (IV.2.1.b), la tendencia de la telefonía por medio de la tecnología IP, desarrolla nuevas aplicaciones sobre una base común que facilita los procesos. La tendencia presentada por este tipo de telefonía es la de generar redes de ordenadores; ya que las redes de conmutación de circuitos en esencia fueron diseñadas para el tráfico de voz (constante) y en el caso de la red de Internet esta diseñada para el tráfico de datos (variables) para la conmutación de paquetes, como se muestra en la siguiente figura (IV.2.1.c).

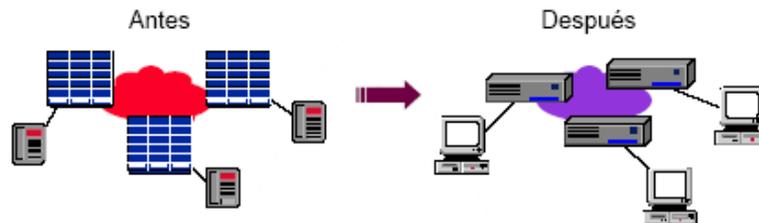


Figura IV.2.1.c. Tendencia de las conexiones de ordenadores en ves de centrales de conmutación de circuitos.

La estructura actual es valida para todos los sistemas de servicio de conmutación de circuitos (telefonía y líneas privadas), ver figura (IV.2.1.d). Para los servicio de conmutación de paquetes ya no se aplica del todo. Un ejemplo es la aplicación de los Frame Relay, la parte de la renta varia con la distancia, pesa menos que el puerto y el acceso.

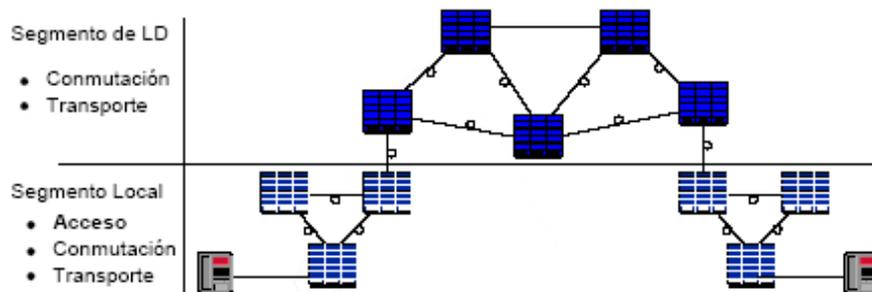


Figura IV.2.1.d. Estructura actual de la industria.

Lo propuesto por Internet es una red donde no existen servicios locales ni largas distancias, dos géneros de información comunicación y datos ambos con posibilidades de multimedia, las tarifas estarán de acuerdo al acceso y a los servicios de comunicación, como se ilustra en la siguiente figura (IV.2.1.e)

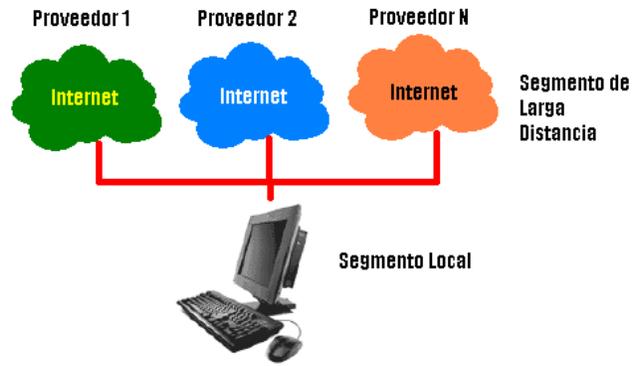


Figura IV.2.1.e. Arquitectura de acceso a Internet aplicando telefonía a larga distancia.

La VoIP es muy adecuada para implementarla para sistemas de larga distancia a bajo costo ya que todas las llamadas se facturan como llamadas locales. Actualmente no existe un gran de operadores que generen competencia entre ellos, por lo cual hace que los costos del proveedores de Telefonía IP sean altos.

IV.2.2 REDES VOIP

Por lo general una red de voz sobre IP esta conformada por tres o cuatro componentes fundamentales, lo cuales se ilustran en la figura (IV.2.2.a):

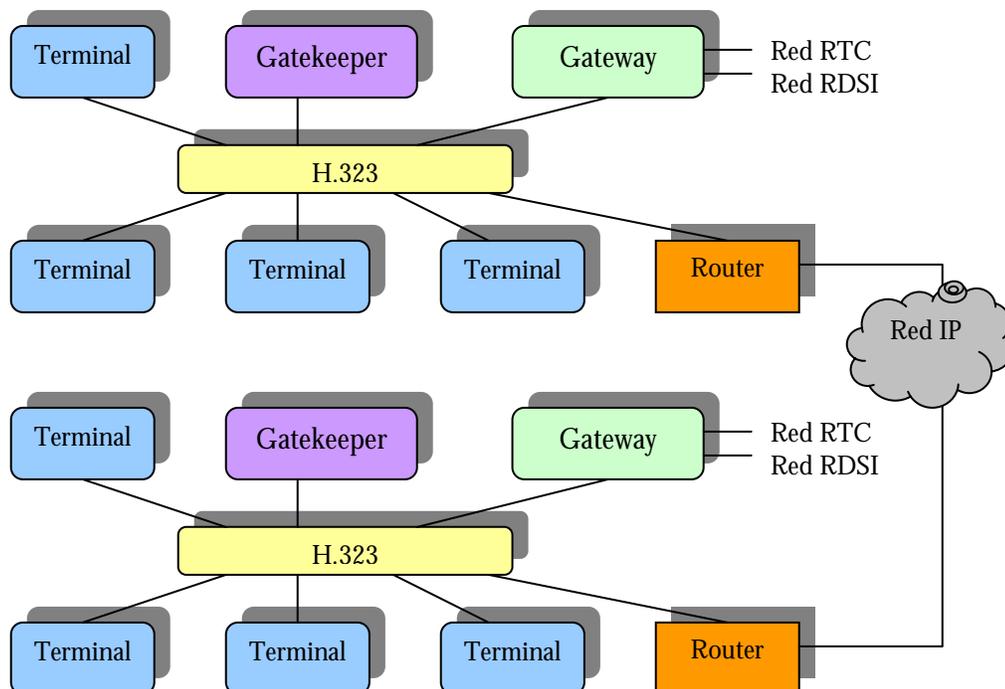


Figura IV.2.2.a. Componentes para la arquitectura de una red IP.

- Clientes, Computadoras Multimedia conectadas directamente a una red IP. Por lo regular se trata de computadoras que cuentan con tarjetas de sonido, micrófono y altavoces, en casos particulares cuentan con cámara Web.

- ▶ Gateways de Voz / IP. Este es el componente clave de una solución de voz sobre IP al facilitar la conversión de las llamadas telefónicas convencionales al mundo de la IP, cuentan con interfaces analógicas y digitales a la red telefónica y disponen de interfaces de Ethernet, Frame Relay o ATM hacia la red IP. El Gateway realiza la conversión entre dos formatos de forma que las terminales de computadoras pueden comunicarse con equipos de la RDSI de videoconferencia, que pueden formar parte de la red corporativa o estar situado en la red pública. Estos generan la posibilidad de comunicar voz entre las terminales de computadoras y los teléfonos convencionales.
- ▶ Gatekeeper. Para controlar las comunicaciones de voz sobre IP. Este es un punto central de control en una red de computadoras, éste proporciona el servicio de control de llamadas, traducción de direcciones y control de admisión, éste facilita el control de ancho de banda utilizado y la localización de los gateway y los MCU cuando se requieren; y se encuentra siempre presente controlando las llamadas generadas en la intranet Pública o en la red corporativa. Todos los elementos que están conectados en esta red utilizan un Gatekeeper como punto intermedio para la señalización, de esta manera se tiene un control de los accesos, seguridad, movilidad del usuario.
- ▶ MCU, este es opcional se utiliza para permitir conferencias con más de dos participantes. La MCU (Módulo de Conferencia Multimedia) es la responsable de controlar la sesión y de efectuar el mezclado de los flujos de audio, datos y video.

El estándar H.323 fue definido en 1996 para la telefonía IP por la UIT, proporcionando a los fabricantes una serie de normas con el fin de que puedan evolucionar en conjunto. Esta cuenta con algunas características con las siguientes ventajas: Permite el control del tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento. Las redes soportadas en IP presentan estas ventajas gracias al estándar H.323:

- Son independientes del tipo de red física que los soporta. Permite la integración con grandes redes de IP actuales.
- Es independiente del hardware utilizado.
- Permite ser implementado tanto en software como en el hardware.
- Permite la integración de Video y TPV.

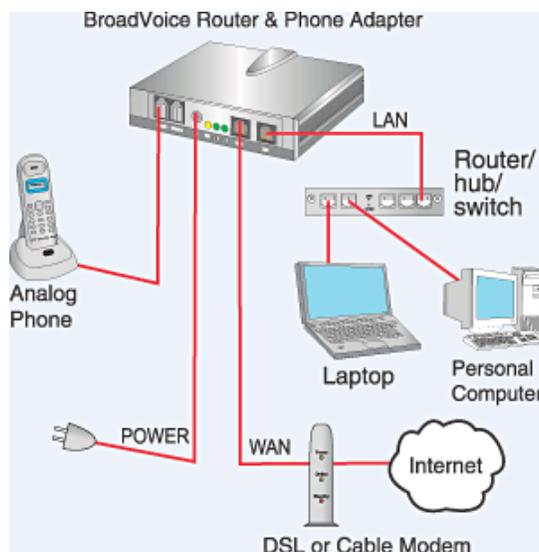


Figura IV.2.2.b. Conexiones necesarias para implementar telefonía sobre IP por medio de un router y adaptador telefónico.

Como se muestra en la figura anterior (IV.2.2.b), la implementación de un sistema de Voz sobre IP se presenta más actualmente como una opción para realizar llamadas telefónicas ya que es un sistema que aún no a madurado por completo pero permite enlazarse con otras redes IP de manera muy sencilla; propiamente no tiene una red implantada en México y utiliza la red telefónica convencional como acceso para entrar a la RDSI. Observando esta tecnología desde el punto de vista económico, ya no tendríamos que pagar una renta por el aparato telefónico que prestan a comisión las operadoras telefónicas presentando un gran ahorro, pero también presentan las desventajas de que también pueden ser afectadas por ataques cibernéticos, así que tendríamos que contar con una muy buena seguridad informática.

En la figura (IV.2.2.c), está contenida la muesca de la arquitectura de un router y adaptador telefónico para implementar telefonía IP.

