



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Contaduría y Administración
Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia

Licenciatura en Informática

Telecomunicaciones I (Redes Locales)

**Apunte
electrónico**



SUAYED

COLABORADORES

DIRECTOR DE LA FCA
Dr. Juan Alberto Adam Siade

SECRETARIO GENERAL
L.C. y E.F. Leonel Sebastián Chavarría

COORDINACIÓN GENERAL
Mtra. Gabriela Montero Montiel
Jefe de la División SUAyED-FCA-UNAM

COORDINACIÓN ACADÉMICA
Mtro. Francisco Hernández Mendoza
FCA-UNAM

AUTOR
L.A. Salvador Meza Badillo

DISEÑO INSTRUCCIONAL
Lic. Luz Elena Vargas

CORRECCIÓN DE ESTILO
Mtro. Carlos Rodolfo Rodríguez de Alba

DISEÑO DE PORTADAS
L.CG. Ricardo Alberto Báez Caballero
Mtra. Marlene Olga Ramírez Chavero
L.DP. Ethel Alejandra Butrón Gutiérrez

DISEÑO EDITORIAL
Mtra. Marlene Olga Ramírez Chavero

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso, el alumno contará con los conocimientos teóricos de los diferentes modelos de redes de voz y datos y sus componentes, lo que le permitirá diseñar, implantar y administrar aplicaciones específicas para redes locales.

TEMARIO DETALLADO

(Horas sugeridas: 66)

	Horas
1. Señales	16
2. Transmisión y comunicación de datos	16
3. Protocolos de comunicación	16
4. Valoración de la información en la organización	18
TOTAL	66

INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

El término telecomunicaciones significa “comunicar a distancia”, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) la define de la siguiente forma: "Telecomunicaciones es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritura, imágenes y sonido o comunicación de cualquier naturaleza mediante sistemas alámbricos, radiales, visuales u otros de carácter electromagnético”.

Véase: <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/1/377/21.pdf> > Consultado el 14 de febrero 2014.

Actualmente, las telecomunicaciones representan un elemento importante e indispensable en el funcionamiento y desarrollo de las empresas e instituciones de un país.

La información que se transmite, se origina en una fuente y se hace llegar a su destinatario por medio de un mensaje a través de un canal de comunicación y la distancia, puede variar desde pocos centímetros hasta miles de kilómetros (Kuhlmann, 1996: 15).

Su aplicación es muy variada: televisión, radio, internet, telefonía, redes de área local y amplia, etc.

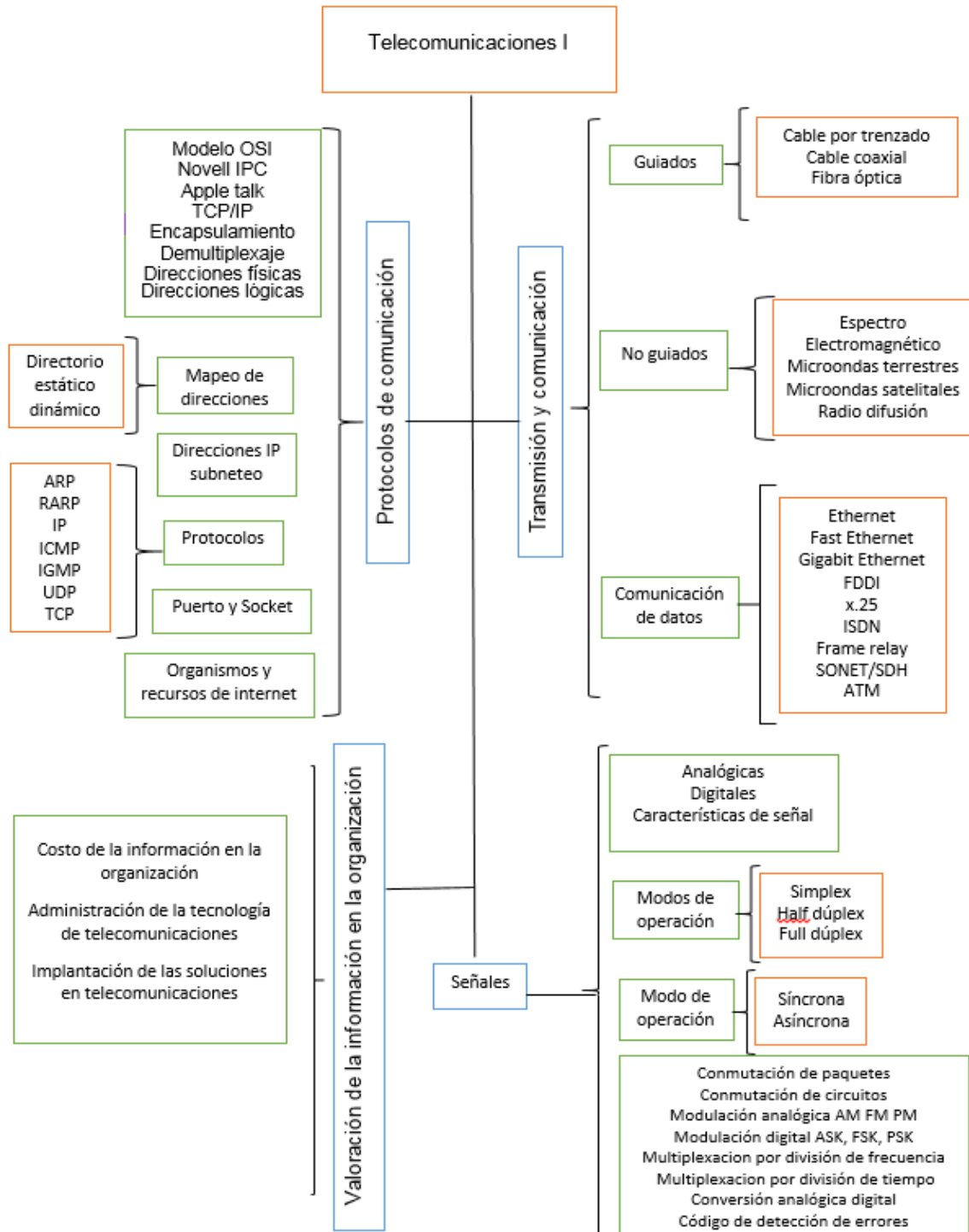
La asignatura de Telecomunicaciones I se ha dividido en cuatro temas. En el **primero**, se estudian las características más importantes de las señales analógicas y digitales, así como su aplicación en las redes de datos, tales como el ancho de banda, modo de operación, modo de flujo, etc., y que son utilizados en la configuración y puesta en operación de los equipos activos de una red de computadoras de área local (LAN).

En el **segundo**, se estudian los medios de transmisión guiados y no guiados, como son los cables de cobre, fibra óptica y medios inalámbricos. También se estudian los estándares LAN (Red de Área Local) y WAN (Red de Área Amplia) requeridos para el transporte de la información que, en conjunto con los medios de transmisión y los equipos activos de red, logran la *transmisión y comunicación de datos*.

En el **tercer** tema se estudian los diferentes *protocolos de comunicación*, iniciando con las funciones y características de las capas del modelo OSI (Interconexión de sistemas abiertos), los protocolos de comunicación TCP/IP, direccionamiento lógico IP, servicios de red, etc., elementos que son utilizados para el diseño y configuración de una red de computadoras.

En el **cuarto** tema se conocerán las técnicas para valorar diferentes aspectos de la información a fin de implantar soluciones de acuerdo a necesidades específicas aplicables a las redes locales.

ESTRUCTURA CONCEPTUAL



UNIDAD 1

Señales



OBJETIVO ESPECÍFICO

El alumno aprenderá los conceptos necesarios que le permitan entender las señales para su aplicación en las telecomunicaciones.

TEMARIO DETALLADO

(16 HORAS)

1. Señales

1.1. Analógicas

1.2. Digitales

1.3. Características de las señales

1.4. Modo de Operación

1.4.1. Simplex

1.4.2. Half duplex

1.4.3. Full duplex

1.5. Modo de Flujo

1.5.1. Síncrona

1.5.2. Asíncrona

1.6. Conmutación de paquetes

1.7. Conmutación de circuitos

1.8. Modulación analógica: AM, FM, PM

1.9. Modulación digital: ASK, FSK, PSK

1.10. Multiplexación por división de frecuencias

1.11. Multiplexación de división de tiempo

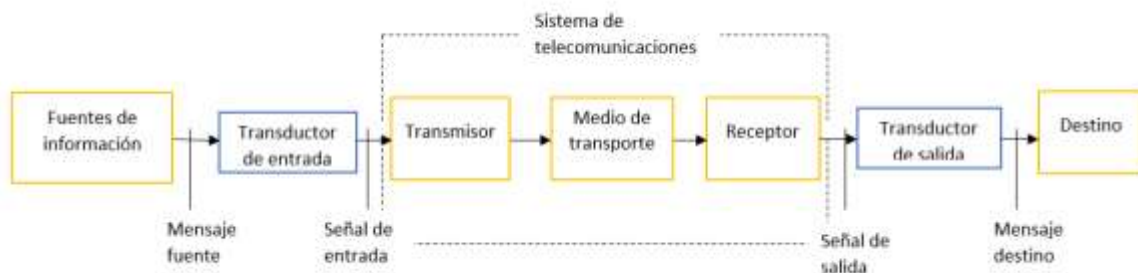
1.12. Conversión analógica digital

1.13. Código de detección de errores

INTRODUCCIÓN

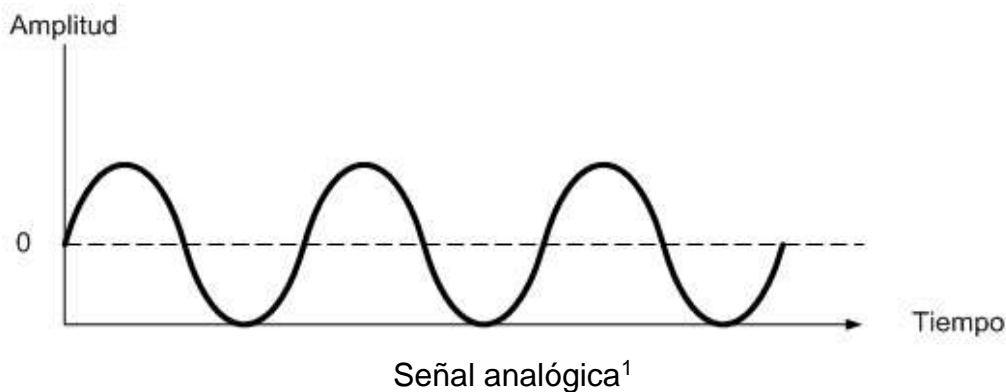
El objetivo de un sistema de comunicaciones electrónicas es enviar información a distancia. Este sistema está formado de manera general por los siguientes elementos; **emisor, medio de transmisión, receptor y un transformador de la señal (entre el emisor, el medio y el receptor)**. Para que la información pueda transmitirse, es necesario auxiliarse de algún tipo de energía portadora, en la que se codifica la información mediante el proceso llamado modulación. La energía portadora puede ser eléctrica o luminosa dependiendo del medio de transmisión que se utilice; como la fibra óptica, cables de cobre, ondas de radio, etc. Las señales que se generan, se procesan, se transmiten y se reciben en el sistema de comunicaciones pueden ser de naturaleza analógica o digital. Las **señales** son formas de energía que representan información, se utilizan en diversas áreas del conocimiento y son de distinta naturaleza, todas tienen algo en común: **reflejan el comportamiento de uno o varios sistemas físicos** (Kuhlmann, 1996: 28).

En el campo de las telecomunicaciones, las señales tienen una gran importancia, ya que para instalar un sistema de red o realizar la interconexión de los diferentes dispositivos, es necesario entender cómo funcionan, sus tipos, características y sistemas con los que interactúan. Este tema presenta los conceptos necesarios para entender su función y aplicación en un sistema de comunicaciones, concretamente en las redes de voz y datos para redes de área local (LAN).



1.1. Analógicas

Los sistemas de comunicaciones electrónicas están basados en dispositivos que manejan básicamente dos tipos de señales; analógicas o digitales. Una de las características más importantes de cualquier tipo de señal es la dependencia que tienen con el tiempo; es decir, una señal puede variar de manera continua o discreta en función del tiempo. Un sistema analógico de comunicaciones es aquel en el cual la energía se transmite y se recibe en forma analógica, y en el cual es variable su amplitud y período (representando un dato de información) en función del tiempo, esto significa que conforme avanza el tiempo la señal adquiere valores dentro de un intervalo continuo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas, tales como la intensidad, la tensión y la potencia; pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc. (Kuhlmann, 1996: 11-27).



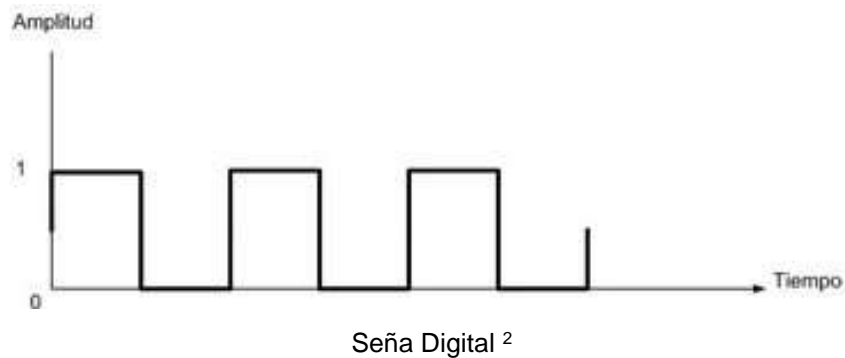
¹ *blogspot.com*. (21 de 06 de 2016). Obtenido de <http://3.bp.blogspot.com/--TPJopXQ4pA/UKmO1hhyEEI/AAAAAAAAAEI/2eiNdsWj93Q/s1600/Se%C3%B1al+anal%C3%B3gica.jpg>

Señales analógicas:

- Son susceptibles al ruido e interferencia electromagnética.
- Presentan grandes atenuaciones en grandes distancias.
- No es posible la regeneración de las señales.
- No conviven con sistemas digitales, hay que instalar equipo adicional para lograr la comunicación con sistemas digitales.

1.2. Digitales

Las señales digitales son discretas (valores finitos) en el tiempo y en amplitud; esto significa que la señal sólo puede tomar uno de dos valores, 0 o 1, en intervalos definidos de tiempo; se pueden considerar ejemplos de señales digitales: un programa de una computadora, el contenido de un CD, etc.



² *blogspot.com*. (21 de 06 de 2016). Obtenido de <http://2.bp.blogspot.com/-DagjFWzL-ol/UKmS9Svad3I/AAAAAAAAAEY/zT8gbINWmKE/s400/Se%C3%B1al+digital.jpg>

Señales digitales:

- La ventaja principal de las señales digitales es la inmunidad al ruido electromagnético.
- Convivencia con sistemas digitales (CD-ROM, estéreo, etc.).
- Es posible la regeneración de señales.
- Es posible la detección y corrección de errores.
- El procesamiento digital requiere menos potencia eléctrica, componentes más pequeños y, en ocasiones, es de menor precio.
- Son sensibles a la sincronía entre elementos conectados.

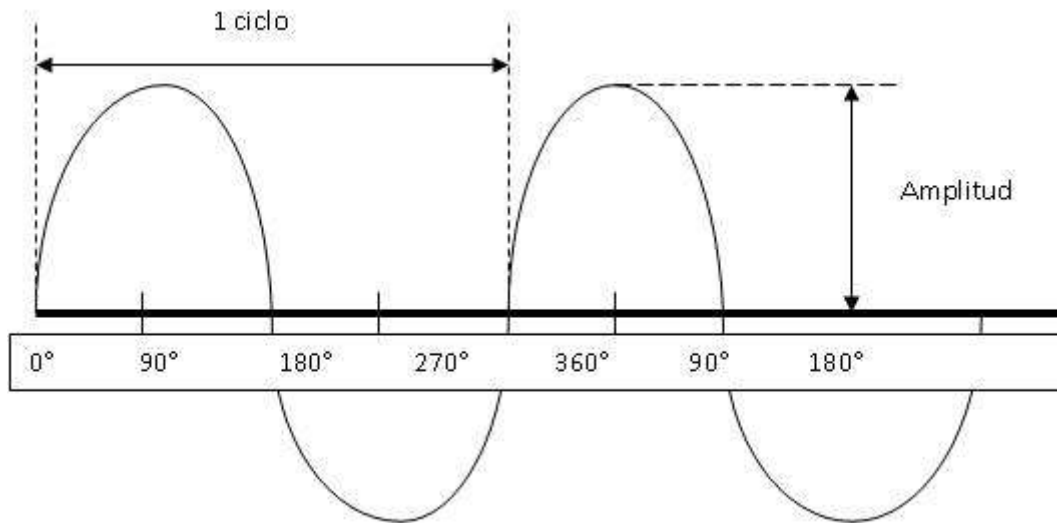
Históricamente, los sistemas de comunicaciones funcionaron usando las señales analógicas para transmitir la información, como en el caso de la voz que tiene esas características y que dio origen a la Red Telefónica Conmutada (RTC). El desarrollo tecnológico y las computadoras en los sistemas de comunicaciones han llevado a la migración de sistemas analógicos hacia los de tecnología digital. La tendencia es que, por múltiples razones y con el correr del tiempo, las mismas se conviertan totalmente en redes digitales. Son varias las ventajas de las señales digitales respecto de las analógicas; mayor facilidad de uso e instalación, facilidad de mantenimiento, mayor calidad de servicio (QoS) por las técnicas de regeneración de señales que utiliza, así como su menor costo. Las redes de área local (LAN) son un ejemplo de la digitalización que permite la transmisión de cualquier tipo de información.

1.3. Características de las señales

Las señales analógicas y digitales se caracterizan por ser de forma variable y toman una determinada forma según la información que transmitan. Sus características técnicas pueden representarse como la combinación de varias señales de tipo periódico. Su entendimiento es muy importante, ya que nos permite comprender el funcionamiento de los medios de transmisión, equipos de comunicación, estándares de redes LAN y WAN, etc. Por ejemplo, la amplitud puede aplicarse a la atenuación que pueden sufrir las señales en un medio de transmisión determinado, cuando no se cumplen las normas y estándares establecidos. La frecuencia a la cantidad necesaria de Hz. (ancho de banda) que deberá soportar un medio de transmisión alámbrico o inalámbrico de acuerdo a las aplicaciones que soportará: voz, video, datos, videoconferencia, telepresencia, VoIP, etc.

Características:

- Amplitud (A): La intensidad máxima de la señal o valor pico puede ser representada en valores de voltaje o corriente, etc.
- Período (T): Tiempo que tarda en cumplirse un ciclo, se mide en segundos.
- Frecuencia (f): Número de ciclos en la unidad de tiempo, su unidad es el Hertz, que es la unidad inversa de los segundos, por lo que $f=1/T$
- Diferencia de fase: La diferencia de fase o ángulo de desfase indica el ángulo que se encuentra atrasado o adelantado con respecto a otra señal.
- Longitud de onda (λ): Distancia que cubre la señal de un ciclo, se utilizan los metros como unidad de medida. La forma de calcular su valor resulta si dividimos la velocidad de la luz entre la frecuencia, así $\lambda = v / f$. (Castro, 2013: 72- 86).

