

Universidad Nacional de la Matanza



Departamento:
Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Cátedra:
Fundamentos de TIC's
(Tecnologías de la Información y la Comunicación)
e-mail: fundamentos_tics@unlam.edu.ar

JEFE DE CÁTEDRA:
Mg. Daniel A. Giulianelli

UNIDAD NRO. 5
INTRODUCCIÓN A LA TELEINFORMÁTICA

COLABORACIÓN:
DOCENTES DE LA CÁTEDRA

CICLO LECTIVO:
2014 – 2º Cuatrimestre

CAPITULO I: CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS TELEINFORMÁTICOS

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE TELEINFORMÁTICA.....	4
1.1.1 LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN	5
1.2 CONCEPTOS INTRODUCTORIOS.....	6
1.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE COMUNICACIÓN E INFORMÁTICA	6
1.2.2 SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES	7
1.2.3 TRANSMISIÓN DE SEÑALES	9
1.3 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE DATOS	11
1.4 UNIDADES DE MEDIDA.....	13
1.4.1 ASPECTOS CONCEPTUALES DE LA DEFINICIÓN	13
1.5 CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSMISIÓN DE DATOS	14
1.5.1 TIPOS DE TRANSMISIÓN	14
1.5.2 CONCEPTO DE SINCRONISMO	14
1.6.3. TRANSMISIÓN ASINCRÓNICA Y SINCRÓNICA	15
1.5.4 FORMAS DE TRANSMISIÓN	16
1.5.5 CONVERSIÓN ENTRE FORMAS	17
2.1 CONCEPTOS DE VELOCIDAD.....	18
2.1.1 VELOCIDAD DE MODULACIÓN	18
2.1.2 VELOCIDAD BINARIA O VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	19
2.1.2.1 <i>Formas particulares de la fórmula de la velocidad binaria o de transmisión</i>	19
2.1.2.2 <i>Relación entre la velocidad binaria o de transmisión y la velocidad de modulación</i>	20
2.2 TRANSMISIÓN MULTINIVEL	21
2.3 VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE DATOS	23
2.3.1 VELOCIDAD REAL DE TRANSFERENCIA DE DATOS	24
2.4 TASA DE ERROR	25
2.5 ANCHO DE BANDA	26
2.5.1 IMPORTANCIA DEL ANCHO DE BANDA	26
2.5.1 RELACIÓN ENTRE LA TASA DE ERROR Y EL ANCHO DE BANDA	28
2.6 COMPRESIÓN DE DATOS.....	29
3.1 INTRODUCCIÓN A REDES	31
3.1.1 UTILIZACIÓN DE REDES DE COMPUTADORAS.....	31
3.2. TIPOS DE REDES.....	31
3.2.1 INTRANET	32
3.3. CIRCUITO TELEINFORMÁTICO	32
3.4 EXTENSIÓN DE LAS REDES.....	33
3.5 PROTOCOLOS	36
3.5.1 USO DE CAPAS PARA DESCRIBIR LA COMUNICACIÓN DE DATOS	37
3.5.2 MODELO OSI-ISO	38
3.5.2.1 <i>Capas del Modelo OSI.....</i>	39
3.5.3 PROTOCOLOS DE ENLACE DE COMUNICACIONES	42
3.5.3.1 <i>Protocolos Orientados a la Conexión y No Orientados a la Conexión</i>	43
3.5.4 PROTOCOLO TCP/IP	43
3.5.4.1 <i>Direcciones IP y Nombres de Dominio</i>	46
3.5.4.2 <i>Máscaras y _Subnetting.....</i>	49
3.6 CONVENCION DE DIRECCIONES ESPECIALES.....	54
4.1 MEDIOS DE COMUNICACIÓN.....	55
4.1.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN SÓLIDOS	55

4.1.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN AÉREOS	59
4.1.2.1 Metodologías De Transmisión Aéreas.....	62
4.2 CRITERIOS DE DISEÑO	63
4.2.1 DISPOSITIVOS DE INTERCONEXIÓN.....	63
4.3. TOPOLOGÍAS.....	66
4.3.1 TOPOLOGÍA FÍSICA	67
4.3.2 TOPOLOGÍA LÓGICA.....	69
4.4 TÉCNICAS DE COMUNICACIÓN	70
4.4.1 DETECCIÓN DE PORTADORA DE MÚLTIPLE ACCESO CON DETECCIÓN DE COLISIONES	70
4.4.2 MÉTODO DE PASO DE TESTIGO.....	71
4.6 SOFTWARE DE COMUNICACIONES	71
5.1 INTERNET.....	73
5.1.1 INTRODUCCIÓN.....	73
5.1.2 ORGANIZACIÓN	73
5.2 CORTAFUEGOS (FIREWALLS)	74
5.3 SERVIDOR PROXY	75
6.1 GENERALIDADES.....	76
6.2 OBJETIVOS.....	76
6.3 ESQUEMA GENERAL DE LAS ARQUITECTURAS RAAV	76
6.4 LO DIFERENTE DE LAS RAAV CON LA ACTUAL INTERNET	77
6.4.1 CALIDAD DE SERVICIO (QoS)	77
6.4.3 IPV6 - UN NUEVO PROTOCOLO DE COMUNICACIONES	78
6.7 APLICACIONES	79
6.7.1 SOFTWARE EDUCATIVO	79
6.7.2 TELEINMERSIÓN.....	80
6.7.3 LABORATORIOS VIRTUALES.....	80
6.7.4 VIDEO DIGITAL Y BIBLIOTECAS DIGITALES	80

Capítulo I: Características de los Sistemas Teleinformáticos

1.1 Conceptos básicos de teleinformática

Existieron diferentes tipos de revoluciones que marcaron hitos en las distintas culturas de la especie humana, un ejemplo lo constituyó la revolución industrial.

A partir de 1945 se dio inicio al diseño de equipos electrónicos digitales para el tratamiento de la información, que junto con los avances tecnológicos que lo sucedieron dieron origen a las computadoras, hecho que marcó una nueva etapa de origen revolucionario, que puede tener varias acepciones según el origen de los escritores que se refieren a ella:

- ✓ Revolución Post Industrial,
- ✓ La era Tecnológica (Tecnología Electrónica),
- ✓ La revolución Informática,
- ✓ La revolución de las NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación).

Esta revolución está basada en el manejo de volúmenes crecientes de información los cuales deben ser manejados necesariamente por **medios automáticos** para su tratamiento.

Así, el sector industrial se debió adecuar muy rápidamente al cambio tecnológico, reemplazando las tareas manuales por otros medios más sofisticados, incorporando robótica y sistemas automatizados de producción. Actualmente se utilizan computadoras manejadas por personal con un alto grado de capacitación, como por ejemplo; el pintado de autos en una fabricación serie. De esta manera casi todo el personal que participe en el proceso productivo debe estar capacitado para manejar el equipamiento moderno. Este cambio debe afectar no solamente a los conocimientos; debe producir un cambio de actitud para enfrentar los problemas creando y desarrollando soluciones a los nuevos requerimientos de las empresas modernas, diferenciando a esta revolución tecnológica de generaciones anteriores.

Esta nueva revolución, marcada por la introducción de la computadora en la vida diaria, produce grandes transformaciones en las estructuras de los pueblos y las naciones en todos los ámbitos sociales.

En este contexto el sector Industrial Moderno deberá poseer las siguientes características básicas:

- Adecuarse rápidamente al cambio tecnológico (sistemas automáticos de producción).
- Capacitar en forma permanente al personal para el manejo de los equipos modernos.
- Cambiar las actitudes en la manera de resolver los problemas de la era moderna.
- Cumplir con estándares de calidad Nacionales o Internacionales. Ejemplo: IRAM Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (Nacional); ISO International Standard Organization (Internacional).
- Adecuarse a los nuevos mercados y prepararse para competir en mercados globales.

Con los elementos citados anteriormente nace el concepto de era postmoderna, en la que los países que integren el núcleo de “potencia mundial” serán aquellos que **posean y manejen mejor la información**.

En este contexto, hoy día, las empresas modernas mejoran su función de control con el concepto de “cruce de información” de sistemas informáticos o bases de datos asociadas. Puede pensarse al fenómeno informático como la expresión de un crecimiento acelerado de la capacidad de procesar información por parte de los sistemas de decisión.

1.1.1 La Sociedad de la Información

La información ha representado desde tiempos muy remotos un papel muy importante en el desarrollo de las sociedades, y ha venido evolucionando significativamente, presentándose de distintas maneras pero manteniendo el mismo objetivo, la comunicación entre las personas.

En la sociedad primitiva, la información se intercambiaba entre sus componentes para lograr sobrevivir en un ambiente hostil, hoy, el intercambio de información puede representar un factor vital para el desempeño de los procesos de muchas empresas. Los conocimientos que se van teniendo del entorno originan la necesidad de la comunicación. El nacimiento de la comunicación implica, asimismo, la existencia de los elementos que la hacen posible y que constantemente están interviniendo en el proceso de la comunicación: *los interlocutores y el medio de comunicación*.

Un elemento importante en el proceso de la comunicación es la **codificación**, característica general a todo proceso de comunicación. Mediante la codificación se representan las informaciones en términos de alfabetos acordados entre los participantes para facilitar el proceso de transmisión y que sea útil y con coherencia para ambos elementos; ya nuestros antepasados utilizaban algunos métodos o alfabetos específicos como son las señales de humo o los reflejos en los espejos. Los elementos que integran el proceso básico de comunicación se pueden representar gráficamente como muestra la Fig. 1:

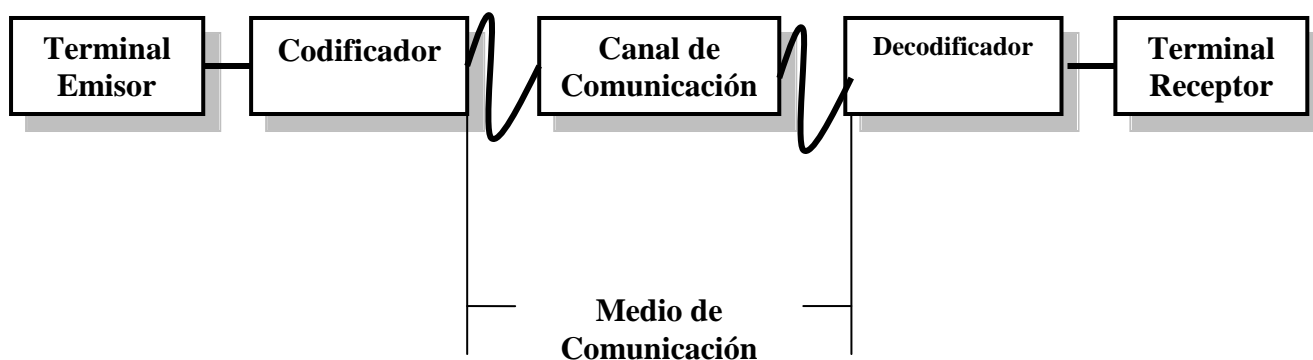


Fig. 1: Proceso general de la comunicación entre terminales distantes

En la actualidad la información es una parte no sólo constitutiva sino **imprescindible**, al igual que el hecho de compartir dicha información. La gran cantidad de conocimientos almacenados por la humanidad en el devenir de los años, junto con la incapacidad para almacenarlos en un único lugar físico hacen necesaria la transmisión de la información. Por tanto, como punto de partida para la adquisición de conocimiento en una sociedad genérica se crea la necesidad de acceder de una forma específica a la información que se encuentra almacenada en lugares concretos.

El inicio formal de la rama del conocimiento conocida como **teleinformática, telemática o transmisión de datos**, se basa fundamentalmente en el acceso de información la cual se encuentra almacenada en un dispositivo informático situado en un lugar, en principio, distinto al de nuestra situación geográfica.

En todo proceso de comunicación intervienen varios elementos, como muestra la Tabla 1:

Tabla 1: Elementos intervinientes en el proceso de comunicación

Elementos	Características
Emisor	▪ Es el elemento terminal que proporciona la información.
Receptor	▪ Es el elemento terminal que recibe la información.
Canal o Medio de Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es el elemento que se encarga de transportar la señal sobre la que viaja la información entre emisor y receptor. ▪ Un canal viene definido por sus propiedades físicas, que son: la naturaleza de la señal que puede transmitir, y otros elementos tales como la velocidad de transmisión, el ancho de banda, el nivel de ruido (interferencias), longitud y modo de inserción de emisores y receptores en el canal. ▪ El alcance de un canal analógico es finito, no así el de un canal digital.

1.2 Conceptos introductorios

1.2.1 Conceptos Básicos de Comunicación e Informática

- **Teleinformática:** Este término se refiere básicamente a la disciplina que trata la comunicación entre equipos de computación distantes. Es la ciencia que trata la comunicación a distancia entre procesos. Formalmente, **teleinformática (tele = a distancia)** es la ciencia que estudia el conjunto de técnicas necesarias para poder transmitir datos a distancia por medio de sistemas informáticos, entre puntos situados en lugares remotos a través de redes de telecomunicaciones. Los objetivos de la teleinformática son:
 - Lograr que una computadora pueda dialogar con equipos situados geográficamente distantes, reconociendo características disímiles de la información como si la conexión fuera local, usando redes de telecomunicaciones.
 - Compartir recursos tanto lógicos, físicos como humanos (memoria, procesador, impresora, programas, etc.).
- **Transmisión de datos:** Es el movimiento de información codificada de un lugar a otro de señales que portan dichos datos por medio de sistemas de comunicación eléctricos.
- **Telecomunicaciones:** Hacen referencia a la transmisión de datos a distancia.
- **Teleprocesamiento:** Permite que un sistema de computación utilice algún tipo de telecomunicación para procesar datos.
- **Red de computadoras (Networking):** conjunto de computadoras interconectadas con el objetivo de compartir trabajos, recursos e información.
- **Protocolo:** conjunto de normas, convenciones y procedimientos que regulan la comunicación de datos y el comportamiento de procesos entre diferentes equipos, bien totalmente o bien en alguno de sus aspectos.
- **Bit (Binary Digit):** Es la unidad más pequeña de información y utilizada como unidad base en comunicaciones.
- **Byte (Binary Term):** Término binario. Número de bits utilizados para representar un carácter en un sistema de codificación dado. Según esta definición, un byte puede tener un número variable de bits, dependiendo de que se usen cinco, seis, siete, ocho o más bits para representar un carácter. Un hecho importante a tener en cuenta es que cuantos más bits utilice un sistema de codificación dado para representar un carácter, es decir, cuanto más

largo sea el byte, mayor será la cantidad de información por carácter y, por lo tanto, mayor el tiempo que se tardará en transmitir, por ejemplo, un texto.

- **Caracter:** Es una unidad de información que se corresponde con un símbolo. Por ejemplo letras, números, símbolos especiales y de control. Ej: en ASCII, la letra A es 01000001.

1.2.2 Señales analógicas y digitales

Por las redes de telecomunicaciones pueden transmitirse dos tipos de señales: **analógicas y digitales**. Es importante distinguirlas claramente porque su comportamiento es muy distinto en los diferentes elementos tecnológicos necesarios para construir las redes de telecomunicaciones, que consecuentemente pueden clasificarse en redes analógicas o redes digitales.

- **Señal analógica:** aquellas que pueden ser representadas por funciones que toman un número infinito de valores en cualquier intervalo considerado.
- **Señal digital:** aquellas que pueden ser representadas por funciones que toman un número finito de valores en cualquier intervalo de tiempo.

Los sistemas de telecomunicaciones ya sean analógicos o digitales transmiten **señales periódicas**.

Para efectuar la transmisión de señales se debe utilizar un circuito eléctrico provisto de una determinada tensión eléctrica medida en Volts y una determinada corriente eléctrica medida en Amperes.

Señales analógicas

Una de las formas más comunes de las señales analógicas es la función sinusoidal armónica simple. La misma es generada cuando una espira de alambre gira a velocidad angular constante en el interior de un campo magnético generado por imanes.

La corriente alterna se caracteriza porque su magnitud o señal instantánea varía a lo largo del tiempo, cambiando tanto su valor como su signo. Esta variación se realiza en forma sinusoidal, por lo cual estamos en presencia de una magnitud repetitiva o periódica a lo largo del tiempo, que se representa por medio de una función que cuenta con las siguientes características:

- Se define como **período** de una función repetitiva al tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos de la señal por el mismo valor en el mismo sentido. El período se representa con la letra "T". El período se mide en unidades de tiempo. Por ejemplo: un colectivo pasa por la misma parada, en el mismo sentido, 1 vez cada 90 minutos. En este caso su período es de 90 minutos. En el caso de las ondas utilizadas en teleinformática, se expresa en segundos.
- A cada repetición de la señal periódica se la conoce como **ciclo**.
- Se define como **frecuencia** de la señal periódica al número de ciclos completos que tiene lugar en la unidad de tiempo. La frecuencia se expresa con la letra "f" y se mide en Hertz. La frecuencia de 1 Hertz corresponde a un ciclo por segundo. La frecuencia y el período están relacionados por la expresión siguiente:

$$f = 1/T$$

- Se denomina **longitud de onda** a la distancia que recorre la onda durante un tiempo igual al período.

La Fig. 2 muestra una función periódica sinusoidal.

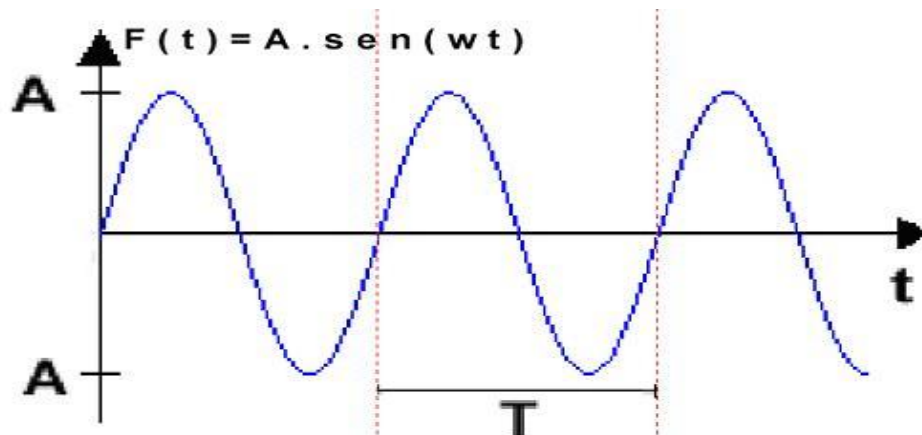


Fig. 2: Función periódica sinusoidal

La senoide generada se caracteriza por su amplitud “A”, que corresponde al valor máximo de la función en un período completo, su período T (o su frecuencia “ $f=1/T$ ”) y su fase inicial “ θ ”.

La función así definida está dada por la siguiente expresión:

$$F(t) = A \text{ sen } (\omega t + \theta)$$

Donde:

A = Amplitud
 ω = Velocidad angular = $2\pi f$
f = frecuencia = $1/T$
T = Período
 θ = Ángulo de fase (puede valer 0).

En general la amplitud representa los valores de la tensión de una señal, o representa los valores de la corriente de una señal.

Señales digitales

Las señales periódicas no siempre tienen comportamiento sinusoidal. En el caso más simple, se puede pensar en una señal que adopte solamente dos valores, que pueden ser uno positivo y otro negativo, o bien uno de ellos uno positivo y el otro coincidente con la línea de referencia como muestra la Fig. 3

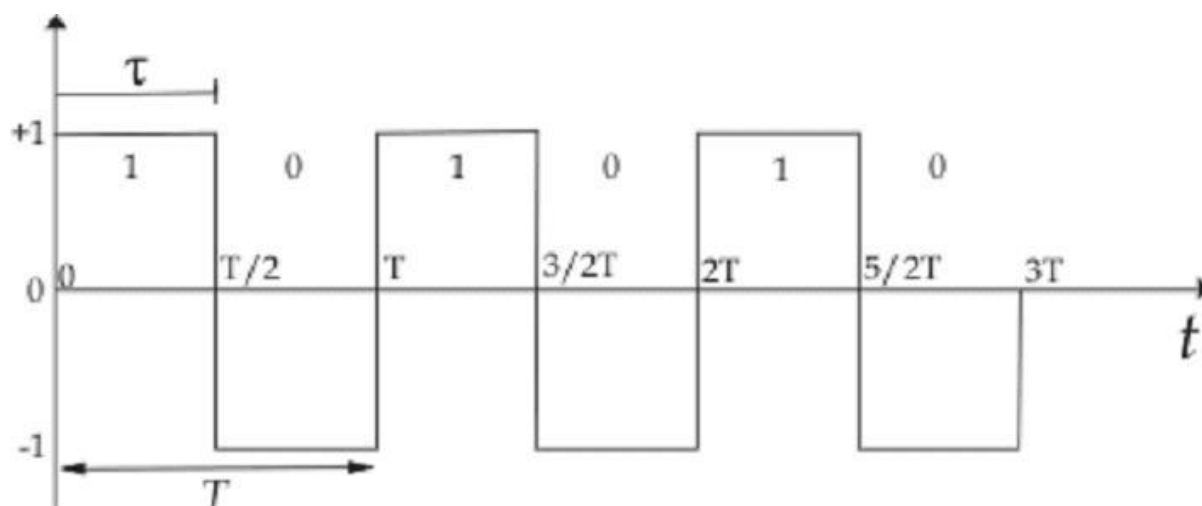


Fig. 3: Señal periódica onda cuadrada

Una de las formas más comunes de las señales digitales es la función **onda cuadrada**. Esta señal es generada, normalmente, por equipos denominados generadores de pulsos que se basan en las técnicas de la electrónica digital. En este caso, la señal toma solo dos valores diferentes, por lo que estamos en presencia de una **señal binaria**.

En este tipo de señal periódica se siguen manteniendo los conceptos de amplitud, período y frecuencia anteriormente descriptos. Si se considera como positivo a aquel tiempo en el cual la señal toma el mayor valor y como negativo al tiempo en el cual la señal toma el menor valor, se suele decir que la señal es cuadrada si ambos tiempos son iguales.

Denominamos pulso a cada una de las transiciones de estado de la señal, en un intervalo de tiempo. Comúnmente al conjunto de unos y ceros transmitidos se lo denomina tren de pulsos.

En las señales digitales aparece un parámetro muy importante denominado:

Ancho de pulso (τ): Es el intervalo de tiempo en el cual la señal produce efectos sobre los elementos sobre los que actúa. En la función onda cuadrada el ancho de pulso es la mitad del período.

1.2.3 Transmisión de señales

Se pueden señalar las siguientes características de los sistemas de transmisión analógicos y digitales:

- Todos los sistemas de comunicaciones analógicos como digitales están capacitados para transportar señales de información para los servicios de voz, texto, imágenes y datos.
- En los sistemas de comunicaciones analógicos la propia forma de la onda de la señal transmitida es la que contiene la información que se transmite.
- En los sistemas digitales, los pulsos codificados de la señal transmitida son los que contienen la información.

Existen servicios de comunicaciones en los cuales las primeras señales generadas son típicamente analógicas, como en la transmisión de la voz, y otros en los cuales esas señales son típicamente digitales, como en el caso de la transmisión de los datos producidos por equipos informáticos, sin embargo ambos tipos de señales pueden ser transmitidos por cualesquiera de los dos tipos de redes. Si la red es digital, las señales analógicas, como las de la voz, son previamente digitalizadas para ser transmitidas. El equipo utilizado para esta transformación se denomina

digitalizador o también equipo **codec** (contracción de las palabras **codificador** y **decodificador**). (Fig. 4).

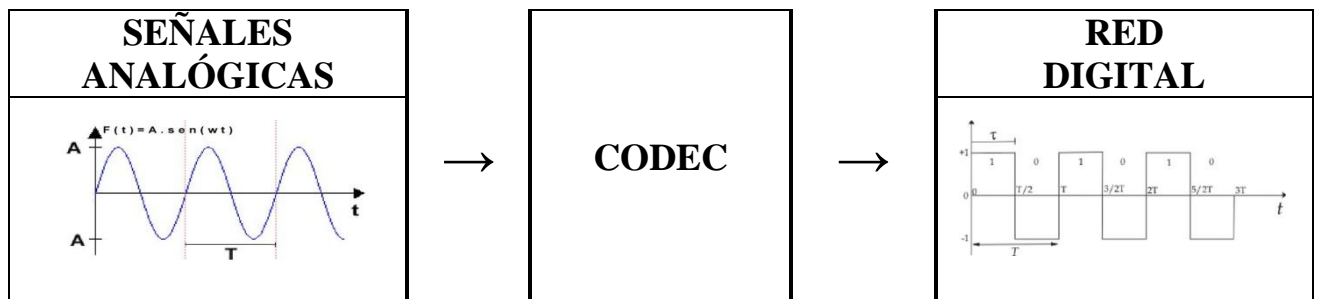


Fig. 4: CODEC (DIGITALIZADOR)

Cuando es necesario transportar señales digitales a través de redes analógicas, como en el caso típico de un computador conectado a la red telefónica conmutada, las señales deben sufrir previamente un proceso denominado **modulación**. El equipo que se utiliza para efectuar este proceso se denomina **módem** (contracción de **modulador** –**demodulador**). Al igual que el digitalizador, el módem realiza las dos funciones: la directa, modular (transforma señal digital en analógica), y la inversa, demodular (transforma señal analógica en digital).

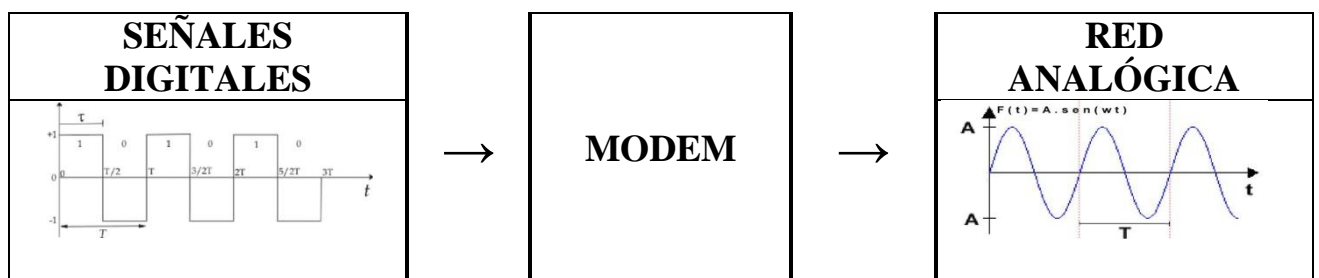


Fig. 5: MODEM (MODULADOR - DEMODULADOR)

Existen, en primera instancia, tres tipos de modulación en el proceso de transformación digital - analógico o su inversa:

- ✓ **Modulación en amplitud (AM):** se cambia la amplitud de la señal analógica respecto de la digital, pero ambas mantienen la *frecuencia* original de la señal. Fig. 6.