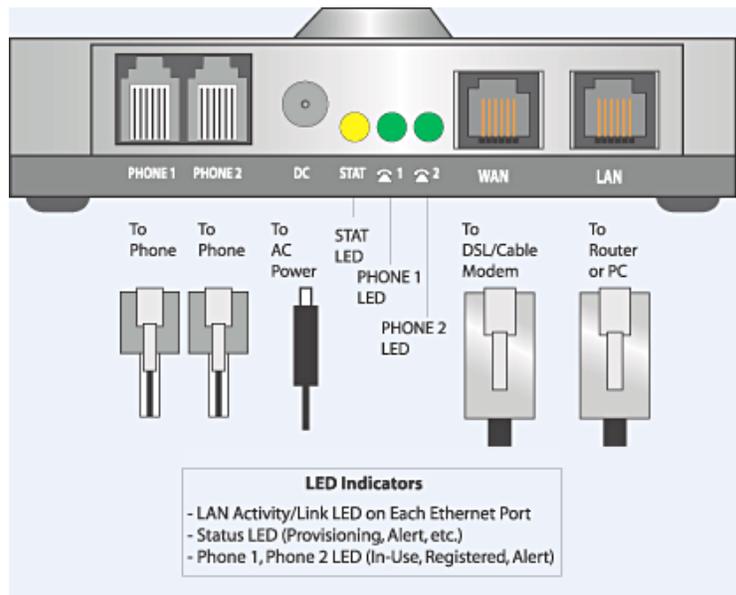


Figura IV.2.2.c. Muesca de un router y adaptador telefónico para IP.

IV.3 TECNOLOGÍAS

Después de la desregularización, de la modernización y de las privatizaciones que se iniciaron en todo el mundo desde mediados de los ochenta, las telecomunicaciones alcanzaron un momento de crisis en el año 2000. Esta crisis en las industrias de las telecomunicaciones se debió en gran medida a los modelos regulatorios que dieron más importancia al mercado, la apertura, las tarifas y no al servicio universal o a la calidad del servicio. Entre el 2000 y 2003, esta crisis de las telecomunicaciones se caracterizó por que durante estos años, en todas las empresas del sector existió escaso o nulo crecimiento en comparación con el experimentado en los noventas, hubo descenso de las inversiones, dando como resultado grandes quiebras y fraudes corporativos que afectaron el valor y las ganancias de prácticamente todas las operadoras. A partir del 2004 un nuevo factor de crisis comenzó a emerger para las grandes empresas de telecomunicaciones, en particular para aquellas que han venido operando principalmente como operadoras telefónicas únicamente. Este constante cambio en la tecnología permite brindar más de un servicio al operador por el mismo medio. Esta evolución cambiará definitivamente el destino y la estructura en todo el mundo y en consecuencia, cambiará el rumbo de la operadoras de telecomunicaciones.

A esta evolución se les conoce como redes de la próxima generación (RPG) o Redes de la Nueva Generación (RNG). Desde hace varios años las telecomunicaciones pasan por un proceso de convergencia, es decir que todos los servicios e industrias de telecomunicaciones tienden a unificarse. Esta convergencia ha seguido evolucionando, pues ya existen plataformas tecnológicas que permiten la unificación plena de todos los servicios de telecomunicaciones en una sola y misma red. La evolución tecnológica permite que las empresas y servicios de telecomunicaciones que antes operaban de manera separada como por ejemplo servicios de voz, televisión por cable, empresas de servicio de datos, etc. puedan ya, en términos tecnológicos unificarse y que las mismas empresas puedan proporcionar todos los servicios a la vez, usando sus propias redes. Las redes IP tienen una arquitectura distinta a las de las redes telefónicas tradicionales, entre el año de 2005 y en un promedio hasta el 2010, existirán grandes cambios en las redes de este tipo de arquitecturas. Como por ejemplo desaparecerán progresivamente las centrales de conmutación y en general, las redes de telefonía Pública Conmutada, tal como hoy día esta se transformara radicalmente. Negocios como el de larga distancia, servicio medido y otros servicios dejarán de ser rentables e irán disminuyendo progresivamente o en el peor de los casos desaparecerán. El servicio medido también desaparecerá como fuente de ingresos y será sustituido por tarifas fijas.

Las empresas de telecomunicaciones competirán por servicios de valor agregado cada vez más complejos y personalizados para sus clientes, esta competencia podría contener a nuevas operadoras con nuevas tecnologías como puede ser las empresas del sector energético con proyectos de Comunicaciones por Línea de Potencia (PLC).

Pero actualmente la red básica actual consta de tres redes interrelacionadas; la primera es la red de Telefonía Pública Conmutada, con líneas dedicadas, centrales de conmutación telefónica, el nodo telefónico con un núcleo de la red y un sistema universal de numeración. Estos componentes desaparecerán como tales en la evolución de las tecnologías y el sistema de numeración puede cambiar. El concepto de las líneas dedicadas resulta sumamente costoso pues la línea dedicada requiere de mantenimiento de la costosa RTPC que la mayor parte del tiempo no esta en uso.

La segunda red inalámbrica o de telefonía Celular, la cual no únicamente es solo telefonía, también existen nuevas tecnologías inalámbricas que anticipan un desarrollo creciente. Lo que ha sucedido con la telefonía celular puede ser sólo un inicio de implementación de nuevas tecnologías. A estas intensas evoluciones tecnológicas han correspondido un crecimiento también muy intenso. En 15 años el número de líneas móviles supera por más del doble al número de líneas fijas que eran alrededor de 17 millones y el número de celulares fue de 38 millones.

La tercera red es Internet, se trata de redes que conmutan y transmiten datos, que son enviados en secuencias de paquetes, cada uno de los cuales contiene una cantidad de bits de información. La red envía cada paquete de direcciones a la dirección del destinatario. La vía no es dedicada como la red telefónica y por lo tanto, esta red utiliza cualquier medio que este disponible.

Internet esta diseñada para transmitir datos sobre una gama de medios de comunicación, por lo cual es sumamente flexible. A Internet se puede acceder mediante la RTPC y par de cobre, utilizando un módem o mediante un acceso dedicado de banda ancha ya sea por radio, fibra óptica, ADSL, HFC o cable coaxial. No hay nodo central y el operador que presta el servicio de Internet provee la conexión a la red troncal usando enrutadores relativamente simples según la dirección del destino. Utilizando las terminales del usuario o abonado (una computadora), cualquier información puede convertirse en datos y enviarse como paquetes sobre Internet ya se trate de texto, información, música, televisión, video conferencias, comercio electrónico, etc. Al transformar la información en bits, la voz puede ser transmitida por Internet como paquetes de datos. Ese es el principio básico de la VoIP. A diferencia de una llamada convencional que viaja por hilos de cobre ocupando toda la capacidad de la línea, el servicio VoIP convierte la voz en datos y la hace viajar en forma de paquetes, lo que permite aprovechar todas la redes ya existentes sin ocupar toda la capacidad de las líneas de

cobre, de cable coaxial o de fibra óptica. Las redes VoIP ofrecen la oportunidad de integrar voz al conjunto de aplicaciones de protocolos de Internet. Como ventajas podemos contemplar, costos más bajos, menos activos fijos en las empresas, menos equipo activo para entrega de los servicios de comunicación, cableado estructurado convergente (en un sólo cable fluyen todos los servicios), menores costos de mantenimiento y administración de la red. Pero la gran desventaja es la vulnerabilidad a los Virus, diariamente surgen en Internet diez virus de relevancia mundial. Pero no únicamente ya contamos con estas tres redes, actualmente esta siendo probada e implantada en México la tecnología PLC con el proyecto de “Comunicación a la Velocidad de la Luz” que es manejado por grupo IUSA para la Comisión Federal de Electricidad. Por lo cual no podemos decir que las redes de telecomunicaciones no tienen a su lado competencia de alto potencial.

IV.3.1 SWITCHES Y HUB

La conmutación de tramas ocurre a nivel capa de enlace de datos, la cual controla el flujo de los datos, maneja la transmisión de errores, proporciona direccionamiento físico y controla el acceso al medio físico. Los Switches proporcionan estas funciones utilizando varios protocolos de capa de enlace de datos que indican un control de flujo específico y algoritmos de acceso al medio ver figura (IV.3.1.a). Los switches no son dispositivos complicados, estos analizan las tramas entrantes realizando decisiones de reenvío con la información contenida en las tramas, y reenvían las tramas a su destino.



Figura IV.3.1.a. Switch.

Las funciones de los Switches de capa 2 tienen tres funciones principales:

- Aprendizaje de direcciones
- Reenvío / filtrado de paquetes
- Prevención de bucles

Los Switches Ethernet aprenden las direcciones MAC de los dispositivos conectados a cada uno de los puertos. El mapeo de la dirección puerto se almacena en base de datos MAC. Cuando los Switches reciben una trama, consultan a la base de datos de la MAC para determinar cual puerto puede alcanzar estación identificada como destino en la trama. Si se encuentra la dirección, la trama se transmite solamente a ese puerto. Los Switches incrementan la disponibilidad de ancho de banda de la red, reduciendo el número de usuarios por segmento o permitiendo segmentos dedicados e interconectar esos segmentos. Estos dispositivos mantienen una tabla de direcciones MAC que utilizan para llevar segmentos de los puertos donde están conectados a los dispositivos a los Switches. Las redes con Switches se diseñan comúnmente con enlaces de dispositivos redundantes. Estos diseños eliminan la posibilidad de que la falla de un sólo punto en la red genere pérdidas del funcionamiento de toda la red de Switches. Para poder realizar de manera eficiente su labor, los Switches son controlados por protocolos; el más implementado es el Spanning tree, el cual mantiene la red libre de Bucles, al reconocer este problema en la red inmediatamente bloquea el puerto que este provocando el mal funcionamiento.

El la tabla (IV.3.1.b), podemos observar algunas de las especificaciones técnicas que proporciona el proveedor al usuario, con respecto a los aspectos técnicos.



Cisco ME 2400-24TS 24 Port Fast Ethernet Switch

Part #: ME-2400-24TS-A

Manufacturer		Cisco
Manufacturer Part #		ME-2400-24TS-A
		Switch
Enclosure Type		External
Memory		64 MB
Networking	Connectivity Technology	
	Data Link Protocol	, Fast Ethernet
	Switch	Ethernet
	Communication Mode	Half-duplex, full-duplex
	Data Transfer Rate	100 Mbps
	Ma	2K entries
	Status Indicators	Link activity, link OK, status
	Features	Layer 2 switching, trunking, VLAN support
	Standards	802.1p, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s
Interfaces		24 x network - Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45
Expansion Slots Total		
Power		Power supply - internal
Dimensions (W X D X H)	Unit	
Weight		6.4 lbs

Tabla IV.3.1.b. Especificaciones Técnicas de un Switch.