Características de las señales³

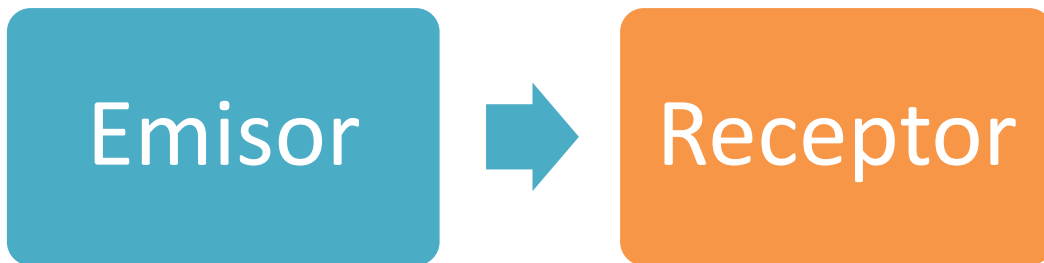
1.4. Modo de operación

El modelo general de un sistema de comunicaciones está compuesto por un emisor, un receptor y un medio de transmisión. La comunicación emisor-receptor puede tener varios modos de operación de las señales (Castro, 2013: 444-447), dependiendo de las limitaciones del medio de transmisión, de los equipamientos: DCE (Equipo de Comunicación de Datos) y DTE (Equipo Terminal de Datos) y de los procesos del usuario. Un DCE puede ser un conmutador de datos (*switch*), un conmutador de voz, etc. Un DTE puede ser una computadora, un teléfono, etc.

³ (2003). En T. Weyne, *Sistemas de educación electrónica* (pág. 15). México: Pearson Educación

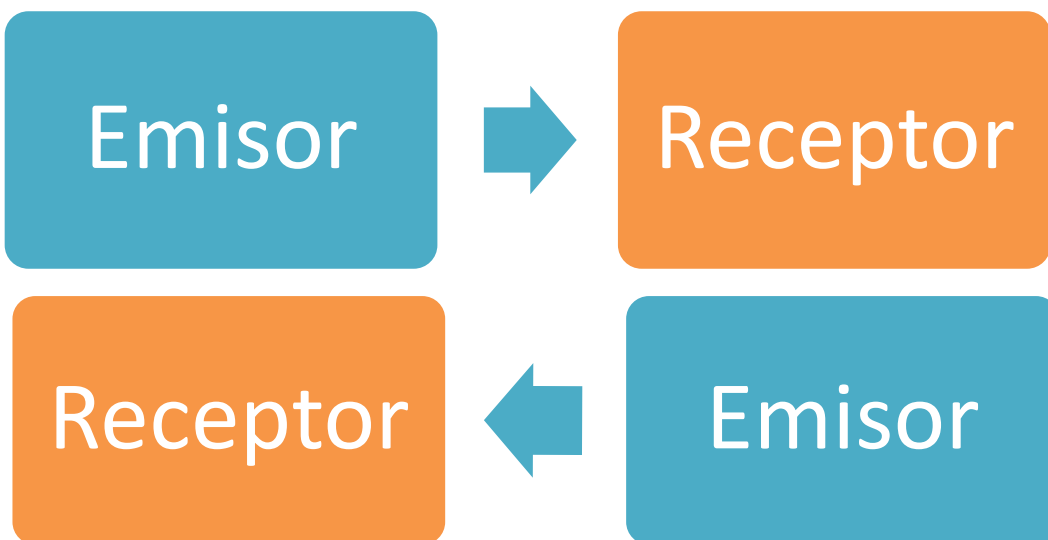
1.4.1 Simplex

En el modo de operación simplex, la comunicación es unidireccional, esto es, mientras un equipo transmite el otro sólo recibe; en ningún momento el receptor puede tomar el papel de emisor, un ejemplo de este tipo de modo de operación es la TV. En este caso, no es el medio de transmisión el que define el tipo de operación; sino el diseño de la aplicación.



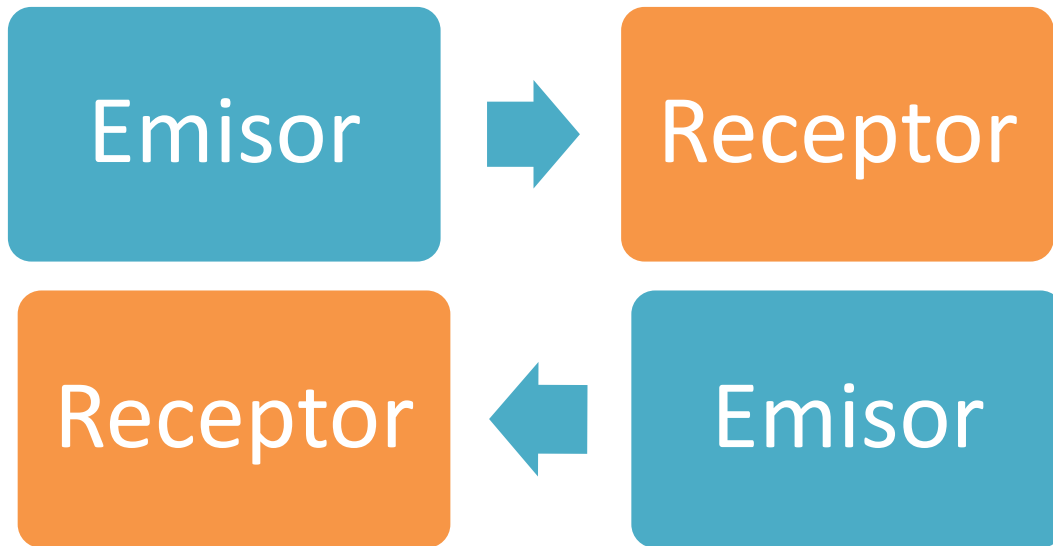
1.4.2 Half duplex

La comunicación *half duplex* es bidireccional, pero no en forma concurrente; ambos elementos pueden fungir como receptor y emisor, pero nunca de manera simultánea, sino que invierten sus roles. El ejemplo más simple de este tipo de comunicación es el *walkie talkie*.



1.4.3 Full duplex

El modo full duplex, ambos elementos pueden transmitir y recibir de manera simultánea. Ejemplo de este modo lo encontramos en las redes basadas en conmutadores (*switches*) y en equipos de videoconferencia.

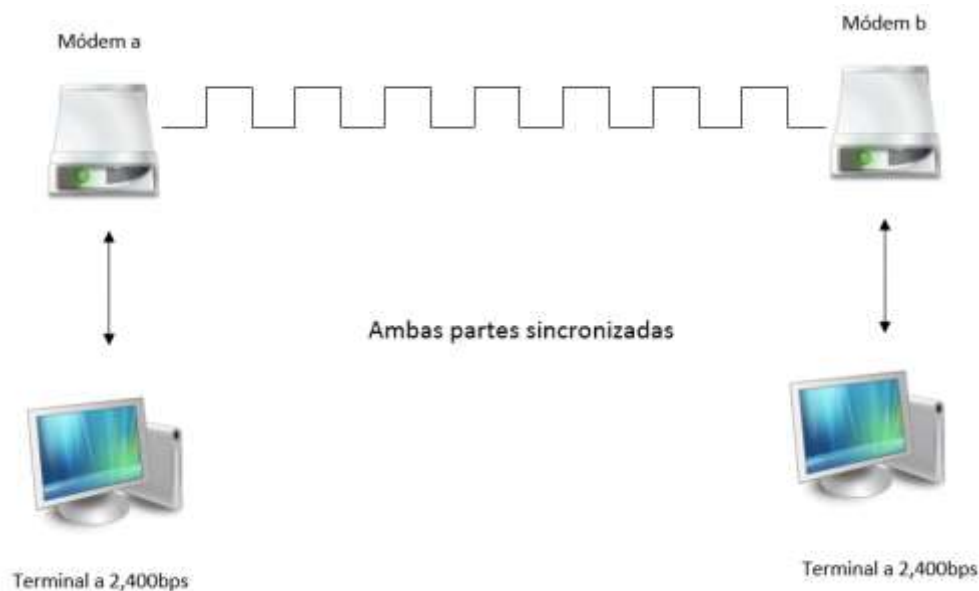


1.5. Modo de flujo

La transmisión de información digital requiere de mecanismos de sincronización para la correcta interpretación de ésta. Si tomamos en cuenta la forma en que se sincronizan el transmisor y el receptor, la transmisión puede ser: síncrona y asíncrona.

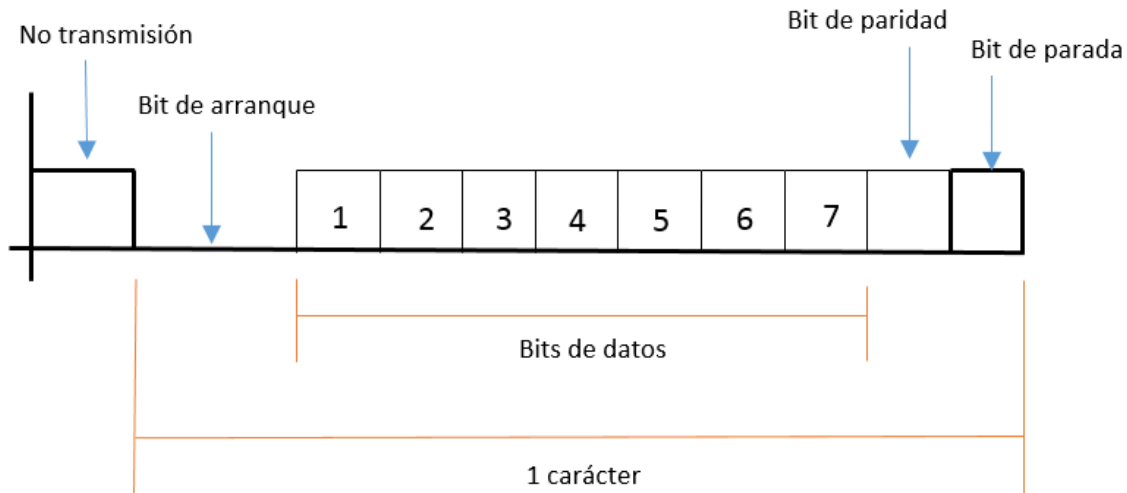
1.5.1 Síncrona

En esta técnica es necesario sincronizar los relojes de ambos equipos, su ventaja es que se transfiere mayor cantidad de datos por unidad de sincronía, existen dos tipos: orientada a carácter y orientada a *bit*.



1.5.2. Asíncrona

En esta técnica no hay necesidad de que emisor y receptor compartan el mismo pulso de reloj, es necesario el uso de *bits* de inicio y paro para indicar que el dato está llegando y dar al receptor tiempo suficiente para efectuar operaciones mientras llega el siguiente *bit*, tiene un bajo costo de implantación y su desventaja es que tiene un alto desperdicio de la capacidad del canal (*overhead*).



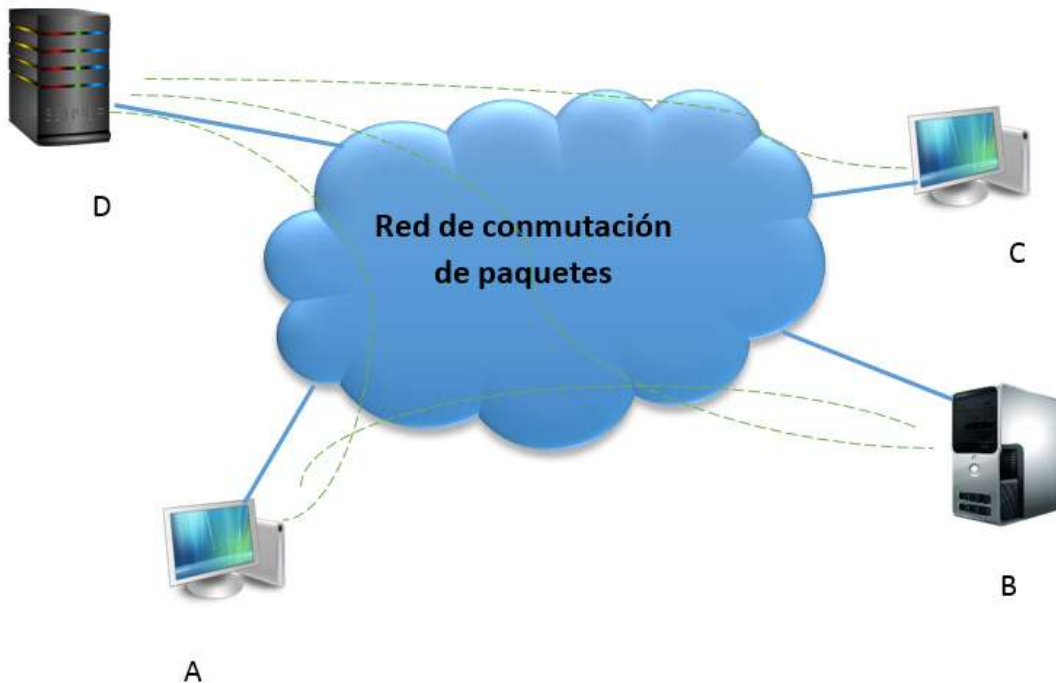
1.6. Conmutación de paquetes

La conmutación, es la técnica utilizada para la transferencia de información entre dos máquinas, existen dos clasificaciones: conmutación de paquetes y conmutación de circuitos. La conmutación de paquetes es un procedimiento mediante el cual, cuando un equipo quiere enviar información a otro lo divide en paquetes, los cuales contienen la información del equipo destino (Ford, 1998: 45-48).

En cada nodo intermedio (DCE) por el que pasa el paquete realizan las siguientes funciones:

- **Conmutación y almacenamiento:** En este tipo de redes, los mensajes recibidos son analizados para decidir su próximo “salto”; además, pueden ser almacenados temporalmente si en la red existe congestión.
- **Control de ruta (*routing*):** Se refiere a la selección de un nodo por el que deben retransmitirse los paquetes para hacerlos llegar a su destino.

Cuando un equipo desea enviar información a otro, éste agrega al mensaje la dirección del equipo destino y lo pasa a la red para que los DCE (ruteadores) intermedios definan su encaminamiento. Los DCE con base en la información de tráfico, disponibilidad, costos e información de rutas, deciden la ruta óptima hacia el siguiente DCE (próximo salto) o éste a su vez realiza lo mismo hasta llegar al nodo de destino. Si existe tráfico, los DCE proporcionan almacenamiento temporal (*buffers*) para manejo de picos de tráfico.

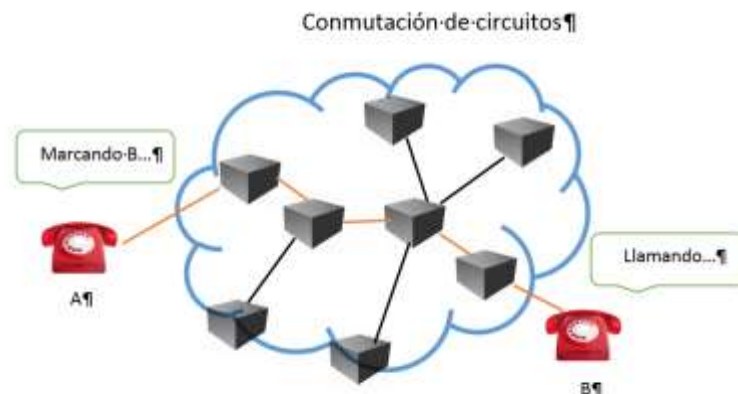


1.7. Conmutación de circuitos

Su uso se presenta principalmente con tráfico de voz y utilizan conmutación pura, por lo que ofrecen un circuito dedicado desde el origen hasta el destino a través de los nodos intermedios, reservándole un ancho de banda a lo largo de toda la trayectoria (se utilice o no, por lo que se puede presentar subutilización del medio). Los nodos intermedios o DCE funcionan como conmutadores y no poseen dispositivos de almacenamiento (*buffers*).

La comunicación requiere del establecimiento previo de la ruta a través de la dirección (un número telefónico, por ejemplo) e información de disponibilidad y prioridades.

En los sistemas modernos, los circuitos dedicados son virtuales; es decir, sobre un mismo medio físico se tienen varios de estos circuitos y de acuerdo con la utilización del medio, se pueden aplicar algoritmos de compresión, supresión de silencios, redireccionamiento de tráfico y similares para optimizar los recursos de la red.



1.8. Modulación analógica:

AM, FM, PM

Las señales se transmiten entre un emisor y un receptor por medio de un medio de transmisión; guiado y/o no guiado. Sin embargo, las señales de información casi nunca tienen una forma adecuada para su transmisión. Por lo que éstas se deben transformar a una forma más adecuada por medio de la modulación (Castro, 2013: 513-534). Recordemos que la **modulación** de señales consiste en modificar las características de una señal portadora para adecuarla a las características del medio de transmisión. La demodulación es el proceso inverso, en donde las señales se regresan a su forma original. La señal portadora maneja tres características: amplitud, frecuencia y fase.

Son varias las razones por las que es necesario modular las señales:

- Elimina la interferencia entre señales transmitidas por múltiples usuarios para que éstas sean reconocidas adecuadamente con la información que transmiten.
- Al utilizar altas frecuencias en el envío de información, se obtiene mejor transmisión.
- Mejor aprovechamiento del espectro electromagnético por medio de las técnicas de multiplexación.
- En la transmisión inalámbrica se requieren antenas de menor tamaño y, por lo tanto, de menor costo.

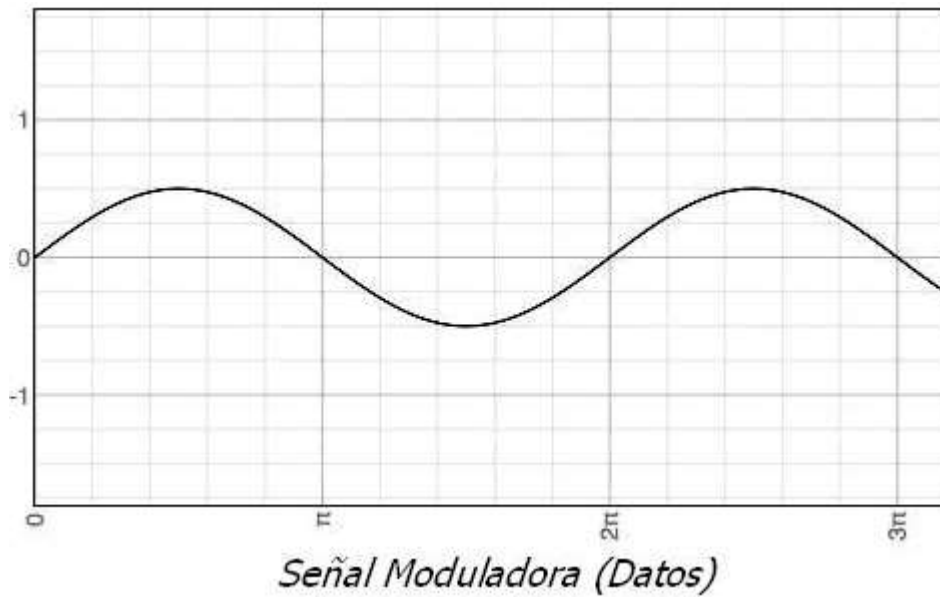
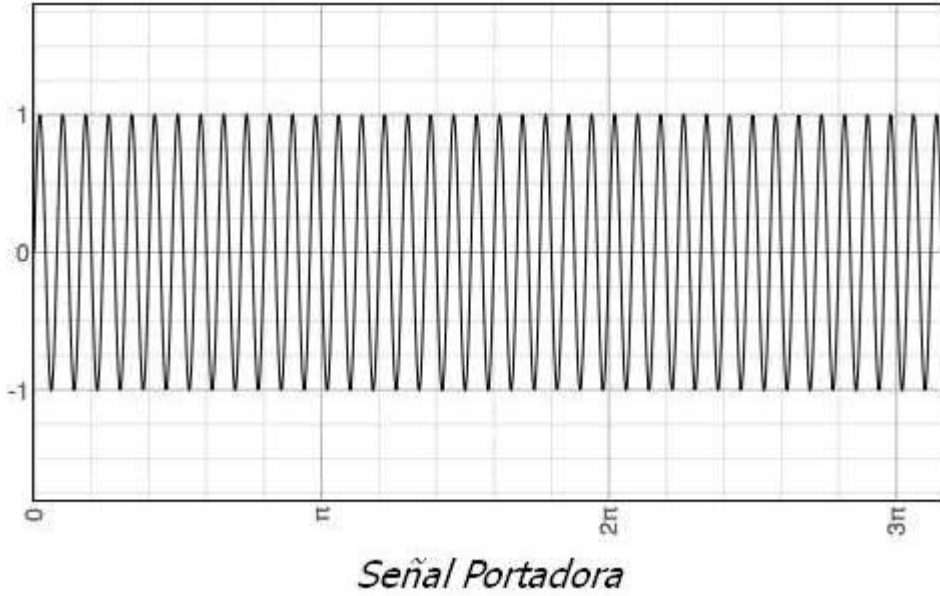
Existen dos tipos básicos de la modulación:

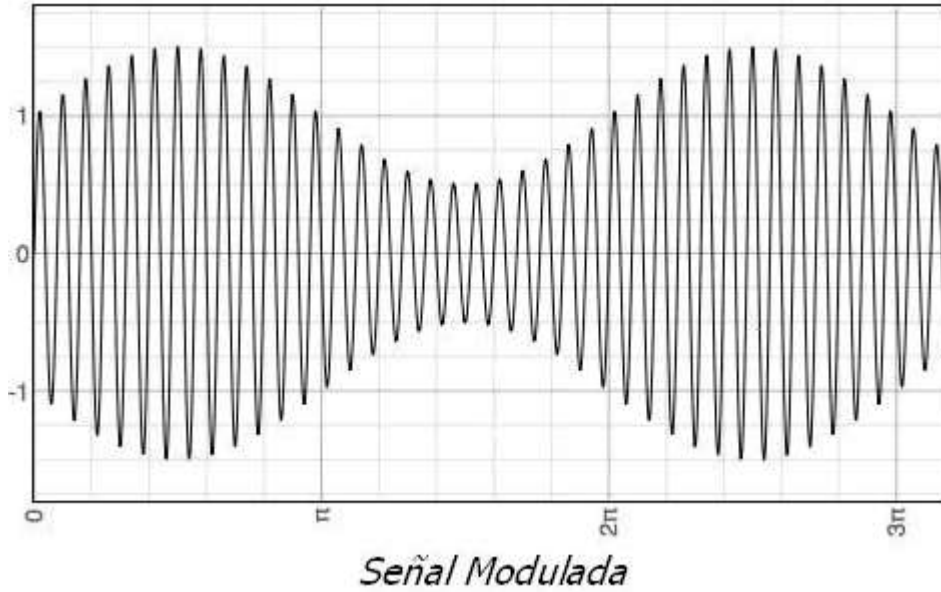
- Modulación analógica
- Modulación digital

“La modulación analógica es el proceso por el cual una señal denominada portadora, cuya forma es sinusoidal, modifica su amplitud, frecuencia o fase en función de la señal moduladora, que contiene la información a transmitir”. (Castro, 2013: 516). Este tipo de modulación se ocupa en **la transferencia de información analógica a través de señales analógicas**. Las aplicaciones principales de este tipo de modulación las encontramos en radiodifusión.

