

Capítulo 1: **Introducción a las Redes de Comunicaciones**

Objetivos: Describir la evolución histórica hacia la era de la informática. Establecer los elementos principales de toda red de comunicaciones. Describir las principales redes de comunicaciones: telegráfica, telefónica, videotelefonía y videoconferencia, facsímil, radiocomunicaciones y de datos, y su evolución hacia una red integrada. Establecer los elementos básicos y la composición de las Redes Digitales ó de Computadoras. Enumerar las ventajas y desventajas de las Redes Digitales. Establecer la importancia de la planificación en Redes y describir los planes más importantes. Complementar lo anterior con una descripción de las características y elementos de las Telecomunicaciones, así como con la importancia e implementación de estándares nacionales e internacionales.

1.1.-Evolución histórica hacia la era de la informática.

El proceso evolutivo de la humanidad no se ha detenido y tanto los individuos como el cuerpo social seguimos modificándonos con modalidades y velocidades diversas. La evolución de la humanidad en su aspecto social, económico y tecnológico presenta tres grandes transformaciones debidas a la **agricultura**, la primera, a la **industrialización** y a la **informática** las dos restantes.

Cuando los pueblos primitivos descubrieron ó “inventaron” la agricultura dejaron de ser nómadas y devinieron en sedentarios. Se formaron primero aldeas, luego pueblos, más tarde ciudades, países e imperios. Con ellos, y con el tiempo libre que dejaba una vida más estable y segura, surgieron artesanos, comerciantes, religiosos, militares, intelectuales, políticos, científicos y revolucionarios. Así comenzó la civilización. Esto sucedió hace varios miles de años, durante los cuales la invención de la escritura cuneiforme grabada en tablillas por los sumerios y acadios en el 3500ac, del papiro por los egipcios, que se comenzó a utilizar hacia el 2800ac, del papel por los chinos alrededor del año 100ac y por último la imprenta, revolucionario invento de Gutemberg cerca de 1450, fueron haciendo que **la información**, antes dada por tradición oral, se convirtiese en algo más **confiable**, al no depender de la frágil memoria, más **durable**, por ir más allá de la vida de quién la posee, y **de mucha mayor difusión**, por alcanzar gran número de personas y superar distancias.

Esta etapa duró milenios, al cabo de los cuales v debido a muchos factores entre los cuales se cuenta la preservación de las ideas de los filósofos griegos y latinos por la callada labor de los monjes que transcribían esos textos manualmente, surgió un movimiento denominado el Renacimiento, que marcó el fin de las sombras de la Edad Media y fue seguido por la Reforma, la Contrarreforma y la Revolución Francesa, creándose un medio propicio para la revolución industrial, producto intelectual del desarrollo de la ciencia y tecnología y económico de la actividad de la burguesía. La industrialización puede liberar al hombre de la maldición bíblica de “ganarás el pan con el sudor de tu frente”, y a la vez facilita la producción masiva de equipos cada vez más sofisticados y de menor costo en computación, comunicaciones y entretenimiento.

Este último proceso ocurrido a lo largo de los siglos XVIII , XIX, XX y XXI, al cabo de un lapso sumamente corto comparado con el anterior, desemboca en nuestra sociedad que está saliendo de la era industrial para entrar en la **era de la informática ó de la información**, en la que **la información es un elemento que supera en importancia a otros como materias primas ó clima favorable**. La posesión de información da a quienes la detentan un enorme poder y por otra parte tiene características muy novedosas pues si bien puede ser comercializada no es un elemento no renovable, por el contrario, se enriquece con el uso y difusión.

Las transformaciones descritas aparentemente guardan un patrón común semejante al proceso de selección natural descrito por Darwin, ocurren en un ambiente adecuado y entre los

grupos más ricos en información transferible. Según parece en las luchas de selección la especie más rica en información adecuada es la que crece y domina.

Por otra parte la evolución desde los virus hasta el hombre muestra un incremento de la cantidad de información transmitida a través del **código genético**, asimismo la información cerebral es también creciente desde los animales simples hasta los más evolucionados. El hombre es la especie dominante por su superior **información genética y cerebral**. Sin embargo entre hombres situados en ambientes culturales distintos hay marcadas diferencias en lo que hace al tipo de problemas que pueden resolver. Ello se debe a la información científica y tecnológica que poseen, así como la eficiencia con que se **almacena, transfiere y utiliza** esa información.

La observación del mundo y la extrapolación del proceso descrito indican que **las sociedades con mayores probabilidades de sobrevivir son aquellas en las que la creación, el almacenamiento, la transferencia y el uso de la información han sido optimizados**. Estos aspectos están vinculados con la investigación, la educación, las comunicaciones y la informática. En las tres últimas las fronteras son cada vez más borrosas y ello se acentúa a medida que nos acercamos a la **sociedad informatizada ó teleinformatizada**.

La tercer transformación del género humano es producida por un cambio en la distribución del trabajo ya que las actividades de servicio (comercio, bancos, seguros, educación, entretenimiento, salud, gubernamentales, domésticos, etc.) constituyen el 55% de la actividad laboral, un 40% queda para las actividades industriales y la construcción y sólo en 5% para la agricultura y minería, también por el acelerado progreso científico y tecnológico de las últimas décadas ejemplificado por la Ingeniería Eléctrica que en el último cuarto de siglo ha producido tres realizaciones excepcionales: *los satélites de comunicaciones*, que han puesto el mundo al alcance de la mano, *la fibra óptica*, que por su ancho de banda permite la transmisión de información en volúmenes insospechados (la Enciclopedia Británica en un segundo), y *la integración de los sistemas de comunicaciones con las computadoras*, tal como lo vemos hoy con las redes locales e Internet, mañana con el ISDN (Integrated Services Data Network) y un día no muy lejano los sistemas de ISDN de banda ancha que incluirán video, voz y datos. Sin embargo debe notarse la evolución reciente de Internet que ya permite voz, video y datos puede convertir en obsoleto al ISDN.

Los cambios que ello ha traído y traerá en nuestras vidas son enormes, se revoluciona el trabajo a través del teletrabajo; la enseñanza por medio del aula virtual; el entretenimiento con el video interactivo, video por demanda y la realidad virtual; el comercio con las compras a distancia, el dinero electrónico y la Aldea Global; la salud con la telemedicina, etc., etc., etc. La realidad es asombrosa y las posibilidades enormes.

1.2.-Conceptos básicos de sistemas de comunicaciones

El concepto de comunicación implica la existencia de los elementos que la hacen posible, ellos son: los interlocutores y el **canal** ó medio de comunicación.

Los interlocutores son la persona ó equipo que origina la información, llamado emisor, y la persona ó equipo que la recibe, denominado receptor. En cuanto a medios de comunicación existe una gran variedad, desde el aire para la comunicación oral hasta la fibra óptica que utiliza ondas electromagnéticas no visibles. Esto se ilustra en la **figura 1.1.**

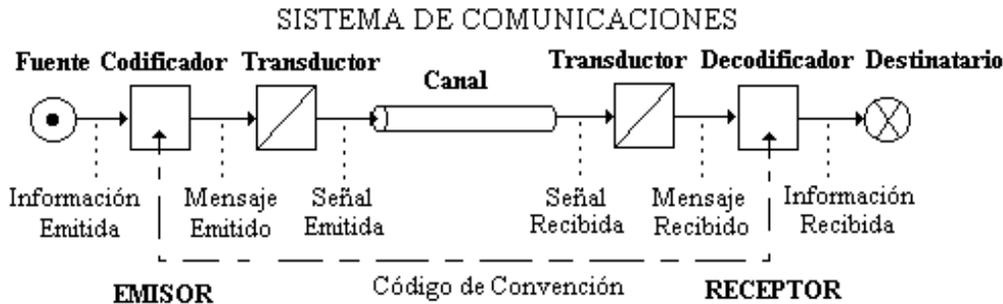


Figura 1.1

En ella se observa que el emisor y el receptor contienen varios elementos: fuente, codificador, transductor, decodificador y destinatario, cuyo sentido será evidente a medida que avancemos en esta sección.

La información, tal como nos explica muy claramente la teoría de la información, requiere de un alfabeto por medio del cuál esta es expresada ó codificada, convirtiéndose en un mensaje. El lenguaje es una forma de codificar y este a su vez puede ser codificado tal como lo hacía el hombre primitivo con las señales de humo ó más tarde con espejos ó antorchas en los barcos. La codificación tiene ventajas y desventajas, entre las primeras una de las más importantes es la privacidad, que es producto el desconocimiento del código por terceros. Un inconveniente es que el proceso de codificación-decodificación es susceptible de errores.

Para que la transmisión de la información ocurra deben cumplirse ciertas condiciones:

- * La fuente y el destinatario deben estar de acuerdo en la representación simbólica de la información a transmitir, por ejemplo en el código a emplear.
- * El canal debe ser completamente *transparente*, o sea, portador neutral sin interferir con la información transmitida.
- * El canal debe ser técnica y económicamente adecuado al tipo de fuente y destinatario.
- * Asimismo la información a transmitir debe ser puesta en forma tal que sea compatible con el canal.