El HUB y el Switch son equipos que sirven como nodo central para las redes de cable de par trenzado UTP. Estos equipos tienen un conjunto de puertos Jack RJ45 en donde se conectan las estaciones de trabajo, el servidor de archivos o cualquier otro sistema que cumpla con el estándar IEEE802.3. La mayoría de los HUB y algunos switches tienen un puerto AUI que es una interfaz adicional para poder incorporar el equipo a la red con medio físico diferente al UTP con la ayuda de un transceiver. La principal diferencia entre el HUB y el Switch, es el último aísla cada uno de los puertos, es decir que cada puerto es independiente uno del otro y además tiene la opción de asignar varios puertos para formar parte de un grupo, como puede ser una red virtual.

IV.3.2 ROUTERS

Un Router es un sistema de direccionamiento en la industria que brinda la operación de sistemas de manera ininterrumpida generando una gran flexibilidad y longevidad a los sistemas, ver figura (IV.3.2.a).

La arquitectura de sistema Router, combina el procesador de paquetes, por medio de dispositivos programables, facilita las comunicaciones de redes IP.



Figura IV.3.2.a. Router utilizados para interconectar sistemas de redes.

Su función principal es la de interconectar redes con respecto a la capa de red del modelo OSI, la cual normalmente incluye lo que se conoce como dirección lógica y siempre será asignada por el administrador de red. Esta dirección lógica se encontrara en el contenido de los paquetes de datos. Los enrutadores pueden enviar paquetes sobre diferentes trayectorias en la red, dependiendo de las prioridades del usuario. Los enrutadores son multi protocolos es decir, brindan servicio de enrutamiento para diferentes protocolos, ver figura (IV.3.2.b). Utilizan protocolos de enrutamiento para calcular la mejor trayectoria a través de la red; algunos de estos protocolos son: RIP, IGRP, EIGRP y OSPF.



Figura IV.3.2.b. Routers aplicados por las operadoras para Telefonía sobre IP.

IV.3.3 GATEWAY

El Gateway es un elemento de operación que realiza las funciones de traducción entre redes diferentes, proporcionando una conversión de flujos de diferentes formatos de voz como de video; además de administrar la transferencia de esta información. Esto dispositivos enlazan a troncales digitales E1, interfaces Ethernet y ATM. Utilizan sistema de codificación de voz (PCM, ADPCM, GSM, G.729A, G.723.1), proporciona generadores de tonos por medio de DTMF y tonos de estado de llamada, como los que se muestran en la siguiente figura (IV.3.3.a).



Figura IV.3.3.a. Gateways aplicados para Telefonía sobre IP.

No sólo eso, también se encarga de generar la señalización de una llamada TDM o en el modo circuito y pasa esta información al MGC o a los switches para que puedan tomar la decisión del control.

Un Trunking Gateway realiza la interfaz a la red convencional de RTPC y a la Red IP y a redes ATM. Este tipo de dispositivo es capaz de manejar un gran número de circuitos virtuales como circuitos TDM. También esta el Gateway que utiliza Acceso a la Red de Servidores, la cual esta en función de módems.

IV.3.4 SERVIDOR Y ESTACIÓN DE TRABAJO

El servidor es un sistema de cómputo cuyos recursos son dedicados para servir a estaciones de trabajo de clientes o abonados.

El beneficio principal de un servidor dedicado es proporcionar un control central de los recursos compartidos, esto proporciona una mejor seguridad y fácil mantenimiento de programas y de datos, ver figura (IV.3.4.a). Un servidor también puede ser usado si el cliente tiene espacio limitado en su disco duro, el servidor puede tomar el lugar de disco duro y en cada caso, cada usuario tendrá un archivo localizado sobre la dirección del servidor que esta corriendo, ver figura (IV.3.4.b).



Figura IV.3.4.a. Estaciones de Trabajo y Servidores tipo torre.

Para manejar la seguridad de la red de los servidores implementan dos medios para otorgar los permisos y permitir a las estaciones de trabajo acceder a los recursos compartidos y son: seguridad al compartir; aquí es asignado un password a cada recurso compartido. Y el usuario al tratar de entrar al recurso debe de proporcionar el password asignado. En el caso de seguridad a nivel usuario, se aplican ciertas reglas básicas por usuario que accede al recurso, aplicándole condiciones que

previamente fueron asignadas en una base de datos, para permitirle al usuario ciertos recursos y restringir otros a los cuales no les es permitido acceder.



Figura IV.3.4.b. Servidores aplicados a gran escala en Racks para ser supervisados.

IV.3.5 REDES WAN

Cuando se desea realizar conexiones a larga distancia existe un mundo totalmente amplio en Redes de Área Ampla (WAN). Una red de área amplia, es una red compuesta por muchas subredes o redes LAN que se encuentran dispersas geográficamente, ver figura (IV.3.5.a).

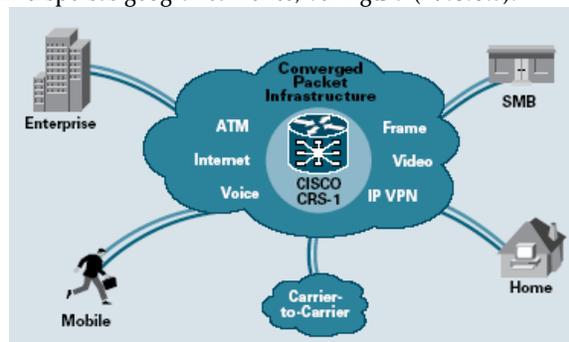


Figura IV.3.5.a. Red de Área Ampla de Conmutación de Circuitos.

Las WAN se construyen principalmente cuando es importante que los usuarios tengan que acceder a información común que se encuentra a una gran distancia. A diferencia de las redes LAN, las WAN casi siempre utilizan Routers y Puentes para interconectarse, puesto que los puentes proporcionan un mejor control sobre el tráfico, los routers son la mejor opción para interconectar redes LAN. En una red LAN el equipo y el manejo del ancho de banda depende de cada operadora, pero para la realización de un enlace WAN en la mayoría de los casos es necesario contratar a una operadora de telecomunicaciones que proporcione los medios para enviar la información a larga distancia, ya que requiere de una gran inversión económica el instalar cables de fibras ópticas, realizar enlaces terrestres de microondas o lanzar un satélite propio.

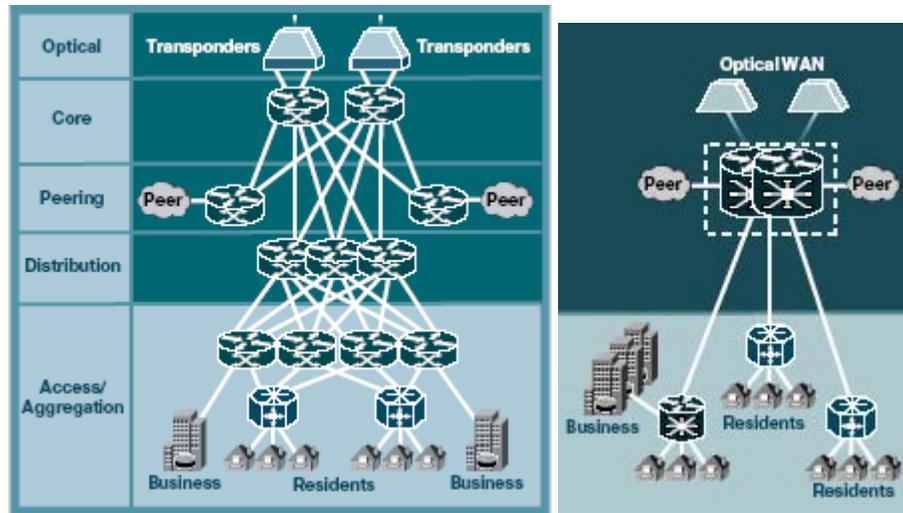


Figura IV.3.5.b. Estructura de una WAN.

Como se ilustra en la figura anterior (IV.3.5.b), las redes WAN utilizan conmutación de circuitos, este tipo de conexión establece un canal dedicado llamado circuito entre dos puntos, el cual es mantenido y terminado por cada sesión de comunicación. Los datos viajan desde la fuente hasta el destino a través del camino que ha sido creado por una sesión en particular. Un ejemplo de una red WAN es la ya analizada RDSI que es una red de circuitos conmutados.

Otro tipo de red WAN es la que utiliza conmutación de paquetes, estos son divididos en pequeños paquetes, entre dos puntos enrutandolos a través de una red conmutada. Con solo una conexión, un sitio de red puede proporcionar accesos a varios sitios remotos utilizando diferentes rutas a través de la red, es decir múltiples usuarios pueden compartir el mismo medio. Para que los usuarios puedan compartir estos circuitos es necesario multiplexar la información a transmitir.

IV.3.6 SOFTSWITCH

La tecnología empleada para el control de la infraestructura de conmutación será mediante la utilización de servidores de acuerdo al tipo de servicios tales como el Softswitch quien controla las llamadas de voz y el servicio multimedia quien controlará las secciones de usuarios multimedia.

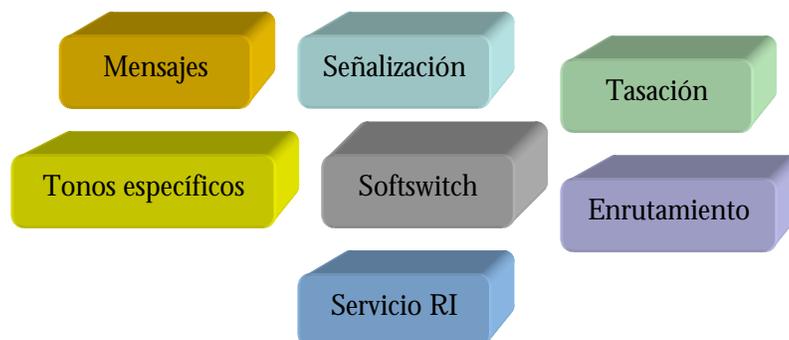


Figura IV.3.6.a. Aplicaciones controladas por el Softswitch.