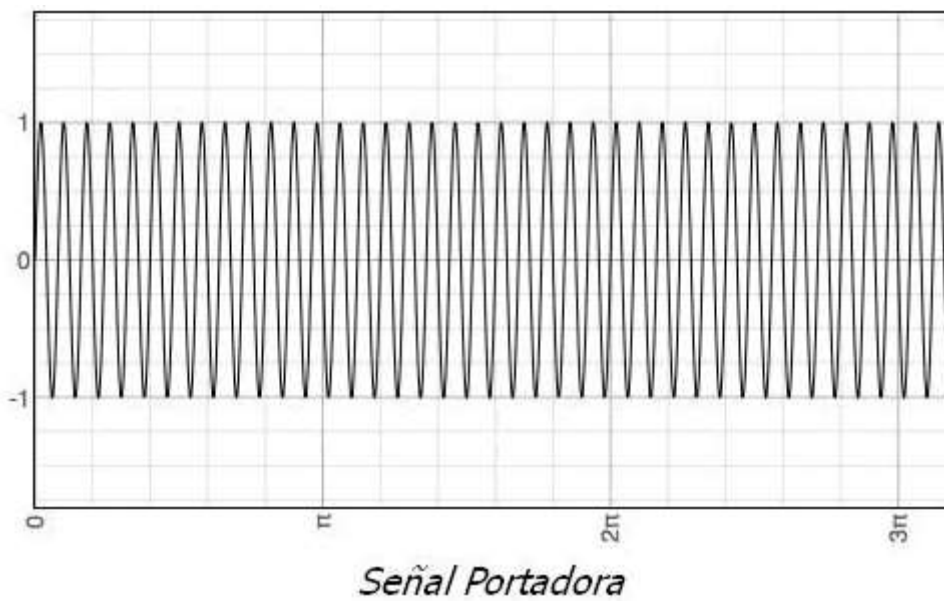
Modulación de la Amplitud (AM)	Modulación de la Frecuencia (FM)	Modulación de la Fase (PM)
Cambia la amplitud de la señal portadora.	Cambia la frecuencia de la señal portadora.	Cambia el ángulo de la fase de la señal portadora.

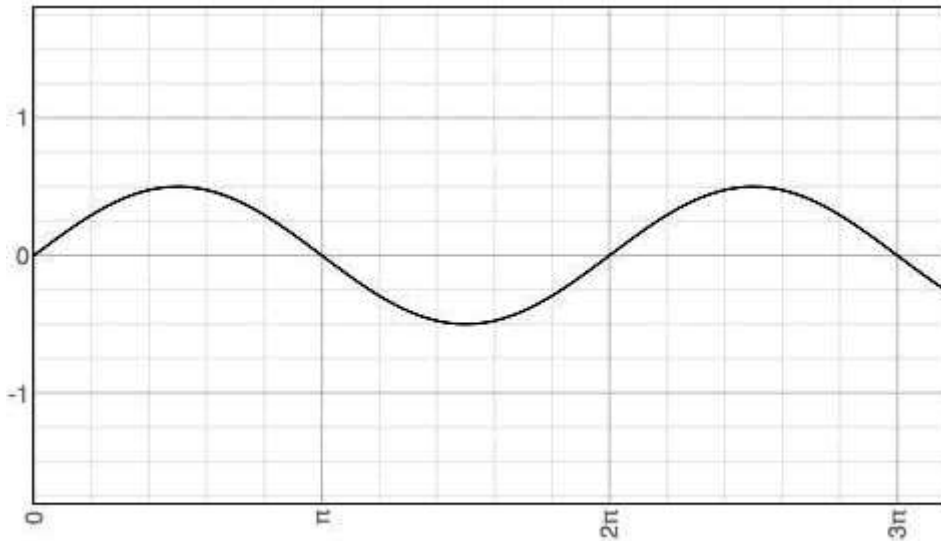
Modulación analógica AM



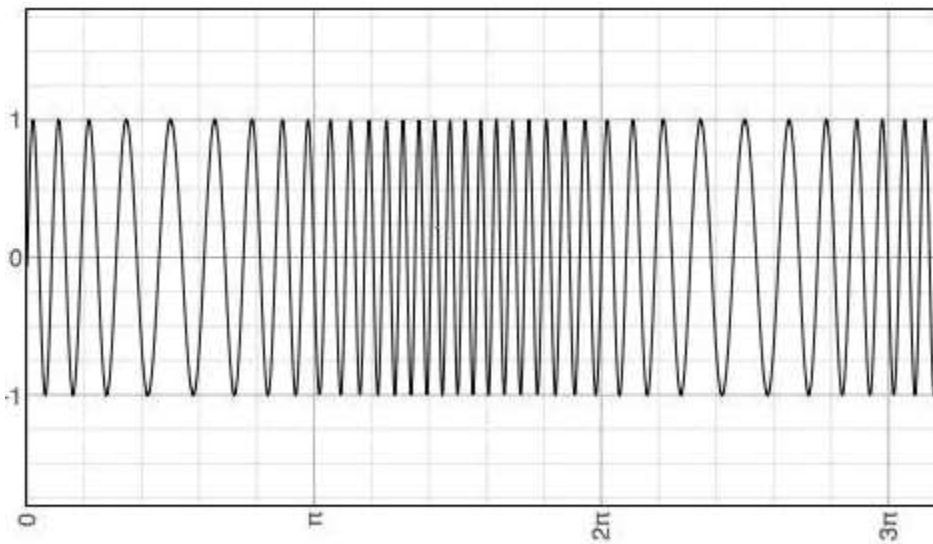


Modulación analógica FM



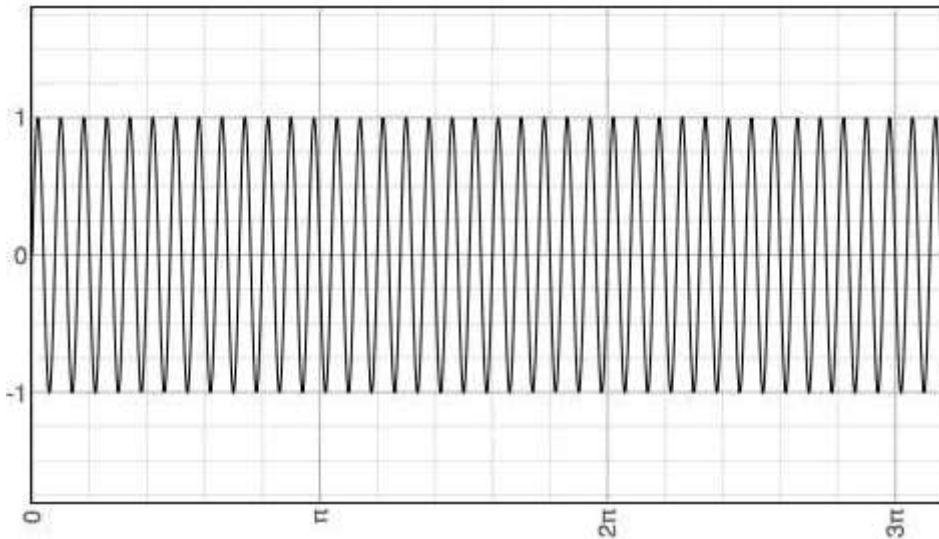


Señal Moduladora (Datos)

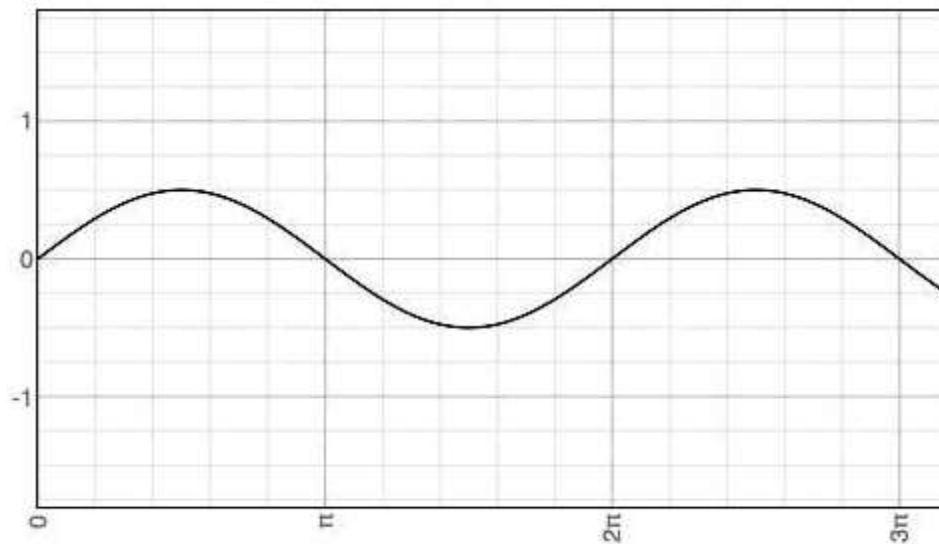


Señal Modulada

Modulación analógica PM ⁴



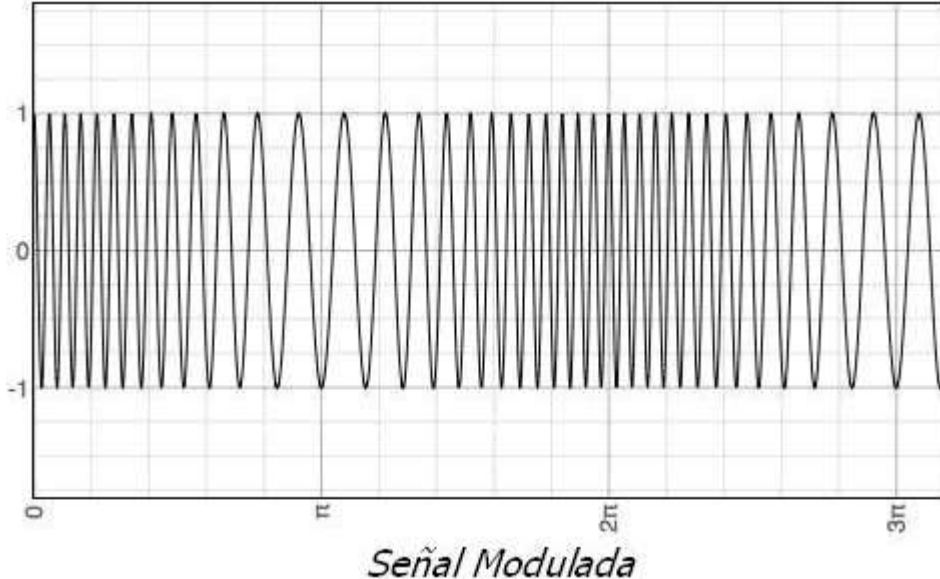
Señal Portadora



Señal Moduladora (Datos)

⁴

<http://modul.galeon.com/>. (22 de 06 de 2016). Obtenido de <http://modul.galeon.com/aficiones1359485.html>



Cuando se trata de señales de radio que se transmiten por ondas electromagnéticas a través del aire, se busca que la señal modulada emitida llegue desde el equipo transmisor (radiodifusora) hasta el equipo receptor (aparato del oyente). En el caso de las señales de radio moduladas en amplitud (Radio AM), se deben utilizar frecuencias que estén en el rango de los 540 y 1600 khz por las distancias que tienen que cubrir. Las distancias dependen de la potencia de salida que tenga la antena transmisora. Cuando está entre 5 a 25 kw la distancia oscila entre 300 y 600 km. También las distancias de propagación varían según la hora del día. En el caso de las señales de radio comerciales moduladas en frecuencia como las Radioemisoras FM, deben utilizar frecuencias en el rango de los 88 y 108 Mhz, en este caso, la potencia requerida es menor del orden de los kilowatts y la distancia de propagación alcanza hasta los 30 o 40 km. En este caso la propagación es independiente de las horas del día, pero es dependiente de la altura en que esté instalada la antena transmisora.

Se puede concluir que debe existir una adaptación entre la señal moduladora que va a ser transmitida con la información y el canal de comunicación que se utilizará, y sus aplicaciones abarcan:

- La radiodifusión.
- Señales digitales producidas por computadoras que deben transmitirse por redes de telecomunicaciones de características analógicas.
- Señales analógicas como el caso de la voz o de señales de video que deben transmitirse por redes de comunicaciones con características digitales.

1.9. Modulación digital: ASK, FSK, PSK

Modulación digital: este tipo de modulación, se ocupa en la transferencia de información digital a través de señales analógicas.

Surge de la necesidad de transferir información digital por las líneas telefónicas (uso de módem).

Las señales digitales poseen formas de ondas cuadradas con significado de 0 o 1. Si este tipo de ondas se transfieren por medios analógicos, la señal cuadrada se distorsionaría y el receptor no tendría información suficiente para interpretarla. Debido a esto, las señales son transformadas para su transporte en medios analógicos.

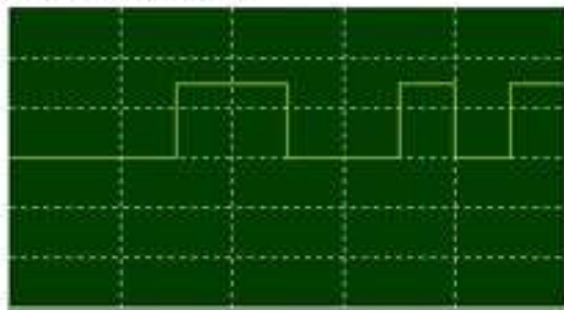
Existen tres técnicas básicas para modulación digital:

1. En amplitud o ASK (*Amplitude-Shift Keying*)
2. En frecuencia o FSK (*Frecuency-Shift Keying*)
3. Fase o PSK (*Phase-Shift Keying*)

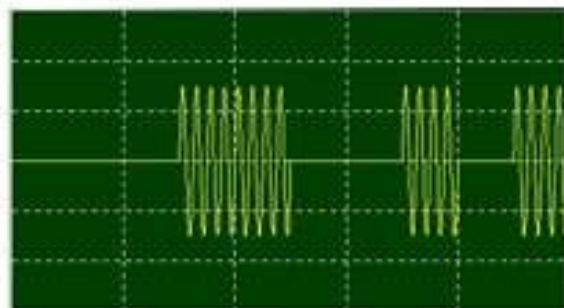
1. La técnica de modulación por desplazamiento de amplitud, también conocida como ASK, consiste en cambiar la frecuencia de una señal digital; es decir, los datos digitales se representan como variaciones en la amplitud en la señal portadora. La amplitud de la señal portadora analógica varía conforme a la corriente de los *bits* (0 y 1) manteniendo su frecuencia y fase de manera constante. Este tipo de modulación es muy sensible al ruido aleatorio (atmosférico, distorsiones, etc.) que no tiene relación con las señales que se transmiten y ocasionan problemas en la transmisión, por lo que se requiere que la amplitud sea de mayor potencia y, por lo tanto, requiere un mayor consumo de energía en la modulación y demodulación.

- *Modulación Digital ASK*

Señal binaria



Señal ASK

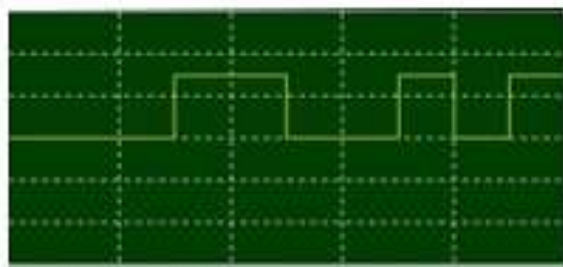


La técnica de modulación y demodulación ASK es muy barata y es utilizada para la transmisión de datos digitales sobre los sistemas de fibra óptica (cables y fuentes de energía LED o LASER) en donde un pulso de luz (energía luminosa) se representa con 1 y la ausencia de la misma se representa con 0.

2. La técnica de modulación por desplazamiento de frecuencia o FSK utiliza dos tipos de frecuencias diferentes de tipo digital. La señal moduladora forma un tren de pulsos en donde un pulso representa un 1 y otro pulso representa un 0. A la relación de cambio de entrada del modulador se llama **bit-rate** y su unidad es el *bit* por segundo (bps) y en la salida del modulador se le llama **tasa de baudios, baudaje** o **baud-rate**, que representa la velocidad o número de símbolos por segundos que son necesarios para enviar la señal. Las ventajas de la técnica FSK sobre ASK es que aumenta la protección contra el ruido e interferencias logrando un desempeño muy superior a la modulación en amplitud.