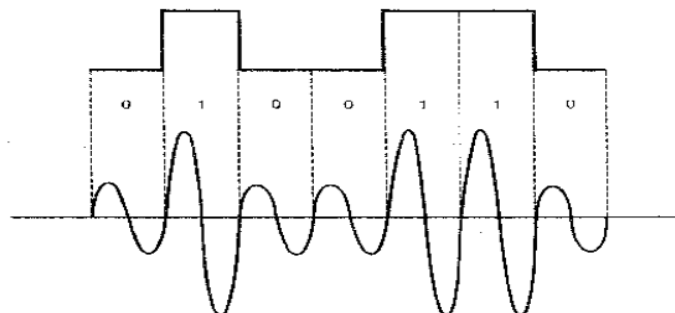


Fig. 6: Modulación en Amplitud. (AM)

- ✓ **Modulación en frecuencia (FM):** se mantiene la misma *amplitud* para el 1 y el 0, tanto en la señal analógica como digital, pero la *frecuencia* de la señal analógica varía respecto de la digital . Fig. 7

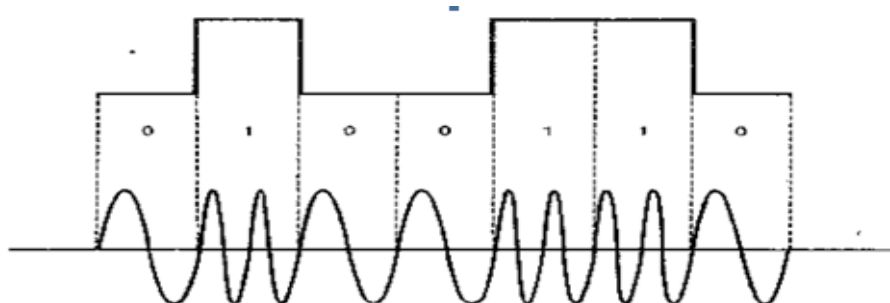


Fig. 7: Modulación en Frecuencia. (FM)

- ✓ **Modulación de fase (MF):** se mantiene la misma *amplitud* y *frecuencia*, pero se modifica la *fase*, es decir, el punto desde donde comienza la señal. Fig. 8.

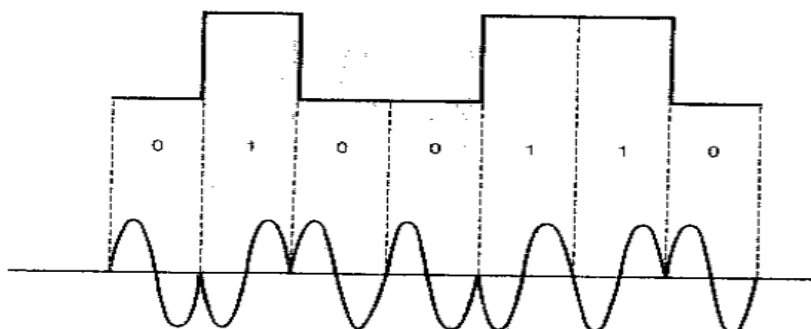


Fig. 8: Modulación en Fase. (MF)

1.3 Características de un sistema de comunicación de datos

Se presentan diversos fenómenos que alteran las comunicaciones, como se puede apreciar en la Tabla 2:

Tabla 2: Fenómenos que alteran las comunicaciones

Fenómenos	Características
Atenuación	<ul style="list-style-type: none"> Se caracteriza por la disminución de la intensidad de la señal a medida que recorre el medio de comunicaciones. La atenuación aumenta en forma proporcional a la distancia recorrida desde el emisor. Su efecto es la reducción en la amplitud de la señal. La atenuación es propia del cable o elemento conductor. El efecto es más notable en las redes analógicas.

Distorsión	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En términos prácticos, el efecto es una deformación de la señal original. ▪ El efecto es más notable en las redes digitales.
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es toda perturbación o interferencia no deseada que se introduce en el canal de comunicaciones. ▪ Su característica es la aditividad, pues su intensidad se suma a la de la propia señal de información que se desea transmitir. ▪ El efecto del ruido es también el de una deformación. ▪ Si se amplifica una señal, el ruido también es amplificado.

Para resolver estos fenómenos que alteran las comunicaciones, se utilizan distintos dispositivos, expuestos en la Tabla 3 y resumidos en Tabla 4.

Tabla 3: Dispositivos que resuelven los fenómenos en las comunicaciones

Equipos	Características
Amplificador	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se utiliza para solucionar el problema de la atenuación en las redes analógicas. ▪ Las señales que llegan al amplificador están atenuadas respecto de su amplitud original. ▪ Las que salen de él tienen un nivel de amplitud tal que puede ser detectadas por el receptor. ▪ El amplificador tiene su propio ruido interno que se suma a la señal que se debe amplificar. ▪ En consecuencia, si en un canal analógico se añaden cada vez más amplificadores para resolver el problema de la atenuación, se llega a un punto en el que el ruido es tan grande que la señal original se pierde.
Repetidores Regenerativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permiten regenerar los pulsos luego que estos sufren fundamentalmente el proceso de distorsión en las redes digitales. ▪ No se trata de una amplificación, sino de la reconstrucción de la señal con una forma semejante a la original. <p>La cantidad de amplificadores y repetidores que se deberá colocar en el recorrido del canal de comunicaciones dependerá de la distancia que debe cubrir cada circuito.</p>
Filtros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Son aquellas partes de redes de comunicaciones que presentan características selectivas respecto de las frecuencias. ▪ El filtro permite seleccionar las frecuencias de las señales que pasarán libremente, de otras frecuencias indeseables, que no pasarán. ▪ De esta manera la señal original queda libre de lo que se llama interferencias producidas por el ruido.

Tabla 4: Resumen de los fenómenos, tipo de red afectada y su solución

Fenómenos	Tipo de red	Afecta	Solución
Atenuación	Analógica	Amplitud	Amplificador
Distorsión	Digital	Deformación de la señal	Repetidores Regenerativos
Ruido	Ambas	Deformación de la señal	Filtros

Existen elementos adicionales que se utilizan para especializar la comunicación, como muestra la Tabla 5.

Tabla 5: Elementos adicionales y sus características

Elementos adicionales	Características
Distribuidores y concentradores	Son los encargados de repartir y agrupar las señales eléctricas entre diversos emisores y receptores.
Conmutadores	Son los dispositivos encargados de establecer un canal de comunicación adecuado. Ejemplo son las centrales telefónicas de comunicación.
Transductores	Son los dispositivos que convierten ciertas formas de energía en otras. Por ejemplo, en el caso de la voz, convierten la energía acústica en energía eléctrica en el <i>emisor</i> (micrófono), y a la inversa, energía eléctrica en energía acústica en el <i>receptor</i> (auricular).
Antenas	Son los dispositivos que permiten que una señal eléctrica sea capturada y luego se propague por un canal inalámbrico.

1.4 El Decibel

El decibel es una unidad de medida muy utilizada en el campo de las telecomunicaciones para indicar la relación entre potencias, tensiones o corriente, en valores relativos. En realidad es un submúltiplo del Bel, que ha caído en desuso debido a que es una unidad muy grande.

*El decibel es una **unidad de medida relativa** que indica la relación de potencias, tensiones o corrientes entre dos valores conocidos.*

El decibel mide la pérdida o ganancia de la potencia de una onda. Los decibeles pueden ser valores negativos lo cual representaría una pérdida de potencia a medida que la onda viaja o un valor positivo para representar una ganancia en potencia si la señal es amplificada.

1.4.1 Aspectos conceptuales de la definición.

- ***El dB es una unidad de medida relativa.*** Por lo tanto, la primera pregunta que debe hacer el lector cuando en una especificación técnica encuentra un valor dado en dB, es **respecto a qué está dado el valor.**
- ***Es una unidad de características logarítmicas.*** Esto significa, por ejemplo, que para obtener una ganancia, en dB, de un valor doble al anterior, el aumento en potencia deberá ser considerablemente mayor.
- Sus características logarítmicas la convierten en una unidad de medida apta para **determinar la potencia sonora**, dado el comportamiento logarítmico del oído humano.

- Para oír el doble de fuerte, se debe **aumentar la potencia 10 veces**. Es decir, si la potencia puesta en juego era 10W, para tener la sensación del doble de fuerte, deben aplicarse 100W ($\log 100/10 = 2$).

1.5 Características de la Transmisión de Datos

1.5.1 Tipos de Transmisión

Los distintos tipos de transmisión de un canal de comunicaciones pueden ser de tres clases diferentes:

- **Simplex:** la transmisión de datos se produce en un solo sentido, siempre existen un nodo emisor o transmisor y un nodo receptor que no cambian sus funciones. (Fig. 9)



Fig 9: Transmisión simples

- **Half-Duplex:** la transmisión de los datos se produce en ambos sentidos pero alternativamente, en un solo sentido a la vez. Si se está recibiendo datos no se puede transmitir. Un ejemplo típico es la conversación entre radioaficionados. En estos sistemas son populares las expresiones “cambio” para indicarle al correspondiente que es su turno para hablar y “cambio y fuera” para terminar la conversación (Fig. 10)

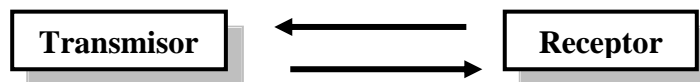


Fig 10: Transmisión Half Duplex

- **Duplex:** la transmisión de los datos se produce en ambos sentidos al mismo tiempo, un extremo que está recibiendo datos puede, al mismo tiempo, estar transmitiendo otros datos. Un ejemplo típico de esta transmisión es el teléfono. (Fig. 11)

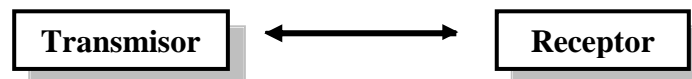


Fig 11: Transmisión Duplex

1.5.2 Concepto de sincronismo

Se denomina **sincronización** al proceso mediante el cual tanto el emisor como el receptor de los datos adoptan una base de tiempo común, de forma de reconocer inequívocamente la transmisión de un **1** o de un **0**.

Para la sincronización del emisor y el receptor es necesario disponer de *relojes (clock)* que funcionen a la misma frecuencia en ambos puntos de enlace.

1.6.3. Transmisión asincrónica y sincrónica

► **Transmisión asíncrona:** En el procedimiento asincrónico, cada byte a transmitir es delimitado por un bit denominado de *arranque (start)*, y uno o dos bits denominados de *parada (stop)*, ubicados al principio y al final. La misión de estas señales es:

- ✓ Avisar al receptor de que está llegando un dato.
- ✓ Darle suficiente tiempo al receptor de realizar funciones de sincronismo antes de que llegue el siguiente byte.

Entre las características de la transmisión asincrónica podemos citar:

- Los equipos emisor y receptor que funcionan en modo asincrónico se conocen también como terminales en modo carácter.
- Entre dos caracteres puede mediar cualquier separación de tiempo.
- En caso de errores se pierde siempre una cantidad pequeña de bytes, pues estos se sincronizan y se transmiten uno por uno.
- Es un procedimiento que permite el uso de equipamiento más económico y tecnología menos sofisticada.
- La transmisión asincrónica se denomina también arrítmica o start – stop.
- Son especialmente aptos cuando no se necesitan lograr altas velocidades.
- Debido a que por cada byte a transmitir se incorporan un bit de arranque y uno o más bits de parada, el aprovechamiento de la línea de transmisión es baja.
- Bajo rendimiento de la transmisión.

► **Transmisión síncrona:** En el procedimiento sincrónico existen dos relojes, uno en el receptor y otro en el emisor, y la información útil es transmitida entre dos grupos de bytes denominados *delimitadores*. Un grupo delimitador es el de encabezado, que se encarga de resincronizar los relojes, y el otro grupo es el de terminación.

A causa de la tecnología que se emplea en estas transmisiones, los relojes deben permanecer estables durante un tiempo relativamente largo (se utilizan relojes con una precisión superior a 1:1.000.000). Por ello, los relojes se deben resincronizar periódicamente.

Las características de la transmisión sincrónica son las siguientes:

- Mejor aprovechamiento de la línea de transmisión.
- Los equipos necesarios son de tecnología más compleja y de costos más altos.
- Son especialmente aptos para ser usados en transmisiones de altas velocidades.
- En caso de errores de transmisión, la cantidad de bytes a retransmitir es importante.
- El rendimiento de la transmisión es superior al 99%, si transmito bloques de 1024 bytes con no más de 10 bytes de cabecera y terminación
- La señal de sincronismo puede ser generada por el módem o por el equipo terminal de datos

Existen tres tipos de procedimientos sincrónicos:

Se distinguen tres tipos de procedimientos en el citado proceso, para el reconocimiento del inicio y final de cada elemento de información transmitido:

- ✓ **Sincronismo orientado al bit:** Se define como el procedimiento que se usa para determinar exactamente el momento en que se debe empezar a contar un bit. Para ello se debe contar

con un reloj que marque el sincronismo, conectado, además, con los otros componentes del sistema de forma que todos mantengan el mismo ritmo.

- ✓ **Sincronismo orientado al byte:** Se define como el procedimiento que se usa para determinar cuando comienza el byte (carácter) y cuando termina. Para ello se emplean bytes (caracteres) de sincronización al comienzo y al finalizar.
- ✓ **Sincronismo orientado al bloque:** Se define **bloque** como el procedimiento que se usa para determinar el conjunto de caracteres que se considerará a los efectos del tratamiento de errores. El tipo de bloque más utilizado es la trama. Cuando se produce un error se debe retransmitir todo el bloque nuevamente.

1.5.4 Formas de Transmisión

Las dos formas básicas de transmisión son:

- **Serie:** Los bits se transmiten de uno a uno sobre una línea única. Es aquella en la que los bits que componen cada carácter se transmiten en *n* ciclos de 1 bit cada uno. Se utiliza para transmitir a larga distancia.

Posee las siguientes características:

- Se envían un bit uno detrás de otro, hasta completar cada carácter.
- Este modo es el típico de los sistemas Teleinformáticos.
- La secuencia de los bits transmitidos se efectúa siempre al revés de cómo se escriben las cifras en el sistema de numeración binario. Cuando se transmite con bit de paridad, éste se transmite siempre en **último término**.

La *transmisión en modo serie* tiene dos procedimientos diferentes, el denominado *asincrónico* y el *sincrónico*.

La forma en que se desarrolla el procedimiento es el siguiente como muestra la Fig. 12:

- Antes de que el sistema se active la línea de transmisión se encuentre en estado de tensión máxima (lo que podría equivaler, por ejemplo, a un 1).
- El bit de arranque indica donde empieza el carácter transmitido y activa los mecanismos encargados de contar y recibir las señales transmitidas. Este bit corresponde a una señal de mínima tensión en la línea y se puede corresponder a un 0, es decir, hace pasar a la línea, que estaba en estado de máxima tensión (un 1), a un estado de mínima tensión (un 0).
- Luego se transmiten los bits de datos.
- El bit o bits de parada se encargan siempre de volver a colocar la señal en el nivel máximo de tensión, para esperar así el byte siguiente.
- Mientras no vuelva a recibirse el bit de arranque, la señal quedará en reposo en el nivel máximo de tensión hasta que vuelva a aparecer una nueva transición de 1 a 0.

Ejemplo de información a transmitir: 10011010

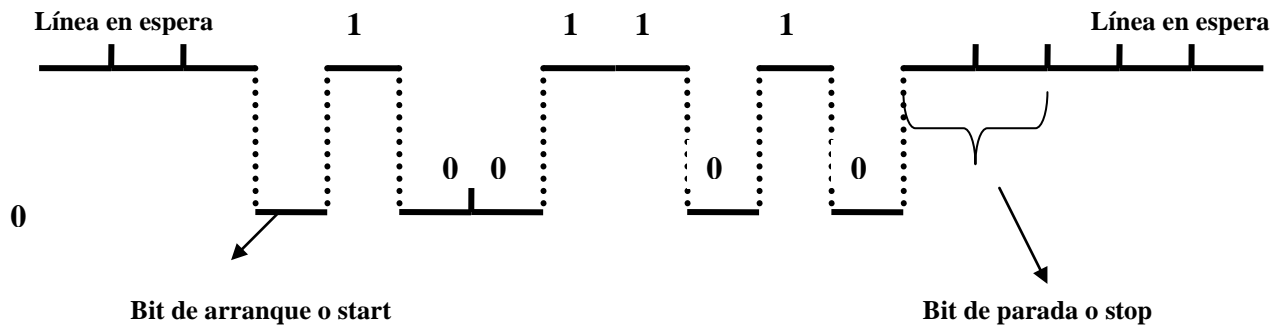


Fig. 12: Transmisión en modo serie asincrónico

- **Paralelo:** Los bits se transmiten en grupo sobre varias líneas al mismo tiempo. Es aquella en la que los n bits que componen cada byte o carácter se transmiten en un solo ciclo de n bits, es utilizada básicamente en el interior de una computadora.

1.5.5 Conversión entre formas

En muchas ocasiones, las señales que son transmitidas por los vínculos de telecomunicaciones, al llegar a los equipos informáticos deben pasar al modo paralelo y viceversa. Este proceso de transformación se denomina *deserialización* y *serialización*, respectivamente.

Por lo general, la comunicación entre computadoras se realiza en modo serie, o sea a través de un solo "hilo conductor", en cambio básicamente en el interior de la misma, la información se realiza en modo paralelo, por lo tanto, frecuentemente es necesario efectuar la conversión de datos paralelos a datos series en la conexión de salida hacia el medio de comunicación o red, y la conversión de datos series a paralelos en la entrada.

Se puede observar que los datos que en forma de unos y ceros ingresan en paralelo, luego del proceso de serialización, los bits quedan ubicados en la salida del canal de comunicaciones, para ser enviados en serie o sea bit por bit, como muestra la Fig. 13.

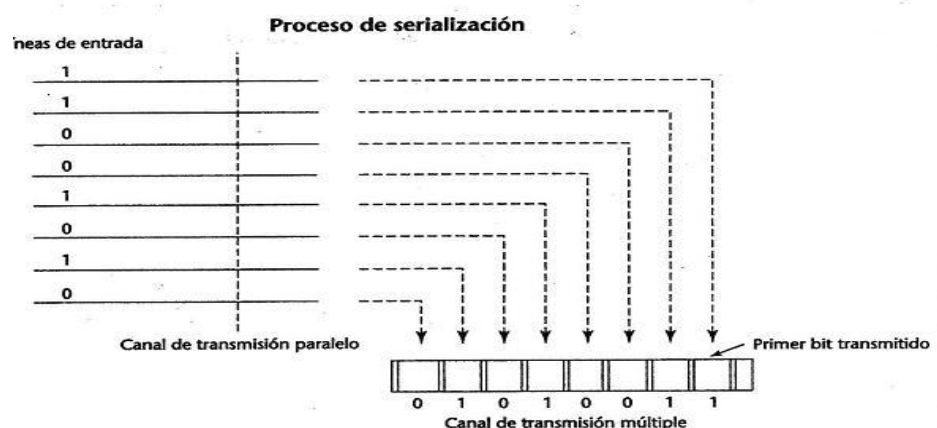


Fig. 13: Proceso de serialización.

Capítulo II: Técnicas de transmisión de la Información

2.1 Conceptos de velocidad

2.1.1 Velocidad de modulación

El concepto de **velocidad de modulación** es típicamente un concepto usado en telecomunicaciones y se define como:

La inversa de la medida del intervalo de tiempo nominal más corto entre dos instantes significativos sucesivos de la señal modulada.

También se suele definir como:

La inversa del tiempo que dura el elemento más corto de señal, que se utiliza para crear un pulso.

La velocidad de modulación se mide en *baudios*, tal que:

$$V_m = 1/\tau \quad \text{donde } \tau = \text{duración del pulso (ancho del pulso)}$$

En unidades, resultará:

$$[V_m] = 1 / [\text{seg}] = [\text{baudio}]$$

Con pulsos de señal de igual duración, la velocidad de modulación medida en baudios es el número de dichos pulsos por segundo, o el máximo número de transiciones de estados del canal por segundo (pasajes de 1 a 0). A la velocidad de modulación también se la suele llamar **velocidad de señalización**. Esta velocidad está relacionada con la línea de transmisión.

En la Fig. 1 se muestra como se transmite un carácter (byte), en el Servicio Télex, en modo asincrónico, usando el **Código Baudot**, donde las señales de arranque y de datos tienen una duración de 20 ms y la de parada de 30 ms. En efecto, para este ejemplo resultará:

$$V_m = 1 / 20 \text{ ms} = 1 / 0.02 = 50 \text{ baudios}$$

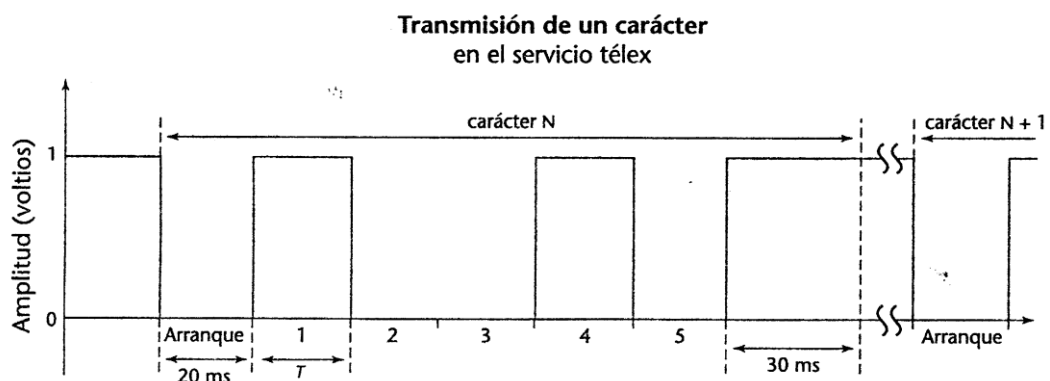


Fig. 1: Transmisión de un carácter usando Código Baudot

2.1.2 Velocidad binaria o velocidad de transmisión

El concepto de velocidad binaria y el de velocidad de transmisión son en general motivo de cierta controversia. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T), Ginebra, 1985, define solamente lo que denomina **velocidad binaria**. Sin embargo, muchos autores prefieren utilizar la expresión **velocidad de transmisión**. A pesar de que las definiciones son diferentes, a nuestro criterio los conceptos son equivalentes.

En un canal de datos, se denomina velocidad de transmisión:

Número de dígitos binarios transmitidos en la unidad de tiempo, independientemente de que los mismos lleven o no información.

La velocidad binaria o de transmisión se mide en *bits por segundo* - **bps**.

En las transmisiones asincrónicas este concepto carece de sentido porque la separación entre caracteres puede ser variable. Es por ello que en este tipo de transmisiones es recomendable utilizar solamente la noción de velocidad de modulación, dado que ésta no tiene en cuenta la separación entre caracteres ni tampoco los bits de arranque y parada.

La velocidad binaria o de transmisión se usa entonces en los sistemas sincrónicos. En ese caso, si las transmisiones no son del tipo multinivel (número de niveles que puede tomar la señal es mayor a 2) ambas coinciden.

Para un enlace de m canales, y de N niveles, la velocidad de transmisión será:

$$V_t = \sum_{i=1}^{i=m} \frac{1}{T_i} \log_2 N_i$$

Donde:

m = número de canales que transmiten en paralelo.

T_i = es la menor duración teórica de un elemento de la señal, expresada en segundos, para el i -ésimo canal.

N_i = es el número de estados significativos de la modulación del i -ésimo canal.

2.1.2.1 Formas particulares de la fórmula de la velocidad binaria o de transmisión

A fin de poder obtener posteriormente importantes conclusiones sobre estos conceptos, analicemos algunos casos particulares:

Para un solo canal que transmita en el modo serie, la expresión, al ser $m = 1$, quedará simplificada de la siguiente manera:

$$V_t = \frac{1}{T} \cdot \log_2 N = [\text{bps}]$$

En el caso de que la modulación sea binaria, es decir, $n = 2$, la expresión podrá simplificar aún mas y quedará como se muestra, ya que $\log_2 2 = 1$

$$V_t = 1/\tau \cdot 1$$

Esta expresión coincide con la correspondiente a la de velocidad de modulación, por lo que en este único caso particular ambas velocidades poseen la misma expresión pero distintas unidades.

Para el caso de modulaciones de cuatro, ocho y dieciséis estados significativos, resultan, de acuerdo con la expresión:

$$\log_2 4 = 2; \log_2 8 = 3; \log_2 16 = 4$$

Luego la velocidad de transmisión para dichos estados será:

$$V_t = 1/\tau \cdot 2 \quad V_t = 1/\tau \cdot 3 \quad V_t = 1/\tau \cdot 4 \quad [*]$$

2.1.2.2 Relación entre la velocidad binaria o de transmisión y la velocidad de modulación

Para establecer una relación entre ambas velocidades, recordemos que la $V_m = 1/\tau$, por lo tanto reemplazando en la expresión [*] resultará:

$$V_t = 2 V_m \quad V_t = 3 V_m \quad V_t = 4 V_m$$

A partir de estas expresiones se deduce que al aumentar el número de estados significativos de la señal (cuatro, ocho y dieciséis niveles respectivamente), es posible duplicar, triplicar o cuadruplicar la *velocidad binaria* o de transmisión sin aumentar la *velocidad de modulación*

Otra consecuencia importante es que para pulsos de señal de igual duración, si se aumenta la velocidad de modulación (disminución del ancho de pulso), sin alterar el número de niveles que puede tomar la señal, aumenta la velocidad binaria o de transmisión. Resumiendo, los dos procedimientos clásicos para aumentar la velocidad binaria o de transmisión son:

- **Aumentar el número de niveles significativos de la señal sin alterar la velocidad de modulación**
- **Disminuir el ancho de pulso de la señal, sin alterar el número de niveles que puede tomar la señal.**

Se puede observar que la velocidad de transmisión depende del logaritmo en base dos del número n de niveles que toma la señal.

En efecto,

$$V_t = 1/\tau \cdot \log_2 N$$

Donde N = número de niveles de una señal.

Se denomina transmisión multinivel a aquella en la que el número de niveles que puede tomar la señal es mayor que 2.

En el caso que el número de niveles es 2, la transmisión se denomina **binaria**, como muestra la Fig. 14. Para ello, considérese transmitir la señal digital 100011100101, donde cada bit se transmite por medio de un pulso.

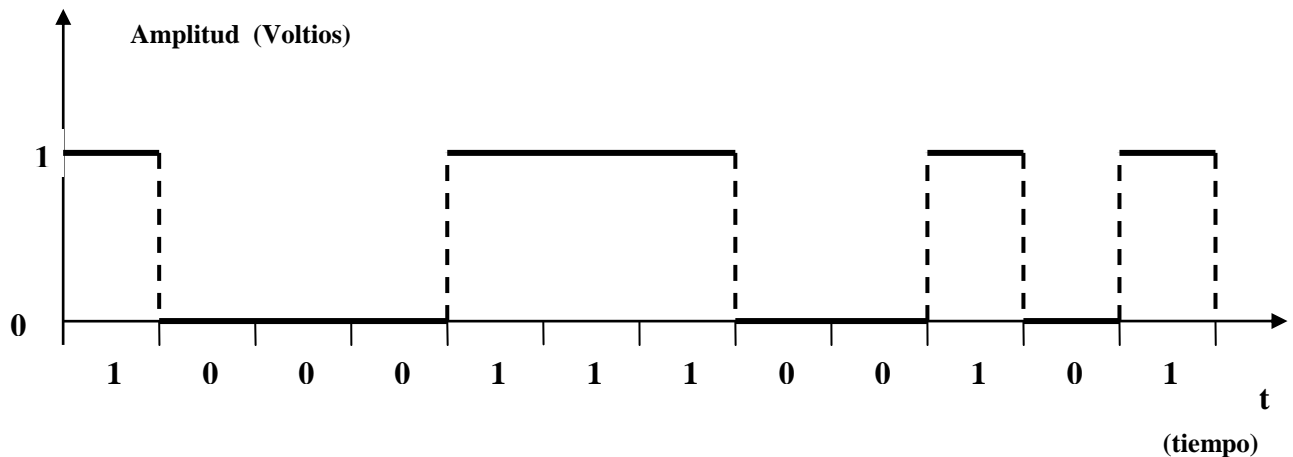


Fig. 14: Transmisión binaria donde cada bit se transmite por medio de un pulso.