Como se muestra en la figura anterior (IV.3.6.a), el softswitch y el servidor multimedia soportan la comunicación con las bases de datos y otros recursos vía protocolos estándar tales como el CS1 para servicios de red inteligente. El Softswitch controlará la señalización de llamadas, realizará enrutamientos entre la RTPC y la RDSI y los servicios con las redes inteligentes. También implementará los tonos de servicio específicos y mensajes mediante el uso de servidores de medios. En general como parte fundamental de la interrelación de los elementos de la red de nueva generación utilizando la señalización SS7 y el softswitch utilizará un Gateway que adaptará la señalización SS7 al formato utilizado y para adaptarse a otros protocolos como el SIP.



Figura IV.3.6.b. Dispositivo Softswitch.

Como se mostró en la figura anterior (IV.3.6.b), el softswitch permite controlar las funciones desde un punto centralizado para interactuar con los servidores de aplicaciones y proporcionar las aplicaciones de voz, video y datos a los usuarios que se encuentren en los diferentes Gateway de adaptación.

IV.3.7 LMDS

Básicamente, LMDS (Sistema de Distribución Local Multipunto), es una tecnología de comunicaciones inalámbricas de banda ancha que se inscribe en el marco del multimedia y se basa en una concepción celular. De acuerdo con esta filosofía, estos sistemas utilizan estaciones base distribuidas a lo largo de la zona que se pretende cubrir, de forma que en torno a cada una de ellas se agrupa un cierto número de usuarios, generando así de una manera natural una estructura basada en celdas, también llamadas áreas de servicio, donde cada célula tiene un radio de aproximadamente 4 kilómetros (como promedio), pudiendo variar dentro de un intervalo en torno a los 2-7 kilómetros. Y como indica la primera sigla de su nombre -L (local) -, la transmisión tiene lugar en términos de distancias cortas.

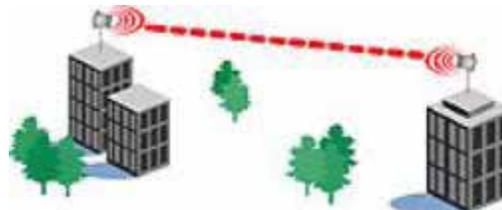


Figura IV.3.7.a. Enlace Punto a punto por medio de LMDS.

En un sistema LMDS, el ancho de banda que se puede utilizar es muy bajo, éste sólo dispone entre 1, 2 ó 3 GHz, utiliza sistemas de modulación en banda ancha para transmitir la señal, esto permite utilizar potencias de transmisión más bajas que en sistemas como el de Televisión, además de que los sistemas LMDS permiten comunicación de manera bidireccional. Una de las grandes ventajas con las que cuentan estos sistemas, es que permite recibir haces de señales muy estrechas y con polarización estable además de la reutilización de frecuencias. Emitiendo un haz de polarización estable y captando el haz de mayor potencia recibido por una antena, se desechan uno de los grandes

inconvenientes de las reflexiones. Otra ventaja es la utilización de polarización simultáneamente opuesta, y generando desplazamiento de frecuencias centrales por canal, tanto para difusión de células adyacentes como para canales de retorno en banda ancha en la propia celda, con esto se consigue duplicar el ancho de banda efectivo del sistema, por lo que en LMDS a 28 GHz, no es necesario alternar frecuencias entre celdas adyacentes, algo imprescindible en los sistemas celulares. Dada esta ventaja en el ancho de banda, permite generar telecomunicaciones sin hilos. Y por su arquitectura se puede contemplar como un sistema de comunicación fija, por que cuando se establece un enlace de carácter de llamada, esta llamada no puede transferirse de una celda a otra como en el caso de la telefonía celular.

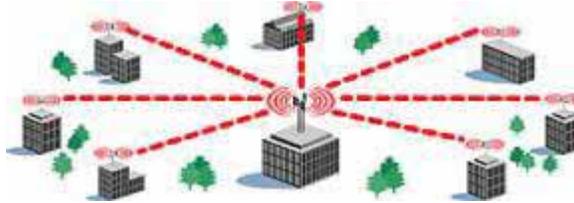


Figura IV.3.7.b. Enlace Punto Multipunto de tecnología LMDS.

Como se mostró en la figura anterior (IV.3.7.b), podemos decir que en conjunto en estas estaciones base, interconectadas entre sí y con los abonados, se pueden implementar señales de alta frecuencia (banda Ka), donde el transporte de estas frecuencias es en ambos sentidos, desde y hacia un único punto, hacia y a múltiples puntos. El carácter innovador fundamental de la tecnología LMDS consiste en trabajar en el margen superior del espectro electromagnético, en la banda Ka de 28 GHz, concretamente en el intervalo de 27.5 GHz a 29.5 GHz y en el intervalo de 31 GHz utilizada habitualmente para control de tráfico.

En comparación con las tecnologías basadas en los cables, los sistemas LMDS se pueden instalar muy rápidamente, al tiempo de la naturaleza modular de su arquitectura permite una ampliación progresiva en función de las necesidades.

Las características de LMDS son las siguientes:

- Se utiliza como parte de la red de acceso.
- Proporciona hasta 8 Mbps.
- Es fácil de instalar.
- No es costoso.
- Es compatible con otras tecnologías (F. O.).
- Es de estructura punto – multipunto.
- Trabaja en las frecuencias de 28 GHz (4 a 7 Km), y 40 GHz desde (0.5 a 4 Km).
- Permite la utilización de repetidores.
- Puede trabajar en entornos ATM, TCP / IP y MPEG.

Es un sistema ideal para prestar los siguientes servicios:

- ☞ TV multicanal por suscripción.
- ☞ Video de baja demanda.
- ☞ Interconectividad con redes LAN.
- ☞ Video conferencias (IP o RDSI).
- ☞ Frame Relay.
- ☞ Circuitos de Datos dedicados.
- ☞ Internet.
- ☞ ISP.

- ☞ Telefonía fija convencional (POTS).
- ☞ VoIP.

IV.3.8 REGENERADORES Y REPETIDORES DE SEÑAL

Las señales independientemente de su naturaleza (electricidad o luz), sufren del fenómeno de la atenuación, que es la pérdida de potencia en una señal, derivada de la distancia entre los enlaces.

Esta atenuación puede contrarrestarse con diferentes dispositivos que han sido diseñados de acuerdo a la naturaleza de la señal, sea esta analógica o digital, con equipos regeneradores o repetidores respectivamente.

Estas técnicas ayudan a resolver el problema originado al hacer viajar las señales a grandes distancias, de esta forma se resuelven los problemas técnicos de entregar los servicios a los usuarios.

V.- CASO PRÁCTICO

V.1 DIAGRAMA GENERAL DE REDES DE COMUNICACIONES

El transporte de la información y de las señales de voz generadas por medio de los dispositivos terminales conectados a la red de telefonía pública, a la Red Digital de Servicios Integrados, a los sistemas de telefonía celular, a los generadores de acceso a Internet, tanto a las redes WAN y a las redes LAN y los sistemas de transmisión de Voz sobre protocolos de Internet, los podemos contemplar en el diagrama que nos representa de manera simbólica como es que toda esta gama de dispositivos de enlaces, terminales, antenas, sistemas de cómputo, ordenadores, servidores, routers, sistemas PABX y multiplexores; hacen funcionar al sistema contemplado como la red de telefonía pública.

Podemos observar parte de los dispositivos que implementan las operadoras de telefonía para dar acceso y trasportar la información que requerimos enviar o recibir proveniente de lugares muy remotos. Al esquema presentado se le debe de considerar como simbólico y representativo para los fines ilustrativos por los cuales tiene como objetivo el desarrollo de esta Tesis. Ya que este esquema no contiene de manera simbólica todos los dispositivos involucrados para lograr estas interconexiones, su objetivo es representar de manera general el funcionamiento de una red de telefonía.

Aquí podemos ver las conexiones de un dispositivo fax, teléfono terminal, y equipo de cómputo que acceden al medio de comunicación por pares de cobre que son trasportados por un segmento de dispersión que a su vez son soportados por postes instalados en las comunidades y sus alrededores. Posteriormente se conectan a los nodos principales que son los armarios. En los armarios ya se puede contemplar un segmento secundario y un segmento primario que es el que se une a la central telefónica con los lazos de abonados. De igual manera podemos observar un sistema de PABX, este puede acceder a la central telefónica por medio de un acceso secundario directo o un acceso primario directo.

Este acceso puede ser de cualquiera de las dos maneras uno es por medio de la telefonía pública y el otro es por medio de telefonía privada. Como mencionamos con anterioridad un sistema PABX es como una pequeña central telefónica de menor capacidad, aquí pueden estar conectados equipos terminales analógicos como digitales ya que las operadoras telefónicas cuentan con los dispositivos para transformar los tonos generados por sistemas de disco o por sistemas de doble tono de frecuencias, con frecuencia es muy común encontrarse con sistemas de telefonía secretarial, que son sub terminales telefónicas antes de llegar a la terminal principal.

No únicamente existen los accesos de pares de cobre instalados por postes, también existe la misma infraestructura implementada por medio de cámaras de registros conectadas entre si por ductos, toda estas estructuras que llevan pares de cobre o enlaces por fibra óptica se encuentran instalados de manera subterránea. Por medio de estas también se pueden acceder los sistemas PABX, los lazos de abonados o las líneas privadas. Otro segmento muy común de observar en la ciudad es la localización de teléfonos públicos, colocados y diseñados únicamente para la transmisión de voz los cuales controlan un sistema de tarifa electrónica por medio de chips integrados en tarjetas telefónicas, hoy en día existen sistemas de telefonía pública que contemplan tarifas monetarias en lugar de tarifa electrónica.

La red de telefonía móvil es otra de las redes que se conecta a la red de telefonía pública, ya que es más cotidiano el uso de la telefonía celular. De manera estadística en un domicilio existen más teléfonos celulares que una terminal telefónica, lo cual hace que la red de telefonía celular crezca rápidamente. En el diagrama podemos localizar una central de conmutación telefónica Móvil, la cual propaga su señal de comunicación por medio de antenas que están instaladas en las esquinas de las

celdas en la zona donde se esta implementando la telefonía celular. Las antenas cuentan con una señalización que realiza el control de las señales, mantiene una comunicación con las otras repetidoras hasta conectarse con la central. Previamente los teléfonos celulares realizan mediciones que determinarán que antena recibe la mejor calidad de señal para atender a ese teléfono móvil. Así como localizarlo en un sistema de radio búsqueda.

Otra de las redes representadas es el acceso a servidores y ordenadores que se conectan a otros ordenadores, estos alojan a sitios Web. Acceder a Internet por medio de la red de telefonía es muy común hoy en día. Internet brinda nuevas posibilidades a la transmisión de datos. Accesando por medio de ésta podemos visitar sitios Web geográficamente distantes, además de permitir implementar voz sobre protocolos de Internet, nos permite conectarnos con redes de área local conectadas a su vez a la misma red telefónica o a otros ordenadores. Gracias a estas tecnologías podemos conectarnos de un equipo de cómputo a otro.