- *Modulación Digital FSK*

Señal binaria



Señal FSK

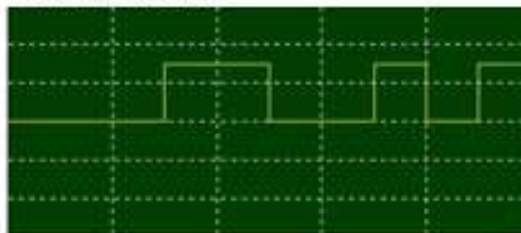


5

3. La técnica de modulación por desplazamiento de fase o PSK consiste en hacer variar la fase o ángulo en que se encuentra la señal portadora entre un número de valores limitados y discretos (0 y 1) mientras la amplitud y frecuencia de la señal portadora permanecen constantes. Recordemos que la fase se representa en grados o radianes, por lo que en esta técnica un *bit* de datos 0 corresponde a la fase con valor 0 grados, y un *bit* 1 corresponde a otro valor en la fase. Existen dos alternativas para este tipo de modulación. PSK convencional en la que es necesario tener una señal portadora de referencia en el equipo receptor a fin de mantener una sincronización exacta en la frecuencia y fase con el equipo transmisor, de esta forma se determina si la fase recibida corresponde a un 1 lógico o a un 0 lógico. También existe la técnica PSK diferencial o DSPK en la cual la información no está contenida en la fase absoluta, sino en las transiciones 1 a 0 y 0 a 1; es decir, no necesita tener una referencia que sea coherente de la fase del equipo receptor. De manera general el uso de módems es un ejemplo de las aplicaciones de PSK.

- *Modulación Digital PSK*

Señal binaria



Señal PSK

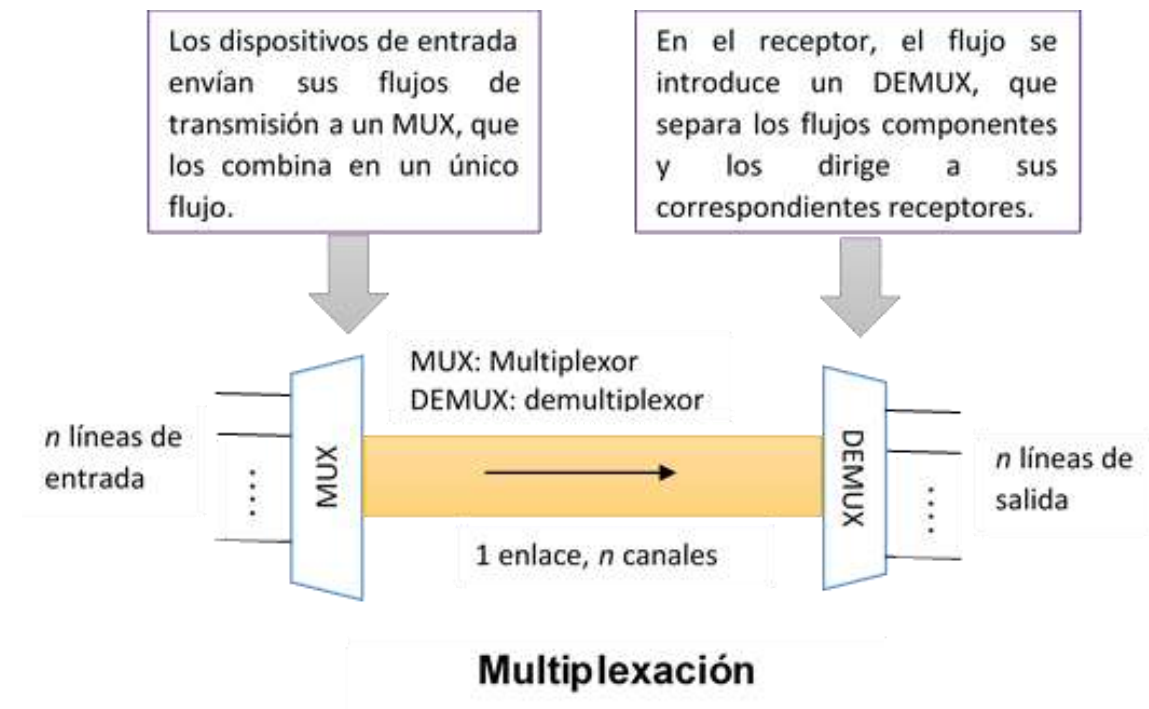


Las ventajas de la modulación digital son:

- ✓ Inmunidad ante el ruido electromagnético.
- ✓ Permite el almacenamiento de señales para su posterior procesamiento.
- ✓ Permite la codificación y encriptación.
- ✓ Los equipos de procesamiento de señales digitales requieren menos potencia y son más pequeños.

1.10. Multiplexación por división de frecuencias

La Multiplexación es una técnica que permite que n cantidad de mensajes o señales compartan un solo medio de transmisión con el fin de prestar servicios diversos y aprovechar la totalidad del ancho de banda. Por ejemplo, si se quieren comunicar dos sitios remotos y cuentan con un solo medio de comunicación, se pueden transmitir de manera simultánea, los servicios de voz, video y datos asignándoles canales diferentes. Los equipos que realizan esta función, reciben el nombre de multiplexores y según estén conectados en alguna parte del circuito de comunicación, multiplexan o demultiplexan las señales.



Técnicas de multiplexación

Las funciones de multiplexación y demultiplexación (Castro, 2013: 636-640) se pueden realizar por medio de las siguientes técnicas, que son las más comunes:

- Multiplexación por división de frecuencias FDM
- Multiplexación por división de tiempo TDM
- Multiplexación por división de tiempo estadístico STDM

La **Multiplexación por división de frecuencias FDM** (*Frequency División Multiplexing*). Es la tecnología más antigua de las mencionadas, que permite dividir el ancho de banda de un medio de comunicación en varios canales por diferentes rangos de frecuencias independientes entre sí. Es utilizada en redes de características analógicas, por lo que su uso está desapareciendo, como el caso de la red telefónica, aunque el concepto de su metodología se utiliza actualmente en ciertos tipos de fibras ópticas.

El esquema de su funcionamiento consiste específicamente en dividir el ancho de banda disponible en el circuito de datos en varios subcanales independientes. Para lograr esto, asigna a cada uno de los canales una porción del espectro de frecuencia, de tal forma que el ancho de banda del canal debe ser mayor a la suma del ancho de banda de cada uno de los subcanales. Cada subcanal está separado del anterior y del posterior, por lo que se denomina “banda de protección” y ésta opera a una velocidad menor a la que podría operar con el ancho de banda del canal completo.

Como se mencionó al inicio, la multiplexación por división de frecuencia, se utiliza en redes analógicas, como es el caso de la red telefónica que opera sobre la base de canales de frecuencia de voz de 3.4 khz de ancho de banda y que forma parte del concepto de “Grupo básico” que está compuesto por 12 canales de voz. La siguiente imagen muestra la jerarquía completa de FDM.

Etapa de translación	Nombre de la banda	Banda de frecuencia (Khz)	Cantidad de canales
Canal	Grupo Básico	60 a 108	12
Grupo	Súper Grupo	312 a 552	60
Súper Grupo	Master Grupo	812 a 2044	300
Master Grupo	Súper Master Grupo	8516 a 12.388	900
Súper master grupo	Banda base 12 Mhz	316 a 12.388	2700

Jerarquía de Multiplexación por División de Frecuencias

1.11. Multiplexación de división de tiempo

La introducción de la tecnología digital a inicios de la década de los años 60, como la modulación por pulsos codificados, permitió el diseño de la técnica de **Multiplexación por División de Tiempo TDM** (*Time División Multiplexing*), actualmente, se utiliza en prácticamente todas los sistemas de telecomunicaciones. Esta técnica consiste en dividir el tiempo de transmisión de una secuencia de datos que se transmite por un único canal de comunicaciones en subcanales de comunicaciones independientes entre sí, donde a cada subcanal se le asigna un segmento de dicho tiempo. Se emplea generalmente en transmisiones digitales, por lo que es utilizado en los enlaces WAN de las redes de datos y transmisión de voz digital. Las normas de multiplexación por división de tiempo. Para la transmisión de señales digitales se pueden combinar y formar arreglos de mayor jerarquía que permiten la transmisión de un mayor número de canales (señales), como las de video, que requieren un mayor ancho de banda. La forma de agrupar la cantidad de canales, depende del tipo de medio de comunicaciones que se utilice, tales como: cable coaxial, fibra óptica, microondas, etc. Los sistemas de multiplexación digital de primera generación de tipo TDM se denominan técnicamente Sistemas Plesiócronicos (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) y el conjunto de los distintos niveles de multiplexación, Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH). En particular se utilizan tres tipos de jerarquías de multiplexación que se conocen como: norma europea, norma americana y norma japonesa.

Europea		Norte Americana		Japonesa
Trama	Kbit/s	Trama	Kbit/s	Kbit/s
E1	2.048	T1/DS1	1.544	1.544
E2	8.448	T2/DS2	6.312	6.312
E3	34.368	T3/DS3	44.736	32.064
E4	139.264	3xT3	139.264	97.728
E5	564.992	T4	274.176	

Jerarquías digitales de multiplexación

También existen otras técnicas como **la Multiplexación por división de tiempo estadístico STDM** (*Statistical Time División Multiplexing*). Es una variante de la multiplexación por división de tiempo TDM y trata de aprovechar los tiempos muertos de comunicación en las líneas de comunicaciones. TDM desperdicia tiempo de transmisión cuando algún equipo terminal está inactivo, ya que la trama de información queda vacía. STDM resuelve este inconveniente de manera eficaz, ya que cuando algún equipo está inactivo envía caracteres de los otros equipos que sí están activos. De esta forma, este tipo de multiplexación asigna *slots* de tiempo en forma dinámica y bajo demanda de los usuarios.

1.12. Conversión analógica digital

Cuando se desea transmitir información analógica en forma digital, se requiere digitalizar la información, esta conversión consta de varios procesos: **muestreo, cuantificación, retención, compresión y codificación**. Una señal analógica implica continuidad y la digital toma valores discretos. La información contenida en las señales analógicas (fase, frecuencia, amplitud, etc.) es convertida a un valor para poder ser manejada en valores digitales preestablecidos. Para extraer la información, es necesario comparar el valor con un estándar previamente establecido y asignarle un valor numérico u otro tipo de información.

Muestreo	Toda la tecnología digital está basada en la técnica de muestreo. En música, cuando una grabadora digital toma una muestra, básicamente toma una fotografía fija de la forma de onda y la convierte en bits, los cuales pueden ser almacenados y procesados. Comparado con la grabación analógica, la cual está basada en registros de voltaje como patrones de magnetización en las partículas de óxido de la cinta magnética. El muestreo digital convierte el voltaje en números (0 y 1) los cuales pueden ser fácilmente representados y vueltos nuevamente a su forma original. La frecuencia de muestreo de una señal en un segundo es conocida como razón de muestreo medio en Hertz (Hz), $1 \text{ Hz} = 1/\text{seg.}$, la razón de muestreo determina el rango de frecuencias (ancho de banda) de un sistema, por lo que a mayores razones de muestreo, habrá más calidad y precisión.
-----------------	--

Cuantificación	<p>Es el proceso de convertir valores continuos en series de valores discretos.</p> <p>Mientras que el muestreo representa el tiempo de captura de una señal, la cuantificación es el componente de amplitud del muestreo. En otras palabras, mientras que el muestreo mide el tiempo (por instancia 44,100 muestras por segundo), la cuantificación es la técnica donde un evento analógico es medido dado un valor numérico.</p> <p>Para hacer esto, la amplitud de la señal de audio es representada en una serie de pasos discretos. Cada paso está dado por un número en código binario que digitalmente codifica el nivel de la señal. La longitud de la palabra determina la calidad de la representación, por lo que una palabra más larga es de mejor calidad en un sistema de audio.</p>
-----------------------	--

Por ejemplo:

8 bits equivalen a 256 estados = 48 dB (decibeles).

16 bits equivalen a 65,536 estados = 96 dB.

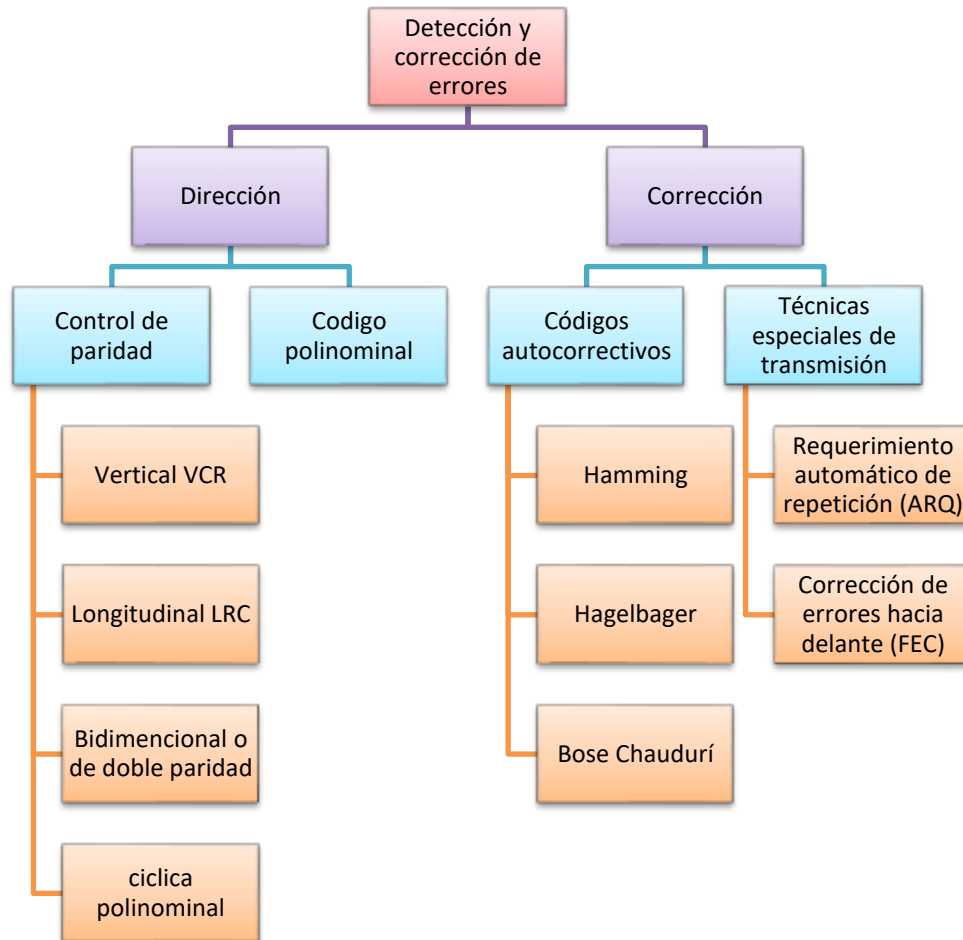
Entonces, se deben tomar muestras a tiempos menores y se debe cuantificar a mayores niveles de *bits*, si sucede lo contrario pueden ocurrir errores de cuantificación.

1.13. Código de detección de errores

En el proceso de transmisión de datos que se realiza entre equipos **emisor-receptor** y en el cual no intervienen operadores, pueden ocurrir errores que alteren o mutilen un mensaje y, por lo tanto, no sea una copia fiel del que se transmitió. Estos errores pueden alterar el contenido del mensaje y hacen que éste sea **inválido** o bien que a pesar de esto sea **útil** y se pueda interpretar, por lo que no invalida el sentido de lo que se quiso transmitir. Todo sistema de transmisión de datos debe ser capaz de asignar los recursos necesarios para detectar los errores y recuperar los datos que se hayan perdido por causa de éstos.

Existen varios métodos para detectar los errores de forma automática, los equipos los analizan, los aceptan o rechazan de forma parcial o total.

En la siguiente figura se muestran los métodos más importantes que se utilizan para la detección y corrección de errores en la transmisión de datos.



(Castro, 2013: 206-215).

Tipos de errores:

Los tipos de errores se pueden clasificar por su distribución en el tiempo.

- Errores simples. Afectan a un solo *bit* y son independientes entre sí cada vez que se producen.
- Errores de ráfagas. Afectan a varios *bits* consecutivos y se presentan en periodos indeterminados.

- Errores agrupados. Se presentan en lapsos de cierta duración y no afectan necesariamente a varios *bits* seguidos.

Detección de errores:

El control de errores está considerado en las técnicas de diseño, fabricación de equipos, y enlaces de transmisión de datos para que se reduzca el porcentaje de errores. También incluyen metodologías para detectarlos y corregirlos. Las metodologías más comunes son:

- ✓ No tomar en cuenta los errores. Por el tipo de información a transmitir y el uso que se le dará, los errores no se toman en cuenta. Esta metodología reduce costos y aumenta la capacidad de procesamiento.
- ✓ Prueba de eco. Cada que se recibe un carácter se retransmite de vuelta al equipo transmisor que lo envió y el equipo receptor lo compara. Este método desperdicia mucha capacidad de transmisión, ya que como mínimo un mensaje se transmite dos veces y en otras varias veces más.
- ✓ Control de paridad. Agrega *bits* de control adicionales en la secuencia de *bits* de información transmitidos. Los *bits* no transportan información, sólo se utilizan para la verificación de la paridad en la transmisión de datos.

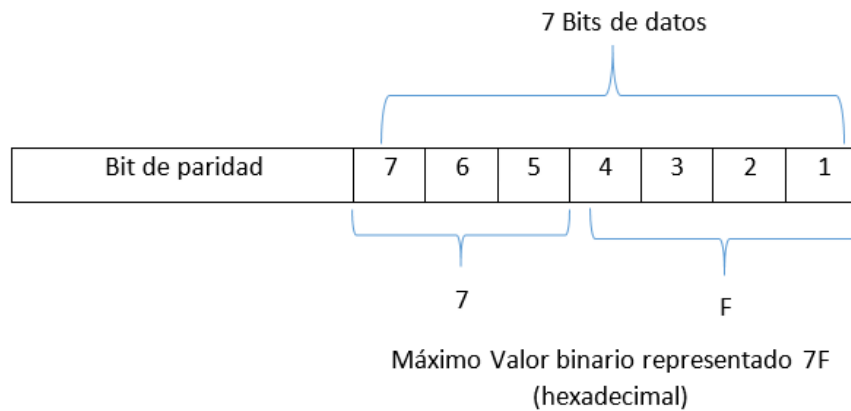
Verificación de paridad

La verificación de paridad puede ser **par** o **impar**. En la paridad **par**, si el número de la palabra de información que se transmite es impar, el *bit* de control que se agrega es el **uno**, para que la suma total sea un número **par**. Por otro lado, si la paridad es **impar**, el *bit* de control que se debe agregar es el **cero**, para que la suma resulte un número **impar**.

Paridad par será "0", carácter resultante	0	01101101100
Paridad impar será "1", Carácter resultante	1	01101101100

Existen tres métodos posibles para la verificación de paridad y en cada uno de estos la paridad puede ser par o impar.

1. Control de paridad vertical (*Vertical Redundancy Check, VCR*). Este método se aplica a cada carácter o *byte* y su utilización se relaciona principalmente con el código ASCII, consiste en agregar un *bit* adicional (*bit* de paridad) al conjunto de los 7 *bits* que conforman la información a transmitir. En el equipo emisor se realiza el cálculo del *bit* de paridad que corresponde a cada carácter y se adicionan los 7 *bits* de información y se transmiten, el equipo receptor lo recibe y calcula de nuevo la paridad comparándola con el criterio del equipo emisor. El inconveniente de este método es que no calcule la doble inversión de *bits* (doble error en un *byte*) y afecte de forma simultánea a un **uno** y lo transforme en **cero** y viceversa. En este caso, la paridad que resulta del carácter sería correcta, pero el dato transmitido sería erróneo.



Ejemplo:

Dato transmitido	0	1	1	0	1	0	1
Para paridad "par" se agrega un bit "0"	0	1	1	0	1	0	1
Para paridad "impar" se agregaría un bit "1"	0	1	1	0	1	0	1

Código ASCII con bit de paridad

2. Control de paridad longitudinal (*Longitudinal Redundancy Check*, LRC). Se aplica a un conjunto formado por bloques de **N caracteres de 7 bits** cada uno. Al finalizar el bloque de **N** caracteres se transmitirá un carácter completo que se denomina **carácter de control de bloque** (*Block Check Character*, BCC).