Este último punto nos dice que si el sistema de comunicación es "eléctrico", la información codificada debe ser convertida en una señal eléctrica. La información codificada es transformada en una señal eléctrica y recíprocamente por los *transductores*, que son, por ejemplo: micrófonos, cámaras de video, actuadores, pantallas etc., e incluyen, en este caso, los transmisores y receptores. La señal es pues una variable eléctrica que contiene la información, por el contrario, una señal eléctrica que no contiene información se llama ruido. El ruido es más precisamente: "cualquier señal indeseada y variable al azar que disminuye el contenido de información de nuestra señal".

Y sobre la señal diremos algunas cosas:

- La señal se distingue del ruido pues ella transporta información.
- La distinción solo tiene significado si la relación entre información y señal es perfectamente conocida por fuente y destinatario, de otro modo es ruido.
- Las señales naturalmente son analógicas, esto es sus parámetros varían con continuidad. Sin embargo la información que ellas llevan puede ser analógica o digital. La diferencia radica en la interpretación que de ella haga el receptor.

- Con frecuencia erróneamente se habla de señales digitales cuando en realidad se trata de señales analógicas transportando información digital.

El uso ha hecho que se interprete como:

- *Señal Analógica* es aquella que es función continua del tiempo. (por ejemplo: voz, música, video, temperatura, etc.).
- *Señal Digital*: La que solo toma valores discretos (por ejemplo la binaria que solo toma valores de 0 ó 1).

Algunas de esas señales se muestran en la **Figura 1.2** donde las dos primeras son señales analógicas y las tres restantes señales digitales.

Los sistemas de comunicaciones se denominan analógicos ó digitales según el tipo de información que transmiten.

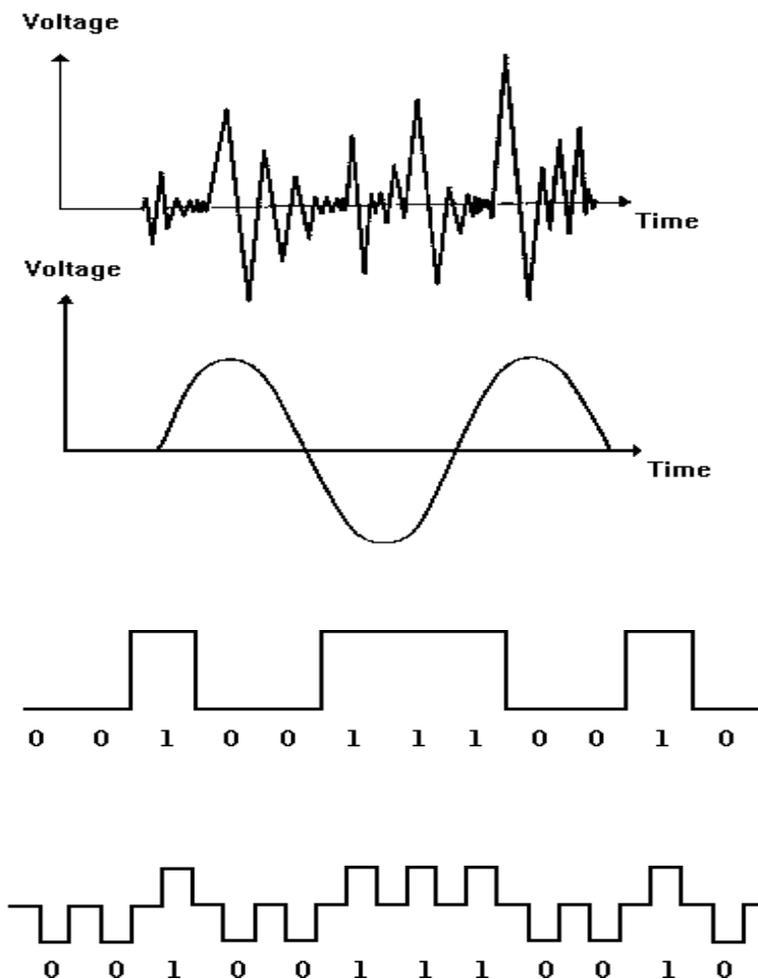




Fig. 1.2

Es obvio que estos tipos de señales son de características distintas y lo serán también los parámetros que describen su comportamiento. Así una *Señal Analógica* viene caracterizada por su *Ancho de Banda* en Hertz y sus *Potencias Medias y de Cresta*.

Mientras que una *Señal Digital* es descrita por la velocidad de la señal ó número de elementos (bits, intervalos o caracteres) transmitidos por segundo, como ya se dijo la *señal digital* es realidad es una señal eléctrica que será naturalmente *redondeada* y para ser fielmente transmitida requerirá de un cierto ancho de banda, que dependerá de la velocidad mencionada.

El cuadro siguiente da los anchos de banda de señales típicas:

TIPO DE SEÑAL	ANCHO DE BANDA
Comunicación Telefónica	3100 Hz
Facsimil ó Imágenes Fijas	1500 Hz
Música (alta calidad)	15 KHz
Televisión (color, 625 líneas)	5,5 MHz
Telex 50 Baudios	120 Hz
Módem 33600 bits/seg QAM/Trellis	3429 Hz

Las potencias de las señales abarcan un gran rango desde una radiodifusora en onda larga que emite *megawatios* hasta una antena receptora de satélites que recibe *picowatios*.

El canal representa algunos problemas a la información que transporta. Los principales son:

- * Hay deformaciones en las señales que se transmiten (*Distorsiones*).
- * Aparecen señales indeseadas. (*Interferencia, ruido y diafonía*).
- * El canal es costoso y su uso debe ser optimizado.

Los canales pueden unirse en dos grandes grupos:

Comunicación por medio físico (conductores, fibra óptica), donde la onda es guiada por una estructura que imprescindiblemente debe existir.

Comunicaciones radioeléctricas, en las que entre antena y antena puede existir vacío ú otro medio fundamentalmente dieléctrico.

Los medios físicos son numerosos: Línea aérea de hilo desnudo, cables de pares simétricos no cargados, cables cargados, pares trenzados, coaxiales, guías de onda, fibra óptica, etc.

De las comunicaciones radioeléctricas, por ahora, solo vamos a agregar el siguiente cuadro:

CLASIFICACIÓN ONDAS	Abreviatura	FRECUENCIA	LONGITUD DE ONDA
Miriamétricas	VLF	3 - 30 KHz	100 - 10 Km
Kilométricas	LF	30 - 300 KHz	10 - 1 Km
Hectométricas	MF	0.3 - 3 MHz	1000 - 100 m
Decamétricas	HF	3 - 30 MHz	100 - 10 m
Métricas	VHF	30 - 300 MHz	10 - 1 m
Decimétricas	UHF	0.3 - 3 GHz	100 - 10 cm
Centimétricas	SHF	3 - 30 GHz	10 - 1 cm
Milimétricas	EHF	30 - 300 GHz	1 - 0.1 cm

1.3.-Descripción de los Sistemas de Comunicaciones más importantes.

1.3.1.-Sistema Telegráfico.

El propósito del servicio telegráfico es la transmisión de la palabra escrita. Este servicio que tiene como antecedente lejano las señales de humo y los tambores, tuvo más recientemente predecesores *ópticos* como los de la **Figura 1.3**, son del siglo pasado y existieron en nuestro país con algunas diferencias en Margarita.



Fig 1.3

El telégrafo fue el primer sistema eléctrico de comunicaciones y tiene dos (2) elementos que han perdurado:

- a.- **La codificación:** De los mensajes, debida a las características del receptor.
- b.- **El relevo:** o repetición de mensajes, que vence el debilitamiento de las señales con la distancia.

Inventado en 1837 simultáneamente por Morse en Usa y por Wheastone y Cook en Inglaterra, el telégrafo nació en los Estados Unidos a lo largo de las líneas ferroviarias con el fin de prestar servicio a los periódicos al principio y al público en general luego, marcó un hito al permitir la comunicación transatlántica entre Europa y América en 1858, previamente con motivo del tendido de un cable telegráfico entre Inglaterra y Francia, Lord Kelvin desarrolló las “ecuaciones de los telegrafistas”, que dan lugar a la teoría de líneas.

Morse creó un código que asigna a las letras más comunes las combinaciones más sencillas, intuyendo los resultados Shannon en 1948. Los sistemas telegráficos auditivos fueron superados por los de impresión directa (Hughes 1855), pasando de 25 ppm (palabras por minuto) a 45 ppm. En 1874 Baudot crea su código de 5 elementos para la representación de caracteres, ligeras modificaciones lo convierten en el CCITT Nro. 2, que es el código binario utilizado actualmente (en el Apéndice de este Capítulo se incluye una descripción breve sobre la Unión Internacional de Comunicaciones, ITU y otros cuerpos de estandarización).