Las tecnologías desarrolladas en el área de las telecomunicaciones facilitan el intercambio de la información electrónica como el correo electrónico, publicaciones, enciclopedias, sitios de entretenimiento, radio producido en la Web y muchas otras aplicaciones.

Por medio del diagrama podemos darnos una idea de las tecnologías de hacen posible este tipo de traslado de la información y las posibles distancias que recorre para llegar al punto donde es solicitada, no solo eso también podemos darnos una idea de lo que hay detrás del tono generado por el teléfono al descolgarlo.

V.2 PLANTEAMIENTO DE UN ENLACE INALÁMBRICO PARA UNA CENTRAL TELEFÓNICA

Con respecto a la visión tecnológica desde e punto de vista de las actuales centrales de conmutación y como necesidad de implantar en la red nuevos servicios de forma rápida y eficiente, siguiendo el modelo funcional de la Redes de Nueva Generación, se hace necesario la conceptualización de estos centros de conmutación, los cuales procesan las señales de banda de voz. En la actualidad los centros de conmutación realizan el procesamiento de la voz a través de las técnicas TDM y cada vez que se requiera realizar una actualización en la funcionalidad de estos centros se hace necesaria la intervención de cada uno de ellos, ocasionando la utilización de largos periodos de tiempo para llevarse a cabo.

La evolución de las centrales de conmutación existentes tiene dos corrientes para adaptarse a las nuevas redes de paquetes. La primera considera que algunas centrales no tendrán por si mismas una evolución, por lo que deberán de utilizar elementos externos colocados al lado que permitan adaptar a los circuitos de voz a paquetes con los correspondientes algoritmos. La segunda opción corresponde a la evolución propia de las centrales de conmutación, las cuales requieren de no representar una mayor inversión para lograr una funcionalidad con los dispositivos de Media Gateway y Trunking Gateway. Con la implementación de nuevo hardware y software en las centrales existentes, estas pueden migrar a las funcionalidades de elementos de control de llamada. De forma general, la red de transporte entre nodos sigue conformada por tecnologías ópticas y tecnologías de radio enlaces. Las tecnologías ópticas se siguen empleando en enlaces entre centrales, mientras que las tecnologías de radio enlaces son aplicadas tanto para enlazar centrales y para enlazar equipos terminales, como se muestra en la siguiente figura (V.2.a).

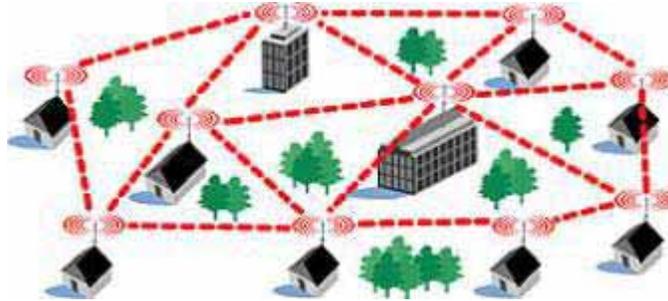


Figura V.2.a. Enlaces inalámbricos entre centrales Telefónicas y equipos terminales en casas habitacionales.

En los casos de radio enlaces se presentan las siguientes características:

- Operan en las bandas de frecuencia licitadas por la operadora TM. Los equipos de radio que se están desarrollando actualmente se encuentran en el rango de 10 a 38 GHz.
- Emplean técnicas de modulación QAM, con filtración digital, que permite una mejor eficiencia del espectro.
- Cuentan con características de FEC (Corrección de errores).
- Permiten facilitar las conexiones programables de manera local y de manera remota.
- Utiliza estándares abiertos para la interconexión de equipos de diferentes proveedores.

El acceso al usuario sigue siendo el mayor reto en la migración hacia las redes de nueva generación. El lazo de abonado sigue siendo la parte más costosa en la mayoría de las redes. La actualización tecnológica de la red de cobre depende altamente de las ganancias que puedan obtenerse del usuario final.

Normalmente los usuarios de pequeñas, medianas y grandes empresas se atienden con facilidades E1 por lo tanto cuentan con una capacidad digital ligeramente adecuada para conectarse al Backbone de la red. Sin embargo los usuarios residentes generalmente se enlazan con los pares de cobre analógicos. Para esto en la red de acceso se distingue tres grandes puntos:

- Red de Cobre.
- Red de Fibra Óptica.
- Red Inalámbrica.

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

En el caso de la interfaz de aire se implementan las técnicas que utilizan el sistema de distribución local punto multipunto (LMDS, Sistema de Distribución Local a Multipunto), que opera ya sea con FDM o TDM / TDMA. Esta tecnología permite ofrecer accesos tales como los que se obtienen con los sistemas ADLS, pero con capacidades similares a las de las fibras ópticas. Con estos sistemas las interfaces hacia los usuarios o abonados están orientadas hacia el uso de IP y ATM.

La banda de frecuencias propuestas para este servicio está entre 10.5 GHz, 26 GHz, 28 GHz y 38 GHz.

Además de LMDS se utilizan otras tecnologías como WLAN basada en los estándares 802.11a, 802.11g y 802.11b para proporcionar acceso con movilidad, WiMax para proporcionar servicios ADLS – Light y WLL para proporcionar servicios POTS – Light.

V.3 PROBLEMÁTICA A RESOLVER

Existen áreas donde se requiere del servicio telefónico, pero no siempre es una zona que cuenta con los servicios básicos o en los peores casos no cuenta con las facilidades urbanas mínimas. La necesidad de contar con un equipo terminal para comunicarse a diferentes puntos es una necesidad primordial para los usuarios. Las operadoras antes de llevar sus servicios hasta el lugar donde son solicitados requieren de un análisis detallado de la zona. Por lo general es fácil instalar los enlaces y equipos en zonas que cuentan con todos los servicios urbanos, pero en los casos donde la urbanización comienza o se encuentra en transición resulta ser menos accesible y de más difícil acceso. Existen casos donde el servicio es solicitado en zonas conocidas como de alto riesgo, estas son zonas que se encuentran fuera de las normas de seguridad mínimas y no son apropiadas para realizar ningún tipo de construcción, instalación u otra actividad que conlleve el implantar estructuras en la zona. Otro tipo de zonas a las cuales no se les tiene permitido instalar ningún tipo de estructura o construcción, son las zonas conocidas como reservas Ecológicas; estos sitios están protegidos por las leyes y por la ética humana ya que el deterioro de la naturaleza y los ecosistemas es totalmente responsabilidad del ser humano, por lo cual como ingenieros es obligación el respetar estos ecosistemas y diseñar los sistemas necesarios para no dañar a los mismos.

En el aspecto social, muchos de estos factores no son tomados en cuenta por gran parte de la sociedad y/o es consecuencia de la necesidad humana el instalar domicilios en este tipo de zonas restringidas. No todas las zonas sufren de este tipo de restricciones; también existen casos donde la creación de nuevas colonias genera solicitudes del servicio telefónico, pero estas zonas no pueden ser suministradas por el servicio debido a la zona del domicilio. En muchos de los casos si es posible instalar este servicio sin la necesidad de instalar una red de acceso de cobre, es aquí donde se recurre a los enlaces inalámbricos.

La opción de implementar tecnologías inalámbricas, surge de la necesidad de establecer enlaces ha diferentes puntos o a un solo punto sin la necesidad de establecer conductores como cables coaxiales, fibras ópticas o pares trenzados. Para suplantar a estos medios de transmisión se recurre a las tecnologías inalámbricas como las antenas, tecnologías Wireless, Bluetooth, infrarrojos, etc. Y en las redes de telefonía esta no es la excepción.

V.4 ENLACE PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Por la situación geográfica de la zona, se recurrió a la instalación de equipos inalámbricos LDMS para evitar la necesidad de instalar medio de transmisión de pares de cobre.

Los principales elementos que componen un enlace por medio de tecnología LDMS los podemos clasificar en dos partes: usuario final y Carrier de Servicio.

En la etapa de Usuario Final están contemplados los siguientes elementos ya sea para casos de residencia o empresarial.

- ▶ **Antena** tipo disco de reducido diámetro (10 – 15 centímetros de diámetro) ver figura (V.4.a).



Figura V.4.a. Antena para los sistemas LDMS.

- ▶ **Receptor / Transmisor RF:** equipo diseñado para acoplarse a las señales que se desean transmitir y recibir, denominado CPE (Equipo de Instalación del Cliente). Para aplicaciones simétricas, ver figura (V.4.b).

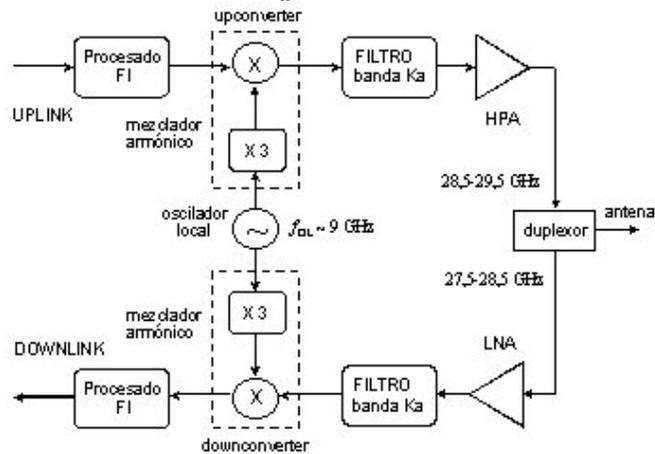


Figura V.4.b. diagrama a bloques del dispositivo receptor y transmisor.

- ▶ **Receptor RF:** Equipo que únicamente recibe señales, diseñado para aplicaciones asimétricas.
- ▶ **Equipo Adaptador:** Adapta las señales de Radio Frecuencia para su recepción descodificada por el terminal del usuario (Splitter, o módem de radio).
- ▶ **Terminales:** Teléfono, PC o video teléfono, ver figura (V.4.c).



Figura V.4.c. Teléfono terminal.

En el lado del Carrier de Servicio podemos encontrar estos elementos:

- **Estación Base:** consiste en una torre de varios metros de altura dónde se instalan dos antenas que dan cobertura a los usuarios ubicados en las cercanías (hasta 6 Km.). Con el objetivo de que la estación base proporcione cobertura omnidireccional se implementan dos antenas que tienen un rango de cobertura de 180° cada una, por lo cual es necesario la instalación de dos antenas para lograr este tipo de propagación, ver figura (V.4.d).