El BCC se calcula de la siguiente forma:

- a) Se toman los *bits* que se encuentran en la posición número 1 y se calcula el *bit* de paridad para el bloque completo que corresponde a esa posición y éste será el *bit* número uno del carácter BCC.
- b) Posteriormente se toman los *bits* que se ubican en la posición dos y se realiza la misma operación y así sucesivamente de forma continua.
- c) Finalmente se obtiene el *bit* de paridad longitudinal de todos los *bits* de paridad vertical, hasta que se completa el carácter BCC mencionado.

Carácter transmitido con bit de paridad par

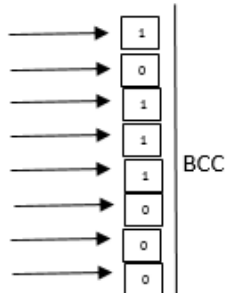
0	1101111
Paridad	Dato

Carácter recibido con doble inversión bit 5 y bit 7 (doble error)

0	1101010
Paridad	Dato

Carácter con doble inversión de *bits*

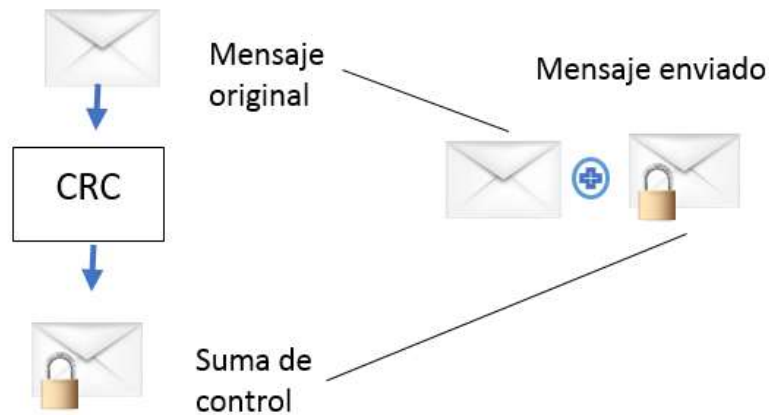
	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Dato 4	Dato 5
Bit N° 1	1	1	0	1	0
Bit N° 2	1	1	0	1	1
Bit N° 3	1	1	0	1	0
Bit N° 4	0	0	0	0	1
Bit N° 5	0	0	0	1	0
Bit N° 6	1	0	1	1	1
Bit N° 7	0	0	1	1	0
Bit de paridad vertical	0	1	0	0	



Control de paridad longitudinal

Este procedimiento es usado principalmente en las comunicaciones de tipo asíncrono.

Control por redundancia cíclica (*Ciclical Redundancy Check, CRC*). Consiste en adicionar al mensaje o paquete información redundante que permita determinar si existió o no, algún error durante la transmisión. Es el método más utilizado en las telecomunicaciones, especialmente en las redes LAN y WAN, la detección de errores se realiza por medio de operaciones aritméticas con polinomios, por medio de la técnica **álgebra de módulo 2**. Su funcionamiento se basa en permitir la verificación de todos los *bits* por medio de un algoritmo matemático determinado que divide, en el equipo emisor, el mensaje de información que quiere enviar por un polinomio que conocen ambos equipos **emisor – receptor**, denominado **generador**. Como resultado de la división, en el equipo emisor se obtienen dos polinomios conocidos como **cociente** y **resto**. El resto se transmite con la secuencia de *bits* sobre la que se quiere realizar el control de errores. En el equipo receptor se recibe el mensaje a controlar y el polinomio que resultó del **resto** de la división. El receptor realiza de forma idéntica el proceso que realizó el emisor, el mensaje a controlar se divide por el polinomio **generador** y se obtiene un **nuevo resto**. Finalmente, se comparan los restos obtenidos en el receptor con el resto obtenido en el emisor, que se transmite junto con el mensaje. Si no existieron errores ambos **restos deben ser iguales**.



El método CRC utiliza la operación lógica OR exclusivo *bit a bit* entre dos cadenas y no hay términos de acarreo para la suma, ni de préstamo para la resta. (Castro, 2013: 214-215).

Suma: 11101001

+ 10011100

= 01110101

Resta: 11010001

- 10010110

= 01000111

Puede notarse que al utilizar el módulo 2 la operación de dos valores iguales siempre resulta **0** y de dos diferentes resulta **1**.

Procedimiento general

1. Definimos el polinomio $M(x)$ de grado n , a transmitir.
2. Definimos el polinomio $G(x)$ de grado r (generador).

3. Definimos un polinomio auxiliar del mismo grado que el generador de la forma X^r .
4. Debe ser $n > r$.
5. Se genera un polinomio que contenga $(r+n)$ bits, de la forma: $M(x) X^r$ (recordar que $M(x)$ es de grado n).
6. Se divide el nuevo polinomio generado de la forma $M(x) X^r$ por el polinomio generador $G(x)$ (empleando el álgebra de módulo 2).
7. De esa división se obtiene un polinomio resto $R(x)$ (que siempre deberá tener un número de bits igual o menor que r , grado del polinomio resto).
8. Por último, se procede a obtener un polinomio que denominaremos $T(x)$, que es el polinomio a transmitir compuesto por: $M(x) + R(x)$.

Ejemplo

Se desea mandar un mensaje compuesto por la siguiente secuencia de bits, **1100000111**. Este se controlará por medio del siguiente polinomio generador:

$$.G(x)=X^5+.X^4+1$$

Calcular el resto y la secuencia completa que se debería transmitir, para poder controlar la presencia de errores en el receptor.

- a) Definimos un polinomio $M(x)$ de grado n , a transmitir.

$$1.X^9+1X^8+0.X^7+0.X^6+0.X^5+0.X^4+0.X^3+1X^2+1.X^1+1$$

- b) Definimos un polinomio $G(x)$ de grado r (generador).

$$.G(x)=X^5+.X^4+1$$

Para $r=5$

c) Definimos un polinomio auxiliar del mismo grado que el generador de la forma x^r .

$$X^r = X^5$$

d) Formemos un polinomio de la forma: $M(x) X^r$.

$$1.X^{14} + 1.X^{13} + 0.X^{12} + 0.X^{11} + 0.X^{10} + 0.X^9 + 0.X^8 + 1.X^7 + 1.X^6 + 1.X^5$$

e) Efectuamos la división del nuevo polinomio generado de la forma $M(x) X^r$, por el polinomio generador $G(x)$, empleando el álgebra de módulo 2.

$$\begin{array}{r}
 11000001110000011001 \\
 \underline{11001} \\
 00000101110 \\
 \quad \underline{110001} \\
 \quad 0111110 \\
 \quad \quad \underline{1100010} \\
 \quad \quad 00111100 \\
 \quad \quad \quad \underline{110001} \\
 \quad \quad \quad 0011010
 \end{array}$$

Por lo tanto, el resto resultará: **11010**

La secuencia a transmitir sería la siguiente: **1100000111-11010**

La aritmética polinómica es fácil de programar en sistemas digitales y su implementación en *hardware* lo hace muy eficiente, logrando que no se degrade el proceso de comunicación entre los dispositivos por la gran cantidad de operaciones que se realizan.

Polinomios generadores

Los siguientes polinomios están basados en estándares internacionales:

- CRC-16. Se utiliza para caracteres codificados con 8 *bits*, su polinomio generador es: $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$

- CRC-12. Indicado para caracteres codificados con 6 *bits*, se utiliza en conexiones WAN, su polinomio generador es: $x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + 1$
- CRC-CCITT. Se utiliza para pruebas prácticas con diversas opciones, normalizado por la UIT-T, se utiliza en conexiones WAN, su polinomio generador es: $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
- CRC-32 (IEEE 802). Se utiliza en conexiones LAN, su polinomio generador es: $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

Existen otros métodos para la detección de errores, tales como la cíclica y la técnica de suma de verificación (*checksum*) con sus características propias.

Podemos concluir que, una vez realizada la **verificación de errores**, se puede elegir entre **corregirlos o no**, ya que en muchas ocasiones el tipo de información que se transmite y en el uso que ésta recibe no es imprescindible atender los errores que se presenten, ya que puede existir otro protocolo de nivel superior que sí los corrija.

RESUMEN

En esta unidad se han presentado los conceptos más importantes sobre las señales, como parte fundamental de un sistema de comunicaciones. Los conceptos podrán integrarse en las siguientes unidades y les permitirán comprender y construir sistemas de comunicaciones como las redes de datos de área local (LAN). Un sistema de comunicaciones electrónicas consiste en una infraestructura física por medio del cual se transmite información desde la fuente hasta el destino. Esta infraestructura está formada por diferentes medios de transmisión alámbrica e inalámbrica y una gran variedad de dispositivos electrónicos que en su conjunto permiten transmitir diversos servicios como la voz, video, datos, etc. Los dispositivos procesan principalmente dos tipos de señales: analógicas o digitales. Una de las características más importantes de cualquier tipo de señal es **la dependencia que tienen con el tiempo**. Las características técnicas de las señales se aplican a cualquier sistema de comunicaciones y son: Amplitud (A), Período (T), Frecuencia (f), Diferencia de fase y la Longitud de onda (λ). La comunicación emisor-receptor puede tener tres **modos de operación de las señales**: simplex, *half duplex* y *full duplex*, cada uno con sus características propias y dos **modos de flujo**: síncrona y asíncrona. La transferencia de información entre dos dispositivos se realiza por medio de la conmutación de paquetes y/o la conmutación de circuitos. Otro de los conceptos importantes es la **modulación** de señales que consiste en modificar las características de una señal portadora para adecuarla a las características de un medio de transmisión, la modulación puede ser analógica o digital. La **Multiplexación** es la técnica que permite que n cantidad de mensajes o señales compartan un solo medio de transmisión con el fin de prestar servicios diversos y aprovechar la totalidad del ancho de banda disponible. Las técnicas más comunes



son: La Multiplexación por División de Frecuencias (FDM), Multiplexación por División de Tiempo (TDM) y la Multiplexación por División de Tiempo Estadístico (STDM). La conversión de señales analógicas a digitales es un proceso que permite digitalizar la información que se transmitirá, consta de los siguientes procesos: **muestreo, cuantificación, retención, compresión y codificación**. El código de detección de errores permite mantener la integridad de los datos a lo largo de canales de comunicación que son poco confiables o que presentan ruido electromagnético.

Bibliografía básica

Autor	Capítulo
Castro Lechtaler, Antonio (2013). <i>Comunicaciones</i> . Buenos Aires: Alfaomega,	736 pp.
Kuhlmann, Federico (1996). <i>Información y telecomunicaciones</i> . México: Fondo de Cultura Económica,	137 pp.
Tanenbaum, Andrew (2003). <i>Redes de computadoras</i> (4ª ed.). México: Pearson Educación	912 pp.
Wayne, Tomasi (2003). <i>Sistemas de comunicaciones electrónicas</i> (4ª ed.). México: Pearson Educación	976 pp.

Bibliografía complementaria

Autor	Capitulo
Black, Uyles (1992). <i>Redes de computadoras, protocolos, estándares e interfaces</i> (2ª ed.). Madrid: Ra-Ma,	585 pp.
Fitzgerald, Jerry (2003). <i>Redes y comunicación de datos en los negocios</i> (3ª ed.). México: Limusa Wiley,	516 pp.
Ford, Merilee (1998). <i>Tecnologías de interconectividad de redes</i> . México: Prentice-Hall,	736 pp.

Sitios de Internet

Sitio	Descripción
http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/1/377/21.pdf	Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU).
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_5.htm	Características de las señales.
http://www.fceia.unr.edu.ar/enica3/dad.pdf	Señales analógicas y digitales.
http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/multiplexacion.htm	Multiplexación.
http://trajano.us.es/~rafa/ARSS/apuntes/tema5.pdf	Digitalización de las señales.
http://www.spw.cl/05mar07_mobile/Transporte/Jerarquia_digital_plesiocrona_PDH.pdf	Jerarquía digital.
http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/pp/maru/labpracticas/TecnologíaTelecomunicaciones.pdf	Tecnología de telecomunicaciones.
http://www.textoscientificos.com/redes/modulación	Modulación.
http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/enlace/detec.html	Detección y corrección de errores.

UNIDAD 2

Transmisión y comunicación de datos



OBJETIVO ESPECÍFICO

El alumno conocerá las características más importantes de los medios de transmisión y de los principales estándares utilizados para el transporte de la información que le permitan diseñar redes de voz y datos.

TEMARIO DETALLADO

(16 HORAS)

2. Transmisión y comunicación de datos

2.1. Guiados

2.1.1. Cable par trenzado

2.1.2. Cable coaxial

2.1.3. Fibra óptica

2.2. No Guiados

2.2.1. Espectro electromagnético

2.2.2. Microondas terrestres

2.2.3. Microondas satelitales

2.2.4. Radiodifusión

2.3. Comunicación de Datos

2.3.1. Ethernet

2.3.2. Fast Ethernet

2.3.3. Gigabit Ethernet

2.3.4. FDDI

2.3.5. X. 25

2.3.6. ISDN

2.3.7. Frame Relay

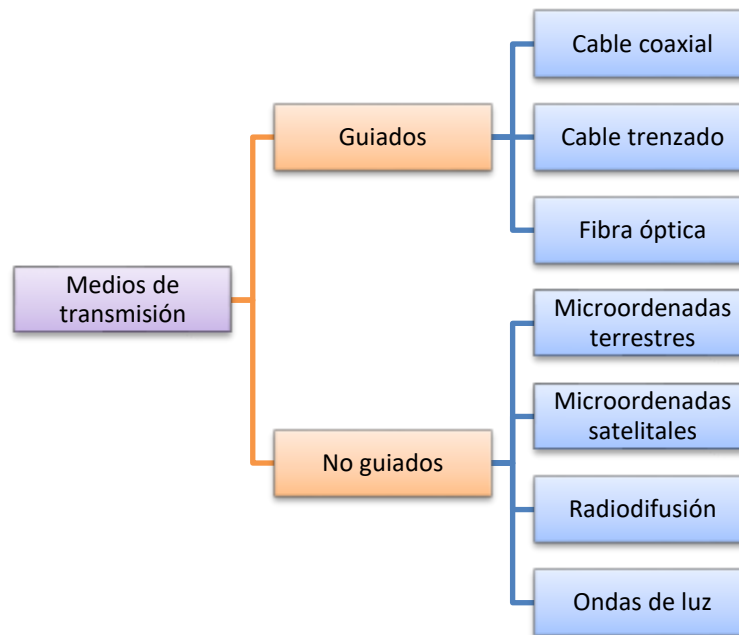
2.3.8. SONET/SDH

2.3.9. ATM

INTRODUCCIÓN

Toda comunicación y/o transmisión de datos requiere de un transmisor, un receptor y un medio de comunicación, este último puede ser de diferentes tipos, aun cuando la forma de transmitir los datos sea la misma. Por ejemplo, si dos personas entablan una conversación ésta puede ser usando el idioma como forma de transmisión; pero el medio de comunicación puede ser el aire, por carta, por señales luminosas, etc. Lo mismo pasa en las redes: la transmisión puede ser comúnmente por medios de transmisión guiados o alámbricos, o por medios de transmisión no guiados o inalámbricos:

Clasificación general de los medios de transmisión



Al seleccionar un medio de comunicación, deben considerarse principalmente los siguientes aspectos:

Diseño de la infraestructura

- Requerimientos de los diferentes subsistemas del cableado que se instalará (horizontal, *backbone*, trabajo, etc.).
- Aplicaciones específicas que se correrán (voz, video, datos, multimedia, etc.).
- Tecnología de la red a instalar (*Ethernet*, *fdi*, *gigabit Ethernet*, etc.).
- Distancias (máximas y mínimas).
- Costo de materiales e instalación (medios, conectores, accesorios).
- Estructura arquitectónica del edificio (áreas, pisos, edificios, etc.).
- Costo de mantenimiento del cableado.
- Ancho de banda requerido por las aplicaciones (Hz y bits).
- Grado de interferencia electromagnética.
- Atenuación (Pérdida de potencia a lo largo del medio de transmisión).
- Crecimiento futuro (actualización tecnológica, usuarios, aplicaciones).

2.1. Guiados

Los medios de transmisión guiados, son aquellos que están elaborados con material físico, cuyas propiedades de tipo electrónico, mecánico u óptico, o de cualquier otro tipo, se emplean para facilitar el transporte de información entre equipos geográficamente distantes, se les considera guiados o confinados porque la señal está “atrapada” o en confinamiento dentro de un cable, mientras que en los medios inalámbricos las señales no tienen guía y viajan libres por el espacio.

2.1.1. Cable par trenzado.

Un cable de par trenzado está formado por un grupo de cuatro pares de conductores metálicos trenzados entre sí, que permite minimizar la interferencia electromagnética.



Cable STP⁵

⁵ *linitaduran-ciscotarde*. (23 de 06 de 2016). Obtenido de <http://linitaduran-ciscotarde.blogspot.mx/>

Los cables de cobre de par trenzado más comunes en cableado estructurado son:

1. UTP. *Unshield Twisted Pair* (par trenzado no blindado)
2. F/UTP. *Foil Over Twisted Pair* (pantalla sobre par trenzado no blindado)
3. S/FTP. *Screen/Foil Twisted Pair* (blindado sobre par trenzado apantallado)

1. UTP (*Unshielded Twisted Pair*) Este tipo de cable tiene las siguientes características:

- Excelente desempeño en la mayoría de las necesidades.
- Compatibilidad electromagnética moderada.
- Soporta aplicaciones de media y alta velocidad en redes locales como 802.3 Ethernet (1000-Base-T), telefonía analógica y digital, etc.
- Fácil de instalar.

Los organismos de normalización, como EIA/TIA, los clasifican en categorías que definen su capacidad en ancho de banda, atenuación y otros parámetros.

Categorías del cable UTP, según EIA/TIA

Categorías	Ancho de banda ⁶	Velocidad ⁷
1		100 kbps
3	16 MHz	16 Mbps
5e	100 MHz	100 Mbps
6	250 MHz	1 Gbps
6A	500 MHz	10 Gbps
7	600 MHz	Superior a 10 Gbps
7A	1000 MHz	Superior a 10 Gbps

⁶ El *hertz* es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades y representa un ciclo por segundo en una señal. 1 MHz = 1 000 000 Hz

⁷ El kilobit es una unidad de medida de información (kb) y se utiliza para expresar velocidades de transmisión de datos por segundo. Mbps= 1 000 000 de bits por segundo. Gbps= 1000 000 000 de bits por segundo.

2. F/UTP (*Foil Over Twisted Pair*) También llamado FTP, este tipo de cable contiene una pantalla (cinta de aluminio) que cubre al conjunto de pares. Sus características son:

- Ofrece una mayor compatibilidad electromagnética.
- Ideal para ambientes con altas interferencias electromagnéticas (EMI).
- Ideal en ambientes como:
 - Hospitales
 - Industria
 - Estaciones de radio
 - Cercanía a cables eléctricos.



Cable FTP⁸

⁸ 23 de 06 de 2016). Obtenido de <http://www.tqm.com.uy/>:
<http://www.tqm.com.uy/soporte/norma-red-tia-eia-568-b-568-a-conector-rj45.htm>

3. S/FTP (*Screen/Foil Twisted Pair*) Este tipo de cable se caracteriza porque cada par de conductores va recubierto por una pantalla metálica y después un blindaje de malla que los cubre. Sus características son:

- Excelente desempeño
- Alta inmunidad al ruido eléctrico
- Capacidad para aplicaciones múltiples

Es un cable robusto, caro y difícil de instalar, también requiere una configuración de interconexión a tierra para la protección de equipos.



Cable FTP⁹

2.1.2. Cable coaxial

El cable coaxial es un tipo de medio guiado muy útil en determinadas redes de comunicación, aunque su aplicación en las redes de datos está desapareciendo. Está construido con dos conductores concéntricos; uno interno por el que viajan las señales eléctricas y uno externo, que es una malla trenzada que lo rodea completamente. Ambos conductores están contruidos de cobre electrolítico.