Cuando el logaritmo en base 2 de N es mayor que uno, la velocidad de transmisión aumenta sin que aumente la velocidad de modulación por lo tanto, se podrá transmitir una mayor cantidad de bits por baudio, aumentando la eficiencia del canal de comunicaciones.

2.2 Transmisión Multinivel

Como ya se ha dicho, un aumento de la velocidad de modulación sin un aumento del ancho de banda hace que la tasa de errores vaya aumentando, y a veces puede llegar a ser tan elevada que hace que la comunicación sea prácticamente inútil.

Es por ello que se han ido explorando técnicas que, sin alterar el esquema físico antes señalado, permitan mejorar sustancialmente la cantidad de información que se puede transmitir por un ancho de banda determinado.

También es importante destacar que un canal se puede hacer más eficiente bajando el nivel de ruido del mismo, y mediante otras técnicas de transmisión que reciben el nombre de **ecualización de los canales**. Estas técnicas dependen de la voluntad del proveedor de los servicios de transmisión de datos.

Existen técnicas de transmisión multinivel cuyo uso y aplicación están al alcance de los usuarios, y que son:

➤ *Dibits*

Dado que la cadencia de una transmisión de datos binaria es el número de veces que una señal cambia de nivel, veremos cómo podremos enviar dos unidades de información (bits) mediante un solo cambio de nivel (baudio), es decir un solo pulso.

Para ello se transmitirá la misma cadena digital de la Fig. 14: 100011100101

Si a los 12 bits de la cadena de información a transmitir, los tomamos de dos en dos, es decir, si formamos grupos de dos bits consecutivos, que denominaremos **dibits**, tendremos los siguientes pares:

10	00	11	10	01	01
----	----	----	----	----	----

Como se puede observar, al tomar de dos en dos las señales binarias, que sólo pueden ser ceros (0) o unos (1), solamente hay cuatro combinaciones posibles, a saber:

Combinaciones Posibles	00	01	10	11
------------------------	----	----	----	----

Si a estos pares de bits le asignamos distintos niveles de señal, tendremos la siguiente secuencia de bits (Fig. 15):

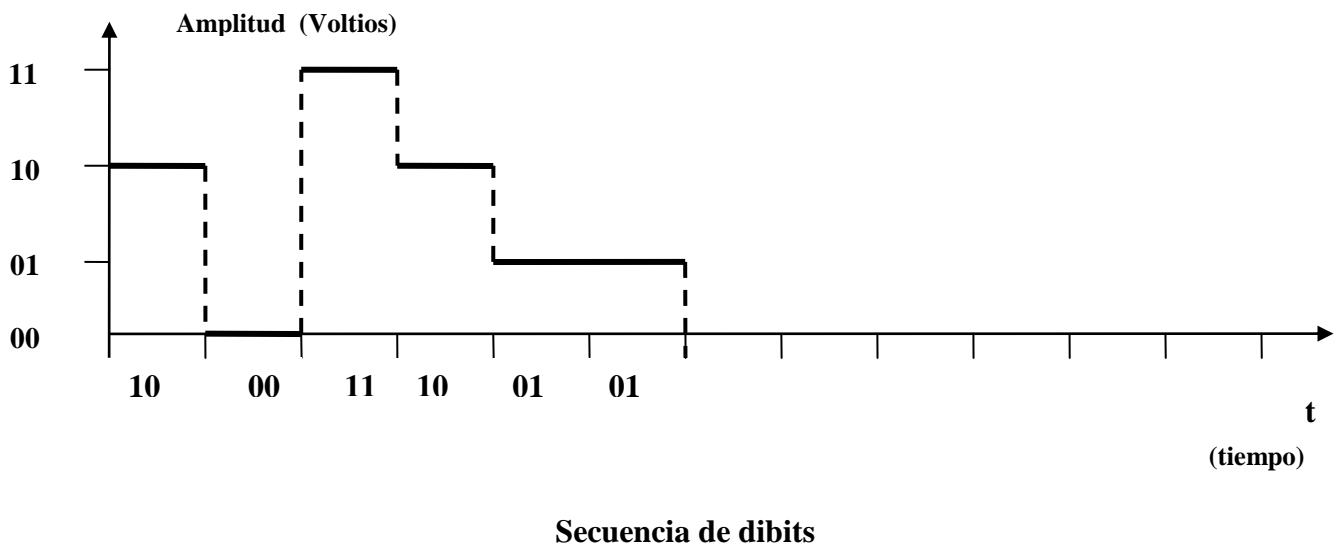


Fig. 15: Transmisión por medio de dibits

Por lo tanto, la secuencia de datos de la señal binaria, originalmente un tren de pulsos de 12 bits, se transformó en transmisión de dibits. Como no se ha modificado el ancho de pulso, la velocidad de modulación no varía, pero se transmite el doble de la información, en otras palabras, **la velocidad de transmisión se duplica sin que la velocidad de modulación cambie.**

► Tribits y Cuadribits

De la misma manera, si se quisiera mejorar aún más el coeficiente **n** de la expresión anterior, la cantidad de niveles necesarios para enviar **3 bits** en un solo pulso, resultaría ser:

$$N = 2^n$$

Donde:

N = número de niveles a transmitir.
n = Número de bits por pulso transmitido.

Luego:

Para $n = 2$, se necesitarán 4 niveles y se obtendrán **dibits**.
Para $n = 3$, se necesitarán 8 niveles y se obtendrán **tribits**. (Ver Fig. 16)
Para $n = 4$, se necesitarán 16 niveles y se obtendrá **cuadribits**

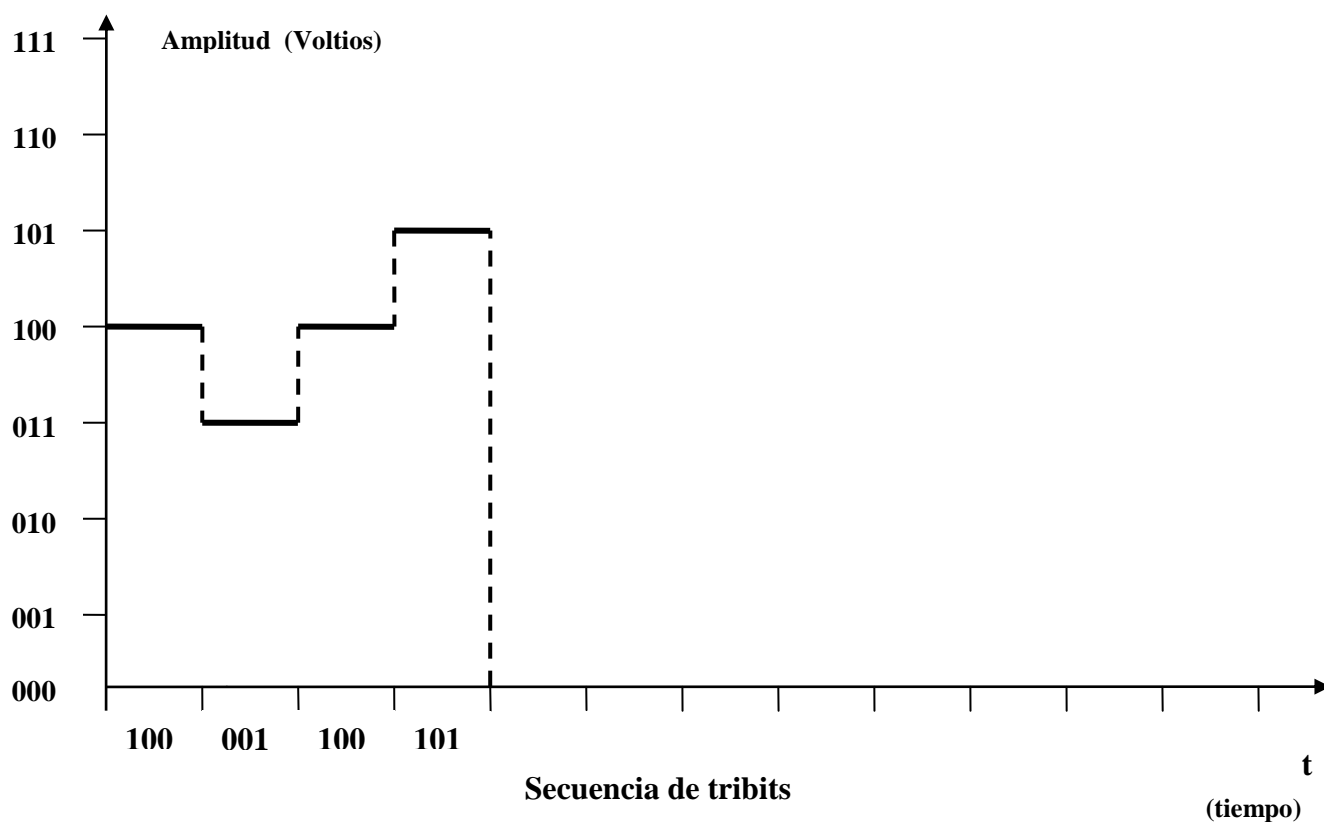


Fig. 16: Transmisión por medio de tribits

La mayoría de los equipos modem que transmiten a velocidades de más de 2400 bps, emplean este método para aumentar las velocidades de transmisión al tiempo que mantienen la velocidad de modulación en 2400 baudios.

Cuando se procede a hacer una conexión a la red usando las facilidades que muchos de los sistemas operativos actuales ofrecen, en el momento de la conexión suelen indicar la velocidad de transmisión a la que el módem se conectó con el correspondiente; y muchas veces se advierten velocidades menores a las que el equipo ofrece como velocidad máxima. Lo que ha ocurrido es que por defectos en la línea de comunicaciones, el módem prefirió utilizar una velocidad menor, para que la tasa de errores fuese razonable.

2.3 Velocidad de transferencia de datos

Se puede definir un concepto de velocidad que se encuentra relacionada con el enlace de datos y se refiere a los bits que contienen exclusivamente información. Ésta se denomina **velocidad de transferencia de datos** y se define como:

El número medio de bits por unidad de tiempo que se transmiten entre equipos correspondientes a un sistema de transmisión de datos.

$$V_{td} = \text{número de bits transmitidos} / \text{tiempo empleado}$$

Normalmente la Vtd se mide en **bps** (bits por segundo), aunque si en lugar de bits, se consideran bytes, caracteres, palabras ó bloques, se obtendrán unidades del tipo bytes /seg, caracteres /seg, etc.

Corresponde siempre señalar entre qué puntos se ha considerado esta velocidad, por lo que debe indicarse los equipos terminales de datos que hacen de fuente o sumidero, o los equipos terminales (módem) o intermedios del circuito de datos.

La velocidad de transferencia de datos se refiere siempre a las señales digitales enviadas por la fuente y recibidas por el colector, por ello se relaciona con los bits que contienen **información**.

2.3.1 Velocidad real de transferencia de datos

Otra definición importante surge cuando se tienen en cuenta los errores de transmisión, si los hubiera; y así se puede definir la llamada **velocidad real de transferencia de datos**.

Número medio de bits por unidad de tiempo que se transmiten entre los equipos de un sistema de transmisión de datos, a condición de que el receptor de los mismos los acepte como válidos.

Como se puede apreciar, esta definición es exactamente igual a la de velocidad de transferencia de datos, a excepción de que aquí se requiere que se midan sólo los bits, bytes, palabras o bloques, sin errores de transmisión, que han llegado de la fuente transmisora al equipo receptor.

$$V_{rtd} = V_{td} * R \text{ (R = rendimiento)}$$

Como R es un valor inferior a la unidad, siempre V_{rtd} será inferior a V_{td}, lo que equivale a decir que el régimen de **bps** disminuye, por lo tanto el tiempo de transmisión aumenta.

$$\text{Rendimiento} = R = \text{Total bits validos} / \text{Total Bits transmitidos} * 100$$

$$T_r = T_c / R$$

(Tr = Tiempo Real de transmisión y
Tc = Tiempo Calculado)

El siguiente ejemplo nos permite fijar el concepto

La velocidad de un canal es de 8000 baud y se emplean 4 niveles. El sistema transmite en forma sincrónica y la información no se comprime. El número medio de bits por unidad de tiempo que se transmite entre los equipos del sistema de transmisión de datos, a condición que el receptor de los mismos los acepte como válidos es el 70 % de la calculada teóricamente. Indique el tiempo real que tardara en transmitir 22400 caracteres de 8 bits cada uno.

¿Qué pregunta el problema?

- TIEMPO

¿Qué datos proporciona?

- V_m= 8000 baud.
- N= 4
- R= 70%
- Mensaje= 22400 caracteres de 8 bits cada uno

¿Cómo utilizamos los datos para obtener el resultado?

Si bien V_m se mide en baud se sabe que:

$V_m = 1 / \tau$ donde τ es el ancho de pulso que se mide en segundos. De allí se obtiene el tiempo.

Como $\tau = 1 / V_m$ entonces $\tau = 1 / 8000$ baud y se obtiene $\tau = 0,000125$ seg

Como se emplean 4 niveles, se transmiten 2 bits por cada pulso, es decir en 0,000125 seg, se transmiten 2 bits.

$$\text{Tiempo en transmitir un bit} = \tau / 2 = 0,0000625 \text{ s.}$$

Sabemos que un carácter tiene 8 bits entonces

$$\text{Tiempo en transmitir un carácter} = \text{Tiempo en transmitir un bit} * 8 = 0,0000625 \text{ seg} * 8 \Rightarrow$$

$$\text{Tiempo en transmitir un carácter} = 0,0005 \text{ seg}$$

Entonces el tiempo para transmitir 22400 caracteres es:

$$\text{Tiempo en transmitir un carácter} * 22400 = 0,0005 \text{ s} * 22400$$

$$\text{Tiempo en transmitir 22400 caracteres} = 11,2 \text{ s (Tiempo calculado)}$$

Por enunciado se sabe que el sistema de transmisión tiene un rendimiento del 70 %.

$$\text{Tiempo Real} = \text{Tiempo calculado} / \text{Rendimiento} \quad (Tr = Tc / R) \text{ entonces}$$

$$Tr = 11,2 \text{ s} / 0.7 = 16 \text{ s}$$

Respuesta: El tiempo real que tardara en transmitir 22400 caracteres de 8 bits c/u es 16 seg

2.4 Tasa de Error

La tasa de errores está relacionada con la cantidad de bits transmitidos de manera errónea en una sesión de transmisión de datos. La transmisión puede ser efectuada a través de medios analógicos o digitales, pero la tasa de errores está referida siempre a la recepción en forma digital de los datos en el receptor

Se denomina tasa de errores sobre un equipo terminal de datos, que actúa como receptor, a la relación entre los bits recibidos de manera errónea respecto a la cantidad total de bits transmitidos.

La tasa de errores se suele expresar mediante el acrónimo **Bit Error Rate -BER**

$$\text{BER} = \text{bits erróneos recibidos} / \text{bits transmitidos}$$

A medida que un circuito teleinformático tiene mayor confiabilidad, o sea la capacidad de contabilizar menos errores en la recepción (el equipo debe ser capaz de seleccionar los bits erróneos), y mayor es el volumen de la información, menor será el valor de la tasa de errores.

Ejemplo:

Un computador recibe, desde una fuente remota, un total de 20 Mb que corresponden a un archivo y a los datos de control que posibilitaron la transmisión. Si durante la transmisión se produjeron 20 bits con errores, ¿cuál es la tasa de errores, en BER, de esa transmisión?

$$\text{BER} = 20 \text{ bits} / 20000000 \text{ bits}$$

En la Red Telefónica conmutada, la tasa que se ha calculado en este ejemplo suele denominarse tasa típica de la red. Esto significa que se puede prever que se producirá un bit con error cada 100.000 bits transmitidos.

Hoy en día las redes telefónicas están mejorando la calidad de los medios de telecomunicaciones que se usan en la transmisión de información y algunas redes ya tienen tasas típicas de error de 10^{-6} BER.

En las redes de área local, donde las distancias son más cortas y la construcción de las redes es mucho más cuidada, las tasas de errores son marcadamente mejores y del orden de 10^{-8} a 10^{-9} BER

2.5 Ancho de Banda

El concepto de ancho de banda es uno de los más importantes y actuales en el campo de las telecomunicaciones. En inglés se denomina Bandwidth (BW). Se denomina ancho de banda de una señal a lo siguiente:

Intervalo de frecuencias para las cuales la distorsión lineal y la atenuación permanecen bajo límites determinados y constantes. Los valores que se toman como valores de referencia pueden ser arbitrarios.

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

La ocupación del ancho de banda se puede definir como:

La cantidad de información que puede fluir a través de una conexión de red en un período dado.

Si bien los límites pueden ser arbitrarios, en la generalidad de los casos, se definen para una atenuación de 3 dB con respecto al valor que tiene la señal a la frecuencia de referencia. Los valores de F_1 y F_2 se denominan límites inferior y superior del ancho de banda de una señal. Para los mismos la atenuación de la señal es de **3 dB** respecto al valor f_0 de referencia, que se encuentra a **0 dB**.

2.5.1 Importancia del Ancho de Banda

Es esencial comprender el concepto de ancho de banda al estudiar redes, por las siguientes cuatro razones:

- ***El ancho de banda es finito.*** Independientemente del medio que se utilice para construir la red, existen límites para la capacidad de la red para transportar información. El ancho de banda está limitado por las leyes de la física y por las tecnologías empleadas para colocar la información en los medios.
- ***El ancho de banda no es gratuito.*** Comprender el significado del ancho de banda, y los cambios en su demanda a través del tiempo, pueden ahorrarle importantes sumas de dinero a un individuo o a una empresa. Por ejemplo, contratar a un proveedor del servicio un enlace de 256 Kbps no cuesta lo mismo que uno de 128 Kbps.
- ***El ancho de banda es un factor clave a la hora de analizar el rendimiento de una red, diseñar nuevas redes.*** La información fluye en una cadena de bits de una computadora a otra en todo el mundo. Estos bits representan enormes cantidades de información que fluyen de ida y de vuelta a través del planeta en segundos, o menos.
- ***El ancho de banda es fundamental para el desempeño de la red.*** No bien se construyen nuevas tecnologías e infraestructuras de red para brindar mayor ancho de banda, se crean nuevas aplicaciones que aprovechan esa mayor capacidad. La entrega de contenidos de medios enriquecidos a través de la red, incluyendo video y audio fluido, requiere muchísima cantidad de ancho de banda.

Más arriba definimos a la ocupación del ancho de banda como la cantidad de información que puede fluir a través de una red en un período dado. La idea de que la información fluye, sugiere dos analogías que podrían facilitar la visualización del ancho de banda en una red:

- ***El ancho de banda es similar al diámetro de un caño.*** Una red de tuberías trae agua potable a los hogares y las empresas y se lleva las aguas servidas. Esta red de agua está compuesta de tuberías de diferentes diámetros. Las principales tuberías de agua de una ciudad pueden medir dos metros de diámetro, en tanto que la tubería de un grifo de cocina puede medir apenas dos centímetros. El ancho de la tubería determina su capacidad de transporte de agua. Por lo tanto, el agua es como los datos, y el ancho de la tubería es como el ancho de banda, como muestra la Fig. 17.

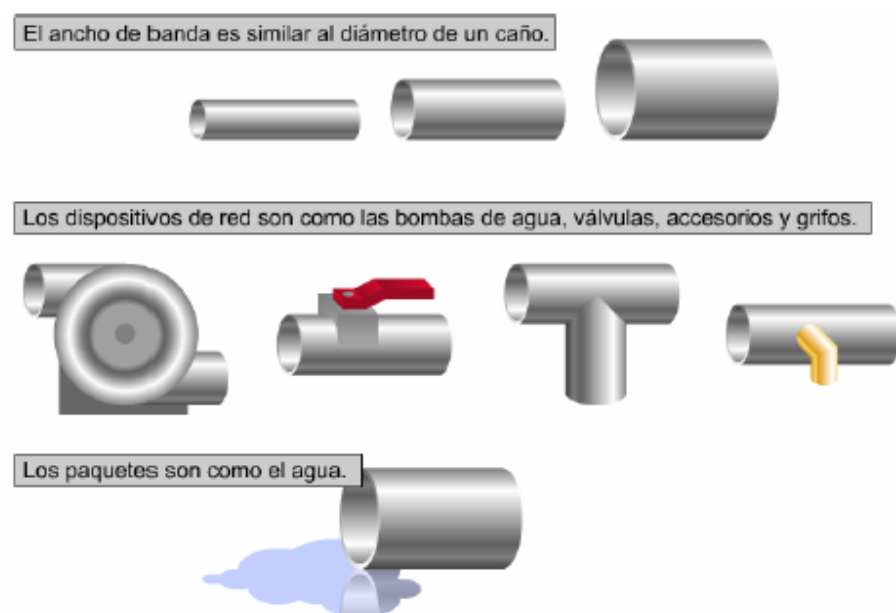


Fig. 17: Analogía del ancho de banda con la red de agua.

- **El ancho de banda puede compararse con la cantidad de carriles de una autopista.** Una red de caminos sirve a cada ciudad o pueblo. Las grandes autopistas con muchos carriles se conectan a caminos más pequeños con menor cantidad de carriles. Estos caminos llevan a otros aún más pequeños y estrechos, que eventualmente desembocan en las entradas de las casas y las oficinas. Cuando hay poco tráfico en el sistema de autopistas, cada vehículo puede moverse con libertad. Al agregar más tráfico, cada vehículo se mueve con menor velocidad. Eventualmente, a medida que se suma tráfico al sistema de autopistas, hasta aquellas con varios carriles se congestionan y vuelven más lentas. Una red de datos se parece mucho al sistema de autopistas. Los paquetes de datos son comparables a los automóviles, y el ancho de banda es comparable a la cantidad de carriles en una autopista. Fig. 18.

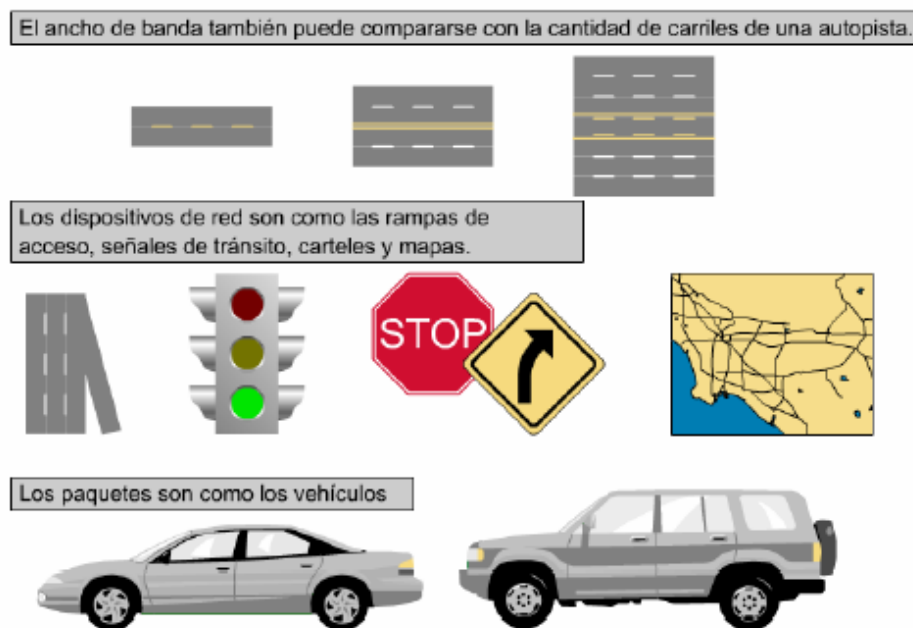


Fig. 18: Analogía del ancho de banda con la red vial.

2.5.1 Relación entre la Tasa de Error y el Ancho de Banda

Durante el proceso de transmisión las señales sufren tres fenómenos: **atenuación**, **distorsión** y **ruido**. Estos fenómenos son, en última instancia, la causa de los errores de transmisión, el retraso producido por implicancia de cualquiera de estos fenómenos se denomina latencia.

Por muchas razones, siempre se intenta que el tiempo de transmisión sea mínimo, algunas de ellas son las siguientes:

- Para lograr que el procesamiento de la información sea más eficiente, es necesario que llegue la mayor cantidad de datos por unidad de tiempo.
- Cuando se opera en tiempo real (una conexión a Internet, por ejemplo), los operadores deben esperar una respuesta en el menor tiempo posible. Por ejemplo una transferencia a través de Cajero Automático.

- Finalmente, y quizá la más importante, la mayoría de las comunicaciones se cobran en función de lo que duran, y por tanto, cuanto menor sea la cantidad de datos por unidad de tiempo, menor será su costo. Esto no sucede en redes WAN donde un enlace se contrata de forma permanente, independientemente del uso del canal.

Por estas y otras muchas razones se busca transmitir a la mayor velocidad posible. Sin embargo, la velocidad está directamente relacionada con el ancho de banda disponible y con el nivel de ruido existente en el canal de comunicaciones que se use, y es precisamente la denominada *velocidad de modulación*, o *velocidad de señalización*, como se la llamaba antiguamente la que **está directamente relacionada con el ancho de banda disponible**.

Cuanto mayor es la velocidad de modulación, menor es el período T de cada ciclo transmitido, y este tiempo está directamente relacionado con la energía almacenada en el sistema eléctrico que posibilita la transmisión y la resistencia que éste opone a cambio de la polaridad que se produce en cada ciclo transmitido.

Cuando se fuerza una determinada velocidad de modulación por encima de lo que permite el ancho de banda disponible entonces el canal de comunicaciones reaccionará aumentando la tasa de errores. Así, se puede decir que para cada canal de comunicaciones existe una relación entre tres parámetros que están indisolublemente unidos y relacionados:

2.6 Compresión de Datos

El desarrollo de la informática y la teleinformática ha provocado en los últimos años un crecimiento acelerado de los volúmenes de información que deben ser almacenados en bases de datos, computadoras y todo tipo de soportes magnéticos.

Paralelamente, la necesidad de transferir estos crecientes volúmenes de datos a través de redes de comunicaciones en forma remota, ha ido cambiando aceleradamente algunos de los problemas que los administradores de los sistemas de información deben resolver.

Por otra parte, si bien los costos relativos de los dispositivos de almacenamiento y de las comunicaciones han disminuido en todo el mundo, la realidad es que el gasto global en ambos se ha incrementado notablemente.

Los dueños de computadoras personales no han sido ajenos a este fenómeno, ya que hoy en día necesitan discos de mayor tamaño para poder adquirir software moderno, basado en sistemas de ventanas e íconos, que requiere mucha capacidad para su instalación y operación.

Por otra parte, los medios de comunicaciones que necesitan realizar transferencias de datos o archivos, consultas en línea, etc., han exigido a la industria del hardware modems más veloces y sistemas de multiplexado de canales de comunicaciones más eficientes (recordar concepto de multiplexor o selector). Estos equipos, que utilizan técnicas estadísticas modernas han ido mejorando con el objeto de abaratar los costos de las comunicaciones.