Figura V.4.d. Estación base.

- **Cabecera:** soporta o facilita la transmisión de los diferentes servicios ofertados, procesando la información y enviándola a todas las estaciones base. Donde se genera la comunicación con los sistemas de conmutación de voz, y a los sistemas de gestión de red.
- **Red de Transporte,** se conecta a la cabecera con otras redes de voz, datos o TV.

Para llevar a cabo la instalación de estos dispositivos, es necesario instalar la antena receptora y transmisora del usuario en el punto más alto en el mismo domicilio donde se desea que sea recibido el enlace. Generalmente esta se sitúa en la azotea del domicilio o edificio, con el propósito de contrarrestar los problemas de atenuación y las reflexiones. A estas frecuencias, las ondas de radio se reflejan en obstáculos como edificios, árboles, etc., por lo que la difracción es nula por lo cual es necesario tener una buena línea de vista o visión directa entre la antena transmisora y receptora. Existen casos en donde la señal no es recibida con el mínimo nivel de potencia requerido para lograr obtener una buena señal de transmisión, a estas zonas se les conoce como zonas oscuras. Dado a que estos sistemas son fijos se requiere de la utilización de equipos repetidores o transmisores secundarios. Un factor muy importante de atenuación en estos sistemas es el factor agua, ya que en situaciones de precipitación, el agua introduce un factor aún más de atenuación. Por lo cual es necesario aumentar considerablemente la potencia de transmisión para cubrir la zona. Como mencionamos anteriormente para la transmisión de datos se suele emplear la modulación de fase QPSK en contraposición de la modulación de amplitud QAM empleadas para el cable, ya que es más resistente ante interferencias.



Figura V.4.e. Enlace por medio de la tecnología LMDS.

Como se observo en la figura anterior (V.4.e), para poder llevar a cabo un proyecto de este tipo se requiere de la participación de un equipo técnico capacitado en el área de instalación, por lo

general este tipo de instalaciones son realizadas por dos integrantes que forman parte de equipos de cuadrillas. Las Cuadrillas son las encargadas de instalar todo el equipo, cableado y el apuntamiento de la antena necesarios para el buen funcionamiento del equipo. Todo este tipo de trabajo corre bajo la administración de una Supervisión, que es la encargada de la asignación de equipos y herramientas necesarios para desarrollar el proyecto. Supervisión es un departamento que coordina las actividades y objetivos a desarrollar en la empresa, misma que a su vez se encuentra en constante comunicación con el departamento de almacén.

En el almacén se maneja una estricta coordinación, control y administración de los recursos con los que se cuentan, con el objetivo de que los recursos sean bien utilizados por el área técnica. Como mencionamos anteriormente, el área técnica es la encargada de la instalación del equipo, pero a su vez esta área esta en constante comunicación con la Central de Gestión.

La central de gestión es la encargada de administrar a nivel de aplicación los enlaces instalados por el área técnica, en esta área se comprueban características del enlace como la relación señal ruido, comprobación de respuesta y tiempo de respuesta, identificación de equipo y peticiones de alta del servicio; además de que es a quienes solicitamos la autorización de ejecutar el enlace. De esta manera se logra controlar el equipo con el apoyo del área técnica. Podemos resumir que para instalar estos equipos requerimos de la participación de:

- Técnicos de Instalación.
- Departamento de Almacén.
- Supervisión Administrativa.
- Central de Gestión.

De esta manera se obtiene el brindar un servicio de comunicación para el cliente que solicita el servicio de telefonía y transmisión de datos para casos donde las condiciones no son favorables para la instalación de enlaces dedicados.

CONCLUSIÓN

El futuro de las redes de Telecomunicaciones encierra una muy grande serie de conceptos, fundamentos y aplicaciones que conforme pasa el tiempo requieren de un cambio de normalización y estandarización. Las comunicaciones de hoy en día tienden a interconectar a los diferentes sistemas de información (Voz, datos y Video) en un solo sistema que permita manejarlos de manera eficiente. Los principios de la telefonía tal vez con el tiempo pasen a ser parte de la historia más rápido de lo que se espera, ya que las actuales tecnologías diseñadas para generar nuevas comunicaciones están desplazándolas rápidamente.

Actualmente los Carries de Telecomunicaciones se ven forzados a actualizar sus arquitecturas de red, emigrando a las redes de paquetes. Su eficiencia y costos se presentan de manera más llamativa a los consumidores que buscan obtener el mejor servicio por el menor costo, forzando a estas operadoras a actualizarse para poder seguir en el mercado, ya que brindar únicamente un sólo tipo de servicio a la larga dejara de ser un negocio.

Desde el punto de vista técnico, los enlaces dedicados que proporciona la operadora de teléfonos de México esta a punto de enfrentarse a operadoras que están dispuestas a brindar un mejor servicio de comunicaciones de más capacidad de transmisión; como por ejemplo la velocidad de transmisión que mantiene esta operadora se mantiene entre los 2 MHz como máximo y nuevas operadoras que están implementando nuevas tecnologías inalámbricas y sistemas de ordenadores aplicables a los protocolos de Internet están proporcionando velocidades de transmisión que oscilan entre los 8 MHz. Sin dejar a un lado el costo de renta de equipos que es mucho menor que los de la operadora de Teléfonos de México. Por lo cual el panorama para la telefonía convencional no se muestra muy alentador, de tal manera que esta operadora comienza a asesorarse en busca de la solución que la mantenga en el mercado ya que su sistema no deja de ser sumamente costoso para el usuario.

Dejando a un lado un poco el panorama de las Telecomunicaciones, creo que muchos de los conceptos y ejemplos que se lograron recopilar a lo largo de este texto aclararon muchas de las dudas que yo personalmente tenía al respecto sobre el funcionamiento de la red de comunicación, y espero que sea de gran utilidad al estudiante que requiera conceptos que estén contenidos en este texto.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Carlos Amézquita Martínez.
“Seminario de Redes de Datos e IP”.
Instituto Tecnológico de Teléfonos de México S. C. (INTTELMEX).
Impreso: 21 de Febrero de 2005.

Lic. Oscar M. Aguilar Barrios
“Taller de Red de nueva Generación P. E.”
Instituto Tecnológico de Teléfonos de México S. C. (INTTELMEX).
Impreso: 21 de Abril de 2005.

Wayne Tomasi
“Sistemas de Comunicaciones Electrónicas”.
Cuarta Edición.
Editorial: Prentice Hall.

Hilberto Jardón Aguilar.
“Fundamentos de los Sistemas Modernos de Comunicación”.
Editorial: Alfa Omega.

ASERCOM (Asesoría en Redes y Telecomunicaciones) S. A. de C. V.
“Introducción a las Telecomunicaciones”.
Manual del Participante.
Impreso: 2 de Septiembre de 2002.

Domingo Lara Rodríguez, David Muñoz Rodríguez y Salvador Rosas García.
“Sistemas de Comunicación Móvil”.
Editorial: Alfaomega.

Robert L. Boylestad y Louis Nashelky.
“Fundamentos de Electrónica”.
Cuarta Edición.
Editorial: Prentice Hall.

Rafael Sánchez López.
“Sistemas Electrónicos Digitales, Fundamentos para el Procesamiento y Transmisión de Datos”.
Editorial: Alfaomega.

Sonia Osorno Saavedra.
“Implementación de una Red privada Virtual (VPN), basada en el protocolo MPLS, sobre una red IP”.
Tesis, Facultad de Estudios Superiores Aragón. 2003

Miriam Carrada Hernández.
“Proyecto para la implementación de una Red Inalámbrica”.
Tesis, Facultad de Estudios Superiores Aragón. 2005.

REVISTAS

Francisco Hernández Juárez.
“Restaurador”.
México. Publicación del Sindicato de telefonistas de la Republica Mexicana. Abril 1997.
PP: 19 - 23.

C. P. Juan Antonio Pérez Simón.
“Voces de Telmex”. (Telefonía Celular un Hecho).
III Época, Año 28 Noviembre 1989 No 330.
PP: 20 - 23

C. P. Juan Antonio Pérez Simón.
“Voces de Telmex”. (Fibra Óptica para Modernizar la Red Telefónica).
IV Época, Año 29 Julio 1991 No 349
PP: 6 - 13.

C. P. Juan Antonio Pérez Simón.
“Voces de Telmex”. (Historia de la Telefonía en México).
V Época, Año 30 Diciembre 1992 No 366
PP: 6 - 18.

C. P. Juan Antonio Pérez Simón.
“Voces de Telmex”. (Datos e Imagen, Rumbo a la superautopista de la información).
VI Época, Año 31 Octubre 1994 No 380.
PP: 6 - 20.

María Xelhuantzi López.
“Redes de la Próxima Generación, VoIP y Evoluciones Tecnológicas en Telecomunicaciones.
Sindicato de Telefonistas de la Republica Mexicana.

PÁGINAS WEB

<http://www.hispazone.com/conttuto.asp?IdTutorial=54>
<http://html.rincondelvago.com/normativa-de-cableado.html>
<http://www.monografias.com/trabajos5/ponchado/ponchado.shtml>
<http://www.monografias.com/trabajos24/redes-computadoras/redes-computadoras.shtml>
http://www.siemon.com/la/white_papers/99-06-15Tera_cat7.asp
http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_coaxial
<http://www.arqhys.com/arquitectura/cable-coaxial.html>
<http://www.telmendez.com/articulos/leomb.html>

http://www.cft.gob.mx/cofetel/html/la_era/info_tel2/hist1.shtml
http://www.cft.gob.mx/cofetel/html/la_era/magic/es1.shtml
http://www.telecomm.net.mx/corporativo/historia_federales.htm
<http://www.yucatan.com.mx/especiales/celular/celularesenmexico.asp>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Telmex>
http://es.wikipedia.org/wiki/Carlos_Slim
http://www.siemens.com.mx/en/s_nav14.html
http://www.ciscoredaccionvirtual.com/redaccion/comunicados/ver_comunicados.asp?Id=1016
http://www.banderas.com.mx/hist_de_internet.htm
<http://www.monografias.com/especiales/telefonaiip/index.shtml>
<http://www.iingen.unam.mx/C12/Red%20de%20Computo%20y%20Telefonia/default.aspx>
<http://aula.elmundo.es/aula/laminas/lamina1128505357.pdf>
<http://www.cnc.una.py/cms/invest/download.php?id=117324,58,1>
<http://elvex.ugr.es/decsai/java/pdf/AE-Telco.pdf>
<http://www.avaya.es/gcm/emea/es/tasks/learn/facts/factsservices/qa2/ipsolution.htm>
<http://www.publispain.com/adsl/>
http://es.wikipedia.org/wiki/Resonancia_el%C3%A9ctrica
http://es.wikipedia.org/wiki/Factor_Q
<http://es.wikipedia.org/wiki/FDDI>
<http://isoc.org>
http://www.tiendavozip.com/index.php?main_page=product_info&products_id=275
<http://www1.la.dell.com/content/products/category.aspx/servers?c=mx&l=es&s=bsd>

GLOSARIO

Abonado: Usuario suscrito a la red de transmisión de datos que paga por el servicio que recibe.