⁹ (23 de 06 de 2016). Obtenido de sincables.com.ve: <http://sincables.com.ve/v3/content/59-cable-utp-stp-y-ftp>



Estructura física¹⁰

Su estructura física le permite tener las siguientes ventajas:

- Existen diferentes tipos de cable para aplicaciones específicas.
- Son menos propensos a interferencias externas.
- Menor atenuación que los pares trenzados.
- Cubren mayores distancias dependiendo del tipo de cable.
- Fácil instalación.



Tipos de cables coaxiales¹¹

¹⁰ (23 de 06 de 26016). Obtenido de http://ramcir_cjm.tripod.com/:
http://ramcir_cjm.tripod.com/Mvg.htm

¹¹ 23 de 06 de 2016). Obtenido de <http://redesaey.blogspot.mx/>:
http://redesaey.blogspot.mx/2015/04/blog-post_70.html

Se utilizan en:

- Redes de área local de tecnología Ethernet.
- Telefonía.
- Televisión por cable.

Como se mencionó al inicio, su aplicación en redes de área local está siendo desplazada por otros medios de transmisión, debido principalmente a que utilizan la topología “bus”, en la que si falla un nodo afecta toda la red, y al mejor desempeño que ofrecen los cables de pares trenzados y fibra óptica.

Los cables coaxiales para aplicaciones de redes locales son:

- Coaxial delgado de tipo RG-58 (*Thinnet*) 10Base2, red Ethernet con capacidad de alcance de hasta 185 metros.
- Coaxial grueso de tipo RG-8 (*Thicknet*) 10Base5, red Ethernet con capacidad de alcance de hasta 500 metros.
- El uso para redes ARCnet está en desuso.

La siguiente imagen muestra las principales categorías y usos de los cables coaxiales.

CATEGORIAS	IMPEDANCIA	USO
Rg-59	75 OHM	Tv por cable
RG-58	50OHM	Ethernet de cable fijo
RG-11	11 OHM	Ethernet de cable grueso

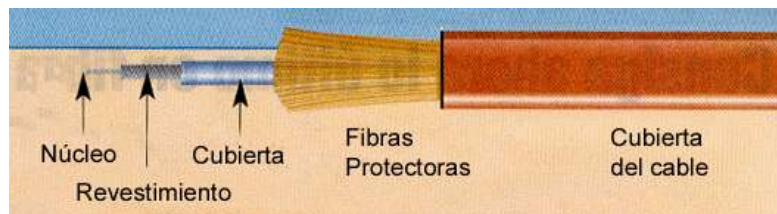
Categorías de cable coaxial

2.1.3. Fibra óptica

El crecimiento tecnológico permitió que durante años predominaran las comunicaciones eléctricas como en el caso de los cables de cobre, ya que la luz tiene la desventaja de viajar en línea recta directa, lo que limita su uso. El descubrimiento de la fibra óptica cambió de manera importante esta situación, ya que ahora la luz puede ser transmitida por un cable con varias ventajas sobre la energía portadora eléctrica. La fibra óptica es compacta y su capacidad de información y calidad de la señal es superior a los medios de transmisión basados en cobre. Se puede describir de la siguiente forma:

La fibra óptica es un filamento delgado de vidrio o plástico, que permite transportar energía luminosa, opera generalmente en la banda de los infrarrojos por lo que no es visible para el ojo humano. El nombre técnico de la fibra óptica es *Guía de onda óptica*, ya que su función es hacer que la luz portadora de información no viaje en línea recta, sino en el trayecto que marca la fibra. Consta de dos elementos concéntricos que tienen índices de refracción diferentes.

- En la parte central llamada núcleo viaja la luz o, al menos, la mayor parte.
- El revestimiento alrededor del núcleo forma la frontera para producir el fenómeno conocido como **reflexión** total interna.



Estructura de la fibra óptica¹²

¹² (23 de 06 de 2016). Obtenido de tecnologiascp.wordpress.com:
<https://tecnologiascp.wordpress.com/tecnologias-3/05-tecnologias-de-la-comunicacion-internet/>

Propagación de la luz

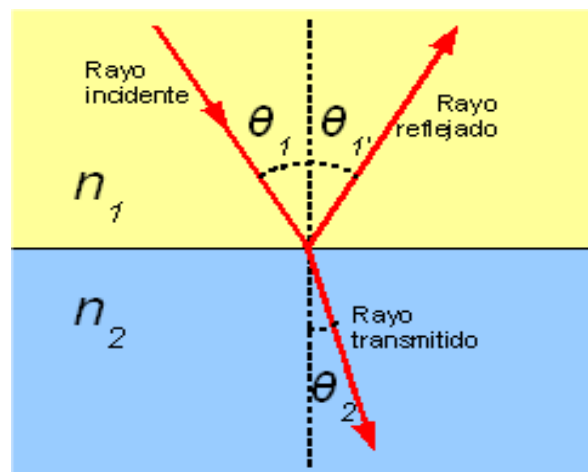
La energía electromagnética como la luz, viaja en el espacio libre (vacío) a una velocidad de 300,000 km/s. En un medio como el aire, la velocidad es similar y en cualquier material la velocidad siempre es menor. En sólidos o líquidos la reducción es más significativa, ya que la velocidad que alcanza en estos casos es una característica propia de cada material. La “Ley de Snell” expresa que la relación que existe entre la velocidad de la luz en el vacío y un determinado material se le conoce como índice de refracción. La ecuación correspondiente es $n=c/v$ en donde:

c = velocidad de la luz en el vacío (300, 000,000 metros por segundo)

v = velocidad de la luz en determinado material (metros por segundo), (Wayne, 2003: 429-431).

Como se mencionó al inicio, la fibra óptica está compuesta por dos elementos, cada uno con distinto índice de refracción.

La siguiente figura muestra cómo se refracta un rayo de luz al pasar de un material más denso a uno menos denso.



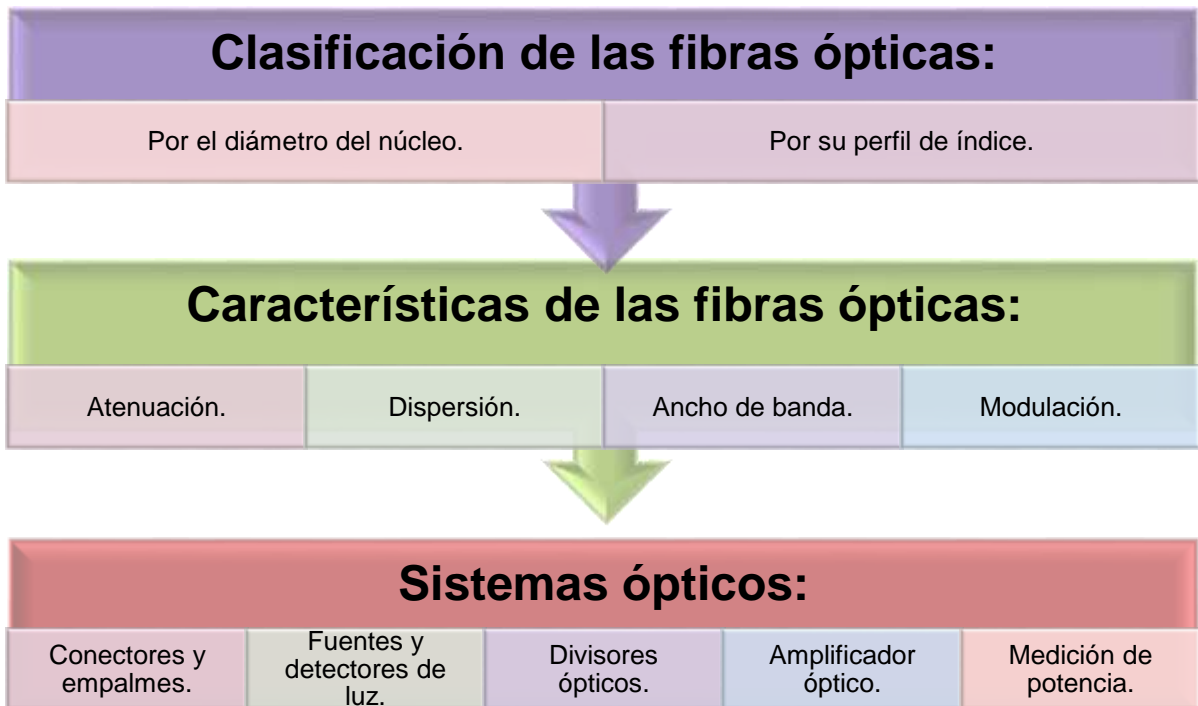
Índice de refracción y espectro electromagnético¹³

¹³ (23 de 06 de 2016). Obtenido de hpcristianomar: <http://hpcristianomar.blogspot.mx/>

Índice de refracción. Ejemplos:

Índices de refracción			
Vacío	1	Alcohol etílico	1.36
Aire	1,00029	Alcohol metílico	1,329
Agua (a 20°C)	1,333	Tetracloruro de carbono	1,460
Hielo	1.309	Cuarzo (SiO ₂)	1,544
Diamante	2,417	Vidrio Crown	1,52
Acetona	1,36	Vidrio Flint	1,58

A continuación, se presenta un esquema con los aspectos más importantes que desarrollaremos en relación a la fibra óptica:



Tipos de fibras ópticas.

Existen tres variedades de fibra óptica que se usan actualmente. Las tres se fabrican con vidrio, plástico o una combinación de ambos materiales:

- Núcleo y forro de plástico.
- Núcleo de vidrio con forro de plástico (PCS, *plastic-clad silica* o sílice revestido con plástico).
- Núcleo de vidrio y forro de vidrio (SCS, *silica-clad silica* o sílice revestido con sílice).

Las fibras elaboradas con plástico se usan para transmitir la luz con fines de iluminación, instrumentación o decoración. En el campo de las telecomunicaciones se utilizan las fibras ópticas de vidrio porque tienen mejores características para transmitir información.

Las fibras ópticas tienen grandes ventajas para transmisión de señales en comparación con los cables de cobre:

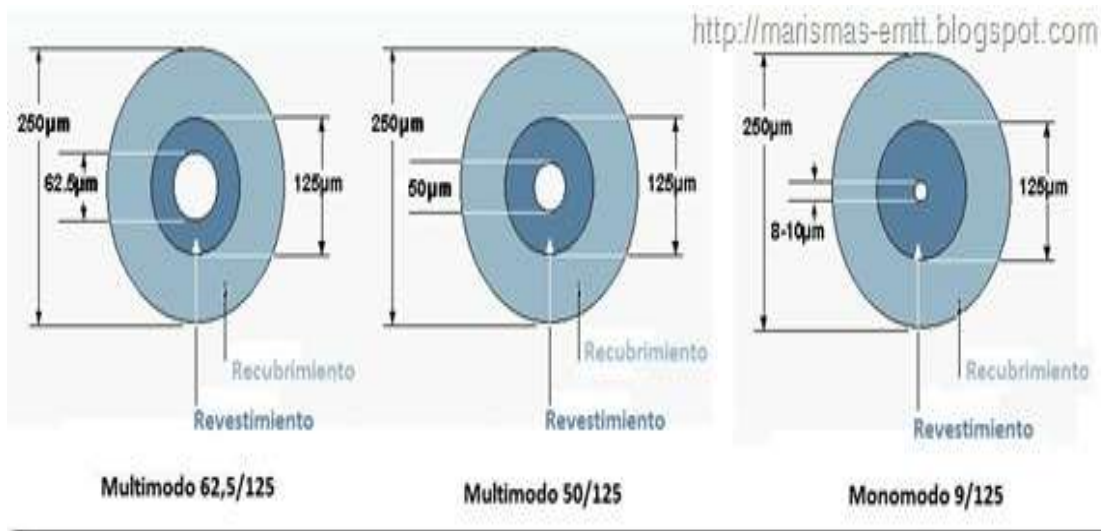
- Muy baja atenuación, lo que permite alcanzar grandes distancias sin necesidad de repetidor.
- Gran capacidad de información, ya sea en forma analógica o digital.
- Inmunidad contra interferencia electromagnética.
- Seguras, ya que no son conductoras de corriente eléctrica.
- Ligeras y compactas.

Clasificación de las fibras ópticas:

1. Por el diámetro del núcleo.

La clasificación principal de las fibras las denomina: unimodo o monomodo (UM) y multimodo (MM), según el diámetro del núcleo. Las fibras unimodo tienen un diámetro pequeño, alrededor de 8 o 9 micras, en el que se puede transmitir un solo haz de luz; es decir, un modo de propagación. En las fibras multimodo pueden viajar varios haces de luz en forma simultánea y pueden tener diámetros de, 50, 62.5 o de 85 y 100 micras.

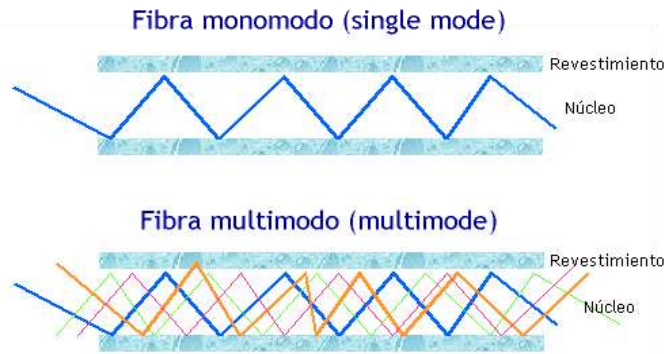
Tipos de fibra óptica (núcleos)¹⁴



Modos de propagación¹⁵

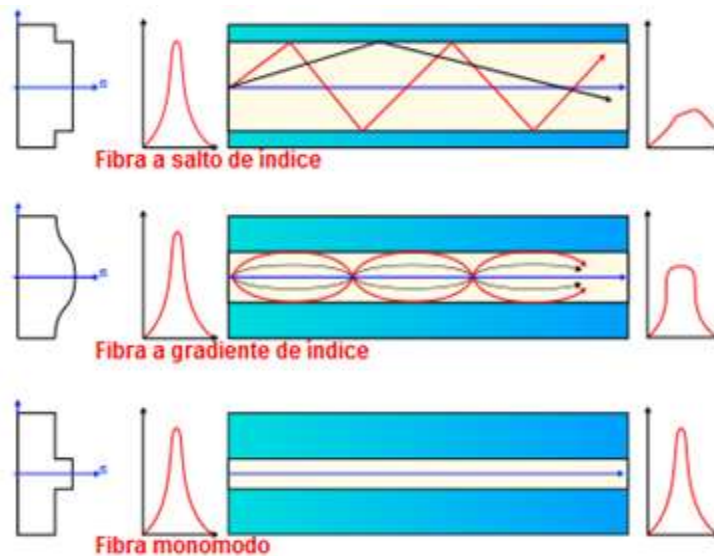
¹⁴ (23 de 06 de 2016). Obtenido de <http://marismas-emtt.blogspot.mx/>: <http://marismas-emtt.blogspot.mx/2010/10/relaciones-de-nucleo-en-fibras-opticas.html>

¹⁵ 23 de 06 de 2016). Obtenido de <http://transmision.galeon.com/>: <http://transmision.galeon.com/mediosguiados.html>



2. Por su perfil de índice.

Las fibras ópticas también son diferentes por su perfil de índice, que se refiere a la forma como cambia el índice de refracción al pasar del recubrimiento al núcleo. Si el cambio es abrupto, se le llama índice escalonado; si es paulatino, se llama índice gradual. En las fibras multimodo MM para telecomunicaciones, el perfil es gradual, y en las UM estándar es escalonado.



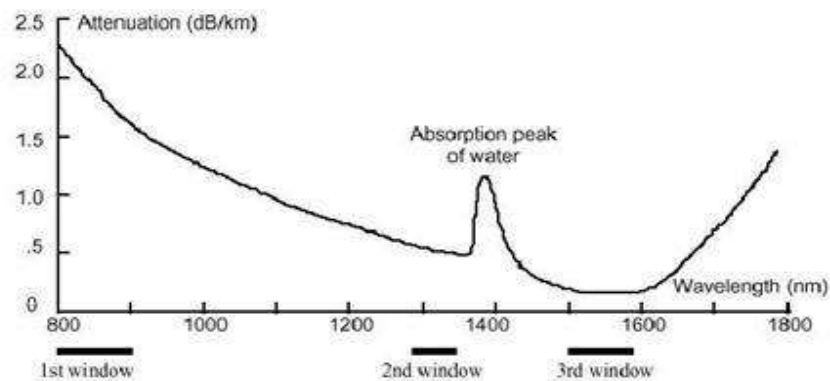
Tipos de perfiles en fibras ópticas.¹⁶

¹⁶ (23 de 06 de 2016). Obtenido de <http://cactuspinchudo.tumblr.com/>:
<http://cactuspinchudo.tumblr.com/post/25958320332/fibra-%C3%B3ptica-multimodo-vs-monomodo>

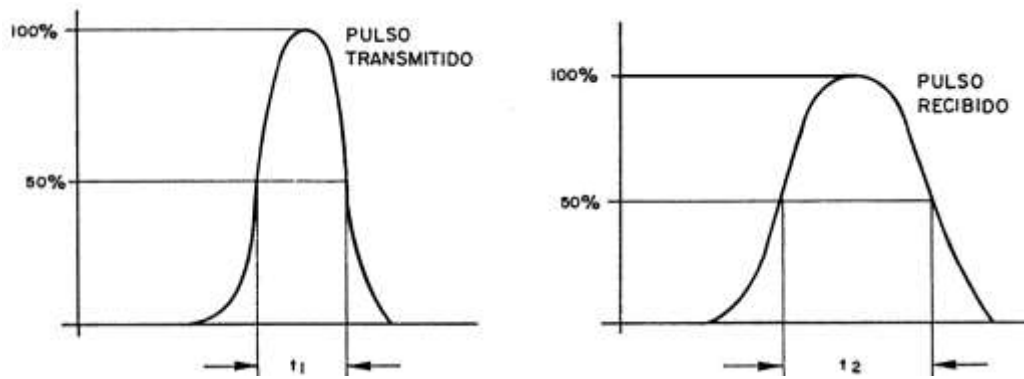
Características de las fibras ópticas:

- **Atenuación.**- La principal ventaja que tienen las fibras para comunicaciones es la baja pérdida de potencia al transmitir información, lo que permite tener enlaces largos sin necesidad de repetidores. La atenuación que sufre la luz en la fibra depende de la longitud de onda.

La figura muestra la atenuación de acuerdo a la longitud de onda:



- **Dispersión.**- A través de la fibra óptica se puede transmitir tanto señal analógica como digital, la dispersión es una limitante para la velocidad digital o ancho de banda y se produce porque parte de la luz se retrasa en la fibra por varias razones. Los tipos de dispersión son:
 - *Dispersión modal:* En las fibras multimodo no todos los rayos viajan con el mismo ángulo, por lo que no llegan al final de la fibra simultáneamente, además, la dispersión es acumulativa con la distancia. La figura muestra que al viajar la señal a lo largo de la fibra los pulsos se hacen más anchos; en el caso de que se traslapen originan errores en la transmisión.

Dispersión modal¹⁷

- *Dispersión cromática:* La luz que se obtiene en un diodo luminoso (LED) o en un láser no es monocromática; es decir, contiene varias longitudes de onda. La diferencia en velocidad que se presenta entre ellas hace que algunas señales se retrasen a pesar de viajar en el mismo haz de luz.
- **Ancho de banda.-** En las fibras unimodo el ancho de banda es muy grande, por lo que no es parte de las especificaciones. En el caso de las multimodo, debe tenerse en cuenta este parámetro al diseñar un sistema; el ancho de banda depende de la ventana de transmisión. La selección del ancho de banda se efectúa de acuerdo con las necesidades que deben cubrirse.