Dentro de este esquema, los sistemas de **compresión de datos** han ido ganando mercado rápidamente. Estos sistemas, al utilizar códigos más sofisticados o métodos lógicos de compresión, permiten reducir el volumen de datos y abaratan las transmisiones. Así se logra transferir mayor cantidad de información en tiempos substancialmente menores sin necesidad de aumentar el ancho de banda de los canales de comunicación.

La compresión de datos, en resumen, actúa sobre un **circuito teleinformático** de la misma manera que las señales multinivel, ya que mejora aun más la velocidad de transmisión, pero ésta vista desde la óptica exclusiva del Equipo Terminal de Datos. Esto significa que **la velocidad de transmisión en el canal de comunicaciones queda totalmente inalterada**.

La compresión de datos permite aumentar la **velocidad real de transferencia de datos** manteniendo constante tanto la *velocidad de modulación* como la *velocidad de transmisión*.

La compresión de datos son técnicas lógicas o físicas que permiten reducir el tamaño de un conjunto de datos sin alterar el significado de la información que contiene.

➤ ***Índice de compresión***

Dado un conjunto de datos, el **índice de compresión** se define como:

El número que resulta de dividir la longitud original de un conjunto de datos (medidos en bits o en bytes) por la longitud del mismo conjunto luego de haber sido comprimido.

Resulta así la expresión:

$C = \text{longitud original del conjunto de datos} / \text{longitud comprimida del conjunto de datos}$

Como se puede apreciar, la longitud original del conjunto de datos a comprimir será siempre mayor que la de los datos ya comprimidos, por lo que el cociente será siempre mayor que uno.

$$C (\text{índice de compresión}) > 1$$

Capítulo III: Redes de Información

3.1 Introducción a Redes

Hemos asistido a la instalación de redes telefónicas en todo el mundo, a la invención de la radio y la televisión, al nacimiento y crecimiento sin precedente de la industria de las computadoras, así como a la puesta en órbita de los satélites de comunicación.

La industria de computadoras ha progresado en muy corto tiempo. El modelo de tener una sola computadora para satisfacer todas las necesidades de cálculo de una organización se está reemplazando por otro que considera un número grande de computadoras separadas, pero interconectadas, que efectúan el mismo trabajo. Estos sistemas, se conocen con el nombre de **redes de computadoras**.

3.1.1 Utilización de Redes de Computadoras

Inicialmente cada una de estas computadoras puede haber estado trabajando en forma aislada de las demás pero, en algún momento, la administración puede decidir **interconectarlas conformado una red**, para tener así la capacidad de extraer y correlacionar información referente a toda la compañía.

Por tanto, se infiere que el objetivo principal de una red es **compartir recursos**, además poseen los siguientes objetivos básicos:

- ✓ Hacer que todos los programas, datos y equipos estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario, como si fueran locales.
- ✓ Proporcionar una alta fiabilidad y respaldo, al contar con fuentes alternativas de suministro. Por ejemplo todos los archivos podrían duplicarse en otras máquinas. Además, la presencia de múltiples procesadores significa que si una de ellas deja de funcionar, las otras pueden ser capaces de encargarse de su trabajo, a costa de un menor rendimiento global.
- ✓ Realizar un ahorro económico. Las computadoras pequeñas tienen una mejor relación costo / rendimiento, comparada con la ofrecida por las máquinas grandes. Estas son, a grandes rasgos, diez veces más rápidas que el más rápido de los microprocesadores, pero su costo es varias veces mayor.
- ✓ Proporcionar un poderoso medio de comunicación entre personas que se encuentran muy alejadas entre si. Por medio de una red es relativamente fácil la cooperación e intercambio entre grupos de individuos que se encuentran alejados.

3.2. Tipos de redes

No existe un consenso que incluya todas las formas de redes de computadoras, pero se las puede encasillar en dos dimensiones básicas: **la tecnología de transmisión y la escala de difusión (de acuerdo a la cantidad de receptores)**. En términos generales hay dos tipos de tecnología de transmisión.

- **Redes de Difusión:** Tienen un solo canal de comunicación compartido por todas las máquinas de la red. Los “mensajes” que envía una máquina son recibidos por todas las demás, en los mismos existe un campo de dirección que especifica el destinatario. Al recibir el mensaje, la máquina verifica el campo de dirección, si está dirigido a ella, lo procesa; si

está dirigido a otra máquina lo ignora. Los sistemas de difusión también ofrecen la posibilidad de dirigir mensajes a todos los destinos, mediante la utilización de un código especial en el campo de dirección. Así, un mensaje con este código, cada máquina en la red lo recibe y lo procesa. Este modo de operación se llama difusión ("**broadcasting**"). Algunos sistemas de difusión también contemplan la transmisión a un subconjunto de las máquinas, algo que se conoce como *multidifusión*.

- **Redes de Punto a Punto:** Consisten en muchas conexiones entre *pares individuales de máquinas*. Para ir del origen al destino un mensaje en este tipo de red puede tener que visitar una ó más máquinas intermedias. A veces son posibles múltiples rutas de diferentes longitudes, por lo que los algoritmos de encaminamiento⁽¹⁾ son muy importantes en estas redes.

En principio, se puede decir que la proyección de la investigación actual apunta al desarrollo de una **red única** capaz de soportar simultáneamente todos los servicios de voz, textos, datos e imágenes con suficientes garantías y que permita la conexión a ella de todas las redes ya existentes.

3.2.1 Intranet

Una intranet no es más que una red local funcionando como lo hace Internet, es decir usando el conjunto de protocolos TCP/IP en sus respectivos niveles.

Engloba a todo un conjunto de redes locales con distintas topologías y cableados, pero que en sus niveles de transporte y de red funcionan con los mismos protocolos. Este hecho facilita enormemente la conexión con otros tipos de redes a través de Internet, puesto que utiliza sus mismos protocolos. Además todas las herramientas y utilidades que existen para Internet, se pueden utilizar en una Intranet (creación de páginas Web, correo electrónico, etc.).

3.3. Circuito teleinformático

El objetivo del circuito teleinformático es permitir la intercomunicación de un Equipo Terminal de Datos (ETD) denominado fuente, origen o **emisor**, con otro equipo ETD, denominado colector, destino o **receptor**, a través de un **medio** de comunicaciones generalmente analógico. Fig. 1.



Fig. 1: Circuito teleinformático.

Originariamente se consideraba un **ETD** a aquel equipo que no tenía capacidad de proceso, hoy día la performance de los mismos es más amplia. Tienen por función básica **adaptar las señales** al medio de transmisión que servirá de enlace entre el emisor y el receptor.

⁽¹⁾ El encaminamiento es un proceso a seguir para encontrar un camino entre dos puntos. Un algoritmo de encaminamiento es un método para calcular la mejor ruta entre ellos.

Los **ETD** producen señales digitales (solamente están en condiciones de recibir y procesar este tipo de señales) y estos datos deben ser transportados por redes de comunicación, deben existir elementos que posibiliten la interfaz de las señales digitales mediante un procedimiento de adaptación, a los efectos de que su transmisión sea posible sobre las redes, generalmente de carácter analógico. Hoy día estas redes pueden operar tanto señales digitales como analógicas. Resulta evidente que deben existir elementos que posibiliten la adaptación y transporte de los datos de los **ETD** por los medios de comunicación, por tanto se utilizan **técnicas de modulación**.

Hay tres formas básicas de comunicación:

Computadora central \Rightarrow Terminal (local o remoto).
Terminal (local o remoto) \Rightarrow Terminal (local o remoto).
Computadora central \Rightarrow Computadora central.

Entendiendo por **equipos terminales** aquellos que no tienen capacidad de procesamiento de la información.

3.4 Extensión de las redes

Según su extensión las redes se pueden clasificar en:

- LAN (Red de Área Local)
- WAN (Red de Área Extensa)

► Red de Área Local

Cuando la información se comparte entre varias computadoras, y todos los usuarios están distribuidos en un mismo ámbito o edificio, es posible instalar una red de computadoras particular llamada Redes de Área Local (“LAN, Local Área Network”) que responden a estas necesidades de tratamiento de información, a pequeñas distancias, como muestra la Fig. 2.

Sus **características** principales son las siguientes:

- ✓ Utilizar una red de transmisión privada para el entorno que se pretende cubrir.
- ✓ A ellas puede conectarse un gran número de recursos tanto físico como lógicos comunes (impresoras, discos, etc.).
- ✓ Su extensión es de unos pocos kilómetros. Los entornos más típicos son: una sala, una planta de un edificio, todo el edificio, un complejo formado por varios edificios o similares.
- ✓ Si se usa fibra es común 1 Gb. Inclusive se puede llegar a velocidades de hasta 100 Gb.
- ✓ Permiten la conexión a otras redes a través de dispositivos denominados “gateways”

Estas características hacen que la construcción de redes locales, forma y métodos de acceso varíen substancialmente con respecto a las redes de área extensa.

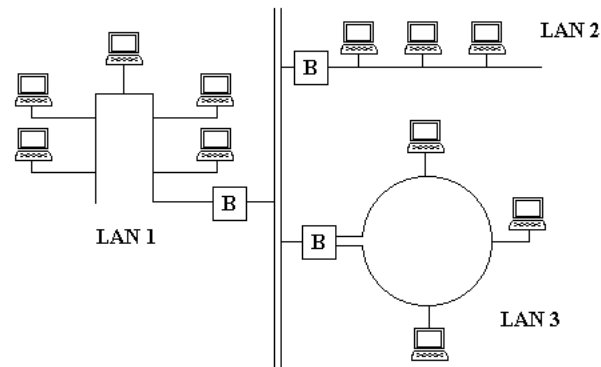


Fig. 2: Redes LAN en una empresa

Entre las acciones más importantes que una computadora puede realizar conectada a una LAN, podemos destacar:

- ✓ **Compartir archivos:** Habilita a muchos usuarios para compartir una sola copia de un archivo almacenada en una computadora.
- ✓ **Transferir archivos:** Permite transferir archivos entre usuarios, sin recurrir al intercambio de soportes de información.
- ✓ **Compartir software de aplicación:** Permite a varios usuarios utilizar al “mismo tiempo” un mismo programa.
- ✓ **Compartir recursos físicos:** Posibilita compartir periférico: impresoras, exploradores “scanners”, grabadoras de CD, entre otros.
- ✓ **Operar como correo:** Ofrece un servicio para enviar mensajes, memos, reportes, etc. a cualquiera de los integrantes de la red.

La interconexión entre las tres redes del ejemplo es realizada por medio de un dispositivo de interconexión que puede ser un Switch, Hub o Bridge, los mismos se verán más adelante en esta unidad con el título de “Dispositivos de Interconexión”.

Otro ejemplo de LAN: en una fábrica que conecta dos procesos de producción a las áreas de ventas y diseño (Fig. 3) Cada una de estas áreas puede constituir una red local (LAN) en si misma.

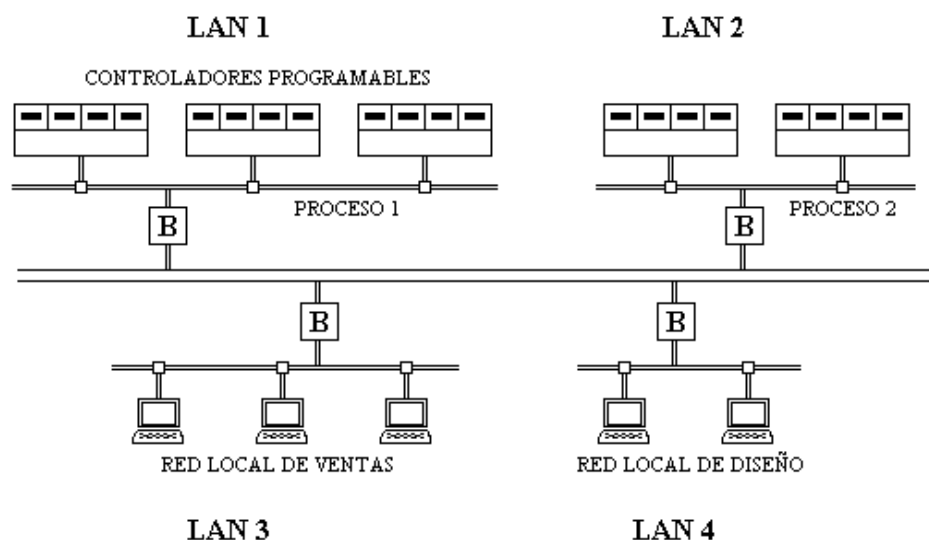


Fig. 3: Redes LAN en una empresa

► Red de Área Extensa.

Cuando las computadoras están ubicadas en lugares distantes, en ciudades o países, usan la red pública de telefonía. En estos casos la red se denomina Red de Área Amplia ("WAN, Wide Área Network). Surgen para satisfacer las necesidades de transmisión de datos a distancia superior a unos pocos kilómetros.

Sus características son:

- ✓ Permite conexiones entre múltiples usuarios y dispositivos de todo tipo.
- ✓ Las más comunes son las Redes Públicas de Telecomunicación que de forma similar existen en casi todo los países del mundo y que se encuentran interconectadas. A ellas puede conectarse cualquier usuario que desee información con cualquier otro punto.
- ✓ Existen Redes Privadas de Uso Exclusivo que obedecen a exigencias fuertes de seguridad o necesidad de utilización donde no existen otra solución que este tipo de red.
- ✓ Su extensión es varios kilómetros, permitiendo comunicarse con cualquier parte del mundo.

Hay varios tipos de redes públicas de comunicación que pueden ser utilizadas para implementar una red WAN. El medio de comunicación más usado, hasta ahora, es la red pública de conmutación telefónica ("PSTN ⁽²⁾, Public Switched Telephonic Network).

► Red Dedicada.

Estas redes, también denominadas redes de uso exclusivo, se caracterizan porque son instaladas o alquiladas por uno o varios usuarios para su uso exclusivo, estando cerradas, por tanto, a las comunicaciones de otros usuarios ajenos.

Las principales variantes son:

- *Red punto a punto*: Consiste en una conexión fija, reservada en exclusividad, entre dos estaciones. Ello tiene el inconveniente de un mayor costo, pero aporta diversas garantías como son mayor seguridad y fiabilidad, y altas velocidades de transmisión, permitiendo comunicaciones síncronas o asíncronas. Ver Fig. 4.

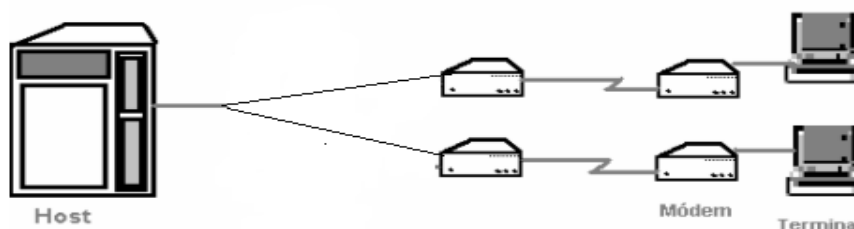


Fig. 4: Red punto a punto

⁽²⁾ Red diseñada originalmente para el uso de la voz y sistemas análogos. La conmutación consiste en el establecimiento de la conexión previo acuerdo de haber marcado un número que corresponde con la identificación numérica del punto de destino.

Esta es la forma de conexión más utilizada hasta ahora si se desea disponer de las ventajas expuestas. Por ejemplo, un terminal bancario está conectado a su computadora central de esta forma en la mayoría de los casos.

- *Red multipunto:* En esta variante se conectan varios terminales a una computadora central por medio de una sola línea de teleproceso, utilizando para ello un dispositivo denominado concentrador de comunicaciones. Ver Fig. 5.

Puede suceder que el concentrador no esté ubicado próximo a algunos terminales, con lo cual se tiene una red mixta, ya que la parte de la misma comprendida entre el terminal y el concentrador es punto a punto. Se suele utilizar esta red, por ejemplo, en aquellas oficinas bancarias que disponen de varios terminales conectados a una computadora central remota.

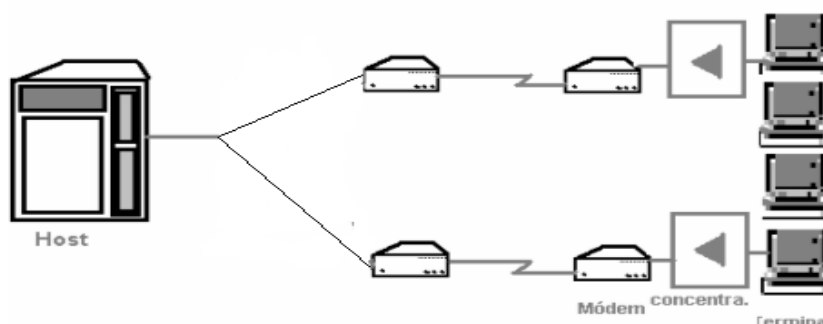


Fig. 5: Red multipunto

3.5 Protocolos

Para posibilitar la interconexión de diferentes equipos informáticos a través de las distintas redes de comunicaciones, obteniéndose lo que se denomina sistemas abiertos, ha sido necesario establecer una serie de convenciones que afectan a los requerimientos físicos y los procedimientos a seguir. Para ello, diversos organismos Internacionales se han encargado de dictar las normas necesarias, principalmente la **ISO** (*International Standard Organization*) a escala mundial y el **CCITT** (*Consultive Committee for International Telephone and Telegraph*) en el ámbito europeo. Antes de sus normalizaciones, cada fabricante establecía sus propias normas o protocolos, lo que impedía la comunicación entre equipos de diferentes fabricantes y el uso de redes ajenas. Se recuerda la definición del Capítulo 1:

Protocolo: conjunto de normas, convenciones y procedimientos que regulan la comunicación de datos y el comportamiento de procesos entre diferentes equipos, bien totalmente o bien en alguno de sus aspectos.

Para el establecimiento de las normas que afectan a gran variedad de elementos implicados en la comunicación, se ha decidido dividir el problema en otros más pequeños, determinándose una serie de subconjuntos denominados **niveles de comunicación**. Cada nivel contempla una parte de los elementos afectados. Sus requerimientos y convenciones se abordan de forma independiente, lo que permite que las modificaciones de un nivel no afecten a los restantes.

Algunos autores cuando se refieren a niveles, lo denominan comúnmente *capas*. En general, al conjunto de niveles establecidos junto con sus protocolos se denomina:

Arquitectura de la red.

El concepto de capas se utiliza para describir la comunicación entre dos computadoras. La siguiente figura muestra un conjunto de preguntas relacionadas con flujo, que se define como el

movimiento de objetos físicos o lógicos, a través de un sistema. Estas preguntas muestran cómo el concepto de capas ayuda a describir los detalles del proceso de flujo. Este proceso puede referirse a cualquier tipo de flujo, desde el flujo del tráfico en un sistema de autopistas, al flujo de datos a través de una red, como muestra la Fig. 4.

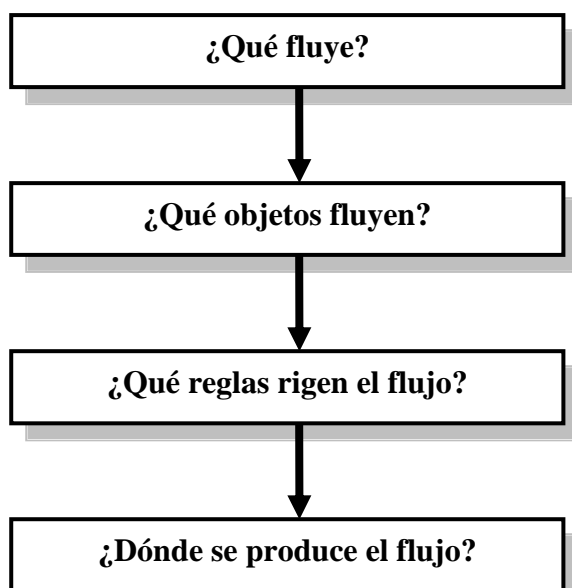


Fig. 4: Preguntas relacionadas con flujo a través de un sistema.

El mismo método de división en capas explica cómo una red informática distribuye la información desde el origen al destino. Cuando los computadores envían información a través de una red, todas las comunicaciones se generan en un origen y luego viajan a un destino.(Fig. 5)

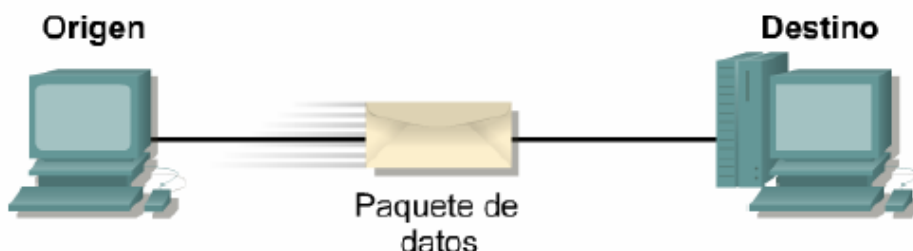


Fig. 5: Transmisión de Información utilizando paquetes.

Generalmente, la información que se desplaza por una red recibe el nombre de *datos* o *paquete*. Un *paquete* es una unidad de información, lógicamente agrupada, que se desplaza entre los sistemas de computación. A medida que los datos atraviesan las capas, cada capa agrega información que posibilita una comunicación eficaz con su correspondiente capa en el otro computador.

Los modelos **OSI** y **TCP/IP** se dividen en capas que explican cómo los datos se comunican de una computadora a otro. Los modelos difieren en la cantidad y la función de las capas. No obstante, se puede usar cada modelo para ayudar a describir y brindar detalles sobre el flujo de información desde un origen a un destino.

3.5.1 Uso de Capas para describir la Comunicación de Datos

Para que los paquetes de datos puedan viajar desde el origen hasta su destino a través de una red, es importante que todos los dispositivos de la red hablen el mismo lenguaje o protocolo. Por ejemplo, al pilotar un avión, los pilotos obedecen reglas muy específicas para poder comunicarse con otros aviones y con el control de tráfico aéreo.

La Capa 4 del computador de origen se comunica con la Capa 4 del computador de destino. Las normas y convenciones utilizadas para esta capa reciben el nombre de protocolos de la Capa 4. Es importante recordar que los protocolos preparan datos en forma lineal. El protocolo en una capa realiza un conjunto determinado de operaciones sobre los datos al prepararlos para ser enviados a través de la red. Los datos luego pasan a la siguiente capa, donde otro protocolo realiza otro conjunto diferente de operaciones. (Fig. 6)

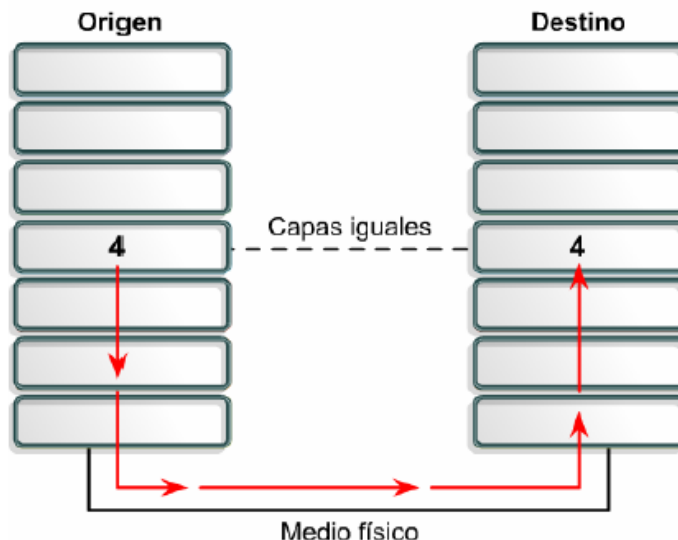


Fig. 6: Transmisión a través de capas.

Una vez que el paquete llega a su destino, los protocolos deshacen la construcción del paquete que se armó en el extremo de origen. Esto se hace en orden inverso. Los protocolos para cada capa en el destino devuelven la información a su forma original, para que la aplicación pueda leer los datos correctamente.

3.5.2 Modelo OSI-ISO

El inicio del desarrollo de las LAN, MAN, y WAN fue en cierto modo caótico. A comienzos de la década de 1980 se produjo una gran expansión en el área del desarrollo de redes. A medida que las empresas tomaban conciencia del dinero que podían ahorrar y de la forma en que podían ganar en productividad utilizando la tecnología de red, comenzaron a agregar redes y a expandir las ya existentes casi con la misma rapidez con que surgían nuevas tecnologías y productos de redes. A mediados de la década de 1980, comenzaron a manifestarse los primeros inconvenientes producto de esta expansión. Cada vez era más difícil que las redes que utilizaban diferentes especificaciones e implementaciones pudieran comunicarse entre sí.

Para abordar el problema, la *Organización Internacional para la Normalización (ISO)* investigó los distintos esquemas de redes. Como resultado de esta investigación, la *ISO* reconoció la necesidad de crear un modelo de red que pudiera ayudar a los fabricantes a crear redes que pudieran trabajar compatible e interoperativamente con otras redes. El modelo de referencia OSI (*Open System Interconnection*), lanzado en 1984, fue el esquema descriptivo que crearon. Con la creación del modelo OSI, la ISO ofreció a los fabricantes un conjunto de estándares que garantizó mayor compatibilidad e interoperatividad entre los diversos tipos de tecnologías de redes que producían las diversas empresas mundiales.

El modelo de referencia *OSI* se convirtió rápidamente en el modelo principal para las comunicaciones de red. Si bien se han creado otros modelos, actualmente la mayoría de los fabricantes de redes relacionan sus productos para redes con el modelo de referencia OSI cada vez que desean instruir a los usuarios acerca de sus productos. Así, el modelo es la mejor herramienta de que disponen las personas que esperan aprender cómo enviar y recibir datos a través de una red.

El modelo de referencia *OSI* no es algo tangible. Se trata de un marco conceptual, un modelo de estudio que especifica las funciones de red que se producen en cada capa. Está compuesto de siete capas, cada una de ellas tiene sus propias especificaciones y un protocolo, denominado técnicamente *protocolo de capa*.