Acceso dedicado a Internet: (También es conocido como acceso privado a Internet), esta conexión enlaza a la empresa directamente con el proveedor de Internet. A diferencia del servicio de Internet de marcación o compartido, a la conexión dedicada de Internet pueden acceder simultáneamente varios usuarios que se encuentran dentro de la red de área local de una empresa.

Ancho de Banda: Capacidad de información de un recurso de comunicaciones, por lo general esta en unidades de bits por segundos.

Asíncrono: Describe a las transmisiones caracterizadas por caracteres individuales conocidos como bytes, delimitados por bytes de arranque y de control; a partir de los cuales un receptor determina la temporización necesaria para realizar el muestreo de los bytes sin que se transmita específicamente una señal de temporización.

Backbone Network: Transmisión diseñada para conectar redes de distribución de menor velocidad o conjunto de computadoras dispersas.

Banda Angosta: Es una clasificación de la capacidad de información o de ancho de banda de un canal de comunicación. La banda angosta generalmente es tomada para referirse a un ancho de banda de 64 kbps o menor.

Bluetooth: Es un dispositivo de hardware de comunicación inalámbrica que permite realizar interconexiones entre diferentes equipos vía radio.

Carrier: En el ambiente de las Telecomunicaciones es muy frecuente escuchar el término de carrier para referirse a las empresas que se dedican a prestar algún servicio relacionado con las Telecomunicaciones.

Carrier: Potadora. Una señal periódica que puede ser modulada por una segunda señal portadora de información.

Ethernet: Diseño para una red de tipo área local.

E1: Equivalente a la jerarquía digital de tipo europea T1, que se refiere a la transmisión de 2048 Mbits.

Facsimile: Sistema de Transmisión y reproducción gráfica (impresión de fotografías), que representan señales en las líneas telefónicas. Sinónimo de Reproducción.

Factor Q: El factor Q o Factor de mérito es un parámetro usado en electrónica para comparar la calidad de los sistemas resonantes. Los sistemas resonantes responden a una frecuencia determinada, llamada frecuencia natural, frecuencia propia o frecuencia resonante, mucho más que al resto de las frecuencias. El rango de frecuencias al que responde el sistema significativamente es el ancho de banda, y la frecuencia central es la frecuencia de resonancia eléctrica. El factor Q se define como la frecuencia de resonancia dividida por el ancho de banda.

FDDI: En el ambiente de las Comunicaciones y de la Computación los Filtros de Interfaz para Distribución de Datos, son una topología de red local en doble anillo y con soporte físico en fibra óptica. Puede alcanzar velocidades de transmisión de hasta 100 Mbps y utiliza un método de acceso al medio basado en el paso de testigo (token Passing), alcanza una distancia máxima de 100 kilómetros,

con un número máximo de repetidores de 100 y un número máximo de estaciones permitidas de 500. Utiliza fibras multimodo y concentradores de cableado en topología física de estrella y lógica de doble anillo (anillo primario y anillo secundario).

Fibra Óptica: Sistema de transmisión que implementa la fibra de óptica de vidrio como conductor de frecuencias de luz visible o infrarrojas.

Frame: Grupo de bits enviados en serie a través de un canal de comunicaciones.

Frame Relay: (LAP – F). Protocolo característico de las redes Frame Relay, la cual es una de las redes de comunicación de paquetes más común. Esta red fue diseñada para ser más simple, opera a altas velocidades y con enlaces más confiables que la red X.25. define conexiones entre cliente DTE y proveedor DCE, en el nivel de la capa de enlace de datos.

Gateway: Dispositivo que permite el acceso desde una red de ordenadores a otra de características diferentes.

HDLC: (Control de Alto Nivel de Enlace de Datos), es uno de los protocolos de capa de enlace de datos que se utiliza con más frecuencia, publicado por ISO en los estándares 3309, 4335, 6154, y 6256. HDLC soporta transmisión full Dúplex y Half Dúplex. Utiliza los comandos y respuestas del modelo OSI para la capa de enlace.

HUB: Eje o nodo central de una red a la cual están conectadas todas las estaciones periféricas.

Interfaz: Límite compartido, punto físico de demarcación entre dos dispositivos.

IP: (Protocolo de Internet), es utilizado por los Gateway para conectar redes a niveles superiores al 3 en el modelo OSI.

Local Loop: Lazo local, en telefonía el par de hilos conductores que se conectan del suscriptor a una central telefónica.

Latencia: Tiempo de proceso en la red.

LAPB: (Link Access Procedure Balanced), derivado de HDLC. Es un protocolo especificado por la arquitectura X.25 para la capa de enlace de datos. Proporciona comunicación full Dúplex entre DTE y DCE.

Módem: Dispositivo que hace posible que datos digitales sean enviados a través de un medio de transmisión de tipo analógico.

MPLS: (Comunicación de Etiquetas Multiprotocolo). Es un estándar del IETF. La arquitectura MPLS fue creada para combinar los beneficios de envío de paquetes basados en comunicación de capa 2 con los beneficios de enrutamiento de capa 3, es decir, integra en uno solo los niveles de enlace de datos y de red. MPLS, asigna etiquetas a los paquetes para transportarlos a través de la red.

Multiplexor: Canal de comunicaciones capaz de servir a un cierto número de dispositivos o usuarios a la vez.

Multipunto: Línea Multipunto. Canal de comunicaciones al cual más de una estación u otros dispositivos son conectados.

Network: Red. Grupo de Nodos Interconectados. Serie de puntos, nodos o estaciones conectados a través de canales de comunicación.

Node: Nodo. Un punto donde una o más unidades funcionales se interconectarán a las líneas de transmisión de datos en una Red.

PBX: (Private Branch Exchange) Central privada. Conmutador telefónico localizado en el equipo terminal del usuario que primeramente establece circuitos a través de líneas conectadas entre usuarios individuales y la Red telefónica conmutada.

Phreaking: Es un termino acuñado en la sub cultura informática para denominar a la actividad de aquellos individuos que estudian, experimentan, o truncan teléfonos, compañías telefónicas, y los sistemas que componen una red telefónica con fines lúdicos o para su beneficio. Este termino Phreak es una conjunción de las palabras Phone (teléfono en ingles) y freak. También se refiere al uso de varias frecuencias de audio para manipular un sistema telefónico.

PPP: (Protocolo punto a punto), es un método estándar para encapsular en enlaces seriales. Se utiliza para acceder a la red telefónica y esta especificado por la RFC 1332 y RFC 1661. Este protocolo puede entre otras cosas, revisar la calidad del enlace durante el establecimiento de la conexión, además brinda apoyo a la atenuación a través de los protocolos PAP (Password de Autenticidad de Protocolo) y CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol).

Point-to-point: Punto a punto. Circuito que interconecta dos puntos directamente, donde no existen generalmente nodo intermedio de procesamiento, computadores o ramificaciones de circuitos, aunque podrían existir facilidades de conmutación.

Port: Puerto. Acceso a un computador, a una Red, u otro dispositivo electrónico.

Private line: Línea Privada. Línea arrendada circuito no conmutable.

Private network: Red Privada. Red establecida y operada por una organización o corporación privada.

Protocol: Protocolo. Conjunto formal de reglas que gobiernan el formato, la temporización, la secuencia, y el control de errores de mensajes intercambiados, en una Red de datos.

Radio Búsqueda: Es el proceso de determinación de la factibilidad de que un teléfono móvil reciba una llamada de entrada. Permitiendo crear un acceso que identifica la función complementaria, mediante la cual se inicia una llamada originada en el móvil o se responde con una señal de radio búsqueda.

Relay: Relevé. Un sistema que ejecuta funciones intermedias en la comunicación entre dos o más estaciones terminales.

Remote station: Estación Remota. Dispositivo que esté conectado a una unidad controlada por medio de un enlace de datos. También una estación tributaria en un enlace multipunto.

Resonancia Eléctrica: La resonancia eléctrica es un fenómeno que se produce en un circuito en el que existen elementos reactivos (bobinas y condensadores), cuando han sido recorridos por una corriente eléctrica y de una frecuencia tal que hace que la reactancia se anule, en caso de ambos estar en serie o se haga máxima si esta en paralelo.

Router: Originalmente se identificaba como el término gateway, sobre todo en referencia a la red Internet. En general debe considerarse como un elemento responsable de discernir cuál es el camino más adecuado.

SCPC: (Single Channel Per Carrier) Integraciones de Redes Privadas que requieren de mediano a altos volúmenes de tráfico.

Servidor: Genéricamente, dispositivo de un sistema que resuelve las peticiones de otros elementos del sistema, denominados clientes.

Softswitch: Dispositivo de la red que se encarga de controlar las funciones desde un punto centralizado de la red, interactúa con los servidores de aplicaciones para proporcionar servicios de video, datos y voz a los clientes que se encuentran conectados a diferentes Gateways de adaptación.

System: Sistema. Colección lógica de computadores, periféricos, software, rutinas de servicio, procedimientos de conteo y control, terminales y usuarios.

TCP/IP: (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) Protocolo para Control de Transmisión/protocolo Inter red. Software adecuado para proceso Inter red originado en la Arpanet del departamento de Defensa de EEUU. IP corresponde al nivel de capa 3 y TCP a las capas 5 y 6 del modelo OSI.

TDM: (Time Division Multiplex) Multiplexado por división de tiempo.

TDMA: (Time Division Multiple Access) Acceso Múltiple por División de Tiempo. Técnica de transmisión vía satélite en la cual diversas estaciones terrenas tienen acceso al total de la potencia y del ancho de banda del transpondedor, con cada estación transmitiendo secuencialmente y en pequeños trenes de impulso.

VPN: (Virtual Private Network) Red Privada Virtual. Servicio ofrecido por carriers (portadoras comunes), en el cual la red pública conmutada provee capacidades similares a aquellas de las líneas privadas, tales como acondicionamiento, chequeo de errores, transmisión a alta velocidad, full dúplex, basada en cuatro hilos conductores con una calidad de línea adecuada para transmisión de datos.