Los sistemas telegráficos que operan sobre líneas entregan los mensajes con texto impreso alfabético, quedando como una reliquia la recepción auditiva. Este sistema es un sistema de transmisión digital de baja velocidad, que requiere de anchos de bandas moderados, del orden de los centenares de Hertz. No es muy exigente en cuanto a distorsiones y errores de línea. Cuando se usa por radio suele utilizar un sistema de control por errores de repetición (ARQ).

Las **redes telegráficas** son de dos tipos: *Públicas y Privadas*.

La **red pública:** tiene dos servicios: El de telegramas (nacionales o internacionales) a cargo de las oficinas de correos y el de *telex*.

El **telex:** es una red que enlaza abonados que usan teleimpresores para comunicarse entre sí con un sistema de discado similar al telefónico y con cobertura nacional e internacional (*Red GENTEX*).

La **red privada:** (Bancos, empresas de transporte, organismos del gobierno), están evolucionando rápidamente hacia redes de datos; cableadas o de fibra óptica.

Todo esto plantea interesantes problemas de diseño de redes, señalización, explotación y tarifación, que constituye un área de trabajo y de normalización internacional.

Las *redes de telegrafía y de Telex* si bien permiten comunicación en ambos sentidos, rara vez están preparadas para hacerlo simultáneamente, por ello el sistema se denomina *semidireccional (Semiduplex)*.

Con la difusión del fax, del correo electrónico y de Internet, el telégrafo y su sucesor el Telex se han convertido en obsoletos y están en vías de extinción quedando como un capítulo valioso de la historia de las Telecomunicaciones.

1.3.2.-El servicio telefónico.

El teléfono fue inventado por Alexander Graham Bell en 1876. Hubo trabajos previos, pero el primer aparato operativo fue de Bell, pionero también en comunicaciones ópticas. Es, como su nombre lo indica, comunicación a través del sonido, principalmente voz a distancia. Este servicio, al que estamos tan acostumbrados que sería imposible la vida moderna sin él, ha creado una tupida red de comunicaciones que cubre los países y el mundo. A pesar de ello la demanda es siempre creciente (6% anual, se dobla en 12 años y las expectativas son de 100 millones de teléfonos para el año 2000), en Venezuela tenemos (año 2000) 2.700.000 abonados de telefonía fija, y sigue siendo dominante en tráfico, inversiones e ingresos.

La telefonía generó muchas tecnologías: multiplexajes, modulación y uso de ondas decamétricas, transmisión por cable, satélites y cable submarino son algunas de ellas. Otra es la **conmutación**, necesaria para poner en comunicación a los abonados. Esto se hacía manualmente en los primeros tiempos pero fue necesario automatizar. Strovger en 1889, cansado de la parcialidad de los operadores manuales, crea un rudimentario sistema de conmutación automática denominado *paso a paso*, que dio lugar a la ingeniería de la conmutación, al aparato de abonado (con su disco de marcar), etc. Luego vinieron las centrales electromagnéticas (cross bar) y ahora las electrónicas con su aparato de teclado. Un sistema tan vasto requiere de Ingeniería de tráfico que se ocupa de dimensionar centrales y redes, encaminamiento, topología de la red, etc.

La **planta externa** permite ofrecer nuevas facilidades tales como: hilo musical, video (facsimil y TV), teletext y viewdata (que permiten efectuar consultas, compras, reservas, trámites bancarios y muchas otras transacciones). Por otra parte, mediante el uso de módems puede accederse a computadoras para cálculos, juegos, datos, correo electrónico, etc.

El sistema telefónico es el más extendido de los sistemas de comunicaciones, y por su configuración permite que se implementen rápidamente otros servicios tales como los informáticos. Ocurre que al agregar más servicios se produce más desarrollo el que a su vez requiere de más servicios y así sucesivamente, sucediendo con frecuencia que las expectativas de demanda son cubiertas mucho antes de lo previsto.

Al desarrollo del sistema telefónico, y al de otros sistemas, han contribuido notablemente la microelectrónica, los sistemas de banda ancha terrestres y espaciales y las computadoras. Su aporte en pocos lustros a transformado nuestro mundo en una serie de entidades separadas a una *aldea universal*. El teléfono es tan necesario que la **telefonía móvil** de desarrollo explosivo en todo el mundo al punto de que en muchos países, entre ellos Venezuela con 5.300.000 abonados, supera a la telefonía fija, y los **buscapersonas**, exitosamente eliminan la limitación de la cercanía con el punto de conexión del abonado a la red.

El canal de la **Sección 1.2** toma aspectos muy diversos, según como se organice la comunicación.

Así por ejemplo, en el caso muy simple de comunicación telefónica entre dos usuarios cercanos, bastan dos conductores para resolver el problema de la comunicación en dos direcciones (llamada *Bidireccional*) y se habla de sistema de *2 hilos*. En cambio, si la distancia es grande y hay que colocar amplificadores para reforzar la señal, dado que los amplificadores (*repetidores*) amplifican en un solo sentido, es necesario utilizar 4 conductores, cada uno de los cuales constituye un sistema en un solo sentido *Unidireccional*, y en conjunto se denomina *Sistema de 4 hilos*, ver **figura 1.4**.

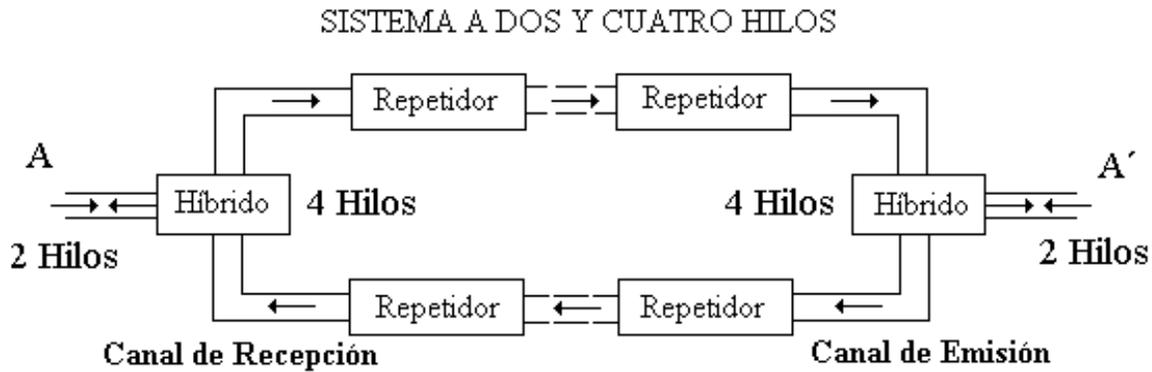


Fig. 1.4

La elevada inversión de estos sistemas se amortiza mejor utilizando los repetidores en cada par de hilos enviando por cada uno de ellos varias comunicaciones telefónicas, este es la razón de ser del multiplexaje (o multiplicadores), que se describe en la **figura 1.5**.

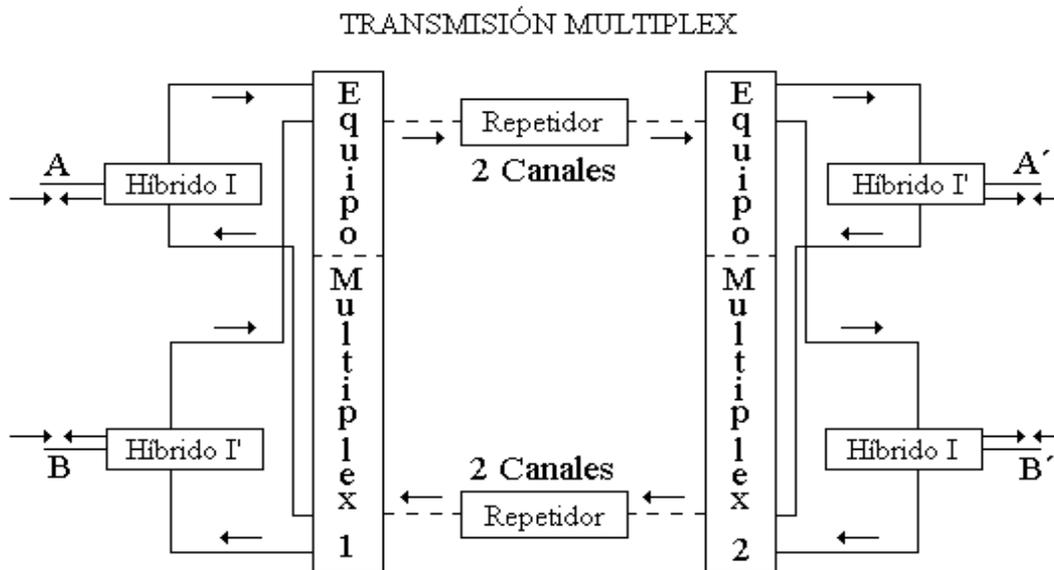


Fig. 1.5

Esto muchas veces no es suficiente y hay que enlazar muchos abonados en ubicaciones distintas, para ello se configuran *redes de comunicaciones*, y las hay telefónicas, telegráficas, de datos, etc.