➤ *Ventajas de un modelo en capas*

- Reduce la complejidad
- Estandariza Interfaces
- Facilita la Ingeniería modular
- Asegura una tecnología ínter operable
- Acelera la evolución
- Simplifica la enseñanza y el aprendizaje

3.5.2.1 Capas del Modelo OSI

Las siete capas del Modelo OSI están representadas en el cuadro siguiente, donde se puede apreciar el orden, la denominación y la función de cada una de ellas (Fig. 7):

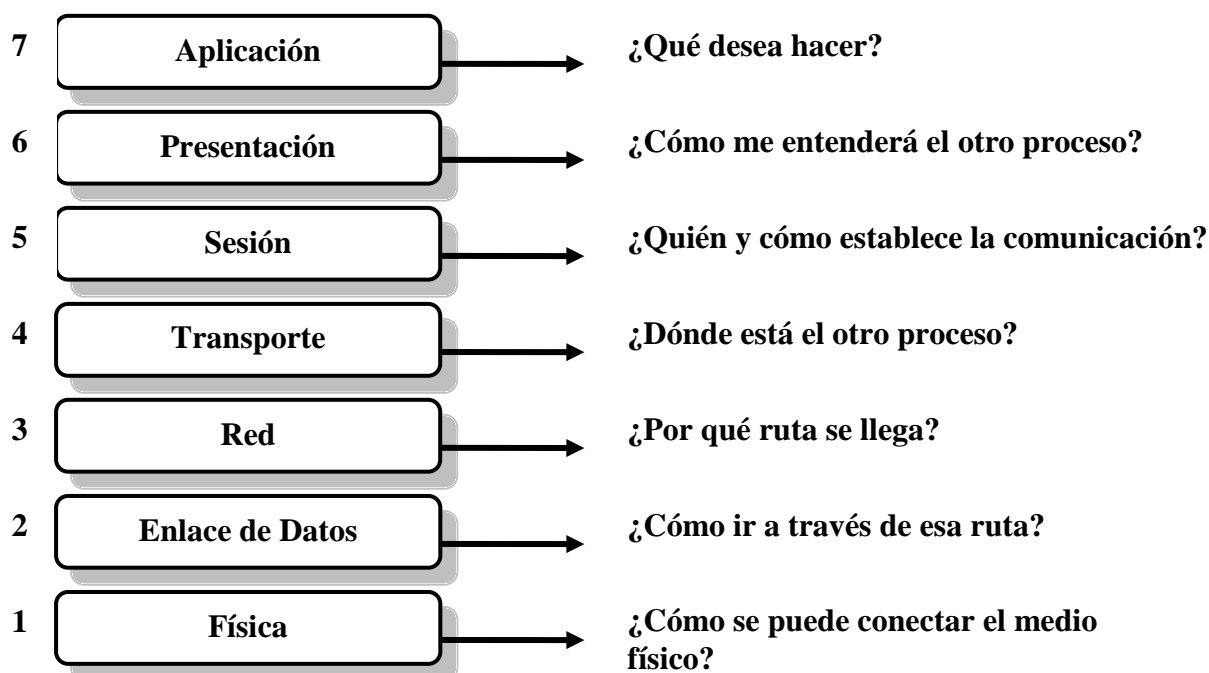


Fig. 7: Las 7 capas del modelo OSI.

Cada capa se comunica exclusivamente con las capas adyacentes, por ejemplo una capa de nivel N se comunica con la de nivel $(N-1)$ y con la de nivel $(N+1)$.

Según este modelo, al conjunto de datos generado en el equipo terminal que actúa como emisor o fuente se le va añadiendo, a través de los distintos protocolos de capa, la información necesaria para permitir el procesamiento del protocolo en el equipo que actuará como receptor. Cada conjunto de datos o información añadida se denomina **encabezamiento (header)**, y se van añadiendo a medida que pasa de una capa a otra hasta llegar a la capa física, capa que finalmente procederá a la transmisión de los correspondientes bits hacia el otro extremo.

El problema de mover información entre computadoras se divide en siete problemas más pequeños y de más fácil tratamiento en el modelo de referencia **OSI**. El conjunto de información compuesta por **encabezamiento + datos**, recibe distintos nombres según el nivel en que están situados, a saber (Fig. 8):

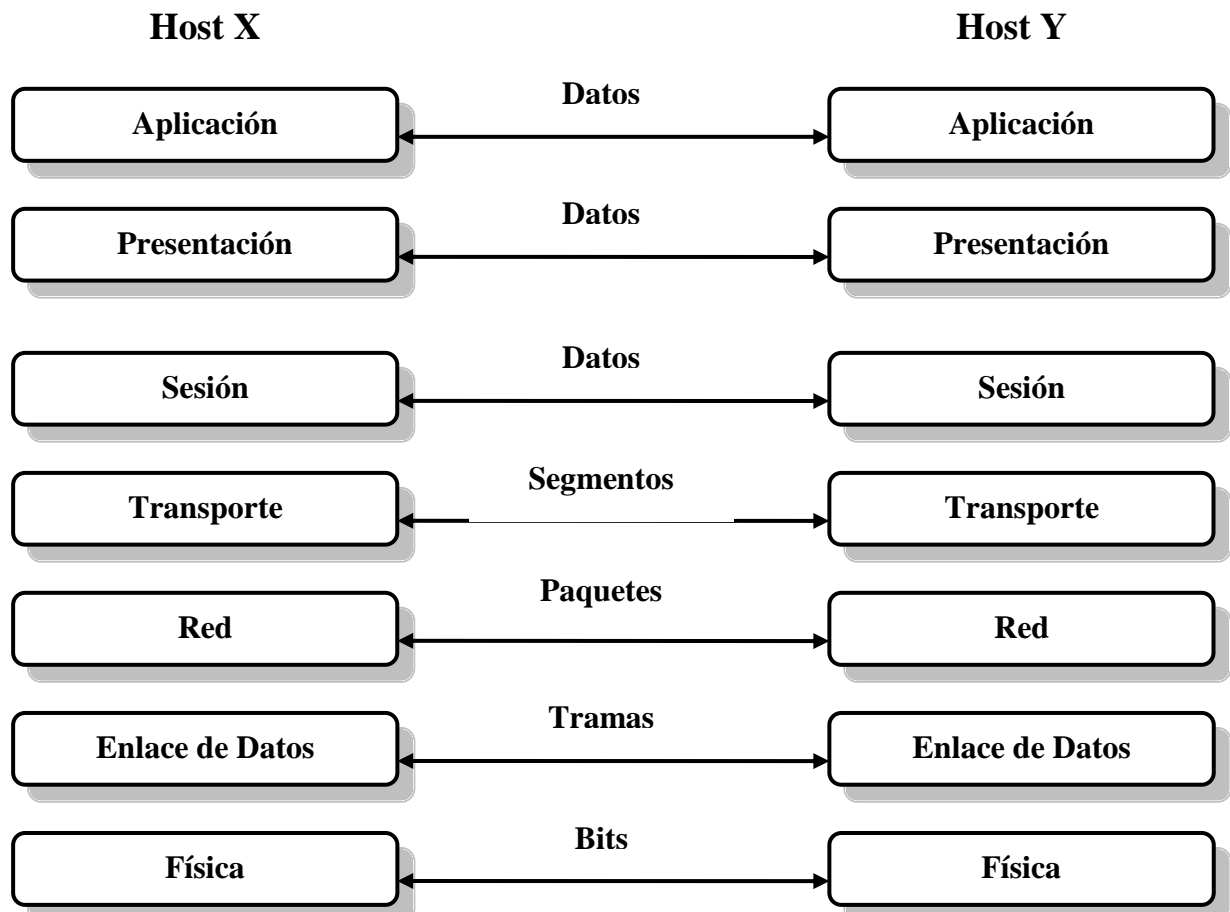


Fig. 8: Nombre del conjunto de bits a transmitir, según cada capa.

Las capas inferiores del modelo OSI **controlan la entrega física** de los mensajes a través de la red, se denominan **capas de medios**. Por su parte, las capas superiores suelen denominarse **capas de host**, ya que **permiten la entrega segura** de datos entre las computadoras de la red. (Ver Fig. 9)

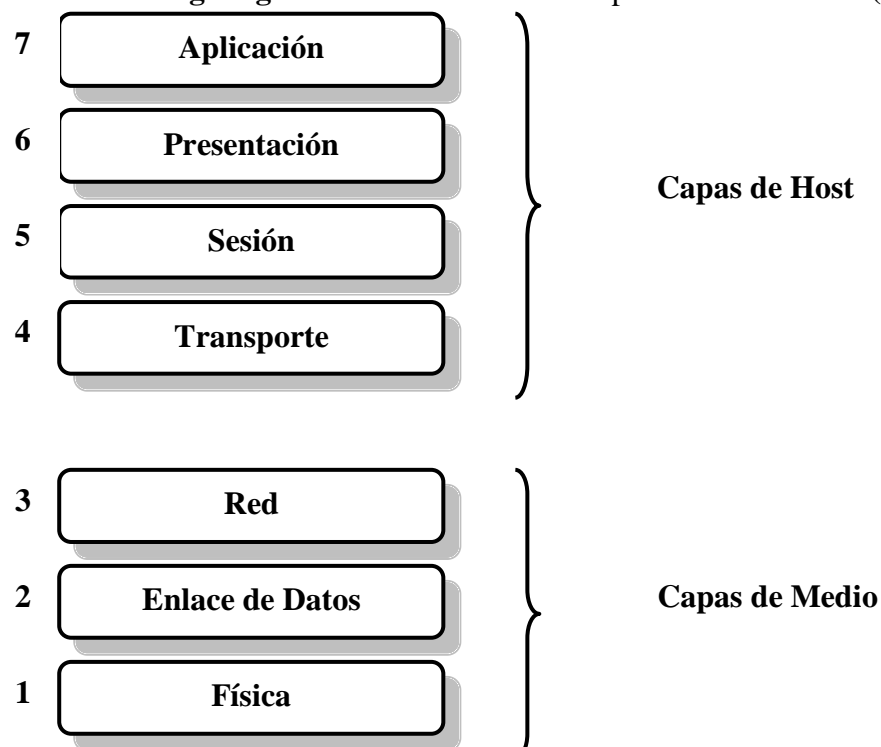


Fig. 9: Capas de medio y de host.

El modelo de referencia **OSI** describe la forma en que la información o los datos recorren el camino que va desde los programas de aplicación pasando por un medio de red hasta llegar a un programa de aplicación ubicado en otra computadora de la red.

La función de cada capa se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1: Función de cada capa del modelo OSI

N	Capa	Función de la Capa	Características	Palabras Claves	Conj. de bits
7	Aplicación	¿Qué desea hacer?	Es la capa de aplicación más cercana al usuario. A diferencia de todas las demás capas no proporciona servicio a ninguna otra capa OSI, sino solo aplicaciones externas al modelo. Interactúa con el equipo terminal que genera o recibe la información procesada por los usuarios, facilita la transferencia de archivos y de mensajes de correo, permite el acceso hacia bases de datos remotas.	Navegadores.	Datos
6	Presentación	¿Cómo me entenderá el otro proceso?	Garantiza que la información enviada por la capa de aplicación de un sistema se va a poder leer por la capa de aplicación de otro sistema. Entre otras funciones se ocupa de la sintaxis de los datos, la conversión de códigos, la compresión y descompresión de la información.	Formato de datos.	Datos
5	Sesión	¿Quién y cómo establece la comunicación?	Establece, gestiona, y termina sesiones entre hosts. También sincroniza el diálogo y administra el intercambio de datos. Se ocupa de verificar si fuera el caso, la autenticidad del usuario, y el tipo de diálogo (simplex, half-duplex, duplex).	Diálogos y conversaciones.	Datos
4	Transporte	¿Dónde está el otro proceso?	Segmenta los datos del host remitente y los reordena en el host receptor. Logra un transporte sin errores entre	Control y confiabilidad.	Segmento

			dos hosts. Establece, mantiene y finaliza los circuitos orientados a la conexión.		
3	Red	¿Por qué ruta se llega?	Provee conectividad y la selección de la ruta entre dos sistemas terminales. Mediante mecanismos de conmutación establece el camino o ruta que los paquetes deben seguir, es decir, utiliza la dirección física del equipo al cual se le va a transferir la información y los encamina hacia su destino de la manera más eficiente.	Selección de ruta.	Paquetes
2	Enlace de datos	¿Cómo ir a través de esa ruta?	Es la responsable de establecer, mantener y desactivar el enlace entre el equipo que actúa como emisor y el que hará de receptor. Proporciona un tránsito confiable de datos a través de un enlace físico (detecta y corrige errores) a través de un enlace físico. Se ocupa del direccionamiento físico, de la topología de la red, de la detección de errores.	Acceso a los medios.	Trama (Frame)
1	Física	¿Cómo se puede conectar el medio físico?	Es la que conecta el computador con el medio de comunicaciones, define las especificaciones eléctricas, mecánicas, de procedimiento y funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace entre sistemas finales.	Señales y medios.	Bits

3.5.3 Protocolos de Enlace de Comunicaciones

Se denomina *protocolo de enlace de comunicaciones* al conjunto de especificaciones técnicas que definen las condiciones físicas y los procedimientos lógicos que deben cumplirse para lograr la transferencia de datos extremo a extremo (es decir, entre equipos terminadores de datos correspondientes) de una red de comunicaciones.

Este conjunto de reglas que constituye un protocolo está destinado especialmente a normalizar las interfases entre el equipo terminal de datos y la red a la cual éste se encuentra conectado.

Dos equipos determinados están asociados mediante una **interfase** que incluye elementos físicos concretos que permiten la interconexión entre ellos. Un ejemplo son las interfases RS 232-C, RS 449, X 21 entre otras.

➤ **Definición de interfase:** (desde el punto de vista teleinformático)

Conjunto de normas y procedimientos que permiten la interconexión de dos equipos que realizan funciones diferentes.

Los objetivos más importantes que cumplen los protocolos son:

- ✓ Utilizar con la mayor eficiencia posible el canal de comunicaciones.
- ✓ Asegurar la secuencia correcta e integridad de los datos.
- ✓ Permitir la operación de instalaciones punto a punto y multipunto.
- ✓ Ser independiente del modo de operación del canal de comunicaciones y de las características de transmisión.
- ✓ Presentar condiciones de transparencia, ante cualquier secuencia de bits que se transmitan por el canal.

► **Principales acciones que llevan a cabo los protocolos**

- Control del flujo de datos hacia la estación receptora, a efectos de no saturarla con un volumen de información superior al que puede manejar.
- Control de la actividad en el canal de comunicaciones para identificar la siguiente estación que realizará una intervención.
- Garantizar que los bloques de datos lleguen a su destino libre de errores, sin pérdidas u omisiones y sin duplicaciones indeseadas.
- Enviar bloques de datos en forma transparente, es decir, en forma independiente del código que se utiliza en la transmisión.
- Encaminar los datos hacia la estación destinataria.
- Informar a las estaciones involucradas en la transmisión de datos el estado operativo de cada una de ellas y de las líneas, de forma que las mismas sepan cuales están activas y cuales no.
- Encaminar los datos hacia la estación de destino con independencia de los nodos intermedios que deba atravesar (encaminamiento).

3.5.3.1 Protocolos Orientados a la Conexión y No Orientados a la Conexión

En un **protocolo orientado a la conexión** absolutamente todos los paquetes que se transmiten entre los dos nodos pasan por la misma ruta durante todo el tiempo que dura la conexión. Ej. TCP (Protocolo de Control de Transmisión).

Por el contrario en un **protocolo no orientado a la conexión** se establece las normas para que los paquetes alcancen su destino, lo que no se garantiza es cuándo lo van a alcanzar, o en qué orden. Ej. IP (Internet Protocol) encargado del direccionamiento de paquetes.

Finalmente el protocolo que principalmente se identifica con Internet es el **TCP/IP**.

3.5.4 Protocolo TCP/IP

TCP / IP son las siglas de "*Transfer Control Protocol / Interconnection Protocol*". Éste es el lenguaje establecido para la Red Internet por lo que **IP** también se lo denomina *Internet Protocol*. Las aplicaciones que corren sobre **TCP/IP** no tienen que conocer las características físicas de la red en la que se encuentran, con esto, se evita el tener que modificarlas o reconstruirlas para cada tipo de red. Esta familia de protocolos genera un modelo llamado **INTERNET** cuya correspondencia con el modelo **OSI** queda reflejada en la siguiente Fig. 10

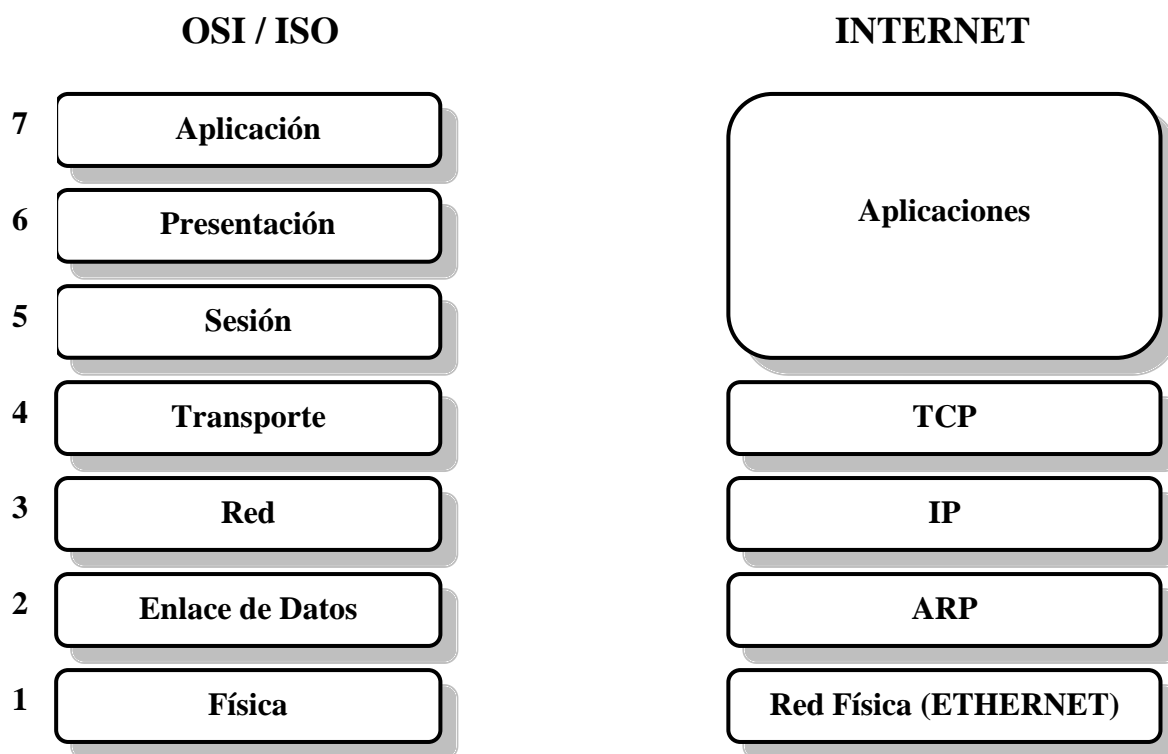


Fig. 10: Correspondencia entre el modelo OSI y el modelo INTERNET.

- La Tabla 2 muestra las Similitudes y diferencias entre el modelo OSI y TCP/IP

Tabla 2: Similitudes y diferencias entre el modelo OSI y TCP/IP

Similitudes	Diferencias
Ambos se dividen en capas.	TCP/IP combina las funciones de la capa de presentación y de sesión en la capa de aplicación.
Ambos tienen capas de aplicación, aunque incluyen servicios muy distintos.	TCP/IP combina la capa de enlace de datos y la capa física del modelo OSI en la capa de acceso de red.
Ambos tienen capas de transporte y de red similares.	TCP/IP parece ser más simple porque tiene menos capas.
Ambos modelos deben ser conocidos por los profesionales de redes.	Los protocolos TCP/IP son los estándares en torno a los cuales se desarrolló la Internet, de

Ambos suponen que se conmutan paquetes. Esto significa que los paquetes individuales pueden usar rutas diferentes para llegar al mismo destino. Esto se contrasta con las redes conmutadas por circuito, en las que todos los paquetes toman la misma ruta.

modo que la credibilidad del modelo TCP/IP se debe en gran parte a sus protocolos. En comparación, por lo general las redes no se desarrollan a partir del protocolo OSI, aunque el modelo OSI se usa como guía.

► *Protocolo IP*

Se trata de un protocolo a nivel de red cuyas principales características son:

- **Ofrece un servicio no orientado a la conexión**, esto significa que cada trama en la que ha sido dividido un paquete es tratado en forma independiente. Las tramas que componen un paquete pueden ser enviadas por caminos distintos e incluso llegar desordenados.
- **Ofrece un servicio no muy fiable porque a veces los paquetes se pierden**, duplican o estropean y este nivel no informa de ello pues no es consciente del problema.

► *Protocolo TCP*

Sus principales características son:

- **Se trata de un protocolo orientado a la conexión.**
- **Orientado al flujo:** el servicio TCP envía al receptor los datos en el mismo orden que fueron enviados.
- **Conexión con circuito virtual:** no existe conexión física dedicada, sin embargo, el protocolo hace creer al programa de aplicación que sí existe esta conexión dedicada.

► *Características de TCP/IP*

Las principales características son:

- **Utiliza conmutación de paquetes.**
- **Proporciona una conexión fiable entre dos máquinas en cualquier punto de la red.**
- **Ofrece la posibilidad de interconectar redes de diferentes arquitecturas y con diferentes sistemas operativos**
- **Se apoya en los protocolos de más bajo nivel para acceder a la red física (Ethernet, Token-Ring).**

► *Funcionamiento de TCP/IP*

Una red que basa su funcionamiento en TCP/IP transfiere datos mediante el ensamblaje de bloques de datos en paquetes conteniendo:

- **La información a transmitir.**
- **La dirección IP del destinatario.**
- **La dirección IP del remitente.**
- **Otros datos de control.**

Existen direcciones **IP Dinámicas** y Direcciones **IP Estáticas** (también llamadas direcciones IP fijas). Si en una red se utilizan direcciones IP dinámicas, cada vez que un dispositivo (por

ejemplo una PC) se conecte a la red se le asignará una dirección IP diferente. Para realizar dicha asignación existe un protocolo llamado DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).

En cambio, las direcciones IP estáticas no cambian con el tiempo. Una dirección IP estática es asignada por el administrador de la red en forma manual. Los servidores de correo, DNS, FTP públicos, y servidores de páginas Web necesariamente deben contar con una dirección IP fija o estática, ya que de esta forma se permite su localización en la red.

Las direcciones IP también pueden clasificarse en **Públicas** y **Privadas**. Esta clasificación se realiza en referencia a quién las administra y el ámbito en el cuál se las utiliza. Las direcciones IP **privadas** pueden utilizarse cuando se requiera comunicarse con otras terminales dentro de la red interna, pero no con Internet directamente. Las direcciones **privadas** son comunes en esquemas de redes de área local (LAN) y es el administrador de la red quién se encarga de su asignación.

Si un dispositivo de una red privada necesita comunicarse con otro dispositivo de otra red privada distinta, es necesario que cada red cuente con una "puerta de enlace" con una dirección IP pública, de manera de que pueda ser alcanzada desde afuera de la red y así se pueda establecer una comunicación. Distintas compañías pueden usar el mismo rango de direcciones privadas sin riesgo de que se generen conflictos con ellas, es decir, no se corre el riesgo de que una comunicación le llegue por error a un tercero que esté usando la misma dirección IP.

Una IP **Pública** se utiliza generalmente para montar servidores en Internet y necesariamente se desea que la IP no cambie por eso siempre la IP Pública se la configura de manera Fija y no Dinámica, aunque se podría hacerlo. Por el contrario, una IP Privada generalmente es dinámica y asignada por un servidor DHCP, pero en algunos casos se configura IP Privada Fija para poder controlar el acceso a Internet o a la red local, otorgando ciertos privilegios dependiendo del número de IP que tenemos.

3.5.4.1 Direcciones IP y Nombres de Dominio

Se llama **dirección IP** a un número de 32 bits que representa de forma unívoca a un host en la red. Generalmente se utiliza el formato de 4 números enteros separados por puntos (192.128.160.45). Una dirección IP consta de dos partes bien diferenciadas:

- a) Una parte que identifica la dirección de la red (NET ID). Esta parte es asignada por el NIC (Network Information Center). Si la red es local, no va a conectarse con otras redes, no es necesario solicitar a ese organismo una dirección. El número de bits que ocupa esta parte depende del tamaño de la red y puede ser de 8,16 o 24 bits.
- b) Una parte que identifica **la dirección de la máquina dentro de la red (HOST ID)**. Las direcciones de los host son asignadas por el administrador de la red.

Los 32 bits se agrupan en 4 bytes de 8 bits cada uno. Con 8 bits en decimal el número máximo representable es 255, por lo que una dirección se representa entonces por cuatro valores decimales, separados por puntos, siendo cada uno un byte:

(0..255) . (0..255) . (0..255) . (0..255)

Así, por ejemplo, una dirección **IP** podría ser: **155.210.13.45**.

No está permitido que coexistan en una misma Red dos ordenadores distintos con la misma dirección, puesto que de ser así, la información solicitada por uno de los ordenadores no sabría a cual de ellos dirigirse.

Cuando una organización decide tener presencia en la WWW, debe crear un Sitio Web, para lo cual debe solicitar y reservar ante NIC (Network Information Center) un **nombre de dominio** a través del cual será reconocido en Internet y al que se le asignará una dirección IP. El sistema de

nombres de dominio (DNS) ayuda a los usuarios a navegar en Internet. Como las direcciones IP (compuestas por una cadena de números) son difíciles de recordar, el DNS permite usar una cadena de letras. Por ejemplo, en el caso de la Universidad Nacional de la Matanza, el nombre de dominio es www.unlam.edu.ar y la ip asociada es 200.47.130.101.

► Clases de redes

El tipo de red, depende entre otras cosas, del número de máquinas que forman la red; atendiendo esto se pueden distinguir tres clases de redes:

✓ Redes Clase A

En una dirección IP de clase A, el primer byte representa la red.

El bit más importante (el primer bit a la izquierda) está en cero, lo que significa que hay 2^7 (00000000 a 01111111) posibilidades de red, que son 128 posibilidades. Sin embargo, la red 0 (bits con valores 00000000) no existe y el número 127 está reservado para indicar su equipo.

Las redes disponibles de clase A son, por lo tanto, redes que van desde **1.0.0.0** a **126.0.0.0** (los últimos bytes son ceros que indican que se trata seguramente de una red y no de equipos).

Los tres bytes de la izquierda representan los equipos de la red. Por lo tanto, la red puede contener una cantidad de equipos igual a: $2^{24}-2 = 16.777.214$ equipos. La Tabla 3 muestra un ejemplo de dirección Clase A.

El byte de red debe ser un número entre **0** a **126**

0.....7 8.....31

Dirección de la red	Identificador de la máquina
0.....	

Tabla 3: Direccionamiento Clase A

Clase A	RED	HOST		
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Ejemplo	7	125	67	244
En binario	00000111	01111101	01000011	11110101

✓ Redes Clase B

En una dirección IP de clase B, los primeros dos bytes representan la red.

Los primeros dos bits son 1 y 0; esto significa que existen 2^{14} (10 000000 00000000 a 10 111111 11111111) posibilidades de red, es decir, 16.384 redes posibles. Las redes disponibles de la clase B son, por lo tanto, redes que van de **128.0.0.0** a **191.255.0.0**.

Los dos bytes de la izquierda representan los equipos de la red. La red puede entonces contener una cantidad de equipos equivalente a: Por lo tanto, la red puede contener una cantidad de equipos igual a: $2^{16}-2 = 65.534$ equipos. La Tabla 4 muestra un ejemplo de dirección Clase B.

El formato de direcciones es:

0 15 16 31

Dirección de la red 10.	Identificador de la máquina
---------------------------------	-----------------------------

La Tabla 4 muestra un ejemplo de dirección Clase B.

Tabla 4: Direccionamiento Clase B

Clase B	RED		HOST	
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Ejemplo	135	125	67	244
En binario	10000111	01111101	01000011	11110101

✓ Redes Clase C

En una dirección IP de clase C, los primeros tres bytes representan la red. Los primeros tres bits son 1,1 y 0; esto significa que hay 2^{21} posibilidades de red, es decir, 2.097.152.

Las redes disponibles de la clases C son, por lo tanto, redes que van desde **192.0.0.0** a **223.255.255.0**.

El byte de la derecha representa los equipos de la red, por lo que la red puede contener: $2^8 - 2^1 = 254$ equipos. <La Tabla 5 muestra un ejemplo de dirección Clase C.