VSAT: (Very Small Aperture Satellite Terminal) Integración de Redes privadas de datos para requerimientos de mediano y bajo tráfico. En comunicaciones vía satélite, estaciones receptoras de diámetro pequeño típicamente operadas en la banda Ku.

V.35: Según su definición original, servirá para conectar a un DTE a un DCE síncrono de banda ancha (analógico) que opera en el intervalo de 48 a 168 kbps.

GLOSARIO DE SIGLAS

A

ATM: Modo de Transferencia Asíncrona.
AC: Corriente Alterna, (siglas en Inglés).
ACD: Distribución Automática de llamadas.
ACL: Conexión Menor Asíncrona.
ACM: Dirección Completa del Mensaje.
ADLS: Línea de Abonado Digital Asimétrica.
ANM: Mensaje de Notificación de Respuesta.
AM: Amplitud Modulada.
AMPS: Sistema Avanzado de Teléfono Móvil.
APD: Foto diodo de Avalancha.
ASK: Modulación por Conmutación de Amplitud.

B

BISDN: Red Digital de Servicios Integrados en Banda Ancha, (siglas en Inglés).
BRI: Acceso Básico.
BS: Estación Base.
BSC: Comunicación Síncrona Binaria.
BTD: Terminal Distante de Banda Ancha, (siglas en Inglés).
BTI: Interfaz de Terminal de Banda Ancha.
BTN: Terminación de Red de Banda Ancha.
BWO: Onda Oscilatoria de lado a lado.

C

CA: Corrientes Alterna.
CAS: Señalización por Canal Asociado.
CANIET: Cámara Nacional de Industrias Electrónicas de Informáticas.
CCIR: Comité Constructivo Internacional de Radio.
CCITT: Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico.
CCS: Señalización por Canal Común.
CD: Corriente Directa.
CDMA: Código por división Múltiple de Acceso.
CFA: Amplificador de Campos Cruzados.
COFETEL: Comisión Federal de Telecomunicaciones.
CLP: Prioridad de Pérdida de Celda.
CSMA/CD: Detección de Portadora para Acceso Múltiple / Detección de Colisiones.

D

DC: Corriente Directa, (siglas en Inglés).
DCE: Equipo de Comunicación de Datos.
DDD: Marcado Directo a Distancia.
DDS: Servicio para Datos Digitales.
DID: Direccionamiento de Entrada Directa a Terminal.
DISA: Direccionamiento Directo de Entrada al Sistema de Acceso.

DLCI: Identificador de Conexión de Enlace de Datos.
DLS: Línea de Servicio Digital.
DLSAM: Multiplexor de Acceso de Línea Digital.
DLTU: Unidad Terminal de Línea Digital.
DOD: Direccionamiento de Salida Directa de Terminal.
DS: Señalización Digital.
DTE: Equipo Transmisor de Datos.
DTM: Modulación de Multi Tonos Discretos.
DTMF: Multifrecuencias por Doble Tono.
DWDM: Multiplexación Densa por División de longitud de Onda.

E

E: Campo Eléctrico.
EDGE: Índice de Enlace de Datos para Evolución Global.
EIA: Asociación de Industrias Electrónicas.
ELF: Frecuencias Extremadamente Bajas.
ESS: Sistemas Electrónicos de Conmutación.
ETSI: Instituto Europeo de Estandarización de Telecomunicaciones.

F

F: Frecuencia.
FX: Salida Externa.
FD: Todo tipo de datos.
FDDI: Filtro de Interfaz de Distribución de Datos
FDM: Multiplexación por División de Frecuencias.
FDMA: Acceso Múltiple por División de Frecuencia.
FDX: Comunicación Dúplex Total.
FET: Transistor de Efecto de Campo.
F/FDX: Comunicación Dúplex Total y General.
FM: Frecuencia Modulada.
FO: Fibra Óptica.
FP: Periodo completo.
FS: Filtro Separador.
FSK: Modulación por Conmutación de Frecuencias.
FTP: Cable de Par Trenzado con Apantallado Global.
FTP (Protocolo): Protocolo de Transferencia de Ficheros.

G

GEO: Orbita Terrestre Geosíncrona.
GFC: Control de Flujo Genérico.
GPRS: Paquete General de Sistema de Radio.
GSM: Grupo Especial Móvil, Actualmente: Sistema Global de Comunicaciones Móviles.

H

H: Alto (siglas en Inglés).

H: Campo Magnético.
HDLC: Control de Alto Nivel para Enlace de Datos.
HDX: Comunicación Semi Dúplex.
HEC: Corrección de Error de Cabecera.
HF: Frecuencias Altas.
HSCSD: Alta Velocidad de Circuitos de Conmutación.

I

IAM: Dirección Inicial de Mensaje.
IBS: Integración de redes Privadas con su empresa filial en el exterior.
IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
ILD: Diodo de Inyección Láser.
IP: Protocolo de Internet.
IR: Infrarrojo.
ISDN: Red Digital de Servicios Integrados, (siglas en inglés).
ISO: Organización Internacional de Normas.
ISOC: Sociedad de Internet.
ISUP: Usuario Parte de los Servicios Integrados. (RDSI y SS7).
IVR: Sistema de Respuesta de Voz

J

JDP: Jerarquía Digital Plesiócrona.

L

L: Bajo (sigla en Inglés).
LAN: Red de Área Local.
LAPB: Procedimiento Balanceado de Acceso a Enlace.
LCD: Pantalla de Cristal Líquido.
LCU: Unida de Control de Línea.
LDMS: Sistema Local de Distribución Multipunto.
LEO: Orbita Baja de la Tierra.
LED: Diodo Emisor de Luz.
LF: Frecuencia muy Baja.
LLC: Control Lógico del Enlace.

M

MAC: Control de Acceso al Medio.
MDF: Puerta o Regleta de Distribución General.
MCU: Módulo de Conferencia Multimedia.
MEO: Orbita Media de la Tierra.

MF: Multifrecuencia.
MF: Frecuencias Intermedias (siglas en inglés).
MGC: Control de Medio de Comunicación para Gateway.
MGk: Media Gateway.
MPLS: Multiprotocolo de Conmutación de Etiquetas.
MS: Estación Móvil.
MSC: Centro de Conmutación para Telefonía Móvil.
MTP: Mensaje Transferido por Partes.
MTSO: Centro de Conmutación de Telecomunicaciones Móviles.

N

NAMS: Nodos de Acceso a Multiservicios.
NIC: Tarjeta de Interfaz Red.
NGN: Red de Nueva Generación.
NNI: Interfaz de Red a Red.
NOC: Centro de Operaciones de la Red.
NT1: Terminal de Red Tipo 1.
NT2: Terminal de Red Tipo 2.
NYCE: Normalización y Certificación del Sector Eléctrico.

O

OSI: Interconexión de Sistemas Abiertos.

P

P: Polarización.
PAD: Descripción de la Aplicación Portable.
PAN: Red de Área Personal.
PCM: Modulación por Pulsos Codificados.
PCS: Fibra Óptica de núcleo de Fibra de Vidrio y forro Plástico.
PCS (Celular): Servicio de Comunicación Personal.
PDA: Asistente Personal Digital.
PDC: Comunicación Personal Digital.
PDH: Jerarquía de Multiplexación Digital.
PDN: Red Pública de Datos.
PIN: Diodo tipo P y tipo N Intrínseco.
PM: Modulación de Fase.
PMP: Sistema Punto a multipunto.
POTS: Sistema de Viejo Plan Telefónico.
PRI: Interfaz de Acceso Primario.
PSK: Modulación por Conmutación de Fase.
PSTN: Red de Telefonía Conmutada Pública (Siglas en inglés).
PTI: Tipo de Información de Usuario.
PTN: Red Telefónica Pública.
PTP: Sistema de Punto a Punto.

PTR: Punto Terminal de Red.
PVC: Circuito Virtual Permanente.
PVC Material: Poli Cloruro de Vinilo.

Q

Q (Factor Q): Factor de Calidad o de Merito.
QAM: Modulación de Amplitud por Cuadratura.
QoS: Calidad de Servicio.

R

RDI: Red Digital Integrada.
RDSI: Red Digital de Servicios Integrados.
RDSIB: Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha.
RF: Radio Frecuencia.
REL: Liberador de Mensaje.
RLC: Liberador completo de Mensaje.
RS: Recomendaciones Estándar.
RSSU: Concentrador de Conmutación Remoto de Abonados.

S

SAP: Punto de Servicio de Acceso.
SAPI: Identificador de Punto de Servicio.
SCO: Conexión Síncrona Orientada.
SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
SCS: Fibra Óptica con núcleo de Vidrio y forro de Vidrio.
SDLC: Control de Enlace de datos Síncronos.
SDH: Jerarquía Digital Síncrona.
SF: Frecuencia Única.
SHF: Frecuencias Súper Altas.
SIG: Grupo Especial Bluetooth.
SIP: Protocolo de Inicialización de Sesión.
SLTU: Unidad Terminal de Línea de Abonado.
SLA: Acuerdo de Nivel de Servicio.
SMS: Servicio de Mensajes Cortos.
SMTP: Protocolo Simple de Transferencia de Correo Electrónico.
SPC: Programa de Control de Almacenamiento (Central Local Digital).
SPN: Red de Suscriptor.
SS7: Sistema de Señalización Número Siete.
SSP: Punto sub Satelital.
SSP (Señalización): Punto de Servicio de Conmutación.
STP: Cable de Par Trenzado Apantallado.
STP (Señalización): Punto de Transmisión Conmutada.
SX: Comunicación Simplex.

T

TA: Adaptador de Terminal.
TBJ: Transistor de Juntura Bipolar.
TDM: Multiplexación por División de Tiempos.
TDMA: Acceso Múltiple por División de Tiempo.
TE1: Equipo Terminal Tipo 1.
TE2: Equipo Terminal Tipo 2.
TkGw: Trunking Gateway.
TEI: Identificador de Terminal Externa.
TMN: Administrador de Red de Telecomunicaciones.
TPV: Terminal Punto de Venta (Red Virtual).
TWT: Tubos de Ondas Progresivas.

U

UHF: Frecuencias Ultra Altas.
UNI: Interfaz de Usuario a Red.
UTP: Cable de Par Trenzado no Apantallado.

V

V: Voltaje.
VAN: Red de Valor Agregado.
VC: Llamada Virtual.
VCI: Identificador de Circuito Virtual.
VF: Frecuencia de Voz.
VHF: Muy Altas Frecuencias.
VLF: Frecuencias muy Bajas.
VPI: Identificador de Ruta Virtual.

W

WAN: Red de Área Amplia.
WLL: Lazo local de Wireless.