La *Red Telefónica* se va complicando a medida que crece el número de usuarios, así de las redes iniciales que compartían una línea única (**Figura 1.6**) llamada *Red Lineal*, se pasa a la *Red en Estrella* (**Figura 1.7**), a la *red Poligonal* (**Figura 1.8**) y finalmente a la red jerarquizada (recomendación del CCITT, **Figura 1.9**).

RED LINEAL. En Cadena o TANDEM



Fig. 1.6

RED EN ESTRELLA

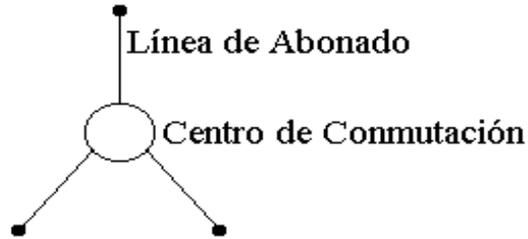


Fig. 1.7

RED POLIGONAL

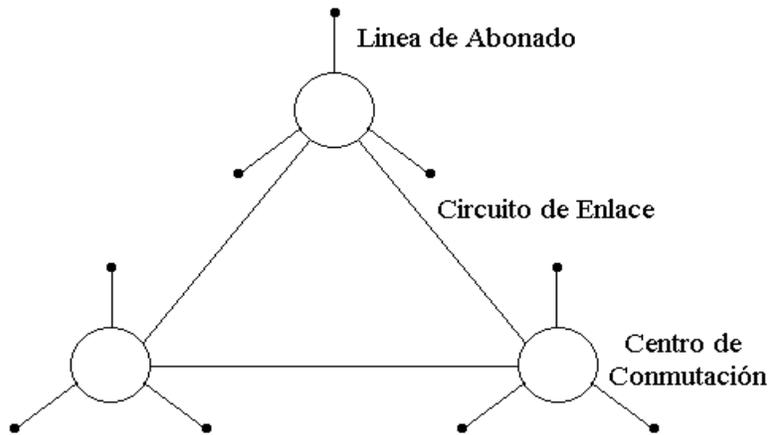


Fig. 1.8

JERARQUÍA DE LA RED

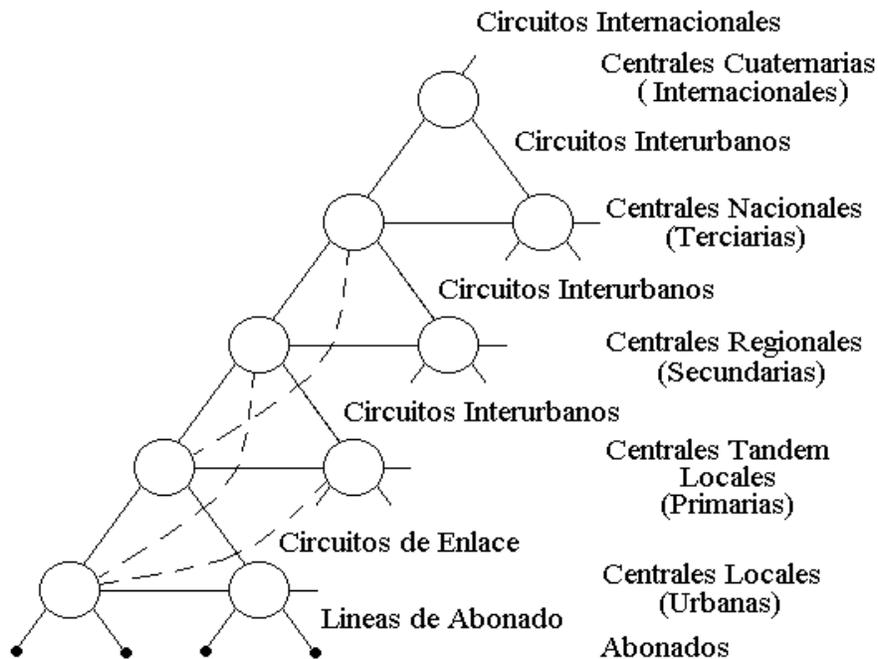


Fig. 1.9

1.3.3.-Videoteléfono y Videoconferencia.

Si el teléfono es tan importante, al agregarle imagen se lo hace aún más útil dado que la vista de la persona con la que se habla y la posibilidad de presentar documentos, gráficos, dibujos, etc. aumenta enormemente la calidad y cantidad de información que transmite el sistema. Para poder transmitir imágenes obviamente deben acondicionarse redes, equipos de conmutación y terminales.

Como el envío de imagen requiere de gran ancho de banda, si se emplea uno menor se reduce la calidad. Sin embargo, hay métodos de procesamiento de señal que al eliminar la redundancia permiten recibir imágenes de buena calidad empleando anchos de banda menores que los requeridos en TV. A pesar de lo antes mencionado el **videoteléfono** no se ha difundido aún. Otro servicio muy similar, **la videoconferencia**, por el medio de la cual pueden celebrarse reuniones entre participantes que habitan en puntos distantes y que con una ingeniosa disposición de cámaras produce un efecto subjetivo de acercamiento, se está ofreciendo con éxito en diversos países.

1.3.4.-Facsimil.

Consiste en transmitir a distancias imágenes fijas. Este sistema ha ganado velocidad de transmisión y se le utiliza en la transmisión de fotografías para periódicos, mapas meteorológicos, planos, dibujos, etc. También es posible que una persona esté dibujando ó escribiendo en un extremo y esa información llegue casi instantáneamente al otro extremo. Es común utilizar la línea telefónica y también se abre la posibilidad de que las empresas que tienen un gran volumen de correo interno lo envíen electrónicamente en las noches, cuando la tarifa telefónica en muchos países es más barata a fin de optimizar el uso de la red.

1.3.5.-Radiocomunicaciones.

Las radiocomunicaciones son servicios de comunicaciones que hacen uso de ondas electromagnéticas que se propagan libremente, al decir esto queremos decir que no están *guiadas* por conductores (cables, guías) o por dieléctricos (fibra óptica). Muchos de los servicios ya descritos también existen por medio de las radiocomunicaciones, sin embargo estas agregan otros servicios peculiares. Así en HF tenemos **radiodifusión**, en VHF y UHF **TV, radar, sistemas de navegación y comunicación aeronáuticas, radioteléfonos** (policía, ambulancias, bomberos, buscaperonas, telefonía móvil celular), en SHF **guías de ondas, radares, radioenlaces, satélites** (TV directa, comunicaciones militares, etc.).

El espectro de frecuencias de las ondas electromagnéticas es un recurso natural, el sexto, y al igual que la tierra, el agua, los minerales, los bosques y fuentes de energía, debe ser administrado cuidadosamente, sobre todo el de las ondas libres que a diferencia de las guiadas no reconocen más fronteras que las de sus características de propagación, lo que si bien facilita el libre flujo de ideas por otro lado puede producir interferencia.

El rango de frecuencias que en 1959 se consideró conveniente definir entre 3 KHz y 3THz ($T = \text{tera} = 10^{12}$) al cabo de pocos años se expandió mucho más allá, ya que los láseres utilizados en comunicaciones ópticas operan alrededor de los 800 Thz. Esta expansión del espectro aumenta la capacidad de los sistemas de comunicaciones, pero aún así son muchos los servicios que comparten frecuencias lo que genera interferencias que deben ser evitadas ó al menos minimizadas haciendo uso racional de frecuencias y también de potencias. La normalización la ejerce la Unión Internacional de Telecomunicaciones (**UIT**), que describiremos un poco más adelante.

Es claro que cada servicio requiere de un ancho de banda llamado *necesario* que es el mínimo que asegura la transmisión de información con la calidad y velocidad establecidas. Además existe un *ancho de banda ocupado* que está determinado por las características de la emisión. Ambos anchos de bandas deben ser lo más próximos posibles pues si el primero es mayor que el segundo se pierde calidad y si ocurre lo contrario se malgasta el espectro. Sin olvidar que las potencias de cada emisión deben ser no mayores que lo estrictamente necesario para asegurar la calidad del servicio, de otro modo la posibilidad de interferencias crece.

Para optimizar la transmisión de la información, entendiendo por esto el mayor número de bits en un tiempo dado usando una parte determinada del espectro, es necesario investigar la propagación de ondas, la teoría de la información y los sistemas de comunicaciones. La propagación de ondas electromagnéticas, aún cuando la llamamos libre para distinguirla de las ondas guiadas, no lo es totalmente pues tiene lugar en presencia de conductores de diversa calidad, como la tierra y el mar, y/o de dieléctricos como la atmósfera, y/o conductores como la ionósfera. A esto se agrega la existencia de *ruido*, que es cualquier señal indeseada y variable al azar, que perturbe a nuestro sistema disminuyendo la calidad o calidad de información. El ruido tiene causas naturales (por debajo de 20 MHz tormentas y por encima el sol, las estrellas, etc.), y artificiales, que es el ruido producido por el hombre con sus máquinas y equipos eléctricos. Sin olvidar el *ruido térmico* que aparece por agitación térmica en los elementos resistivos.