El formato de las direcciones es:

0 23 24 31

Dirección de la red 110.	Identificador de la máquina
----------------------------------	-----------------------------

Tabla 5: Direccionamiento Clase C

Clase C	RED			HOST
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Ejemplo	195	125	67	244
En binario	11000011	01111101	01000011	11110101

La Tabla 6 muestra los rangos de direcciones de cada clase.

Tabla 6: Rangos de cada clase

	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
Clase A	0...126	0...255	0...255	0...255
Clase B	128...191	0... 255	0....255	0... 255

Clase C	192... 223	0... 255	0... 255	0... 255
---------	------------	----------	----------	----------

Existen más tipos redes, como la D, E y F cuyo rango de direcciones oscila entre 224.0.0.0 y 254.0.0.0; este tipo de redes son experimentales o se reservan para uso futuro.

Ejemplo: La dirección 156.35.41.20 identifica el host 41.20 de la red 156.35.

3.5.4.2 Máscaras y Subnetting

► Máscaras de subred

Anteriormente se definió que una dirección IP está compuesta por números que identifican la red y números que identifican los host que pertenecen a esa red. La **máscara de red** se utiliza expresamente para determinar la red asociada con cada dirección. Si bien mantiene el formato de una dirección IP, está compuesta en su notación binaria por **unos** en lugar de los bits **destinados a la red** y por **ceros** en el lugar de los **bits destinada a los host**.

La **máscara de subred** muestra la **red** y oculta el **host**.

Una máscara de red me permite:

a) **Determinar, de una dirección IP, cuales son los bits que identifican la red y cuáles son los que identifican el host.**

Tanto los bits de red (unos) como los de host (ceros), en una máscara de red deben ser **CONSECUTIVOS Y ADYACENTES**. Los bits que identifican a la red comienzan siempre del lado izquierdo de la máscara.

Ejemplos de Máscaras en cada Clase de Dirección IP:

➤ Clase A

En toda dirección IP de una red clase A, el primer byte identifica la red y los otros tres a los host.

La máscara de una dirección IP clase A entonces será:

En binario: **11111111.00000000.00000000.00000000**

En decimal: **255 . 0 . 0 . 0**

➤ Clase B

En toda dirección IP de una red clase B, los primeros dos bytes identifican la red y los otros dos a los host.

La máscara de una dirección IP clase B entonces será:

En binario: **11111111.11111111.00000000.00000000**

En decimal: **255 . 255 . 0 . 0**

➤ Clase C

En toda dirección IP de una red clase C, los primeros tres bytes identifican la red y el otro a los host.

La máscara de una dirección IP clase C entonces será:

En binario: **11111111.11111111.11111111.00000000**

En decimal: **255 . 255 . 255 . 0**

Estas son llamadas habitualmente máscaras por defecto.

b) Dada la dirección IP de un host, la máscara de red permite determinar a que red pertenece el mismo.

Para esto debo realizar un **Y lógico (producto lógico)** entre la dirección IP y la máscara.

Se recuerda que $a \cdot 1 = a$ y $a \cdot 0 = 0$, es decir, la máscara “deja ver” aquellos bits de la dirección IP donde la máscara tiene bits en 1 y “oculta” aquellos donde la máscara tiene bits en 0.

Ejemplo:

Dada la siguiente dirección IP clase B: 145.54.95.18

Máscara: 255.255.0.0

Determinar a que red pertenece el host.

Solución: Realizar un producto lógico entre la dirección IP y la máscara.

Producto lógico: Se multiplica, por byte, cada bit de la IP con el correspondiente bit del mismo peso de la máscara, como se puede apreciar en la Tabla 7:

Tabla 7: Producto lógico entre dirección IP y máscara

	Decimal	Binario			
IP	145.54.95.18	1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 1 0 1 1 1 1 1	0 0 0 1 0 0 1 0
Máscara	255.255.0.0	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
Red	Producto lógico	1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
Red		145	54	0	0

Respuesta: el host con IP 145.54.95.18 y máscara 255.255.0.0 pertenece a la red 145.54.0.0

NOTA: si bien esto se podría haber determinado únicamente analizando la máscara, debido a que la misma tiene en uno los bits de red y en cero los de host; la explicación de la resolución por medio del **and** lógico nos será útil para comprender el cálculo de redes a partir de un host cuando utilice subnetting.

► Subnetting

Se utiliza este procedimiento, para armar subredes a partir de una red. Por ejemplo, en el caso que a una organización le asignen una única dirección IP pública, y se necesita armar más de una subred interna.

Para esto lo que se hace es **“tomar” algunos bits de la parte de host** y utilizarlos para armar las subredes.

1) ¿Cómo nos damos cuenta que se utilizó subnetting?

Si NO se utilizó subnetting las máscaras de red son únicamente las máscaras por defecto:

Clase A: 255.0.0.0; Clase B: 255.255.0.0; Clase C: 255.255.255.0

En estos casos, al hacer el producto lógico entre una dirección IP y su máscara, obtendré siempre la dirección de una red en la clase correspondiente (podemos verificar esto observando el rango del primer byte de la dirección de la red obtenida).

Por otro lado, en la máscara de red por defecto los números en decimal son únicamente 0 o 255. **Si se utilizó subnetting, en la máscara de red aparecerá un número en decimal DISTINTO de 0 y 255.**

Ejemplos de máscaras de redes a las que se le aplicó subnetting:

Clase A: 255.**240**.0.0; Clase B: 255.255.**192**.0; Clase C: 255.255.255.**224**

2) ¿Cuántas subredes se pueden armar?

Esto depende de la cantidad de bits de host que “tome” para armar las subredes.
La siguiente fórmula permite calcular la cantidad de subredes:

$N = 2^n$

Donde:

N= Cantidad de subredes que puedo armar

n= Cantidad de bits de host que utilizo para armar las subredes.

Ejemplo

Dada la dirección IP de una **red clase B**: 145.54.0.0 su máscara por defecto es: 255.255.0.0

Si decimos que su máscara de **subred** será: 255.255.**240**.0 (El 3º byte es distinto de 0)

a) ¿Cuántas subredes puedo armar?

b) ¿Cuáles son esas subredes?

Soluciones:

a) Pasando la máscara a binario nos queda:

$$255.255.240.0 = \underbrace{11111111 . 11111111}_{\text{Bits de RED}} . \overbrace{11110000}^{\substack{\text{Bits de HOST usados} \\ \text{para SUBNETTING}}} . \underbrace{00000000}_{\text{Bits de HOST}}$$

Podemos ver que se toman 4 bits de host para armar subredes, por lo tanto se pueden armar entonces 16 subredes pues: $2^4 = 16$.

Para saber cuáles son las subredes que se pueden armar, se deben escribir todas las **posibles combinaciones** en binario con 4 bits (0000 ; 0001; 0010, etc.) en el byte en el que se tomaron esos 4 bits (en este caso en el 3° byte), siempre recordando que los bits de red deben ser **CONSECUTIVOS** y **ADYACENTES** (si tome cuatro bits, las 16 posibles combinaciones se arman con los cuatro bits de la izquierda del byte, los restantes serán cero), como muestra la Tabla 8

Tabla 8: Las 16 combinaciones posibles al aplicar la máscara al 3° byte

Bits de Subred	En decimal
0000 0000	0
0001 0000	16
0010 0000	32
0011 0000	48
0100 0000	64
0101 0000	80
0110 0000	96
0111 0000	112
1000 0000	128
1001 0000	144
1010 0000	160
1011 0000	176
1100 0000	192
1101 0000	208
1110 0000	224
1111 0000	240

b) A continuación, se arma la Tabla 9 con los bits de red y los de host.

Los bits de red por defecto de una IP clase B son 16; si se le suman los cuatro que se tomaron para armar subredes se tendrán en total 20 bits para la red.

La Tabla 9 muestra la dirección IP de cada una de las 16 subredes:

Tabla 9: Dirección IP de cada subred obtenida al aplicar la máscara

Bits con la máscara en 1			Bits con la máscara en 0		IP resultante en decimal
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.0.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.16.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 0 1 0	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.32.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 0 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.48.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 1 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.64.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 1 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.80.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 1 1 0	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.96.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 1 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.112.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	1 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.128.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	1 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.144.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	1 0 1 0	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.160.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	1 0 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.176.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	1 1 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.192.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	1 1 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.208.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	1 1 1 0	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.224.0
1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	1 1 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	145.54.240.0

3) Dada una dirección IP de un host

¿Cómo se determina a que red (o subred) pertenece?

Respuesta: Realizando un producto lógico entre la dirección IP del host y la máscara.

Ejemplo: Dada la siguiente dirección IP clase B: 145.54.95.18

Máscara: 255.255.240.0

Determinar a qué subred pertenece el host, la Tabla 10 muestra la solución:

Tabla 10: Determinación de la subred a la cual pertenece un host

	Decimal	Binario			
IP	145.54.95.18	1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 1 0 1 1 1 1 1	0 0 0 1 0 0 1 0
Máscara	255.255.240.0	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
Red	Y (and) lógico	1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 1 0 1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
Red		145	54	80	0

Respuesta:

El host con IP 145.54.95.18 y máscara 255.255.240.0 pertenece a la subred 145.54.80.0

NOTA: analizando la máscara podemos determinar que se utilizaron 4 bits de host para armar subredes; por lo tanto puedo armar 16 subredes.

4) ¿Cuántos bits se utilizan para indicar la red?

Los que son 1 (CONSECUTIVOS Y ADYACENTES) en la máscara de red, por lo tanto se utilizan 20 bits para la red.

NOTA: Otra nomenclatura comúnmente utilizada para indicar que se utilizan 20 bits para indicar la red es al lado de la dirección IP escribir: / la cantidad de bits para indicar la red.

Ejemplo: IP 145.54.95.18 / 20

5) ¿Cuál es el rango de host de la red recién calculada? (145.54.80.0)

Necesitamos para ello saber cual es el primer host de la red y cual el último.

- Primer host de la red: 145.54.80.1
- Último host de la red: 145.54.95.254

Un método fácil para hallar el último host de la red es:

- Calcular primero la siguiente subred.
- Un host anterior sería el último de la red en la que estoy determinando el rango; como esta dirección se encuentra reservada para broadcast "resto" otro host.

Calcular la siguiente subred:

Si tenemos la tabla 9 armada, sólo debo buscar la siguiente subred.

Otra forma de calcularla es: En la IP de red antes calculada (145.54.80.0); sumo 1 al último bit de host tomado para armar las subredes (los que están en gris), ver Tabla 11. Notar que este es el último bit de red.

Tabla 11: Cálculo de la siguiente subred

Máscara	255.255.240.0	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
Red	145.54.80.0	1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 1 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
Sumo 1 al último bit de red				1		
Siguiente subred		1 0 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 1 1 0	0 1 1 0	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
		145	54	96		0

Un host anterior sería: 145.54.95.255
(Esta es la dirección reservada para Broadcast)

Ultimo host de la red: 145.54.95.254

Respuesta: el rango de host de la red 145.54.80.0 va:
desde el host 145.54.80.1 hasta el host 145.54.95.254

6) ¿Cual es la dirección de Broadcast de la red antes calculada? (145.54.80.0)

La dirección de broadcast de la red es 145.54.95.255

3.6 Convención de Direcciones Especiales

Existen algunas direcciones (combinaciones de unos y ceros) que no se asignan como direcciones IP, sino que tienen un significado especial. Estas combinaciones son las que muestra la Tabla 12.

Como ejemplo utilizaremos la dirección IP de una red clase A :

7. 24.120.240
RED HOST

Tabla 12: Direcciones especiales

NOMBRE	ACCIÓN	GRAL	EJEMPLO
DIFUSIÓN DIRIGIDA BROADCAST	PERMITE DIRECCIONAR A TODOS LOS HOST DENTRO DE LA RED ESPECIFICADA	DIRECCIÓN DE RED. TODOS UNOS	7. 255. 255. 255 00000111.11111111.11111111.11111111
LOOPBACK	SE UTILIZA PARA REALIZAR PRUEBAS DENTRO DE UN MISMO HOST (NO SALE POR PLACA DE RED)	127. CUALQUIER COMBINACIÓN (NORMALMENTE CERO.CERO.UNO)	127. 0. 0. 1 01111111.00000000.00000000.00000001
DIRECCIONA A HOST INTERNO	PERMITE DIRECCIONAR A UN HOST INTERNO DE LA RED	CERO. DIR DE HOST	0. 24. 120. 240 00000000. 00011000.01111100.11110000
DIFUSIÓN LIMITADA	DIRECCIONA A LOS HOST DE LA PROPIA RED	TODOS UNOS	255. 255. 255. 255 11111111.11111111.11111111.11111111
DIRECCIONA AL PROPIO HOST	PERMITE DIRECCIONAR AL PROPIO HOST	TODOS CEROS	0. 0. 0. 0 00000000. 00000000. 00000000. 00000000

La dirección 0.0.0.0 significa "este dispositivo" y solamente se utiliza cuando se está iniciando el sistema y no se conoce todavía la dirección asignada al dispositivo. No está permitido su uso como dirección de destino. En cambio, la dirección 127.0.0.1, que también significa "este mismo dispositivo", sí se puede usar como dirección de destino y el efecto es que los mensajes que se le envíen "rebotan" y vuelven a ser recibidos por el mismo dispositivo. Esto es muy útil para propósitos de pruebas.

Capítulo IV: Técnicas de transmisión de la Información

4.1 Medios de comunicación

A la hora de seleccionar equipo para el montaje de una red, o de planificar la expansión de una existente, se deberán conocer las distintas opciones que existen para implementar la conexión. La comunicación entre dos o más sistemas de computadoras por medio de señales eléctricas (como son los niveles de tensión), necesitan de un medio de transmisión. El tipo de medio que se utilice limita la velocidad de transmisión y la máxima distancia que puede existir entre los equipos que se intercomunican.

Una primera clasificación sería:

- ✓ **Aéreos:** basados en señales radio eléctricas (utilizan la atmósfera como medio de transmisión), en señales de rayos láser o rayos infrarrojos.
- ✓ **Sólidos:** principalmente el cobre en par trenzado o cable coaxial y la fibra óptica.

Previamente debemos recordar que las señales se propagan por los medios en forma de ondas electromagnéticas. Este concepto vale tanto para la propagación en medios sólidos como para los aéreos. La velocidad de propagación de la onda depende del medio, ya sea sólido o aéreo.

4.1.1 Medios De Transmisión Sólidos

► Cable de par no trenzado

Es el medio más sencillo para establecer comunicación. Cada conductor esta aislado del otro, y se encuentra *balanceado*, es decir que ambos cables tienen igual longitud, espesor, etc. Ver Fig. 1.

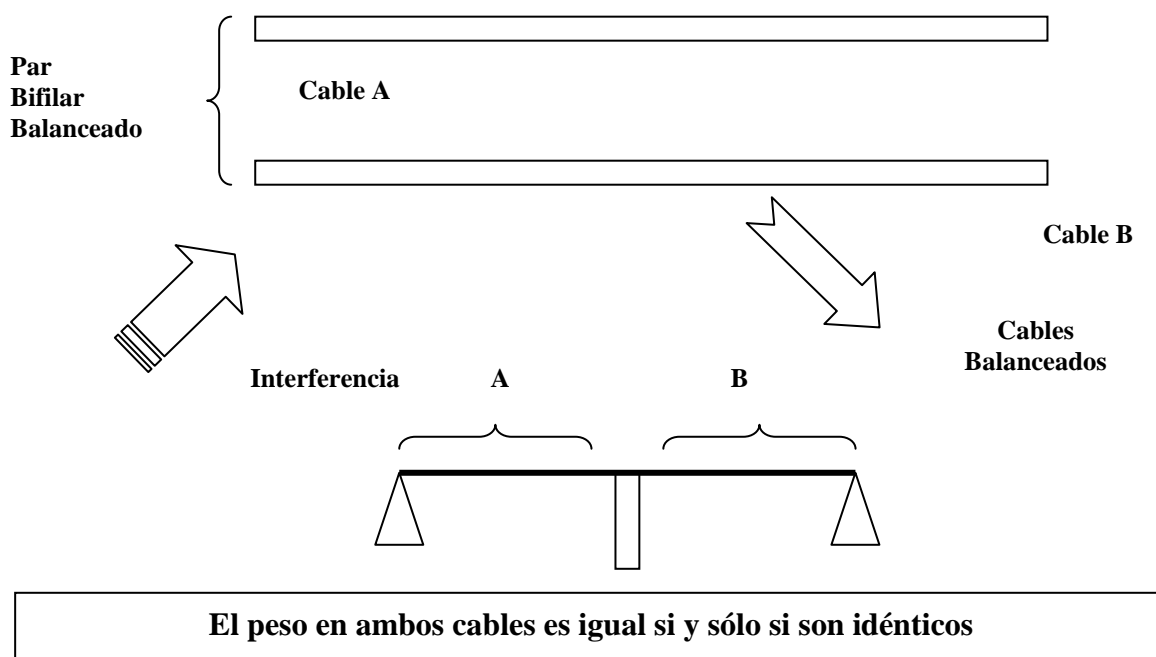


Fig. 1: Cable de par no trenzado.

Al ser los cables balanceados, cuando hay una interferencia, la misma se reparte entre ambos cables y se neutraliza (anula). Es el mismo caso que en una balanza equilibrada, se agregara un peso igual en ambos platillos: la balanza continuaría equilibrada.

Cuando se transmite una señal o dato, la línea se desbalancea, como si se agregara un grano de arena a uno de los platillos de la balanza. Por eso, este tipo de cable se utiliza en comunicaciones a una determinada distancia.

Es usado en telefonía, pero su aplicación en transmisión de datos está limitada a la conexión de equipos entre distancias no mayores a **1000 metros**, con velocidades de transmisión desde **1 Mbps**, dependiendo de la categoría (a mayor categoría, mayor velocidad). Si la distancia es mayor, obviamente, la velocidad disminuye.

► *Cable de par trenzado blindado (STP)*

Si el cable trenzado se rodea con una malla conductora, se tiene el cable blindado (“**STP**, *Shielded Twisted Pair*”), con el cual es posible reducir los efectos de interferencia de señales externas. Combina las técnicas de blindaje, cancelación (efecto de los pares trenzados de hilos para limitar la degradación de la señal que causan las interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencia) y trenzado de cables.

Cada par de hilos está envuelto en un papel metálico. Los dos pares de hilos están envueltos juntos en una trenza o papel metálico. Según se especifica para el uso en instalaciones de redes *Token Ring*, el **STP** reduce el ruido eléctrico dentro del cable. También reduce el ruido electrónico desde el exterior del cable. Ver Fig. 3.

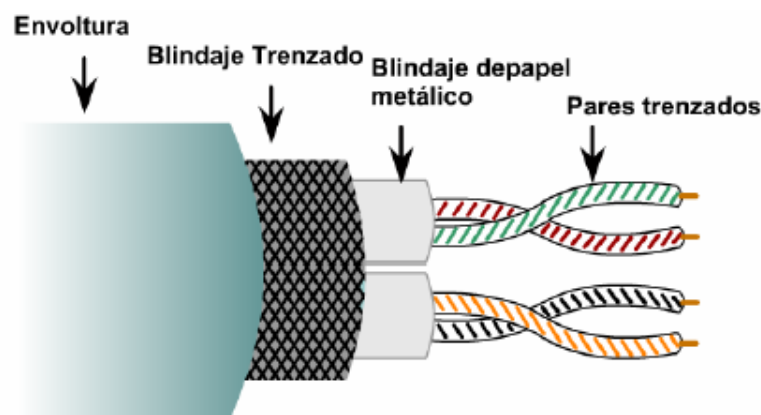
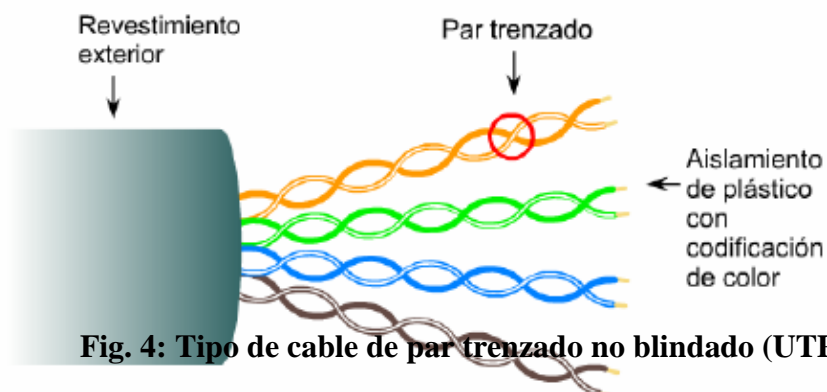


Fig. 3: Tipo de cable de par trenzado blindado (STP)

► *Cable de par trenzado no blindado (UTP)*

En la red LAN, el cable trenzado no blindado (“**UTP**, *Unshielded Twisted Pair*”) se utiliza para conectar la computadora a la red del ámbito respectivo.

Es un medio de cuatro pares de hilos que se utiliza en diversos tipos de redes. Cada uno de los 8 hilos de cobre individuales del cable **UTP** está revestido de un material aislante. Además, cada par de hilos está trenzado. Ver Fig. 4. Al igual que el cable **STP**, el cable **UTP** debe seguir especificaciones precisas con respecto a cuánto trenzado se permite por unidad de longitud del cable.



► Cable coaxial

A medida que la velocidad de transmisión aumenta, la corriente eléctrica que circula por el cable tiende a hacerlo por la superficie exterior del mismo, de esta manera emplea menor sección del conductor, y por lo tanto se incrementa la resistencia eléctrica. Este fenómeno, se denomina **efecto pelicular**, hace que las pérdidas de transmisión a frecuencias altas sean considerables e impide el empleo de los cables **UTP** para velocidades mayores a 1 Mbps.

La estructura del cable coaxial, minimiza el efecto pelicular. El conductor sólido central es concéntrico al anillo del conductor externo o tierra que puede ser también sólido o mallado.

El espacio entre los dos conductores lo ocupa un **dieléctrico** (aislante), como se puede apreciar en la Fig. 5, el conductor central se encuentra aislado de los ruidos electromagnéticos externos. Utilizando cable coaxial es posible transmitir a **10 Mbps** sobre distancias de casi **600 metros**. Con técnicas de modulación, que se verán más adelante, se aumenta considerablemente la distancia y la capacidad de cable. El cable coaxial se utiliza así desde hace un buen tiempo en las redes de TV por cable que transportan innumerable cantidad de canales de televisión.

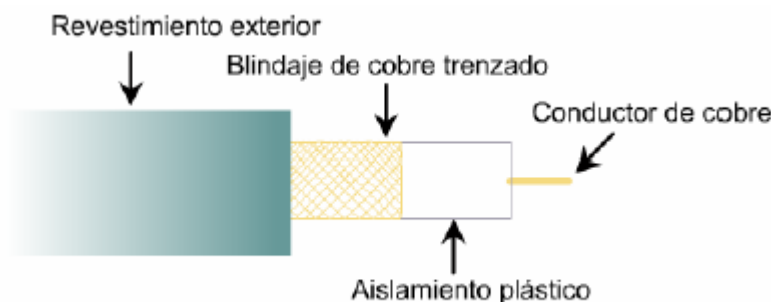


Fig. 5: Tipo de cable coaxial

► ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) Línea de abonado digital asimétrica

Bajo el nombre **xDSL** se definen una serie de tecnologías que permiten el uso de una línea de cobre (la que conecta nuestro domicilio con la central de Telefónica) para transmisión de datos de alta velocidad y, a la vez, para el uso normal como línea telefónica. Se llaman **xDSL** ya que los acrónimos de estas tecnologías acaban en **DSL**, que está por "*Digital Subscriber Line*" (línea de abonado digital): **HDSL**, **ADSL**, **RADSL**, **VDSL**. Cada una de estas tecnologías tiene distintas características en cuanto a prestaciones (velocidad de la transmisión de datos) y distancia de la central (ya que el cable de cobre no estaba pensado para eso, a cuanto más distancia peores prestaciones). Entre estas tecnologías la más adecuada para un uso domestico de Internet es la llamada **ADSL**.

ADSL Permite la transmisión de datos a mayor velocidad en un sentido que en el otro (de eso viene el "asimétrica" en el nombre).

► *Fibra óptica*

La velocidad de transmisión que permite el cable coaxial es buena, pero limitada. Existe un medio de transmisión con principios tecnológicos diferentes que soluciona los problemas propios de los conductores de cobre. La **fibra óptica** no transporta la información como señales eléctricas sino que utiliza variaciones de un haz de luz a través de una fibra de vidrio. Las ondas de luz ofrecen un ancho de banda mucho mayor que la de las señales eléctricas. Por esta razón es posible conseguir velocidades de **varios cientos de Mbps**. Además son completamente inmunes a las interferencias electromagnéticas y a todo tipo de ruido que tanto afectan las comunicaciones a través de cables de cobre.

Un cable de **fibra óptica** está compuesto por una fibra de vidrio para cada señal que se quiere transmitir, en un protector de plástico o **PVC** (*cloruro de polivinilo*, "*Poli Vinilo Cloruro*") que la aísla del exterior. La señal luminosa la debe generar un transmisor óptico que realiza la conversión de las señales eléctricas de los computadores de igual forma, en la recepción debe existir un elemento que realice la conversión inversa, o sea, de señal luminosa a señal eléctrica. Los componentes electrónicos encargados de realizar estas funciones de conversión son el **diodo emisor de luz** o **LED** y el fototransistor respectivamente.

La estructura de la fibra óptica consta de dos partes, como se puede observar en la Fig. 7:

- ✓ El núcleo de vidrio o material plástico.
- ✓ El cubrimiento también de vidrio pero con un **índice de refracción** (cociente entre la señal luminosa de salida y la de entrada) menor.

La luz se propaga a lo largo del núcleo según el ancho del mismo y de los materiales usados.