¹⁷ 23 de 06 de 2016). Obtenido de <http://cactuspinchudo.tumblr.com/>:
<http://cactuspinchudo.tumblr.com/post/25958320332/fibra-%C3%B3ptica-multimodo-vs-monomodo>

El ancho de banda en fibras ópticas más comunes se presenta en la siguiente tabla:

Características de Transmisión en Fibras Ópticas					
Longitud de onda en nm	Multimodo 62.5 mm		Multimodo 50 mm		Unimodo
	Atenuación dB/km	Ancho de banda MHz-km	Atenuación dB/km	Ancho de banda MHz-km	Atenuación dB/km
850	3.2	160 a 200	3.0	400 a 600	-----
1300	1.9	200 a 600	1.2	400 a 1000	0.4 a 1.0

- Modulación.-** Es un sistema de comunicación, la información se incorpora a la luz portadora por un proceso de modulación, que puede ser analógica o digital. La modulación analógica permite que la señal o información tenga cualquier valor dentro de ciertos límites preestablecidos; en un sistema digital sólo se reconocen dos condiciones a la señal a los que se les designan como “1” y “0” lógicos. Cualquier valor intermedio que no llegue al umbral para cambiar de estado lógico no es identificado por el sistema. El sistema de modulación por impulsos codificados (PCM) usa 8 pulsos o bits por cada muestra analógica, y de cada canal de voz se toman muestras a una velocidad de 8Khz, lo que resulta en una velocidad digital de 64,000 pulsos o 64Kb/s por cada canal de voz.

Velocidades normales de transmisión digital en telefonía

Orden	Velocidad	Capacidad en canales de voz
1º.	2,048 b/s	30
2º.	8,448 b/s	120
3º.	34 Mb/s	480
4º.	140 Mb/s	1,920
5º.	565 Mb/s	7,680
6º.	2,4 Gb/s	30,720
7º.	10 Gb/s	122,880

Sistemas ópticos:

1. Conectores y empalmes

La conectividad es un complemento importante para los cables, tanto ópticos como de cobre, pues se necesitan conectores en los extremos del enlace donde hay equipo activo. Los empalmes se usan para unir dos puntos de cable óptico, ya sea para reparar un daño o cuando se tiene un enlace que por su longitud necesita varios tramos de cable.

Conectores

Existen varios tipos de conectores que deben adecuarse al tipo de fibra óptica instalada y a los puertos de los equipos activos. Su proceso de instalación es delicado, aunque existen procesos simplificados para su aplicación en campo. Si su instalación es mala afectará el desempeño de la fibra óptica. Los conectores para fibra óptica multimodo requieren menos precisión para alinear los haces de luz y las tolerancias de fabricación también son más abiertas que en las monomodo. El menor costo y mayor facilidad de instalación en campo han permitido que las fibras multimodo sean más usadas en redes locales donde existen una gran cantidad de conexiones y las distancias son cortas.



Conectores¹⁸

¹⁸ /aprendeinstalar.infored.mx. (23 de 06 de 2016). Obtenido de http://aprendeinstalar.infored.mx/726442_FIBRA--PTICA-Y-CONECTORES.html

Empalmes

Empalmar una fibra óptica es un procedimiento delicado, su costo es alto y la pérdida de potencia debe considerarse al analizar un enlace. Las fibras se empalman por fusión o mecánicamente. En la fusión, una descarga eléctrica suelda las fibras que se convierten en un elemento continuo para la transmisión de luz. En el empalme mecánico existen elementos para la sujeción mecánica que permiten alinear los haces de luz para que ésta sea transmitida. Los empalmes defectuosos afectarán significativamente la potencia de las fibras ópticas. La siguiente imagen muestra un empalme mecánico.



Empalmes ¹⁹

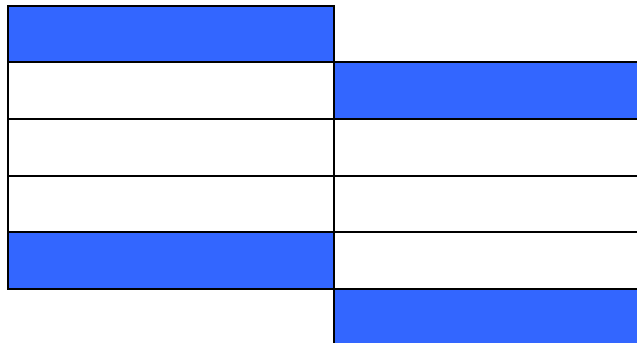
Empalme ideal:

¹⁹

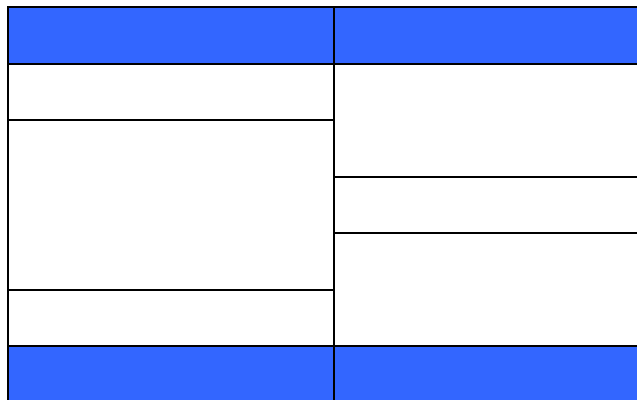
(24 de 06 de 2016). Obtenido de www.jfiber optic.com:

<http://www.jfiber optic.com/products/Mechanical-Splice-L925B-JFCN%252dMSL9.html>

Empalme desalineado:



Empalme con diferencia de núcleos:



2. Fuentes y detectores de luz

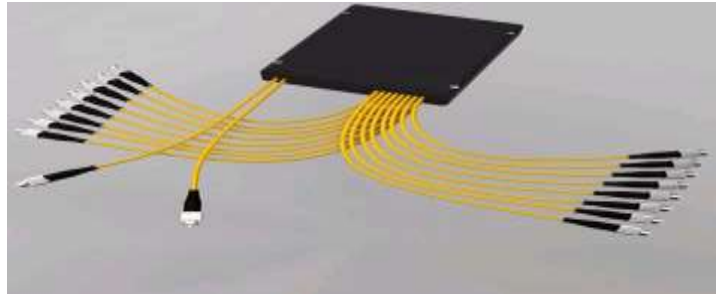
Los sistemas ópticos de comunicación operan en la banda de luz infrarroja producida por transductores foto electrónicos, que convierten la señal eléctrica en luminosa por medio de diodos emisores de luz (LED).

Se puede obtener luz de mejores propiedades para la transmisión en fibras, no usando un LED; sino un diodo LASER: Amplificación de la Luz por Emisión Estimulada de Radiación.

Para convertir la señal óptica en eléctrica se usan fotodiodos en los que se presenta el efecto contrario a un LED.

3. Divisores ópticos

Existen divisores ópticos con los que es posible separar el haz en dos o más fibras; no es una separación de señal, ya que lo que se obtiene en cada fibra es una señal con idéntica información; pero con menos potencia que la original.



Divisores Ópticos²⁰

4. Amplificador óptico

Consiste en una fibra que contiene un elemento químico conocido como “Erbio” en el núcleo y que presenta un efecto no lineal. Si se mezcla en la fibra una señal de comunicaciones a 1550 nm con otra de 980 nm, la potencia de esta última, llamada láser de bombeo, se transfiere a la señal de comunicaciones logrando el efecto de un amplificador.



Amplificador óptico²¹

²⁰ 24 de 06 de 2016). Obtenido de www.jfiberoptic.com:

<http://www.jfiberoptic.com/products/Mechanical-Splice-L925B-JFCN%252dMSL9.html>

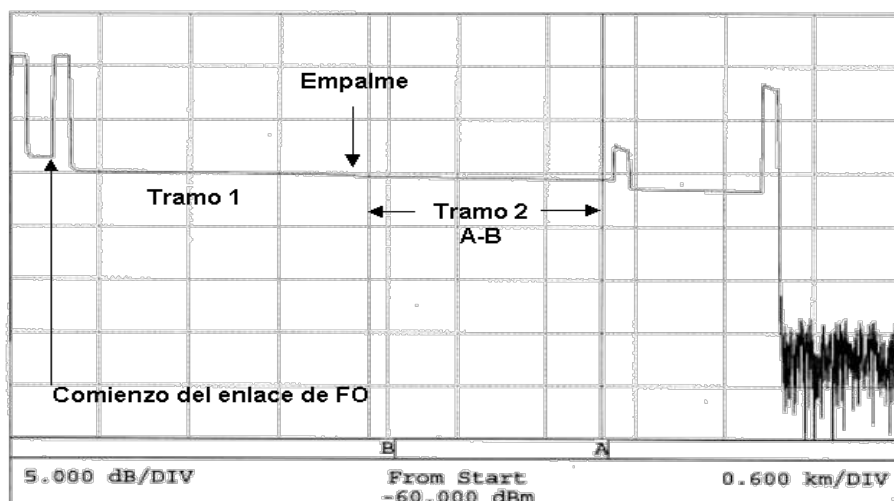
²¹ (24 de 06 de 2016). Obtenido de [/bibliotecadigital.ilce.edu.mx](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx):

http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/135/html/sec_6.html

5. Medición de potencia.

La baja atenuación es la principal ventaja de la fibra óptica en el campo de las telecomunicaciones. Es importante tener en cuenta esta característica durante la fabricación del cable, su instalación y con el sistema ya en operación.

La medición se realiza por medio de un equipo reflectómetro en dominio de tiempo (OTDR). Este instrumento se conecta a un extremo de la fibra, envía un pulso de luz reflejada por retrodispersión a lo largo de la fibra, empalmes o daños. Este proceso genera una gráfica en la que se relaciona la potencia con la distancia de la fibra. La gráfica deberá ser interpretada para encontrar situaciones particulares de la fibra instalada y que permitan aceptar, corregir o rechazar su instalación.



Aplicaciones

Telefonía urbana	Red digital integrada	Redes locales
<ul style="list-style-type: none">• La parte troncal de la red telefónica fue uno de los primeros campos en donde se usaron las fibras ópticas; es decir, en conexiones entre centrales.	<ul style="list-style-type: none">• Esta red es capaz de entregar en forma digital: voz y datos de alta y baja velocidad; además de integrar servicios adicionales como la videoconferencia, redes privadas virtuales, etc., con conexiones digitales de alta velocidad -2Mb/s o más-. En la mayoría de los casos, la red es 100 por ciento óptica desde la compañía telefónica hasta el edificio del cliente final.	<ul style="list-style-type: none">• El concepto de cableado estructurado, permite un diseño ordenado que puede dar servicio a redes de voz y datos de distintos proveedores y topologías, para evitar la obsolescencia; además de facilitar el mantenimiento y administración de la red

Medición de potencia²²

Existe un uso cada vez mayor de la fibra óptica, ya que elimina la limitante de distancia en cable de cobre para altas velocidades (90 m.) y permite la interconexión entre varios edificios; existen cableados 100 por ciento de fibra para eliminar cualquier límite de ancho de banda en el futuro.

Industria: Se usan fibras ópticas por la ventaja de ser inmunes a la interferencia electromagnética y por no emplear corriente eléctrica que pudiera provocar una chispa, lo que es de especial interés en la industria química o petrolera.

²² (24 de 06 de 2016). Obtenido de asvitel.com: <http://www.asvitel.com/redes.html>

2.2. No guiados

Los medios no guiados o sin cable son aquellos que no utilizan ningún tipo de cable para la transmisión de señales, sino que utilizan el espacio libre o la atmósfera terrestre como medio de transmisión. La propagación de las ondas electromagnéticas por el espacio libre se conoce como propagación de radiofrecuencia (RF), o radio de propagación. Aunque el espacio libre implica el vacío, con frecuencia la propagación por la atmósfera terrestre se conoce como propagación por el espacio libre, y puede considerarse siempre así. La diferencia principal es que la atmósfera de la Tierra produce pérdidas de la señal que no se encuentran en el vacío. Este tipo de medios han tenido gran aceptación al ser un buen medio para cubrir grandes distancias y en cualquier dirección; su mayor logro se dio desde la conquista espacial a través de los satélites y su tecnología continuamente se actualiza.

2.2.1. Espectro electromagnético

El **espectro electromagnético** es un conjunto de ondas electromagnéticas que van desde las ondas con mayor longitud, como "las ondas de radio", hasta las que tienen menor longitud, como "los rayos gamma". Otras formas de ondas electromagnéticas son: las microondas, los rayos infrarrojos, los ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma.

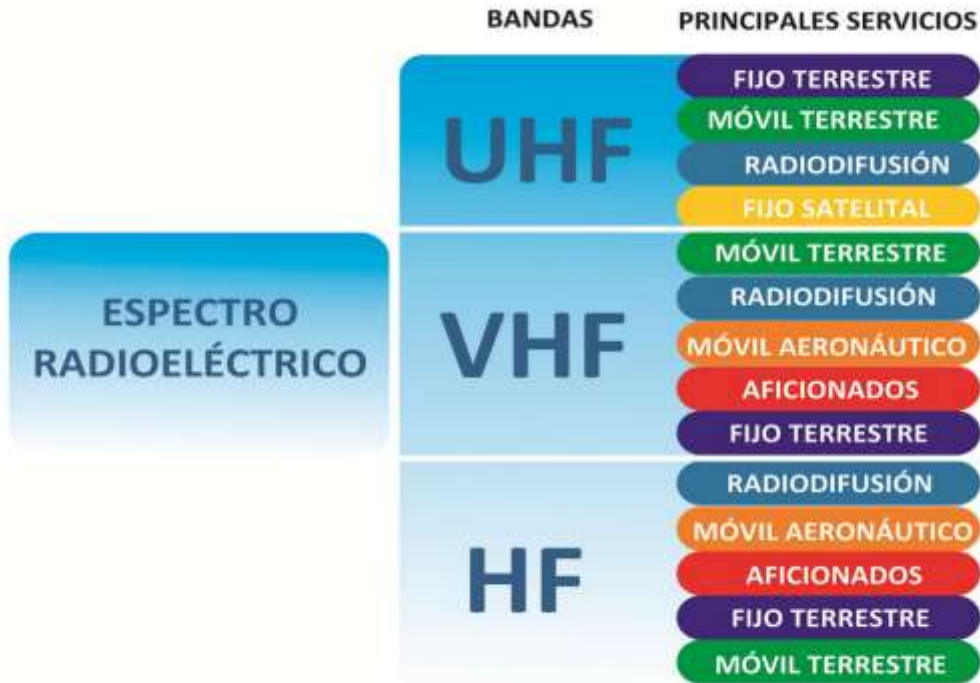
		Longitud de onda	Frecuencia	energía
Radio	Muy baja frecuencia	>10 km	<30 Khz	<1.99 e- 29 j
	Onda larga	<10 km	>30 Khz	>1.99 e- 29 j
	Onda media	<650 m	>650 Khz	>4.31 e- 28 j
	Onda corta	<180 m	>1.7 Mhz	>1.13 e- 27 j
	Muy alta frecuencia	<10 m	>30 Mhz	>2.05 e- 26 j
	Ultra alta frecuencia	<1 m	>300 Mhz	>1.99 e- 25 j
Microondas		<30	>1.0 Ghz	>1.99 e- 24 j
Infrarrojo	Lejano/ submilimétrico	<1 mm	>300 Ghz	>199 e- 24 j
	Medio	<50 um	>6.0 Thz	>3.98 e- 21 j
	Cercano	<2.5 um	>120 thz	>79.5 e- 21 j
Luz visible		<780 nm	>384 Thz	>255 e- 21 j
Ultravioleta	Cercano	<380 nm	>789 Thz	>523 e- 21 j
	Extremo	<200 nm	>1.5 Phz	>993 e- 21 j
Rayo x		<10 nm	>30.0 Phz	>19.9 e- 18 j
Rayos Gamma		<10 pm	>30.0 Ehz	>19.9 e- 15 j

Radiofrecuencia

La existencia de ondas electromagnéticas producidas por una corriente eléctrica de frecuencia alta fue descubierta por Henrich Hertz en 1888. Estas ondas transmitidas por medio de energía electromagnética son conocidas como ondas hertzianas u ondas de radio. Los sistemas de radiocomunicaciones considerados dentro de este tipo de servicios son aquellos que están situados entre los 30 KHz a 300 GHz. Por medio de estas ondas se pueden transmitir señales de voz, datos, video, imágenes, etc. (Castro Lechtaler, 2013: 368-369).

Símbolo	Descripción	Frecuencia
VLF	VeryLowFrequency	3 a 30 kHz
LF	LowFrequency	30 a 300 kHz
MF	MediumFrequency	300 a 3000 kHz
HF	HighFrequency	3 a 30 MHz
VHF	VeryHighFrequency	30 a 300 MHz
UHF	UltraHighFrequency	300 a 300 MHz
SHF	SuperHighFrequency	3 a 30 GHz
EHF	ExtremelyHighFrequency	30 a 300 GHz
--	- -	THz

Espectro Radioeléctrico



Espectro Radioeléctrico (Servicios)²³

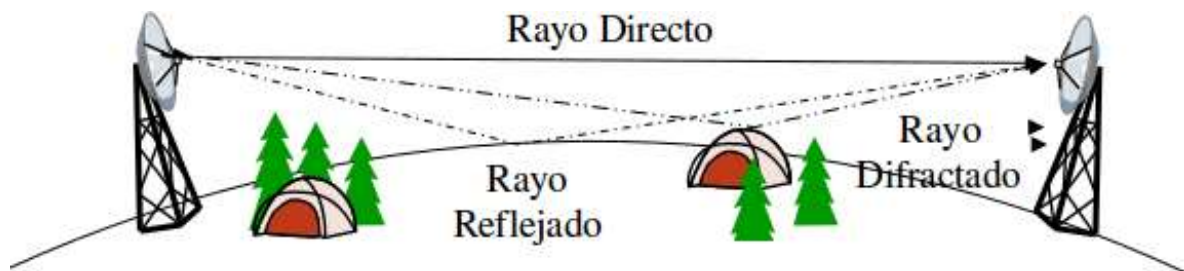
2.2.2. Microondas terrestres

Las microondas son ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde los 500 MHz hasta los 300 GHz. Por lo que las señales de microondas, a causa de sus altas frecuencias, tienen longitudes de onda relativamente cortas, por lo que se les llama “micro”. Por ejemplo, la longitud de onda de una señal de microondas de 100 GHz es de 0.3 cms, y en el caso de una señal de 100 MHz, como la banda comercial de FM, tiene una longitud de 3 mts. Tienen la ventaja de transmitir miles de canales individuales de información entre dos puntos, sin necesidad de instalaciones físicas, como son, los cables coaxiales o cables de fibra óptica y también se evita la necesidad de adquirir derechos de vía a través de propiedades privadas y son excelentes para cubrir grandes extensiones de montañas altas, terrenos boscosos, agua, edificios, etc. (Wayne, 2003: 761-762).

²³ (24 de 06 de 2016). Obtenido de juaco587.blogspot.mx:

<http://juaco587.blogspot.mx/2012/08/atribucion-de-bandas-de-frecuencia-del.html>

La propagación por microondas terrestres se utiliza en las bandas de LF (*low frequency*) y MF (*medium frequency*), y en algunos casos en HF (*high frequency*), es decir, entre los 30 kHz y 30 MHz. La transmisión de microondas terrestres se realiza a través de torres transmisoras, instaladas en línea visual (*Line-of-Sight*, LOS) en puntos elevados a distancias entre 30 y 50 kilómetros. Cuando la comunicación se realiza a altas frecuencias, normalmente las antenas no tienen visión directa y el responsable de la comunicación es el radiado de la antena en presencia de la Tierra. Las dimensiones de las antenas son proporcionales a la longitud de onda de la señal a transmitir, en el caso de las frecuencias comprendidas en las bandas LF y MF sus dimensiones son importantes. Las señales pueden reflejarse en aviones, naves marítimas, autos, camiones y otros objetos. También pueden utilizar repetidoras para reforzar las señales y cubrir mayores distancias (Castro Lechtaler, 2013: 371-372).