1.3.6.-Transmisión de datos.

Las *redes de datos* son redes que permiten unir entre sí computadoras ó acceder mediante terminales a computadoras ó a otros terminales. Estas redes pueden configurarse haciendo uso de la red telefónica (utilizando *módem*: *mod*-uladores *dem*-moduladores) o alquilando líneas fijas (*líneas muertas*), o creando redes especiales privadas o haciendo uso de las redes especiales públicas que se están instalando en muchos países.

La **Figura Nro. 1.10** muestra una red de datos con circuitos punto a punto (*línea 1 y 2*) o multipunto (*línea 3*).

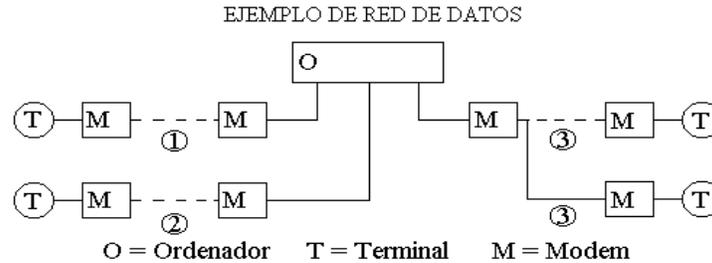


Fig.1.10

Las redes de datos pueden configurarse de diversas maneras, las hay tipo malla (a), estrella(b) , lineales (c), anillo (d), **Figura 1.11** y también pueden jerarquizarse.

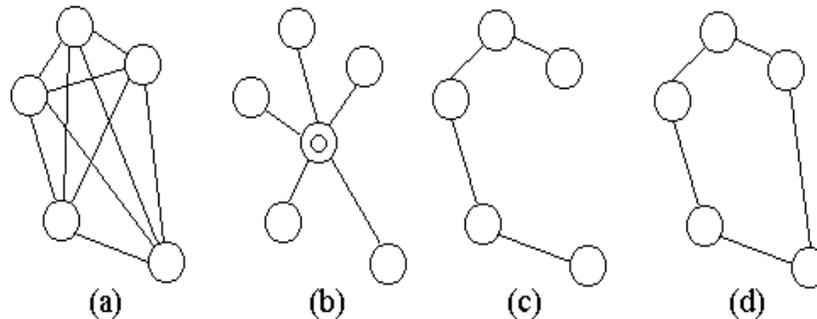


Fig.1.11

Estas redes que transmiten datos son, obviamente, redes digitales en el sentido de que transmiten información digital, y sin restar importancia a los sistemas analógicos existentes observamos que la digitalización de la voz y/o imágenes hace que la transmisión de información digital sea cada día más importante y consecuentemente lo sean las redes digitales y los sistemas de comunicaciones a ellas asociados.

En un futuro no muy lejano la ISDN (Integrated Services Digital Network) o sea una Red de Servicios Integrados permitirá una sola red para llevar en forma digital servicios de voz, sonido, video, imágenes, datos, etc. Ya existen sistemas experimentales y hay gran interés en pasar a sistemas no experimentales, sin embargo Internet se ha adelantado y ya ofrece esos servicios a través del protocolo TCP/IP, que describiremos más adelante.

Como históricamente, salvo el caso de la telegrafía, las **redes digitales** comenzaron usándose para enviar y recibir datos, es muy común hablar de **transmisión de datos** para

referirse a ellas. También se utilizan los términos **teleinformática** y **telemática** para hablar de las **redes digitales**. Vamos a precisar que entendemos por **redes digitales**.

1.4.-Redes digitales ó Redes de computadoras.

Ya se dijo que la información dado su gran volumen es almacenada y el medio más importante para guardarla, procesarla y transmitirla son las computadoras. Además, la información debe ser accesada desde lejos y ello es lo que, a través de los sistemas de comunicaciones, da lugar a las **redes digitales de comunicaciones**, que son redes de computadoras.

Los **elementos** básicos de estas redes son:

- Terminales.
- Canal de Comunicación (Medio de Transmisión).
- Codificación de la Información.
- Protocolos de Comunicaciones.
- Tipos y elementos de interconexión (LAN, MAN, WAN).

Algunos de estos **elementos** ya han sido descriptos. Veamos aquellos no explicados.

Los *terminales* son el nombre genérico de los emisores y receptores de información, que incluyen ó son computadoras. Los *protocolos de comunicaciones*, de los que hablaremos extensamente más adelante, son la reglas para el establecimiento, desarrollo y finalización de la comunicación entre dos terminales. Se asemejan a las reglas de urbanidad que se emplean en reuniones para entablar mantener y cerrar una conversación. Los *tipos de interconexión* son las diferentes formas y estándares bajo los cuales se cubren distancias cortas (LAN), medias (MAN) y muy largas (WAN) y para ello existen diversos elementos de interconexión.

1.5.-Composición y estructura de las Redes Digitales.

Una red de computadoras de compone de tres tipos de sistemas:

- Sistemas de Conmutación.
- Sistemas de Transmisión
- Sistemas de Señalización.

Los *Sistemas de Conmutación* son los nodos ó centros de conmutación, que es donde se efectúa la interconexión entre los diversos usuarios, pues la idea es posibilitar la comunicación de cada usuario con todos y cada uno de los usuarios de la red. Los *Sistemas de Transmisión* son los enlaces entre los nodos, los cuales, como ya se dijo, pueden ser uni ó bidireccionales. Los *Sistemas de Señalización* se ocupan del establecimiento de la conexión entre los usuarios, de su finalización, tarifación, estadísticas, etc. La asociación de varios enlaces que permite unir dos nodos lejanos constituye una ruta y todos los enlaces forman la red.

La **Figura 1.11** mostró las diversas maneras de interconectar nodos:

- Red tipo malla ó policéntrica.
- Red tipo estrella.
- Red tipo lineal.

- Red tipo anillo.
- Red mixta (no se muestra en la Fig.1.11) que combina los anteriores.

De los elementos (terminales, canal de comunicación, codificación, protocolos, tipos y elementos de interconexión) y de la composición y estructura (sistemas de conmutación, de transmisión y de señalización) de las Redes Digitales versarán los capítulos siguientes.

1.6.-Ventajas y desventajas de las Redes Digitales.

Las Redes Digitales presentan una serie de **ventajas**:

- **Facilidad de implementar diversos servicios.** Dada su característica de transmitir unos y ceros, permite implementar muchos servicios diferentes de la mera telefonía.
- **Facilidad de multiplexión.** Permite optimizar la utilización del ancho de banda haciendo que no quede parte de este inutilizado durante silencio, períodos de lectura, etc.
- **Facilidades para la utilización de tecnología moderna.** Todos los desarrollos tecnológicos que se logran en computación, que es un área muy dinámica, son utilizables inmediatamente en estas redes.
- **Integración de la transmisión y la conmutación.** La misma tecnología y a veces equipos muy similares permiten integrar ambas tareas.
- **Regeneración de la señal.** Al regenerar la señal no hay efecto acumulativo del ruido.
- **Funcionamiento con bajas relaciones señal-ruido.** Estas redes requieren de relaciones S/R mucho menores que las analógicas.
- **Facilidad de señalización.** Todo el proceso de señalización se implementa fácilmente en la red digital.
- **Facilidad criptológica.** Mediante software ó hardware pueden implementarse sistemas criptográficos muy seguros.
- **Facilidad de monitoreo.** En estas redes es muy fácil llevar estadísticas, detectar fallas, otorgar privilegios ó imponer restricciones a ciertos usuarios, etc.

Obviamente habrá algunas **desventajas**. Las más relevantes son:

- **Mayor requerimiento de ancho de banda.** Esta desventaja está siendo borrada por la implementación de sistemas de compresión muy eficientes.
- **Necesidad de conversión análogo-digital y viceversa.**
- **Necesidad de sincronización en el tiempo.** Ya se hablará de los deslizamientos.
- **Incompatibilidad con la red analógica existente.**

1.7.-Planes fundamentales de las Redes.

La instalación, explotación y gerencia de una red debe ser la consecuencia de una planificación que a la vez que asegure se cumplan los requisitos mínimos de calidad que den satisfacción a los usuarios, optimice las inversiones requeridas y minimice los costos de operación.

Hay dos tipos de planificación:

- **Planificación estratégica**

Que se refiere a la estructura básica y evolución de la red.

- **Planificación de realización**

Que determina la manera de realizar las inversiones.