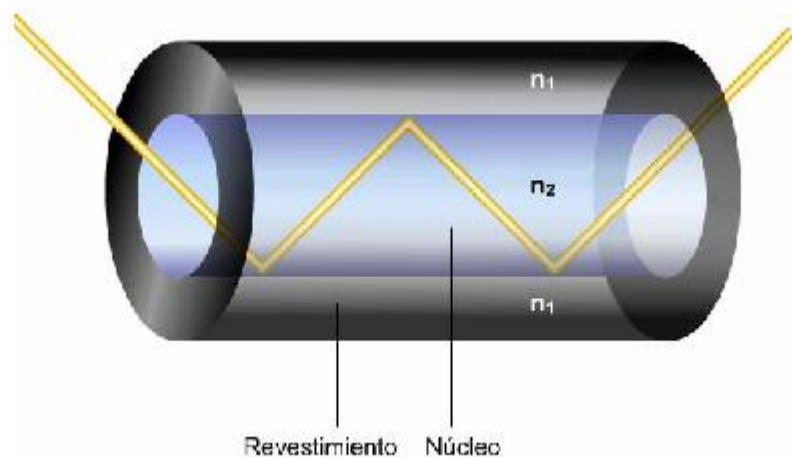


Fig. 7: Propagación de la luz en un cable de Fibra óptica

Las ventajas de los cables de fibra óptica respecto de los cables eléctricos son:

- **Mayor velocidad de transmisión.** Las señales recorren los cables de fibra óptica a la velocidad de la luz ($v = 3 \times 10^9$ m/s), mientras que las señales eléctricas recorren los cables a una velocidad cuya media oscila entre el 50 y el 80 % de ésta, según el tipo de cable.
- **Mayor capacidad de transmisión.** Pueden lograrse velocidades por encima de 100 Gbit/s.
- **Inmunidad total ante interferencias electromagnéticas.** La fibra óptica no produce ningún tipo de interferencia electromagnética y no se ve afectada por rayos o por pulsos electromagnéticos nucleares (NEMP) que acompañan a las explosiones nucleares.
- **No existen problemas de retorno de tierra, crosstalk o reflexiones** como ocurre en las líneas de transmisión eléctricas.
- **La atenuación aumenta con la distancia más lentamente** que en el caso de los cables eléctricos, lo que permite mayores distancias entre repetidores.
- **Se consiguen tasas de error típicas del orden de 1 en 10^9 frente a las tasas del orden de 1 en 10^6 que alcanzan los cables coaxiales.** Esto permite aumentar la velocidad eficaz de transmisión de datos, reduciendo el número de retransmisiones o la cantidad de información redundante necesaria para detectar y corregir los errores de transmisión.
- **No existe riesgo de cortocircuito o daños de origen eléctrico.**
- **Los cables de fibra óptica pesan la décima parte de los cables de corte apantallados.** Esta es una consideración de importancia en barcos y aviones.
- **Los cables de fibra óptica son generalmente de menor diámetro, más flexibles y más fáciles de instalar** que los cables eléctricos.
- **Los cables de fibra óptica son apropiados para utilizar en una amplia gama de temperaturas.**
- **Es más difícil escuchar sobre cables de fibra óptica que sobre cables eléctricos.** Es necesario cortar la fibra para detectar los datos transmitidos. Las escuchas sobre fibra óptica pueden detectarse fácilmente utilizando un reflectómetro en el dominio del tiempo o midiendo las pérdidas de señal.
- **Se puede incrementar la capacidad de transmisión de datos** añadiendo nuevos canales que utilicen longitudes de onda distintas de las ya empleadas.
- **La fibra óptica presenta una mayor resistencia a los ambientes y líquidos corrosivos** que los cables eléctricos.
- **Las materias primas para fabricar vidrio son abundantes** y se espera que los costos se reduzcan a un nivel similar al de los cables metálicos.
- **La vida media operacional y el tiempo medio entre fallos de un cable de fibra óptica son superiores** a los de un cable eléctrico.
- **Los costos de instalación y mantenimiento para grandes y medias distancias son menores** que los que se derivan de las instalaciones de cables eléctricos.

La mayor desventaja es que no se puede “pinchar” fácilmente este cable para conectar un nuevo nodo a la red.

4.1.2 Medios de Transmisión Aéreos

► Vía satélite

Los datos entre computadoras también pueden transmitirse utilizando ondas electromagnéticas de radio a través del espacio libre por medio de satélites. Un haz de microondas (longitud de onda

del orden a los 10 micrones) se transmite al satélite desde la tierra. El haz lo recibe el satélite y lo retransmite empleando una antena direccional y un circuito interno llamado **transponder**. Ver Fig. 11.

El ancho de banda de un transponder es muy alto, alrededor de **500 MHz.**, por lo cual es posible lograr velocidades de transmisión de datos muy altas. Los satélites utilizados en comunicaciones son **geoestacionarios**. Esto significa que el satélite realiza un giro a la órbita de la tierra en 24 horas de manera sincronizada con la rotación de la misma. Así aparece estático si se mira desde la superficie de la tierra.

Las frecuencias para subir (“up-link”, enlace ascendente) y bajar (“down-link”, enlace descendente) información del satélite son diferentes.

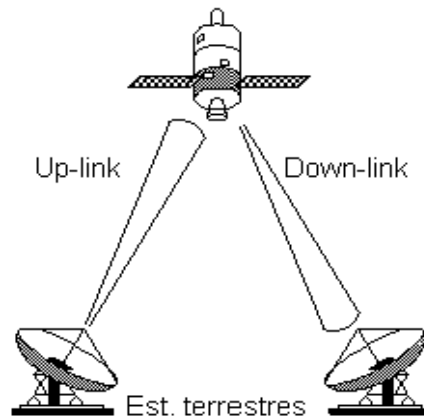


Fig. 11: Comunicación vía satélite

Algunas características de las comunicaciones vía satélite:

- **Existe un retardo de 0,5 seg. en las comunicaciones** debido a la distancia que han de recorrer las señales. Los cambios en los retrasos de propagación provocados por el movimiento en ocho de un satélite geoestacionario necesita transmisiones frecuentes de tramas de sincronización.
- **Los satélites tienen una vida de siete a diez años**, pero pueden sufrir fallos que provocan su salida de servicio. Es, por tanto, necesario disponer de un medio alternativo de servicio en caso de cualquier eventualidad.
- **Las estaciones terrenas suelen estar lejos de los usuarios y a menudo se necesitan caros enlaces de alta velocidad.** Las estaciones situadas en la banda de bajas frecuencias están dotadas de grandes antenas (de unos 30 metros de diámetro) y son extremadamente sensibles a las interferencias. Por este motivo suelen estar situadas lejos de áreas habitadas. Utilizar un enlace de microondas de alta capacidad solo ayudaría a complicar los problemas de ruido que presenta el enlace con el satélite.
- **Las comunicaciones con el satélite pueden ser interceptadas por cualquiera que disponga de un receptor en las proximidades de la estación.** Es necesario utilizar técnicas de encriptación para garantizar la privacidad de los datos.
- **Los satélites geoestacionarios pasan por períodos en los que no pueden funcionar.** En el caso de un eclipse de Sol en el que la tierra se sitúa entre el Sol y el satélite, se corta el suministro de energía a las células solares que alimentan el satélite, lo que provoca el paso del suministro de energía a las baterías de emergencia, operación que a menudo se traduce en una reducción de las prestaciones o en una pérdida de servicio.
- **En el caso de tránsito solar, el satélite pasa directamente entre el Sol y la Tierra provocando un aumento de ruido térmico** de la estación terrena, y una pérdida probable de la señal enviada por el satélite.

- **Los satélites geoestacionarios no son totalmente estacionarios con respecto a la órbita de la Tierra.** Las desviaciones de la órbita ecuatorial hace que el satélite describa una figura parecida a un ocho, de dimensiones proporcionales a la inclinación de la órbita con respecto al ecuador. Estas variaciones en la órbita son corregidas desde una estación de control.
- **Actualmente hay un problema de ocupación de la órbita geoestacionaria.** Cuando un satélite deja de ser operativo, debe irse a otra órbita, para dejar un puesto libre. La separación angular entre satélites debe ser de 2 grados (anteriormente era de 4). Esta medida implicó la necesidad de mejorar la capacidad de resolución de las estaciones terrenas para evitar detectar las señales próximas en la misma banda en forma de ruido.

► *Enlace de microondas*

Este sistema, similar en principio al del satélite, se utiliza en tierra para comunicar sitios separados por accidentes geográficos que hacen poco práctica y costosa la instalación de un medio físico como el cable. La condición principal para realizar un enlace de microondas, es la existencia de lo que se denomina **una línea de vista física** entre las antenas emisora y receptora. La máxima distancia de enlace que se logra sin problemas de atenuación y desvanecimiento (“*fading*”) de la señal es de aproximadamente **50 Km**. El haz de microondas sufre alteraciones cuando encuentra obstáculos similares a edificios, árboles, montañas y se afecta con las condiciones del clima como lluvia intensa, granizadas o neblina.

► *Luz infrarroja*

Permite la transmisión de información a velocidades muy altas: **10 Mbits /seg**. Consiste en la emisión /recepción de un haz de luz, debido a esto, el emisor y receptor deben tener contacto visual (la luz viaja en línea recta). Debido a esta limitación pueden usarse espejos para modificar la dirección de la luz transmitida

► *Enlace de radio*

La transmisión de datos mediante ondas de radio a través de estaciones terrestres, también se utiliza para establecer comunicación entre computadoras localizadas en sitios relativamente cercanos. Por ejemplo, en un sistema de monitoreo o de adquisición de información integrado por varios computadores ubicados en zonas rurales (vigilancia de la cuenca de un río, por ejemplo) éstos pueden emitir sus datos, a través de radio, a un computador central. A su vez, el computador principal puede reajustar parámetros y solicitar nuevos datos, utilizando el mismo enlace.

La Fig. 13, muestra el proceso donde las siglas EB significan Estación Base

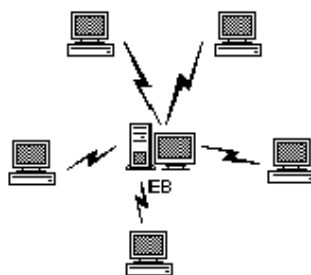


Fig. 13: Enlace por radio.

► *Wireless*

Las tecnologías inalámbricas (*wireless*) se están imponiendo sobre las tecnologías alámbricas convencionales por diversas razones:

- El alto costo de los cables y de la mano de obra.
- El bajo tiempo de despliegue de los sistemas *wireless*.
- La no necesidad de permisos estatales.

4.1.2.1 Metodologías De Transmisión Aéreas

► *Voice sobre IP*

Antes del arribo de la tecnología de **voz sobre IP (VoIP)**, se necesitaban redes aisladas para transportar simultáneamente tráfico de voz y datos. Ambas redes operan actualmente con el mismo tipo de cableado, pero la infraestructura física de la red de datos ha sido optimizada para hacer uso de **voz sobre IP**.

VoIP es el transporte de voz digitalizada y encapsulada dentro de paquetes de datos, utilizando el Protocolo de Internet (IP), sobre redes públicas o privadas.

Una de las mejores formas de alcanzar la eficiencia en el uso del ancho de banda como recurso, es a través de la unificación de las redes de transporte de voz y datos. Dicha convergencia también reduce costos operativos, ya que sólo se hace necesario el soporte y mantenimiento de una sola red.

En redes **VoIP**, las señales analógicas deben ser convertidas en paquetes digitales antes de ser transportadas a través de las redes de datos **IP**. Una vez llegados a destino, estos paquetes deben ser nuevamente vueltos a su estado original de ondas de sonido analógicas para ser escuchados por el receptor.

► *Voz sobre Internet*

Voz sobre Internet se refiere a la posibilidad de realizar llamadas telefónicas, cursando el tráfico sobre Internet en lugar de la red telefónica pública conmutada, **PSTN**. No ofrece garantía (ni calidad) de servicio y es altamente inseguro.

► *Telefonía IP*

Es un sistema avanzado de comunicaciones empresariales entre dos puntos terminales, que utilizando **IP** como medio de transporte, permite crear un sistema telefónico agregando funcionalidades como integración de aplicaciones, movilidad, etc.

Se observan ventajas adicionales como: mejoras en la productividad del empleado, mejor colaboración entre empleados, respuestas mejores y más rápidas ante las necesidades del negocio, mejor recuperación ante problemas o desastres, etc.

4.2 Criterios de Diseño

Son varios los criterios de selección que deben considerarse a la hora de planificar la implementación de una red, un criterio es la “forma geométrica” de interconexión de las computadoras.

Existe la posibilidad de establecer un punto de enlace con otras redes locales o extensas, ampliando de esta manera las posibilidades de comunicación de todos los usuarios de la red mediante **dispositivos de interconexión**.

4.2.1 Dispositivos de Interconexión

➤ **Hubs** (*concentradores*):

Dispositivo que interconecta host dentro de una red. Es el dispositivo de interconexión más simple que existe. En otras palabras, permiten que la red trate un grupo de hosts como si fuera una sola unidad. Su representación es mostrada en la Fig. 14.



Hub

Fig. 14: Símbolo de un Hub.

Sus principales características son:

- Se trata de un dispositivo de múltiples puertos o “bocas” donde se centralizan todas las conexiones de una red, es decir un dispositivo con muchos puertos de entrada y salida.
- No tiene ninguna función aparte de centralizar conexiones y distribuir la información a todos los puestos conectados (broadcast).
- Se suelen utilizar para implementar topologías en estrella física, pero funcionando como un anillo o como un bus lógico.

Existen en el mercado las siguientes variantes:

- ✓ **Hubs activos:** permiten conectar nodos a distancias de hasta **609 metros**, suelen tener entre 8 y 12 puertos y realizan funciones de amplificación y repetición de la señal. Los más complejos además realizan estadísticas.
- ✓ **Hubs pasivos:** son simples armarios de conexiones. Permiten conectar nodos a distancias de **hasta 30 metros**. Generalmente suelen tener entre 8 y 12 puertos.

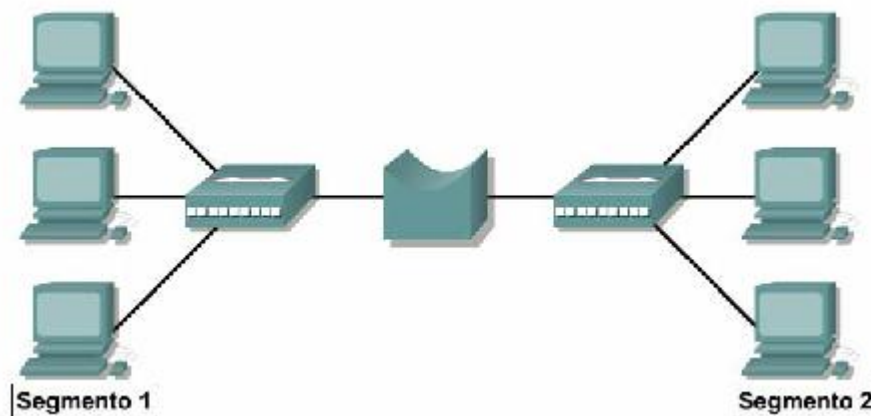
Estos dispositivos tienden a desaparecer dado que no permiten la segmentación de dominios y el costo es similar al de un switch (cuya funcionalidad detallaremos más adelante).

➤ **Bridges** (*puentes*)

Es un dispositivo de interconexión de redes que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo *OSI* y permite conectar dos segmentos de red, aun teniendo diferentes topologías, pero asumiendo que utilizan el mismo protocolo de red. También permite segmentar una red en otras redes menores denominadas subredes (Ver Fig. 15). A nivel de enlace el Bridge comprueba la dirección de destino y hace copia hacia el otro segmento si allí se encuentra la estación de destino. La principal diferencia de un bridge y un hub es que éstos últimos hacen pasar todos los datos, independientemente de que se encuentre o no el dispositivo de destino.

**Bridge****Fig. 15: Símbolo de un Bridge**

Los puentes convierten los formatos de transmisión de datos de la red además de realizar la administración básica de la transmisión de datos. Los puentes, tal como su nombre lo indica, proporcionan las conexiones entre LAN. Los puentes no sólo conectan las LAN, sino que además verifican los datos para determinar si les corresponde o no cruzar el puente. Esto aumenta la eficiencia de cada parte de la red. La Fig. 16 muestra un ejemplo.

**Fig. 16: Dos subredes conectadas por un puente**

Sus principales características son:

- Ayudan a resolver problemas de limitación de distancias, junto con el problema de limitación del número de nodos de una red.
- Trabajan a nivel de **enlace** del modelo **OSI**, por lo que pueden interconectar redes que cumplen las normas de modelos específicos.
- Cada segmento de red, o red interconectada con un puente, tiene una dirección de red diferente.
- Los puentes no entienden de direcciones de **IP**, ya que trabajan en otro nivel.
- Los puentes trabajan con direcciones físicas.

Se utilizan para:

- Ampliar la extensión de la red, o el número de nodos que la constituyen.
- Reducir la carga en una red con mucho tráfico, uniendo segmentos diferentes de una misma red.
- Unir redes con la misma topología y método de acceso al medio, o diferentes.
- Cuando un puente une redes exactamente iguales, su función se reduce exclusivamente a direccionar el paquete hacia la subred destino.
- Cuando un puente une redes diferentes, debe realizar funciones de traducción entre las tramas de una topología a otra.

Realizan las siguientes funciones:

- Reenvío de tramas: constituye una forma de filtrado. Un puente solo reenvía a un segmento aquellos paquetes cuya dirección de red lo requiera, no traspasando el

puede los paquetes que vayan dirigidos a nodos locales a un segmento. Por tanto, cuando un paquete llega a un puente, éste examina la dirección física destino contenida en él, determinando así si el paquete debe atravesar el puente o no.

➤ **Routers** (*encaminadores*)

Realizan funciones de control de tráfico y encaminamiento de información por el camino más eficiente en cada momento. Son capaces de modificar el camino establecido entre dos puntos de la red de acuerdo al tráfico. Su símbolo se presenta en la Fig. 18.

Los routers pueden regenerar señales, concentrar múltiples conexiones, convertir formatos de transmisión de datos, y manejar transferencias de datos. También pueden conectarse a una WAN, lo que les permite conectar LAN que se encuentran separadas por grandes distancias. Ninguno de los demás dispositivos puede proporcionar este tipo de conexión.



Fig. 18: Símbolo de un Router.

Sus principales características son:

- Trabajan a nivel de **red** del modelo **OSI**, por tanto trabajan con direcciones **IP**. Un router es independiente del protocolo.
- **Permite conectar redes de área local y de área extensa**. Habitualmente se utilizan para conectar una red de área local a una red de área extensa.
- **Son capaces de elegir la ruta más eficiente** que debe seguir un paquete en el momento de recibirlo.

➤ **Gateways** (*pasarelas*)

Se trata de dispositivos que trabajan de tal manera que permiten interconectar redes de diferentes arquitecturas, es decir **diferentes topologías y protocolos**, son capaces de realizar conversión de protocolos, modificando los agrupamientos de la información para adaptarla a cada red. Un *gateway* es normalmente un equipo informático configurado para permitir que las máquinas de una LAN conectadas a él tengan un acceso hacia una red exterior.

Sus principales características son:

- Se trata de un ordenador u otro dispositivo que interconecta redes radicalmente distintas.
- Trabaja a nivel de aplicación del modelo OSI.
- Cuando se habla de pasarelas a nivel de redes de área local, en realidad se está hablando de routers.
- Son capaces de traducir información de una aplicación a otra, como por ejemplo las pasarelas de correo electrónico.

➤ **Switchs** (*enlazadores*)

Dispositivos utilizados para enlazar redes LAN separadas y proveer un filtrado de paquetes entre ellas. Su símbolo se muestra en la Fig. 19. Los switches agregan inteligencia a la administración de transferencia de datos. No sólo son capaces de determinar si los datos deben permanecer o no en una LAN, sino que pueden transferir los datos únicamente a la conexión que necesita esos datos. Una diferencia entre un puente y un switch es que un switch no convierte formatos de transmisión de datos.



Switch

Fig. 19: Símbolo de un Switch.

Sus principales características son:

- Un LAN Switch es un dispositivo con múltiples puertos, cada uno de los cuales puede soportar una simple estación de trabajo o bien toda una red Ethernet o Token Ring
- Con una LAN diferente conectada a cada uno de los puertos del Switch, este puede conmutar paquetes entre ellas, como sea necesario.
- Actúa como un Bridge multi-puerto, los paquetes son filtrados por el Switch basándose en su dirección de destino.

Realizan las siguientes funciones tendientes a aumentar la performance en las redes de las organizaciones:

- Segmentar redes grandes en varias más pequeñas, lo cual disminuye la congestión y a la vez continúa proveyendo la inter conectividad necesaria.
- Cada puerto posee un ancho de banda dedicado, sin requerir de los usuarios el cambio alguno de equipamiento.

4.3. Topologías

No se debe confundir el término topología con el de arquitectura. La arquitectura de una red engloba:

- La topología.
- El método de acceso al cable
- Protocolos de comunicaciones.

La **topología** de una red es el patrón geométrico empleado para configurar los nodos (computadoras) y líneas físicas de la red. Actualmente las topologías está relacionada con el método de acceso al cable, puesto que éste depende casi exclusivamente de la tarjeta de la red y ésta depende de la topología elegida. Se presentan a continuación las distintas variantes existentes.

4.3.1 Topología Física

Se ocupa de la forma en la que el cableado se realiza en una red. Existen tres topologías físicas puras:

► *Topología en bus*

En el tipo **Bus**, un cable común transita a través de todos los sitios donde exista una computadora que se conecta a la red. Por medio de un elemento llamado “*tap*”, el usuario del nodo tiene acceso a los servicios del cable. Ver Fig. 20.



Fig. 20: Red LAN en topología BUS

Sus principales ventajas son:

- Fácil de instalar y mantener
- No existen elementos centrales del que dependa toda la red, cuyo fallo dejaría inoperables a todas las estaciones.

Sus principales inconvenientes son:

- Si se rompe el cable en algún punto, la red queda inoperable por completo

Cuando se decide instalar una red de este tipo en un edificio con varias plantas, lo que se hace es instalar una red por planta y después unir las a través de un bus troncal.

► *Topología en anillo*

Con la topología en **Anillo**, se logra una conexión punto a punto entre cada par de computadoras vecinas de manera unidireccional y continua hasta cerrar el lazo ó anillo. Ver Fig. 21

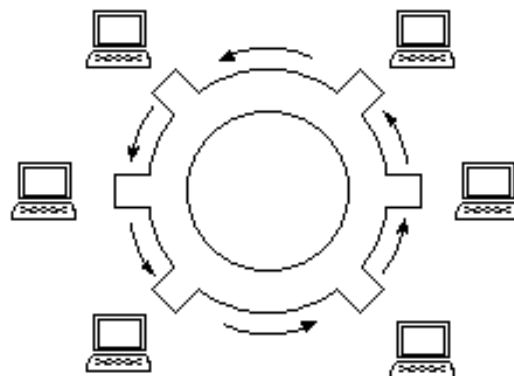


Fig. 21: Red LAN en anillo

Sus principales características son:

- El cable forma un bucle cerrado formando un anillo.
- Todos los ordenadores que forman parte de la red se conectan a ese anillo.
- Habitualmente las redes en anillo utilizan como método de acceso al medio el modelo “paso testigo”.

Los principales inconvenientes son:

- Si se rompe el cable que forma el anillo se paraliza toda la red.
- Es difícil de instalar
- Requiere mantenimiento

► *Topología en estrella*

La topología tipo **Estrella**, es una de las más utilizadas actualmente. Utiliza un concentrador. Los cables que se requieren para conectar más computadores a la red se conectan, entonces, a la salida del Hub. Ver Fig. 22.

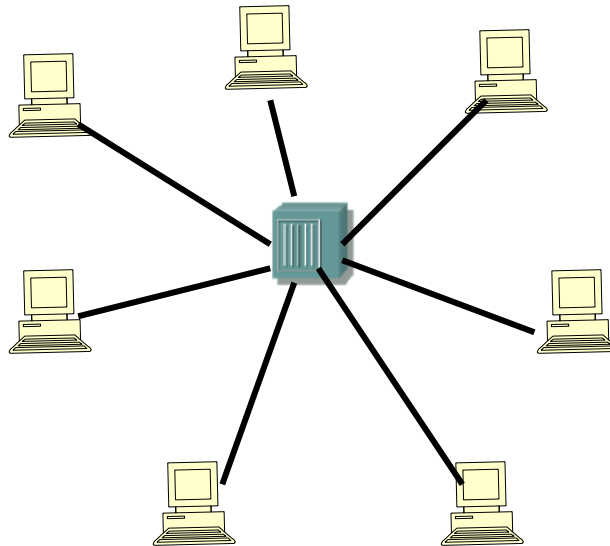


Fig. 22: Topología en estrella

Las principales características de esta topología:

- Todas las estaciones de trabajo están conectadas a un punto central (concentrador), formando una estrella física.
- Habitualmente sobre este tipo de topología se utiliza como método de acceso al medio pooling (consulta permanente para ver si ha llegado un mensaje), siendo el nodo central el que se encarga de implementarlo.
- Cada vez que se quiere establecer comunicación entre dos ordenadores, la información transferida de uno hacia el otro debe pasar por el punto central.
- Existen algunas redes con esta topología que utilizan como punto central una estación que gobierna la red.
- La velocidad suele ser alta para comunicaciones entre el nodo central y los nodos extremos, pero es baja cuando se establece entre nodos extremos.

- Este tipo de topología se utiliza cuando habitualmente la información se va a realizar preferentemente entre el nodo central y el resto de los nodos, y no cuando la comunicación se hace entre nodos extremos.
- Si se rompe un cable sólo se pierde la conexión del nodo que interconecta
- Es fácil de detectar y de localizar un problema en la red.

Existen dos variantes de topologías estrella:

- **Topología estrella pasiva.** Se trata de una estrella en la que el punto central al que van conectados todos los nodos es un concentrador pasivo, es decir, se trata únicamente de un dispositivo con muchos puertos de entrada, como muestra la Fig. 23.

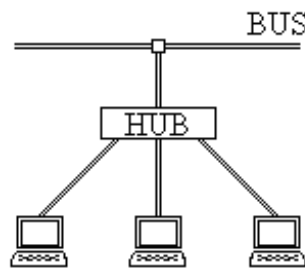


Fig. 23: Redes LAN con topología estrella pasiva

- **Topología estrella activa.** Una topología en estrella que utiliza como punto central un concentrador activo o bien un ordenador que hace las veces de servidor de red. En este caso, el concentrador activo se encarga de repetir y regenerar la señal transferida e incluso puede estar preparado para realizar estadísticas del rendimiento de la red. Cuando se utiliza un ordenador como nodo central, es éste el encargado de gestionar la red, y en este caso suele ser además del servidor de red, el servidor de archivos.

4.3.2 Topología Lógica.

Trata la forma de conseguir el funcionamiento de una topología cableando la red de una forma más eficiente.

► Topología anillo estrella

Uno de los inconvenientes de la topología en anillo era que si el cable se rompía toda la red quedaba inoperable, con la tecnología mixta anillo-estrella, éste y otros problemas quedan resueltos.

Las principales características son:

- Cuando se instala una configuración anillo se establece de forma lógica únicamente, ya que de forma física se utiliza una configuración estrella.
- Se utiliza un concentrador, o incluso un servidor de red como dispositivo central, de esta forma, si se rompe algún cable sólo queda inoperable el nodo que conectaba, y los demás pueden seguir funcionando.
- El concentrador utilizado cuando se está utilizando esta topología se denomina Unidad de Acceso Multiestación (MAU), que consiste en un dispositivo que proporciona el punto de conexión para múltiples nodos. Contiene un anillo interno que se extiende a un anillo externo.

- Cuando el MAU detecta que un nodo se ha desconectado (por haberse roto el cable, por ejemplo), puentea su entrada y su salida para así cerrar el anillo.
- A simple vista, la red parece una estrella, aunque internamente funciona como un anillo.

► *Topología bus estrella*

Este tipo de topología es en realidad una estrella que funciona como si fuese en bus. Como punto central tiene un concentrador pasivo (hub) que implementa internamente el bus, y al que están conectados todos los ordenadores. La única diferencia que existe entre esta topología mixta y la topología en estrella con hub pasivo es el método de acceso al medio utilizado.

4.4 Técnicas de Comunicación

En una central telefónica, la central asegura que la conexión entre dos abonados se mantenga durante un tiempo. En una red tipo Bus, sólo hay un medio físico que une a todos los computadores. Debe existir algún método impuesto a los computadores de la red, para asegurar la conexión entre ellos, aún las de naturaleza punto a punto.