La planificación de **realización** a su vez se subdivide en:

- **Planes de desarrollo**

Que determinan los equipos y sistemas a instalar.

- **Planes técnicos**

Que establecen las soluciones para satisfacer los requisitos de calidad.

A continuación se enumeran y describen brevemente los principales planes técnicos:

1. **Plan de encaminamiento.** Define todas las rutas: directas, alternativas y de tránsito, la estructura jerárquica y los medios de transmisión más adecuados para cada ruta.
2. **Plan de conmutación.** Da las características de cada nodo, indicando sus parámetros técnicos, servicios, aspectos socioeconómicos, etc.
3. **Plan de señalización.** Indicará una lista de señales de control para el establecimiento de la conexión. Debe prever la compatibilidad con nuevos sistemas de señalización.
4. **Plan de transmisión.** Tiene como fin establecer canales destinados a transferir las señales con la calidad requerida, eso implica ocuparse de ruido, diafonía, anchos de banda, velocidades de transmisión, atenuaciones, degradación de la señal en todos los nodos, etc. Asimismo se ocupará de los soportes físicos: cables, sistemas de radio, satélites, etc.
5. **Plan de numeración.** Como cada usuario es identificado por una dirección única, debe establecerse la longitud y características de esa dirección, prefijos ó códigos para acceder otras redes, etc.
6. **Plan de tarifación.** Dará un método para establecer las tarifas que se cobraran a los usuarios de manera que teniendo en cuenta los recursos empleados el usuario, la distancia y el tiempo, se asegure la rentabilidad de la inversión.
7. **Plan de sincronización.** Este plan que es propio de las redes digitales establece la tasa de deslizamientos permisibles en la red, así como el método de sincronización adoptado en cada nivel jerárquico de la red. El método de sincronización configura la red de sincronización, cuyo fin es asegurar que los relojes de las centrales digitales trabajen con la misma frecuencia y fase para minimizar los deslizamientos en la transferencia de información digital, ya que ellos degradan la calidad de la red. Para dicha sincronización pueden adoptarse dos esquemas básicos:

Red Digital Plesiócrona: en la que los relojes de las centrales son independientes entre sí, pero su exactitud se mantiene dentro de límites muy estrechos.

Red Digital Síncrona: en la que los relojes están controlados para tener la misma frecuencia, o al menos minimizar los deslizamientos.

El **método síncrono** utiliza uno de dos métodos de control:

Maestro-Esclavo: donde uno de los relojes actúa como principal y los demás se “enganchan” con él mediante PLL. Aquí caben dos modalidades, en una un reloj de la red es el maestro, y en la otra lo es un reloj externo a la red. En ambos casos al dañarse el maestro desaparece la sincronización.

Mutuo: cada reloj se engancha al valor medio de los relojes de las otras centrales de la red. Hay dos tipos de sincronización mutua, el control unidireccional y el bidireccional.

8. **Plan de disponibilidad y seguridad.** Implica planes de reencaminamiento, restricciones de tráfico, equipos de reserva, etc. para la eventualidad de sobrecargas ó fallas catastróficas de la red. Deben incluirse planes de restablecimiento del servicio antes esas eventualidades.

APÉNDICE 1A:

- Las Telecomunicaciones:

Telecomunicaciones, proviene de **tele** que significa distancia, y **comunicación** que significa intercambio ó envío de información, ya sea entre seres humanos, humanos y máquinas ó entre máquinas. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (**UIT**) define como **Telecomunicación**, toda emisión transmisión y recepción de signos, señales, escritos e imágenes, sonidos e formaciones de cualquier naturaleza, por hilo radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos. Existen muchos **Servicios de Telecomunicación**, que se denominan también **Sistemas de Comunicaciones**, de cuya *planificación, diseño, instalación y optimización*, se ocupa la **Ingeniería de las Comunicaciones**.

En un sentido amplio las **Telecomunicaciones** comprenden los diferentes elementos técnicos necesarios para conducir información entre dos puntos, a cualquier distancia, tan fiel y confiablemente como sea posible, a un costo razonable.

Esta definición merece algunos comentarios:

- **Tecnología:** Se trata de un esfuerzo y logro humano. La necesidad de comunicación es inherente al hombre, la tecnología facilita y amplia la posibilidad de satisfacerla. Los medios técnicos utilizados son primordialmente electromagnéticos pues es la tecnología que por el momento más se adecua al fin deseado.
- **No hay transporte físico:** En contraste con los servicios postales y otros, solo la información es transmitida y su soporte físico (papel, disco, CD, cinta magnética, etc.), no se desplaza.
- **Fidelidad:** El usuario que confía información al sistema espera que llegue al otro extremo sin pérdidas ni alteraciones. Esto debe lograrse a pesar de las imperfecciones y perturbaciones de los medios de que se dispone. A veces con relación a esto se hable de *transparencia del sistema*.
- **Confiabilidad:** El usuario espera un sistema *permanente*, disponible bajo casi cualquier circunstancia. Asegurarlo ante las inevitables interrupciones parciales es de gran importancia.

- **Flexibilidad:** Se desea conectar cualesquiera dos usuarios a cualquier distancia que se encuentren. Por lo tanto fuentes y colectores de información deben estar unidos bajo una red de telecomunicación que lo permita fácilmente, esto da lugar a un problema de conmutación.

La red de telecomunicación se compone de equipos (terminales ó repetidores) y de una serie de elementos englobados bajo el nombre de *Canal* constituidos por un medio físico (cable, fibra, espacio libre, etc.) que soporta la onda electromagnética para el que hay asignaciones en el espacio, tiempo ó frecuencia.

El *arte* del *Ingeniero* consiste en encontrar la solución más económica a un problema de comunicaciones, en un eterno compromiso entre *Costo* y *Calidad*. Costo debe tomarse en un sentido amplio: equipos, desarrollo, operación, mantenimiento, etc. Obviamente el mercado decidirá a última instancia que es un costo *razonable*. Los sistemas de comunicaciones configuran el sistema nervioso de una sociedad, sabemos que a nivel biológico los organismos más evolucionados cuentan con un sistema nervioso más desarrollado, extendiendo esta verdad a las sociedades vemos que es necesario prestar especial atención a la Telecomunicación y efectuar con suficiente anticipación las inversiones necesarias, ya que de otro modo cuando se nota la falta de un servicio es tarde, pues su instalación generalmente es lenta, con lo que se afecta gravemente el desenvolvimiento de la economía y la calidad de vida de la población.

La telecomunicación es un *servicio* y por lo tanto su objetivo principal no son las ganancias sino la satisfacción del usuario. Sin embargo deben tenerse en cuenta las consideraciones económicas adecuadas a la sociedad en que se vive y asegurar una rentabilidad razonable del capital invertido a la vez que se presta un servicio de bajo costo, alta calidad, accesible a todos y permanente. En este concepto de servicio están involucrados tres (3) grupos:

- **El Fabricante:** Que concibe, diseña, manufactura y vende el equipo necesario para el servicio.
- **El Gerente (o Ingeniero en labor gerencial):** Que planifica, especifica e instala la red, velando luego por su correcto funcionamiento.
- **El Usuario:** Que es el consumidor, un cliente exigente pero sin conocimientos técnicos.

APÉNDICE 1B:

Estándares Nacionales e Internacionales.

Necesidad de Coordinación:

A nivel **Internacional**, la necesidad de telecomunicaciones para transmitir información a distancias muy grandes ha sido reconocida desde hace mucho tiempo atrás. Por esta razón ha sido necesario traspasar fronteras y llegar a acuerdos en puntos fundamentales que aseguren la calidad del servicio, esto abarca lo siguiente:

- *Cuestiones técnicas:* Definición de calidad del servicio y determinación de los parámetros que la influyen; especificación detallada y precisa de las interfaces (eléctricas y lógicas) en especial la naturaleza de las señales usadas para transmisión y las convenciones de señalización para conmutación.
- *Planificación general de redes:* Estructura de la red internacional, modo de enrutar las comunicaciones, distribución de la atenuación (plan de transmisión), distribución de los números (plan de numeración).
- *Problemas de operación y gerenciales:* en especial, facturación internacional y control de tráfico.

A nivel Nacional:

La estandarización estricta de la red y sus equipos necesarios para:

- Garantizar la compatibilidad de los elementos del sistema de diferentes fabricantes.
- Asegurar la misma calidad de servicio a todos los usuarios.
- Cumplir con las normas internacionales.

De la estandarización a nivel internacional se ocupan varios organismos, lo que indica la existencia de intereses contrapuestos y de sentimientos nacionalistas excesivos. Sin embargo estas organizaciones conviven generalmente y tratan de no colidir. La estandarización a nivel internacional comenzó con las telecomunicaciones, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (**UIT** ó **ITU** por su acepción en inglés) tuvo sus orígenes en 1865.

Luego en el campo de la electrónica surgió en 1906, International Electrotechnical Comisión (**IEC** ó **CIE** Comisión Internacional de Electrotecnia).

En 1946 se creó **ISO**, International Standards Organization (conocida como **OSI** por sus siglas en castellano).

En Europa es importante la **ETSI** (European Telecommunications Standards Institute).

Además existen otras instituciones que juegan gran papel en la estandarización, el **IEEE** (The Institute of Electrical and Electronics Engineers)(<http://www.ieee.org>) es una de las que más actividad ha realizado y realiza en este campo ya que es la organización profesional más grande del mundo. Esta institución, además de publicar numerosas revistas y programar un número importante de conferencias anuales, ha establecido un grupo dedicado al desarrollo de normas en el área de Ingeniería Eléctrica y Computación. La norma 802 del IEEE, para Redes de Área Local (**LAN**) fue luego adoptada por **ISO** como norma 8802, lo que ejemplifica la tarea del IEEE y sus nexos con otras organizaciones.

UIT:

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (**UIT** o **ITU**) tuvo su origen en la *International Telegraph Union* creada en París en 1865. En 1947 cambio su nombre a UTI y se convirtió en una agencia especializada de la Organización de Naciones Unidas. (**ONU**)(<http://www.itu.ch>).

La UIT tenía *cuerpos permanentes*, que eran:

1. - El secretario general que auspiciaba las World Administrative Radio Conferences (**WARC**) que redactaban las International Radio Regulations que gobiernan el uso de los servicios de radiocomunicación en el mundo.
2. - El Bureau of Telecommunication Development, que daba soporte técnico para ayudar al desarrollo de sistemas y servicios de telecomunicación en el mundo.
3. - El CCITT ó Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía.
4. - El CCIR ó Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones.
5. - El IFRB ó International Frequency Registration Board, para la asignación de frecuencias.

En 1992 con la WARC de Torremolinos (España), la UTI experimentó una reorganización total y quedó estructurada así:



Una **Conferencia Plenipotenciaria**, que es la autoridad suprema de la Unión, adopta las políticas fundamentales y decide de acuerdo a un tratado conocido como *International Telecommunication Constitution and Convention*. Esta conferencia se reúne cada cuatro años y en ella toman parte las delegaciones de todos los miembros de UIT.

Un **Consejo de la UTI**, compuesto de 43 miembros elegidos en la Conferencia Plenipotenciaria (se trata de que haya una distribución equitativa entre estos puestos entre las distintas regiones del mundo) y tiene como función considerar, en el intervalo entre Conferencia Plenipotenciarias, las políticas generales de telecomunicaciones, de modo de asegurar que respondan adecuadamente al cambiante ambiente de las telecomunicaciones. Además coordina el trabajo de la unión y sus finanzas.

Un **Sector Radiocomunicaciones (ITU-R)**, que tiene como función asegurar un uso racional, justo eficiente y económico del espectro radiofrecuencial. Por lo tanto ha tomado las funciones de manejo del espectro que antes tenía el CCITT, el CCIR y el IFRB.

Este sector se opera a través de *Conferencias Mundiales de Radiocomunicación*¹, *Asambleas de Radiocomunicación* (ambas cada 2 años y simultáneas) soportadas por *Grupos de Estudio* (funciones legislativas) y *Grupos Asesores* (asesoramiento estratégico). Además tiene un *Comité de Regulación de Radio*, compuesto de 9 miembros, que aprueba los procedimientos para registrar las asignaciones de frecuencia, y un *Director de la Oficina* del sector.

Un **Sector de Estandarización de Telecomunicaciones (ITU-T)**, que reúne las tareas de estandarización que antes tenía el CCITT y el CCIR.

Este sector opera a través de *Conferencias Mundiales de Estandarización* (efectuadas cada 4 años y soportadas por *grupos de estudio* con función legislativa), *Grupo asesor de Estandarización* (asesoramiento estratégico) y una *oficina* del sector encabezada por un *director*.

¹ Venezuela será Sede de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones en el 2003(CMR-2003), hasta ahora solo se han efectuado tres en todo el mundo: dos en Suiza y una en Turquía.

Ver <http://www.conatel.gov.ve>

Un **Sector Desarrollo**, que tiene como función, en cooperación con agencias internacionales y nacionales de desarrollo, así como con agencias de inversión, facilitar en los países en desarrollo a cerrar la *brecha tecnológica* en telecomunicaciones. Las funciones legislativas del sector desarrollo son llevadas a cabo por *Conferencias de Desarrollo*, efectuadas una mundial cada 4 años y si hay posibilidad una en cada región (África, Asia / Pacífico, América, Europa, Medio Oriente) en el intervalo entre Conferencias Plenipotenciarias. Existe también una *Oficina* del sector encabezada por un director y podrán crearse *Grupos de Estudio* y *Grupos de Trabajo*.

El **Secretario General** maneja los aspectos administrativos, financieros y de servicios (publicaciones, informáticos, etc.). Además es responsable de organizar cada 4 años una exhibición mundial de telecomunicaciones, *TELECOM* con sus *Forums* asociados.

Adicionalmente la UIT copatrocina exhibiciones regionales. (Asia Telecom, África Telecom, Américas Telecom y Europa Telecom). Anteriormente las *recomendaciones del CCITT* ó *CCIR*, aprobadas por la *Asamblea Plenaria* y consecuencia del trabajo de *Grupos de Estudio* que daban la respuesta a *Preguntas* formuladas en plenarias anteriores, eran publicadas en libros identificados por el color de sus tapas, cada color correspondiente a una *Plenaria* determinaba (ej. el libro verde de CCITT, etc.). Actualmente se está cambiando el sistema, el último libro publicado es el de 1988 correspondiente a la Asamblea de Australia, desde entonces la UIT ha sacado fascículos que pueden consultarse en una base de datos a través de la red *TIES*, que es un servicio de información electrónico accesible vía Internet y que además de información sobre la UIT, sectores Grupos de Estudio Trabajo, etc. Existe también www.itu.ch que permite conocer los servicios de la ITU y acceder a varios de ellos.

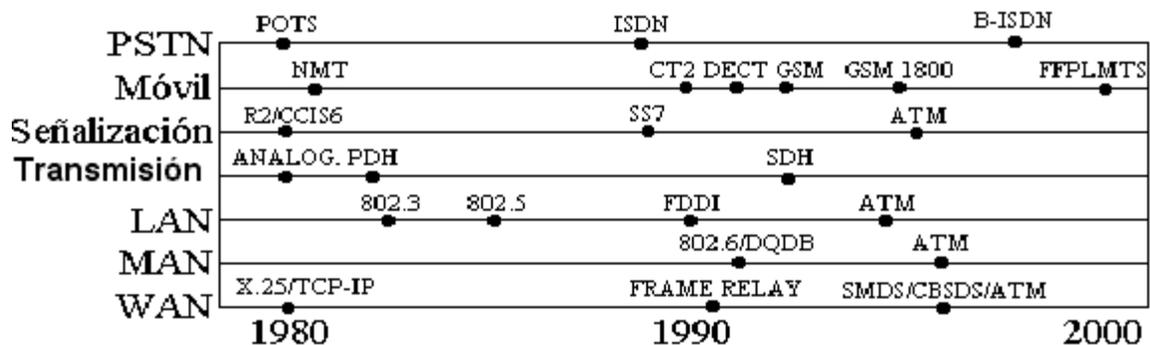
La UIT no tiene medios de hacer cumplir con sus *Recomendaciones*, en la práctica son *Standard* a los que los países adhieren su propio interés y que sirven de base a las especificaciones de las administraciones locales.

Estas *recomendaciones* son de gran importancia pues:

- Definen valores de referencia para la calidad del servicio.
- Garantizan compatibilidad de sistemas a nivel mundial.

Son entonces una limitación que permite el desarrollo racional de los servicios públicos y privados de telecomunicaciones, están en permanente evolución, como lo indica el siguiente cuadro.

EVOLUCION DE LAS COMUNICACIONES ESTANDARES

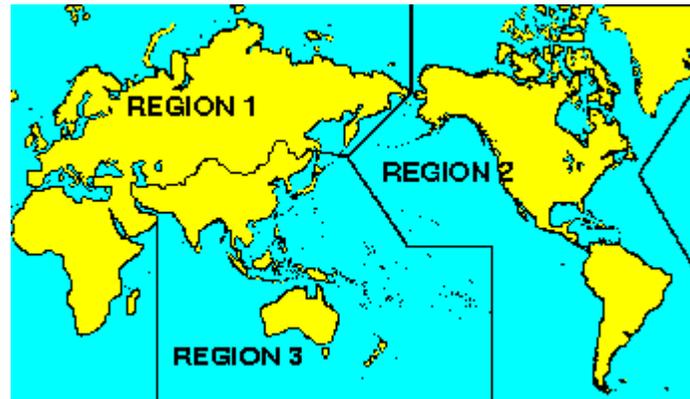


La UIT asigna a diversos servicios *bandas de frecuencias* dentro de *regiones* en las que ha dividido el mundo (las *recomendaciones* sugieren como utilizarlas). Las *regiones* son:

Región 1: Europa, África, URSS, República Popular de Mongolia, Turquía, Medio Oriente, (excepto Irán).