Las técnicas que se han adoptado tradicionalmente para controlar el acceso al medio se dividen en dos grandes grupos

4.4.1 Detección de Portadora de Múltiple Acceso con Detección de Colisiones

En este grupo se encuentran, entre otras, las siguientes normas:

➤ *Control de acceso al medio (“MAC - Medium Access Control”)*

El **MAC** es el mecanismo encargado del control de acceso de cada estación al medio de comunicación. El **MAC** puede realizarse de forma distribuida cuando todas las estaciones cooperan para determinar cuál es y cuándo se debe acceder a la red. También se puede realizar de forma centralizada utilizando un controlador. Una analogía con otra circunstancia de la realidad sería la siguiente: A una calle desembocan muchos portones de estacionamiento con muchos autos en su interior. Si todos los autos salen al mismo tiempo pueden ocurrir accidentes (colisiones). Es por ello que se requiere un control sobre qué auto accede a la calle (medio).

El esquema centralizado tiene las siguientes ventajas:

- ✓ Puede proporcionar prioridades, rechazos y capacidad garantizada.
- ✓ La lógica de acceso es sencilla.
- ✓ Resuelve conflictos entre estaciones de igual prioridad.

Los principales inconvenientes son:

- ✓ Si el nodo central falla, falla toda la red.
- ✓ El nodo central puede ser un cuello de botella.

➤ *Ethernet*

Ethernet es un estándar de red que basa su operación en el protocolo **MAC - CSMA/CD**. En una implementación “**Ethernet CSMA/CD**”, una estación con un paquete listo para enviar, retarda

la transmisión hasta que “cense” o verifique que el medio por el cual se va a transmitir, se encuentre libre o desocupado. Después de comenzar la transmisión existe un tiempo muy corto en el que una colisión puede ocurrir, este es el tiempo requerido por las estaciones de la red para “censar” en el medio de transmisión el paquete enviado. En una colisión las estaciones dejan de transmitir, esperan un tiempo aleatorio y entonces vuelven a censar el medio de transmisión para determinar si ya se encuentra desocupado.

4.4.2 Método de paso de Testigo

Entre las normas más difundidas de este grupo podemos distinguir:

➤ ***Token-Bus (IEEE 802.4)***

Este método consiste en la utilización de un paquete de información especial, **el testigo**, que cada nodo recibe de la anterior y retransmite al siguiente, indicándole de este modo que la red está libre. La estación que tiene el testigo, tiene el control sobre el medio y puede transmitir tramas de datos. Cuando la estación ha completado su transmisión, pasa el testigo a la próxima estación, de esta forma el método concede a cada estación por turno la posibilidad de transmitir. A pesar de tratarse de una topología física BUS, desde el punto de vista lógico, el método lo implementa como un anillo.

El medio se usa alternativamente para fases de transmisión de datos y de paso de testigo. Cada estación puede tener el testigo un tiempo máximo establecido en la red o el tiempo que necesite para efectuar sus transmisiones si es menor.

➤ ***Token-Ring (IEEE 802.5)***

Este estándar está basado en el anillo con paso de testigo de IBM. Para tener acceso al medio se utiliza un testigo especial de permiso. Este testigo denominado aquí **token** se pasa de un computador a otro según un juego de reglas que todos los computadores de la red entienden. Un computador solamente puede transmitir un paquete de datos cuando se encuentra en posesión del token; después de haber transmitido la información, el computador entrega el token a su vecino para que tenga de esta manera, acceso al medio.

El proceso para realizar una comunicación es el siguiente:

- ✓ Se establece un anillo lógico entre los computadores que conforman la red y se establece un token de control.
- ✓ El token circula de computador a computador, hasta que encuentre uno que quiera iniciar una transmisión.
- ✓ El computador que recibe el token y desea transmitir, envía los datos utilizando el medio físico. Una vez finalizada la transmisión, entrega el token al siguiente computador.

4.6 Software de Comunicaciones

Ya sea conectadas por cables o una combinación de módems y líneas telefónicas, las computadoras requieren algún tipo de software de comunicación para interactuar.

Para que dos máquinas puedan comunicarse **deben seguir el mismo protocolo**. La velocidad de transmisión también es importante: si una máquina “habla” a 2400 bps y la otra “escucha” a 1200 bps, el mensaje no pasará.

Entre los protocolos hay códigos predeterminados para mensajes como “¿Esta listo?”, “Estoy a punto de comenzar a enviar un archivo de datos” y “¿Recibió el archivo?”. Para que dos computadores se puedan comunicar, hay que configurar el software de ambas máquinas de modo que sigan los mismos protocolos. El software de comunicaciones asegura que el hardware siga el protocolo.

El software de comunicaciones se presenta en diversas formas. Para los usuarios que trabajan exclusivamente en una red local, pueden manejarse con un **sistema operativo de red**, como el Netware de Novell, Windows NT, etc.

Capítulo V: Internet / Cortafuegos (Firewalls)

5.1 Internet

5.1.1 Introducción

Algunos definen **Internet** como "*La Red de Redes*", y otros como "*La Autopista de la Información*".

Efectivamente, **Internet** es una Red de Redes porque está hecha a base de unir muchas redes locales de ordenadores, o sea de unos pocos ordenadores en un mismo edificio o empresa. Además, ésta es "*La Red de Redes*" porque es la más grande. Prácticamente todos los países del mundo tienen acceso a Internet.

Por la Red **Internet** circulan constantemente cantidades increíbles de información. Por este motivo se le llama también "*La Autopista de la Información*". Se dice "*navegar*" porque es normal el ver información que proviene de muchas partes distintas del Mundo en una sola sesión. Desde un punto de vista más amplio, **Internet** constituye un fenómeno sociocultural y comunicacional de gran importancia, una nueva manera de entender las comunicaciones que está transformando el mundo: millones de individuos acceden a la mayor fuente de información que jamás haya existido y provocan un inmenso y continuo intercambio de conocimiento entre ellos. **Internet** es una herramienta de trabajo, un periódico global, un buzón de correos, una tienda de software, una biblioteca, una plaza pública, un recurso educativo, una plataforma publicitaria.

Cuatro características podrían definir las virtudes de **Internet**:

- **Grande:** La mayor red de ordenadores del mundo.
- **Cambiante:** Se adapta continuamente a las nuevas necesidades y circunstancias.
- **Diversa:** da cabida a todo tipo de equipos, fabricantes, redes, tecnologías, medios físicos de transmisión, usuarios, etc.
- **Descentralizada:** No existe un controlador oficial, está controlada por los miles de administradores de pequeñas redes que hay en todo el mundo.

Internet crece a un ritmo vertiginoso. Constantemente se mejoran los canales de comunicación con el fin de aumentar la rapidez de envío y recepción de datos. Cada día que pasa se publican en la Red miles de documentos nuevos, y se conectan por primera vez miles de personas. Con relativa frecuencia aparecen nuevas posibilidades de uso de **Internet**, y constantemente se están inventando nuevos términos para poder entenderse en este nuevo mundo que no para de crecer.

5.1.2 Organización

En **Internet** participan instituciones educativas y de investigación, organismos gubernamentales, empresas, organizaciones privadas y cada vez más empresas de todo tipo.

A través de **Internet** es posible, tanto para usuarios individuales como para las empresas, tener acceso a una serie de servicios, tales como: correo electrónico, transferencia de ficheros, numerosos recursos de información, participación en grupos de interés, conversaciones interactivas, video, audio y mucho más.

En el punto más alto están las redes troncales o *backbones*

- Redes de agencias federales de EEUU: NSFnet, NSInet, Esnet, MILnet,... FIX (Federal Internet Exchange).
- Redes de proveedores comerciales: ALTERnet, PSInet, CIX (Comercial Internet Exchange).
- Redes internacionales: Eunet, Ebone,... GIX (Global Internet Exchange). Las grandes redes troncales conectan con las redes regionales o redes nacionales: AARnet (Australia), Janet (Reino Unido), SWICHT (Suiza), RedIRIS-Artix (España).

Estas redes intermedias dan servicio a empresas proveedoras y éstas a usuarios finales.

Para administrar los recursos comunes se creó el **NIC** (*Network Information Center*), que se encarga de la asignación de direcciones y del registro de nombres de dominio. Este trabajo está descentralizado por áreas geográficas:

- **Nivel mundial:** InterNIC
- **Europa:** RIPE NCC
- **España:** ESNIC (gestionado por RedIris-Artix)

Como vimos **Internet** se fue estructurando sobre la base a la denominada “suite de protocolos” **TCP/IP**.

Se denomina suite de protocolos al conjunto de protocolos compatibles entre sí que funcionan de manera conjunta para brindar distintos niveles de servicios.

La suite de protocolos **TCP/IP** está formada entre otros por los protocolos **IP**, **TCP**, **UDP**⁽³⁾, etc. Estos permitieron que se organizaran muy rápidamente distintas redes que luego se podían interconectar a través del mismo. Este estándar, inicialmente de facto, se adoptó casi universalmente. **Internet** no tiene un presidente o un director, la autoridad final descansa en una organización no gubernamental, denominada **Internet Society**. Esta institución fue creada en 1992 y la pertenencia a ella es voluntaria. Los miembros de la Internet Society pueden ser individuos o empresas. Su conducción está a cargo de una Junta Administrativa denominada *Board of Trustees*, constituida por un Presidente, un Vicepresidente, un Director Ejecutivo. También existe un Consejo Asesor y varios comités que se dedican cada uno de ellos a actividades especiales.

5.2 Cortafuegos (Firewalls)

Firewall es un componente o conjunto de componentes que restringen el acceso entre una red interna (intranet) protegida y cualquier otra red, generalmente Internet. (Fig.1)

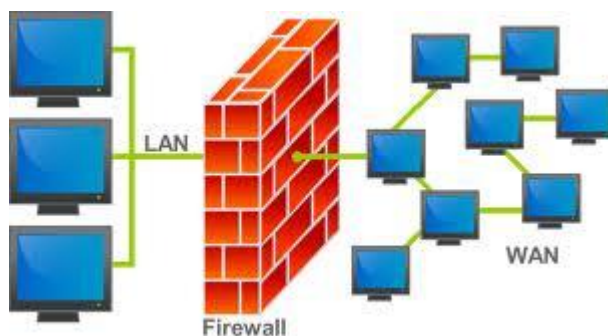


Fig. 1: Firewall

Las características de los firewalls son las siguientes:

⁽³⁾ Protocolo no orientado a la conexión luego no proporciona ningún tipo de corrección de errores ni de flujo. Al detectar un error en un datagrama, lo descarta.

- El **firewall** puede estar basado en hardware o software o en una combinación de ambos.
- El objetivo principal de un **firewall** es implementar una política de seguridad determinada.
- Uno de los beneficios de los **cortafuegos**, es que oculta los datos sobre la sede y la intranet a las miradas curiosas; cuanto menos gente de fuera sepa de la existencia de la red, más difícil será asaltarla.
- Un sistema de firewall permite de entrada establecer un primer punto fuerte de control. Es decir, se puede implantar ciertas medidas de seguridad que afecten a toda nuestra red y por lo tanto a las máquinas que la componen, pudiendo aplicar una administración única de este primer nivel de seguridad.
- Se puede distinguir fácilmente entre el interior y el exterior, pudiendo determinar qué comportamiento general queremos para cada servicio.
- Permiten llegar donde los mecanismos de seguridad de los sistemas operativos a veces no pueden.
- Un sistema de firewall permite ofrecer y utilizar servicios de **Internet** de una forma más segura.

5.3 Servidor Proxy

Un **servidor “proxy”** es un programa que trabaja con servidores externos en nombre de clientes internos (ver Fig. 6). Los clientes proxy se comunican con los servidores proxy, los cuales, a su vez, transmiten solicitudes aprobadas de clientes a servidores auténticos y luego transmiten de nuevo las respuestas a los clientes.

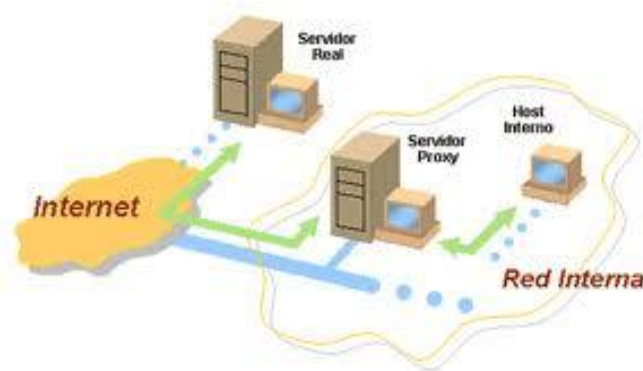


Fig. 6: Servidor Proxy

Capítulo VI: Redes Avanzadas de Alta Velocidad (RAAV)

6.1 Generalidades

Desde mediados de la década del 90 se están desarrollando en el mundo las **redes académicas avanzadas de alta velocidad**, las cuales tienen como principal objetivo desarrollar las tecnologías y aplicaciones avanzadas de Internet.

En los Estados Unidos el proyecto que lidera este desarrollo es **Internet2**, en Canadá el proyecto CA*NET3, en Europa los proyectos TEN-155 y GEANT, y en Asia el proyecto APAN. Adicionalmente, todas estas redes están conectadas entre sí, formando una gran red avanzada de alta velocidad de alcance mundial.

En Latinoamérica, las redes académicas de México, Brasil y Chile ya se han integrado a **Internet2** entre los años 1999 y 2000; Argentina hizo lo propio en diciembre del 2001.

El **BACKBONE** de **Internet2** (la **Red ABILENE** y la red **VBNS**) tiene velocidades que superan los **10 Gbps**, y las conexiones de las universidades a este **BACKBONE** varían entre **622 Mbps** y **2 Gbps**.

6.2 Objetivos

El objetivo básico de los grupos que administran **RAAV** es desarrollar la próxima generación de aplicaciones *Telemáticas* (Telecomunicaciones - Informática) para facilitar las tareas académicas y educativas. Esto se debe a que las principales universidades consideran que los avances de las redes constituyen un aspecto fundamental para la labor en el campo de la enseñanza y de la investigación.

Para llevar adelante estos proyectos, cada una de las universidades que participan cuentan con un equipo de desarrolladores e ingenieros que trabajan para hacer posible la creación de las aplicaciones necesarias para interactuar. Las universidades son instancias calificadas para desempeñar un papel principal en el desarrollo de los objetivos, ya que abarcan la demanda de tipos de aplicaciones que esta red de nueva generación desarrollará, junto con el aporte del talento necesario para llevar a cabo el proyecto.

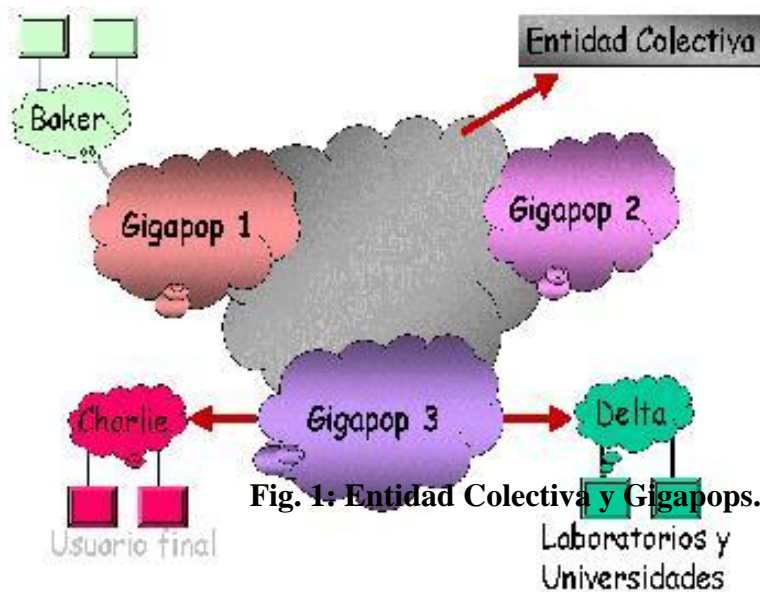
6.3 Esquema general de las arquitecturas RAAV

La vedette en estas arquitecturas es sin duda el **GIGAPOP** termino acuñado a partir de **GIGA**byte capacity **P**oint **O**f **P**resence (*punto de presencia con capacidad de gigabits*).

El Gigapop es el punto de interconexión de tecnología avanzada y alta capacidad donde los participantes del proyecto RAAV intercambien tráfico de servicios avanzados entre si.

Las universidades de una determinada región se unen en un gigapop regional para conseguir una variedad de servicios de red. Los gigapops se unen para adquirir y gestionar la conectividad entre los mismos en una organización a la que denominamos **Collectivite Entity** (*entidad colectiva*).

La Fig. 1 nos muestra a usuarios finales de las redes Baker, Charlie y Delta intercambiando servicios avanzados a través de los Gigapops y la entidad colectiva.



6.4 Lo diferente de las RAAV con la actual Internet

Además de que las redes que serán usadas por **RAAV** serán más rápidas, las aplicaciones desarrolladas utilizarán un completo conjunto de herramientas que no existen en la actualidad. Por ejemplo, una de estas herramientas es comúnmente conocida como la garantía "*Calidad-de-servicio*" (**QoS**). Actualmente, toda información en **Internet** viene dada con la misma prioridad como si ésta pasara a través de toda la red de un ordenador a otro. "*Calidad de servicio*" permitirá a las aplicaciones requerir una específica cantidad de ancho de banda o prioridad para ella. Esto permitirá a dos computadoras hacer funcionar una aplicación como la *tele-inmersión* (comunicarse a las altas velocidades necesarias para una interacción en tiempo real).

Estas tecnologías solo podrán materializarse toda vez que un nuevo protocolo de comunicaciones sea totalmente implementado. Nos estamos refiriendo a **IPv6** (*Protocolo de comunicaciones Versión 6*).

6.4.1 Calidad de Servicio (QoS)

La implantación de *calidad de servicio* (**QoS**) en el **backbone** (*troncal de las redes*) es esencial para el éxito de aplicaciones avanzadas, como telemedicina, videoconferencia y **VoIP** (*voz sobre IP o telefonía sobre IP*). Estas aplicaciones demandan, además de gran ancho de banda, un servicio diferenciado. En muchos casos es necesario garantizar que la transmisión de los datos sea realizada sin interrupción o pérdida de paquetes.

Existen varias dimensiones de la calidad de servicio que se desea garantizar a las aplicaciones. Los distintos consorcios de usuarios de **RAAV** pretenden tornar obligatorias por lo menos 5 de ellas:

- **Velocidad de transmisión** (*Transmission Speed*): La velocidad mínima efectiva de tráfico de datos, más quizás un objetivo de velocidad media y un límite máximo tolerable. Un usuario puede necesitar una conexión que nunca sea inferior a **50 Mbps** y también que no alcance tasas superiores a **100 Mbps**. Un ejemplo de aplicación son los programas ya disponibles para videoconferencia.
- **Retardo limitado** (*Delay*): Se refiere a la máxima interrupción efectiva permitida en señales que lleven información en tiempo real. Aplicado especialmente para vídeo, audio y

servicios de tiempo real (tales como telemedicina), el atraso es el máximo de interrupción aceptable para una señal en la red, para garantizar el flujo continuo de la transferencia de la información. Un usuario podría especificar que no haya espacios entre paquetes lo suficientemente largos como para interrumpir o congelar el vídeo en directo.

- **Rendimiento** (*Throughput*): Cantidad de datos transmitidos en una unidad de tiempo. Un usuario puede especificar que 1 Terabyte de información debe ser movido en 10 minutos.
- **Planificación o Agenda** (*Schedule*): Son los tiempos de inicio y finalización para el servicio solicitado. Un usuario puede requerir que una cierta conectividad debe estar disponible en horarios futuros durante un período de tiempo predeterminado (algo que, por supuesto, debería desprenderse de otras especificaciones de calidad de servicio).
- **Tasa de pérdida** (*Loss rate*): la tasa máxima de pérdida de paquetes que puede ser esperada dentro de un intervalo de tiempo.

6.4.3 IPv6 - Un nuevo protocolo de Comunicaciones

El motivo básico por el que surge, en el seno del **IETF** (*Internet Engineering Task Force*), la necesidad de crear un nuevo protocolo, que en un primer momento se denominó **IPng** (*Internet Protocol Next Generation*, o “*Siguiente Generación del Protocolo Internet*”), fue la evidencia de la falta de direcciones.

IPv4 (el actual protocolo sobre el que se comunica **Internet**) tiene un espacio de direcciones de **32 bits**, es decir, 2^{32} (4.294.967.296 direcciones), en cambio, **IPv6** nos ofrece un espacio de 2^{128} direcciones, esto es: (340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 direcciones).

Ejemplos de Direccionamiento IPv4 e IPv6:

Dirección IPv4: (**32 bits = 4 bytes**)

11110000.00000111.10101010.11111000

Dirección IPv6: (**128 bits = 16 bytes**)

10001111.11001100.00001100.11110000.00000111.10101010.11111000.00110011.
11110000.00000111.10101010.11111000.00110011. 10001111.11001100.00001100.
11111000.00110011.10001111.11111000.00110011. 10001111. 11111000.00110011.
10001110.00000100.10000001.00001111.11111111.11111000.10000111.10011001

Sin embargo, **IPv4** tiene otros problemas o “dificultades” que **IPv6** soluciona o mejora. Los creadores de **IPv4**, a principio de los años 70, no predijeron en ningún momento, el gran éxito que este protocolo iba a tener en muy poco tiempo, en una gran multitud de campos, no sólo científicos y de educación, sino también en innumerables facetas de la vida cotidiana.

Podemos recordar algunas “famosas frases” que nos ayudarán a entender hasta que punto, los propios ‘precursores’ de la revolución tecnológica que estamos viviendo, no llegaron a prever:

- “Pienso que el mercado mundial de ordenadores puede ser de cinco unidades”, Thomas Watson, Presidente de IBM en 1943.
- “640 Kbps. de memoria han de ser suficientes para cualquier usuario”, Bill Gates, Presidente de Microsoft, 1981.
- “32 bits proporcionan un espacio de direccionamiento suficiente para Internet”, Dr. Vinton Cerf, padre de Internet, 1977.

No es que estuvieran equivocados, sino que las Tecnologías de la Información han evolucionado de un modo mucho más explosivo de lo esperado. Además, recordemos: “es de sabios rectificar”.

Desde ese momento, y debido a la multitud de nuevas aplicaciones en las que **IPv4** ha sido utilizado, ha sido necesario crear “añadidos” al protocolo básico. Entre los “parches” más conocidos, podemos citar medidas para permitir la *Calidad de Servicio (QoS)*, *Seguridad (IPsec)*, y *Movilidad*, fundamentalmente.

El inconveniente más importante de estas ampliaciones de IPv4, es que utilizar cualquiera de ellos es muy fácil, pero no tanto cuando pretendemos usar al mismo tiempo dos “añadidos”, y no digamos que se convierte en casi imposible o muy poco práctico el uso simultáneo de tres o más, llegando a ser un auténtico malabarismo de circo.

Si resumimos las características fundamentales de IPv6 obtenemos la siguiente lista:

- Mayor espacio de direcciones.
- “**Plug & Play**”: Autoconfiguración.
- Seguridad intrínseca en el núcleo del protocolo (**IPsec**).
- Calidad de Servicio (**QoS**) y Clase de Servicio (**CoS**).
- **Multicast**: Envío de UN mismo paquete a un grupo de receptores.
- **Anycast**: Envío de UN paquete a UN receptor dentro de UN grupo.
- Paquetes IP eficientes y extensibles, sin que haya fragmentación en los encaminadores (routers), alineados a 64 bits (preparados para su procesamiento óptimo con los nuevos procesadores de 64 bits), y con una cabecera de longitud fija, más simple, que agiliza su procesamiento por parte del encaminador (router).
- Posibilidad de paquetes con carga útil (datos) de más de 65.535 bytes.
- Encaminado (enrutado) más eficiente en el troncal (backbone) de la red, debido a una jerarquía de direccionamiento basada en la agregación⁽¹¹⁾.
- Renumeración y “*multi-homing*”⁽¹²⁾, que facilita el cambio de proveedor de servicios.
- Características de movilidad.

Pero hay que insistir, de nuevo, en que estas son las características básicas, y que la propia estructura del protocolo permite que este crezca, o dicho de otro modo, sea escalado, según las nuevas necesidades y aplicaciones o servicios lo vayan precisando.

Precisamente, la escalabilidad es la baza más importante de **IPv6** frente a **IPv4**.

6.5 Aplicaciones

6.5.1 Software Educativo

En la actualidad, prácticamente no existe software de alta calidad en el área de enseñanza que sirva como base de contenido para una enseñanza distribuida. El software ha sido diseñado para uso autónomo y en la mayoría de los casos depende de un único sistema operativo. Las **RAAV** son una oportunidad para trabajar en una arquitectura de desarrollo de aplicaciones que cree un software educativo (*learningware*), con sus correspondientes aplicaciones, que pueda proporcionarse y usarse dentro de la enseñanza distribuida.

La idea de la tecnología de componentes (bloques elementales) está ahora emergiendo en la industria de las tecnologías de la información. Crear materiales para la enseñanza en red, será mucho más fácil si los desarrolladores cuentan con bloques elementales, protocolos genéricos y

⁽¹¹⁾ Según la Real Academia Española: Acción y efecto de agregar

⁽¹²⁾ Conectividad con mas de un sistema autónomo

multiplataforma. Desde el punto de vista de bibliotecas, los nuevos servicios contemplados en **RAAV**, a través de un ancho de banda muy amplio, van a permitir en la práctica que videos digitales continuos y audio, migren de su uso en la investigación a usos más amplios. Imágenes, audio y video podrán al menos desde el punto de vista de la distribución, moverse por los canales normalmente ocupados por materiales textuales.

6.5.2 Teleinmersión

Se entiende como la combinación eficaz de:

- Sistemas avanzados de telecomunicación de alta velocidad que permiten aplicaciones colaborativas⁽¹⁵⁾.
- Tecnología de inmersión. Esta tecnología nos permitirá desplazarnos por Cavernas⁽¹⁶⁾, para reconociendo la presencia y el movimiento de individuos dentro de esas cavernas, rastrear esa presencia y sus movimientos para después permitir su proyección en verdaderos entornos de inmersión múltiples, geográficamente distribuidos, en los cuales estos individuos podrían interactuar con modelos generados por otros computadores.

6.5.3 Laboratorios Virtuales

Entorno distribuido heterogéneo de resolución de problemas que permite a un grupo de investigadores esparcidos por todo el mundo trabajar juntos en un conjunto común de proyectos. Las herramientas y técnicas son específicas del dominio de investigación pero los requisitos de infraestructura básica se comparten entre las distintas disciplinas.

Aunque podríamos imaginar esta aplicación muy similar a la teleinmersión, en este caso no se requiere a priori la necesidad de compartir un entorno tal de inmersión.

6.5.4 Video Digital y Bibliotecas Digitales

La **Red de Vídeo Digital Internet2** (*Internet2 Digital Video Network - I2Dvn*)⁽¹⁷⁾ establecerá una red nacional de video educación con capacidad para soportar el creciente desarrollo de las aplicaciones de transmisión en tiempo real, así como las características de interactividad del vídeo digital de alta definición.

Su objetivo, además de poner a disposición el material especializado y dirigido al sector académico y de investigación, consiste en ofrecer servicios relacionados al vídeo digital, tales como: depósitos, sistema de catalogación, sistemas de búsqueda y rescate, guías de programación on-line y vídeo web sites. Eventualmente, esa red integraría también servicios de videoconferencia.

⁽¹⁵⁾ Sistemas distribuidos en los que un número de usuarios trabajan en pos de un objetivo

⁽¹⁶⁾ Entornos virtuales que simulan ambientes o espacios

⁽¹⁷⁾ Desarrollado por las redes académicas de EEUU