Región 2: América, Groenlandia.

Región 3: Asia, (menos URSS y República Popular de Mongolia), Irán.



Así por ejemplo la UIT atribuye para un cierto servicio en Venezuela la banda comprendida entre 535 y 1650 KHz (radiodifusión AM). Corresponde luego al Gobierno Nacional a través del MTC establecer cuales frecuencias dentro de la banda serán usadas y por quienes, de acuerdo a lo pautado por la **ley de comunicaciones y el reglamento de radiocomunicaciones**.

Los servicios de **radiocomunicación** son clasificados así:

a.- Servicios Terrestres:

Fijos: Cuando las estaciones están colocadas en sitios bien definidos.

Móviles: El enlace se establece entre dos estaciones móviles o entre una fija y una móvil. Se les agrupa así:

Aeronáuticos	tierra - avión avión - avión.
Marítimos	costa - nave nave - nave
Terrestres	base - móvil móvil - móvil

Radionavegación: aérea
radiofaro

Radiolocalización: radar

Radioastronomía.

Radioaficionados.

Radiodifusión. sonora, televisiva.

b.- Servicios Espaciales:

Radiocomunicaciones vía satélite entre estaciones móviles terrestre, aeronáutico, marítimo. Radiodifusión Vía Satélite. Exploración Terrestre Vía Satélite. Meteorología Vía Satélite. Investigación Espacial.

El MTC a través de la Dirección General Sectorial de Comunicaciones ha emitido un folleto titulado *Denominación de las Emisiones Radioeléctricas* explicando las Actas Finales de la última Conferencia Administrativa (Ginebra 79) al cual remitimos el lector interesado.

Por otra parte actualmente existe la *Comisión de Telecomunicaciones (CONATEL)*, en la que el estado ha delegado su función supervisora de las telecomunicaciones, en la página web de este organismo, <http://www.conatel.gov.ve>, se detallan sus funciones, nuevas reglamentaciones, tramitaciones, programas de formación humana, etc.

Teóricamente la distribución ideal del espectro consistiría en atribuir bandas exclusivas a cada servicio radioeléctrico, sin embargo esto conlleva a una utilización ineficaz del espectro. De aquí nace la idea de compartición, que consiste en la utilización por parte de varios servicios de la misma banda de frecuencias, con una distribución tal de frecuencias que asegure que no haya interferencia perjudicial.

Sobre la interferencia es conveniente decir algo más. Habrá *Interferencia* cuando dos ó más señales coexistan en un mismo punto, el efecto de la señal interferente sobre la señal deseada depende de varios factores, tales como el tipo de transmisión, la distribución espectral de energía de cada señal, etc.; este efecto en conjunto depende principalmente del nivel de señal interferente a señal deseada, cuanto más pequeña la relación mejor. En ciertos casos (por ejemplo telegrafía, datos), el efecto de la interferencia puede medirse (tanto por ciento errores), en otros en cambio (sobre todo los que van ligados sentidos, como la vista o el oído) solo puede establecerse un valor subjetivo, dado por las opiniones de gran número de observadores.

Cuando la interferencia se hace tal que compromete el funcionamiento del servicio o deteriora su calidad o lo obstruya o lo interrumpa repetidamente, se denomina *interferencia perjudicial*. El CCIR(ITU-R) en sus recomendaciones da el valor máximo admisible de ruido de interferencia, que se llama *interferencia admisible*. Entre estos dos valores hay un gran margen en el cual un mismo valor puede ser considerado aceptable por un usuario e inaceptable por otro.

Volviendo a las atribuciones de frecuencias, los servicios se clasifican en 3 categorías:

- **Primarios**
- **Permitidos**
- **Secundarios.**

Al atribuir una banda de frecuencia a varios servicios, estos se enumeran en el siguiente orden:

- Servicio **Primario**, impreso en versatillas.
- Servicio **Permitido**, impreso en *grotescas finas*.
- Servicio **Secundario**, impreso en cursiva.

Cuando una banda está atribuida a varios servicios **Primarios**, se enumeran estos por orden alfabético en francés, sin que el orden signifique ninguna categorización. Los servicios permitidos y primarios tienen los mismos derechos de salvo que en la **preparación de los Planes de Frecuencia**, los servicios primarios serán los primeros en escoger frecuencias. Obsérvese que se ha recalcado la palabra preparación, allí es donde hay diferencia de categoría, una vez que las atribuciones han sido acordadas por los países e inscritas, sin reservas ni restricciones, en el Registro Internacional de Frecuencias, tales servicios tienen las mismas categorías.

Las estaciones con servicio **Secundario**:

a.- No deben causar interferencia perjudicial a las estaciones de servicio primario o de un servicio permitido a las que se les haya asignado frecuencia con anterioridad o a las que se les pueda asignar en el futuro.

b.- No pueden reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario o de un servicio permitido a las que se les haya asignado frecuencia con anterioridad o a las que se les pueda asignar en el futuro.

c.- Pero tienen derecho a protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones del mismo servicio o de otros servicios secundarios a los que se les haya asignado frecuencias posteriormente.

ISO:

La International Organization of Standardization (ISO ó OSI) es una organización voluntaria, fuera de tratados, cuyos miembros son las organizaciones nacionales de normalización correspondientes a los más de 90 países miembros (ANSI / USA, BSI / UK, AFNOR / Francia, DIN / Alemania), algunos plenos y otros que no tienen organización nacional de estándares, como miembros corresponsales. ISO con sus casi 200 comités técnicos (TC) promueve la estandarización con vista al intercambio de bienes y servicios y al desarrollo de cooperación en las áreas: científica, intelectual, tecnológica y económica. El comité técnico 97 de ISO (TC97) ha sido el foro más importante para desarrollar estándares en sistemas de información.

ISO ó OSI creó el *modelo de referencia* para interconexión de sistemas abiertos (redes) que con sus siete capas (Física, de Enlace de Red, de Transporte, de Sesión, de Presentación y de Aplicación) ha permitido ordenar las interconexiones entre redes.

En ocasiones ISO y IEC trabajan juntos, tal como ocurre en el *Joint Technical Comitee* (JTC1) que se ocupa de Telecommunications Management Network (TMN), cuyo estándar fue adoptado por el CCITT. Otras veces un estándar creado por una organización es adoptado por las demás, por ejemplo el de SDH (Sincrone Digital Hierachy) fue creado por T1 (North American Standardization Comitee) que es acreditado por ANSI y adoptado por el CCITT, este organismo creó el ATM (Asynchronous Transfer Mode) (B - ISDN) que fue adoptado por T1 y ETSI.

Acceso a los organismos normalizadores

Puede acceder a los servidores de distintos organismos normalizadores :

- [IETF](#): Internet Engineering Task Force.
- [ISO](#): International Organization for Standardization.
- [ITU](#): International Telecommunication Union.
- [OSF](#): Open Software Foundation.
- [IEEE](#): The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- [ANSI](#): American National Standards Institute.
- [SCTE](#): Society of Cable Telecommunications Engineers.

Puede encontrar más información en [otros servidores](#).

ANSI y TIA***Standards & Technology***

TIA is accredited by the [American National Standards Institute \(ANSI\)](#) to develop voluntary industry standards for a wide variety of telecommunications products. TIA's Standards and Technology Department is composed of five divisions which sponsor over 70 standards-setting formulating groups. The committees and subcommittees sponsored by the five divisions -- [Fiber Optics](#), [User Premises Equipment](#), [Network Equipment](#), [Mobile and Personal Communications](#), and [Satellite Communications](#) -- formulate standards to serve the industry and users well into the next century.

Within TIA, over 1,200 individuals--with representatives from manufacturers, service providers and end users including the government serve on the formulating groups involved in standards setting. To ensure representation for the positions of U.S. telecommunications equipment producers in the international arena, TIA also participates in international standards-setting activities, such as the [International Telecommunication Union \(ITU\)](#) the Inter-American Telecommunications Commission (CITEL) and the [International Electrotechnical Commission \(IEC\)](#)

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] **Mendillo Vicenzo**, "Telemática, Autopista de la Información e Internet", Curso en hipertexto (HTML), Universidad Central de Venezuela. Puede obtenerse vía ftp de [elecrisc.ing.ucv.ve](ftp://elecrisc.ing.ucv.ve).
- [2] **Kustra R. y Tujsnaider O.**, "Principios de Comunicaciones Digitales", Colección Técnica de AHCIET (Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Estudios de Telecomunicaciones).
- [3] **Fontolliet Pierre-Girard**, "Telecommunication Systems", Artech House, 1986.
- [4] **Ale R. y Cuellar F.**, "Teleinformática", Mc Graw-Hill/Interamericana de España, 1988.