Enlace de Microondas en Línea de Vista²⁴

²⁴ (24 de 06 de 2016). Obtenido de mediosdetransmisionnoguiados.:
<http://mediosdetransmisionnoguiados.blogspot.mx/>

Las principales aplicaciones de un sistema de microondas terrestre son:

- Telefonía fija y celular
- Datos e Internet
- Telégrafo
- Televisión abierta y cerrada
- Video
- Telepresencia y videoconferencia

2.2.3. Microondas satelitales

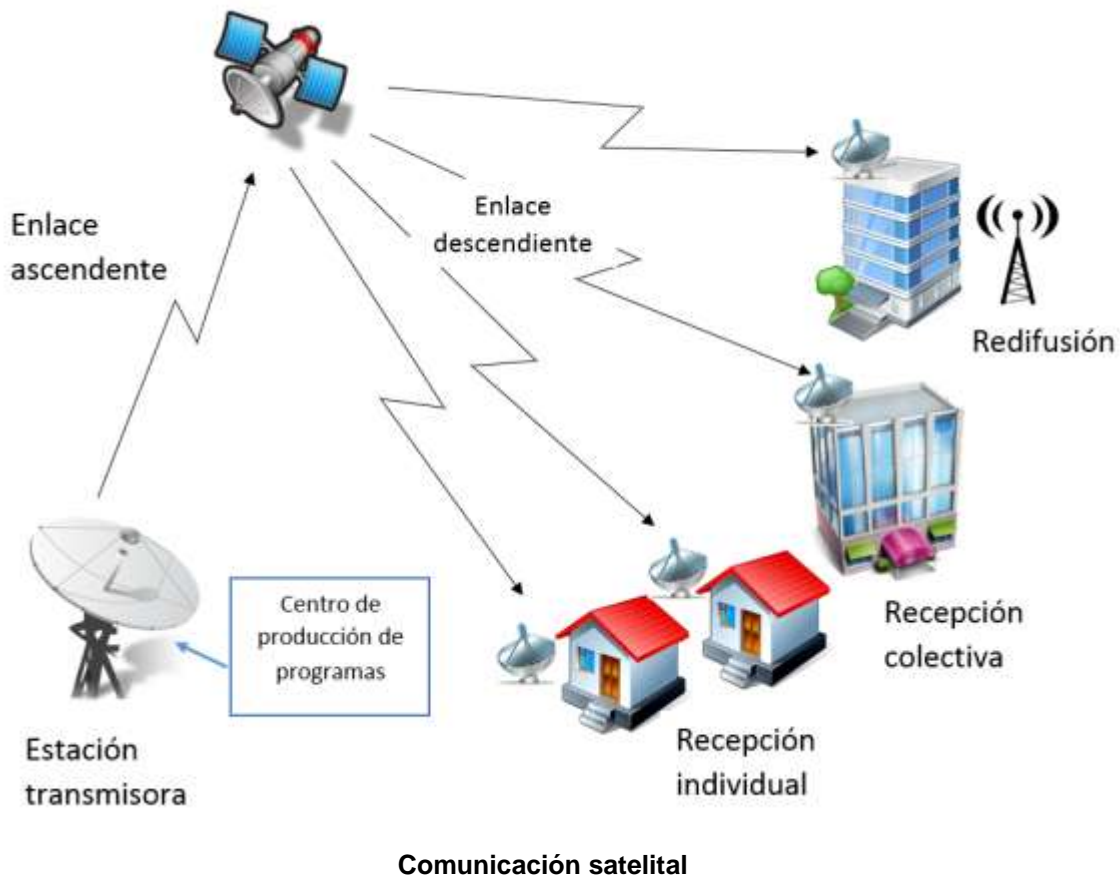
La astronomía define a un satélite como un cuerpo celeste que gira en órbita en torno a un planeta: Por ejemplo, como lo menciona Wayne:

La Luna es un satélite de la Tierra. En términos aeroespaciales un satélite es un vehículo espacial fabricado y lanzado al espacio por humanos para realizar órbitas alrededor de la Tierra y generar una gran cantidad de comunicaciones hacia una amplia variedad de consumidores, organismos militares, gubernamentales, empresas privadas y comerciales.

[En sentido estricto] un satélite de comunicaciones es una repetidora de microondas en el cielo, está formado por uno o varios de los siguientes elementos: receptor, transmisor, generador, filtro, computadora de a bordo, multiplexor, demultiplexor, antena, guía de onda y cualquier otro elemento electrónico para cumplir un fin. Uno de sus elementos más importantes es la radio repetidora o transpondedor y un satélite puede tener varios de ellos. Un sistema satelital está formado por uno o más satélites, una estación en la Tierra para que proporciona las instalaciones de interfaz para transmitir y recibir el tráfico de comunicaciones terrestres a través del sistema satelital (Wayne, 2003: 793).

Los sistemas de microondas satelitales utilizan uno o más satélites como punto intermedio para lograr la reflexión de las ondas electromagnéticas generadas por una estación transmisora con el fin de hacerlas llegar a otra estación receptora, situadas éstas en puntos geográficos distantes, generalmente sin alcance visual o

línea de vista. El satélite funciona como un espejo sobre el cual se refleja la señal y su función es recibir la señal, amplificarla, corregirla y retransmitirla a una o más antenas ubicadas en distintos lugares de la Tierra. Los satélites que se utilizan en telecomunicaciones, frecuentemente están ubicados en la órbita geoestacionaria. Sin embargo, se están desarrollando sistemas que trabajan con satélites ubicados en otras órbitas y en especial en las denominadas órbitas bajas (Castro, 2013: 391).



Órbitas de satélites

El astrónomo alemán Johannes Kepler descubrió las leyes que gobiernan el movimiento de los satélites, y de acuerdo a las leyes de Kepler: “Un satélite permanece en órbita porque las fuerzas centrífugas causadas por su rotación en torno a la Tierra se equilibran con la atracción gravitacional de esta.” En general, los satélites se clasifican de acuerdo al tipo de órbita terrestre en que operan:

- Órbita terrestre baja (*Low Earth orbit*, LEO). La mayoría de estos satélites operan en el intervalo de 1.0 a 2.5 GHz. Su principal ventaja reside en que la pérdida de trayectoria entre las estaciones terrestres y los satélites es mucho menor que para satélites de altura intermedia o grande. Ejemplo, el sistema telefónico satelital de Motorola “Iridium” utiliza 66 satélites de este tipo de órbita.
- Órbita terrestre intermedia (*Medium Earth Orbit*, MEO). Estos satélites operan en la banda de frecuencias de 1.2 a 1.66 GHz. y su órbita la realizan entre las 6,000 y 12,000 millas sobre la Tierra. Ejemplo, el sistema satelital “NAVSTAR”, del Departamento de Defensa de los Estados Unidos para posicionamiento global utiliza MEO, con una sistema de 21 satélites funcionando y seis de reserva.

Órbita terrestre geosíncrona (*Geosynchronous Earth Orbit*, GEO). Son satélites geosíncronos de gran altura y funcionan en el rango de frecuencias de 2 a 18 GHz. Sus órbitas están a 22,300 millas sobre la superficie terrestre. La mayoría de los satélites para comunicaciones está en órbita geosíncrona. Tienen un tiempo de órbita de 24 horas, igual que la Tierra. Este tipo de satélites parecen estacionarios, debido a que quedan en una posición fija, con respecto a determinado punto de la Tierra. (Wayne, 2003: 795).

2.2.4. Radiodifusión

La radiodifusión es un tipo de comunicación a distancia por medio de las ondas hertzianas (punto a multipunto) para la transmisión de voz y sonido en forma de programas, de información, música, o de cualquier otra índole con el fin de que sea recibida por el público en general.

Véase: <http://es.thefreedictionary.com/radiodifusi%C3%B3n>, consultado el 21 de octubre de 2013

Las transmisiones de radio y televisión se iniciaron en las dos primeras décadas del siglo pasado en el cual fueron sentadas las bases para la radiotransmisión que, posteriormente, dieron origen a las transmisiones comerciales de radio, así como a la transmisión y recepción de video, sobre las que se basa la televisión moderna. Para que las transmisiones de radiodifusión (radio y tv) se realicen, es indispensable que las señales originales, que contienen la información que será transmitida, sean convertidas en señales eléctricas, para que, posteriormente, convertidas en señales electromagnéticas, sean enviadas a la atmósfera para su transmisión.

Existen dos tipos de radiodifusión; la terrestre y por medio de satélite. Los sistemas digitales y analógicos de radio usan portadoras de señal de radio AM, FM o PM (Ver los tipos de modulación, Tema I), sin embargo, en la modulación analógica, la señal moduladora es analógica, y en la modulación digital, la señal moduladora es digital. Aunque se debe tomar en cuenta que, tanto en la modulación analógica como en la digital, la fuente de información original podría haber sido analógica o digital.

La Comisión Federal de Comunicaciones (*Federal Communications Commission*, FCC) es un organismo internacional independiente de Estados Unidos y es la encargada de regular, entre otras cosas, las comunicaciones por radio tanto nacionales como internacionales. La FCC ha asignado una banda de frecuencias

de 20 MHz al servicio de las comunicaciones de FM, que va de los 88 a los 108 MHz. Esta banda de 20 MHz se divide en canales de 100 y 200 kHz., de ancho de banda que inician en 88.1 MHz, 88.3 MHz, 88.5 MHz y así sucesivamente para obtener una música de alta calidad y que sea confiable, la desviación máxima de frecuencia permitida es de 75 kHz con una frecuencia máxima de la señal moduladora de 15 kHz. En México la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel) es quien regula lo relacionado a la asignación de frecuencias y otros aspectos para la radiodifusión, apegado siempre a los estándares internacionales. (Wayne, 2003: 245).

2.3. Comunicación de datos

La comunicación de datos se refiere a cómo se va a transportar la información de origen a destino; para esto, diversos organismos internacionales han desarrollado y definido diferentes estándares LAN y WAN. La utilización de alguna de estas tecnologías debe considerar las necesidades y recursos de los usuarios de la red.

2.3.1. Ethernet

La IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) ha estandarizado varias de las redes de área local y de área metropolitana, entre las que se encuentra Ethernet.

Ethernet es una tecnología para la transmisión de datos en redes de área local, bajo el estándar IEEE 802.3 utiliza el protocolo **CSMA/CD**, que se refiere a la forma de acceder al medio decidiendo quién transmite en la red, para asegurar que sólo un nodo transmita en un momento dado (Tanenbaum, 2003: 271-292.)

El significado y función de las partes del protocolo se explican a continuación:

CS (*Carrier Sense*): Significa que antes de que una estación transmita en la red, escucha si alguien está ocupando el medio, si es así, espera un tiempo y vuelve a escuchar, si el medio se encuentra desocupado, entonces transmite.

MA (*Multiple Access*): Significa que cuando una estación termina de transmitir, las demás tienen la misma oportunidad de transmitir su información.

CD (*Collision Detection*): Significa que cuando múltiples dispositivos transmiten al mismo tiempo, son capaces de detectar este error y se produce una colisión. Una colisión es el resultado de la transmisión simultánea en el medio y en Ethernet existen dos tipos:

Tipo de colisión	Descripción
Colisión temprana	Ocurre cuando no se han transmitido más de 512 bits de la trama y se debe a que otras máquinas se encuentran hablando en el medio.
Colisión tardía	No es normal, ocurre porque el cableado está en mal estado o no se cumple con las especificaciones de los estándares de cableado estructurado; ocurre después de los 512 bits de la trama (Tannenbaum, 2003: 38-39). La trama es la unidad de información que es transmitida por los protocolos de la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI "Interconexión de Sistemas Abiertos"

Retardo de propagación

Es la relación entre la longitud máxima del cable y el tamaño mínimo de la trama.

Interrupción de las tramas, ruido eléctrico; causado por:

- lámparas fluorescentes
- máquinas de rayos X
- cables de potencia, etc.
- reflexión de la señal, causado por una mala estructura del cableado
- cables mal terminados
- *hardware* y cableado en mal estado

Cableado Ethernet

Los tipos más comunes de cableado Ethernet

NOMBRE	CABLE	SEG. Máx.	NODOS/seg	VENTAJAS
10Base5	Coaxial grueso	500m	100	Obsoleto Sigue en uso
10Base2	Coaxial delgado	185m	30	Obsoleto Sigue en uso
10Base-T	Par trenzado	100m	1024	Sistema económico
10Base-F	Fibra óptica	2000m	1024	Soporta mayores distancias

Véase: Tannenbaum, 2003: 271.

Características de Ethernet

Velocidad:	10 Mbps.
Costo:	Relativamente económico
Estándar:	802.3
Protocolo de acceso al medio (MAC):	CSMA/CD
Topología de cableado:	Bus y estrella
Tipo de cableado:	Coaxial, UTP, F.O.
Modo de flujo:	Half/Full dúplex
Codificación:	Manchester

2.3.2. *Fast Ethernet*

Es una extensión del estándar 802.3, utiliza el protocolo de acceso CSMA/CD, mantiene todos los formatos, reglas y procedimientos de Ethernet, y sólo reduce el tiempo de bits de 100 a 10 nanosegundos. La diferencia cae en la codificación de la señal en el medio, mantiene una topología en estrella.

Algunas características de *Fast Ethernet* son:

- El nombre oficial es 100 BASE-T. Es parecido a la tecnología de Ethernet
- Tiene una velocidad 10 veces mayor
- Maneja mayor frecuencia en el medio.
- La codificación es diferente a la de Ethernet
- Incremento de información en la capa de enlace de datos

Cableado según el estándar

Cableado *Fast Ethernet*

NOMBRE	CABLE	SEGMENTO MÁXIMO	VENTAJAS
100Base-T4	Par trenzado	100m	Utiliza UTP categoría 3
100Base-TX	Par trenzado	100m	Full duplex a 100 Mbps (UTP cat 5E y superiores)
100Base-FX	Fibra óptica	2000m	Full duplex a 100 Mbps. Mayores distancias para backbone.

Véase: Tannenbaum, 2003: 284.

Características de *Fast Ethernet*

Velocidad:	100 Mbps.
Costo:	Medio
Estándar:	802.3
Protocolo de acceso al medio(MAC):	CSMA/CD
Topología de cableado:	Estrella
Tipo de cableado:	STP, UTP, F.O.
Modo de flujo:	Full Dúplex
Codificación:	NRZI, MLT-3, 4B5B, 8B6T

2.3.3. Gigabit Ethernet

Es una extensión del estándar 802.3, fue aprobada por la IEEE en 1998 con el nombre de **802.3.z**, emplea el mismo formato de trama Ethernet, así como su tamaño de 48 bits., con una velocidad de 1000 Mbps.

Características:

- Soporta el modo de operación *full duplex*
- Utiliza el método de CSMA/CD
- Soporta diferentes medios de transmisión guiados: cable par trenzado UTP diferentes categorías y fibra óptica monomodo y multimodo, con distintos valores máximos en las distancias de acuerdo a distintos parámetros.

Descripción del estándar 1000Base-X, de acuerdo al medio de transmisión:

- 1000 Base-SX: Utiliza fibra multimodo de núcleo 50 o 62.5 micras, a una longitud de onda de 850nm (nanómetros).
- 1000 Base-LX: Utiliza fibra multimodo de núcleo 50 o 62.5 micras, una longitud de onda 1300nm (nanómetros).
- 1000 Base-LX: Utiliza fibra óptica monomodo para distancias mayores a 550 metros.
- 1000 Base-CX: Utiliza cable par trenzado de cobre (STP).
- 1000 Base-T: Utiliza cable par trenzado de cobre (UTP) categoría 5.
- 1000 Base-TX: Utiliza cable UTP categoría 6 y superiores.

Cableado para Gigabit Ethernet

NOMBRE	CABLE	DISTANCIA MÁXIMA	VENTAJAS
1000BASE-SX	Fibra óptica multimodo	550 metros	Más económico que la monomodo
1000BASE-LX	Fibra óptica multimodo o monomodo	5000 metros en fibra monomodo	En monomodo soporta mayores distancias
1000BASE-CX	2 pares STP	25 metros	Cable de par trenzado blindado
1000BASE-T	4 pares de UTP	100 metros	UTP categoría 5 estándar
1000 BASE-TX	2 pares de UTP	100 metros	UTP categoría 6 y superior

Véase: Tannenbaum, 2003: 288.

2.3.4. FDDI

FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*), Interfaz de Datos Distribuida por Fibra, es otro estándar de transmisión de datos de alta velocidad para redes de área local (LAN).

Especifica una LAN con topología de anillo doble, a través de la cual fluye el tráfico en direcciones opuestas (giro contrario). Tiene un método de acceso de estafeta circulante a 100 Mbps. Los anillos dobles consisten en uno principal y otro secundario. Existe la especificación basada en cables de par trenzado UTP descrita como CDDI.

Algunas características de FDDI

- Dos kilómetros de distancia máxima entre cada dispositivo
- Alcance de hasta 200 km., en los anillos
- Red basada en fibra óptica
- Velocidad de datos de 100 Mbps
- Topología de anillo doble
- Baja tasa de error (una en un billón)
- Conmutadores ópticos opcionales
- Tamaño de paquetes variable, máximo 4500 Bytes
- Eficiencia de un 80% con una frecuencia de 125 MHz

Especificaciones FDDI

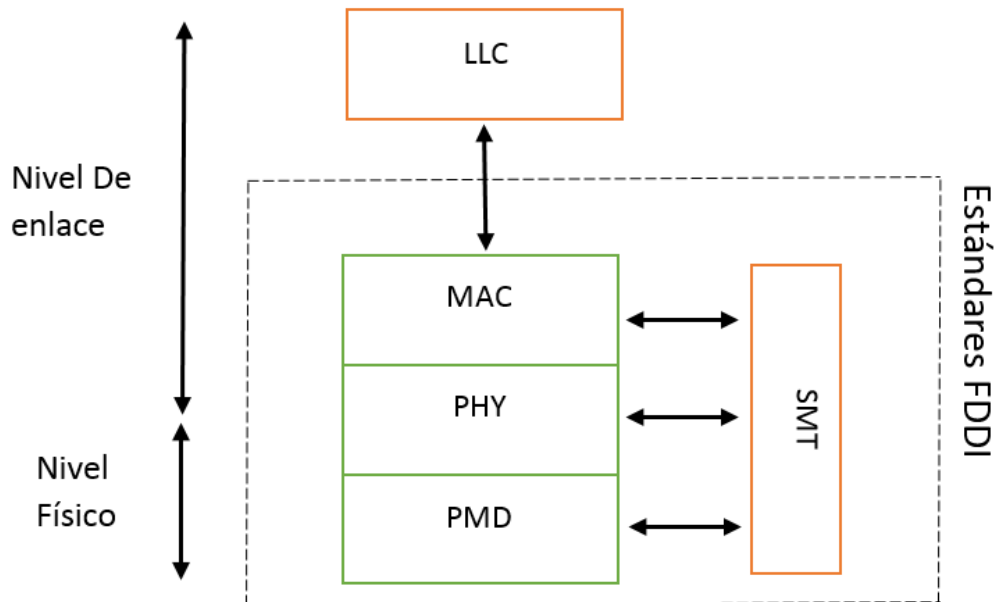
FDDI especifica las partes de la capa física y la de enlace de datos del modelo de referencia OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos) por lo que este estándar está formado por cuatro especificaciones diferentes, en la que cada una cumple una función. La combinación de las especificaciones ofrece conectividad a alta velocidad entre los protocolos de las capas superiores como TCP/IP y los medios de transmisión como la fibra óptica.

Las cuatro especificaciones son:

- Control de acceso al medio (MAC). Define cómo se accede al medio de transmisión, incluye formato de trama, manejo de estafeta, direccionamiento, verificación de redundancia cíclica (CRC) y la recuperación de errores.
- Protocolo de la capa física (PHY). Define los procedimientos de codificación/decodificación, la temporización y el entramado.

- Protocolo dependiente de medio físico (PMD). Define las características del medio de transmisión, que incluye los enlaces de fibra óptica, niveles de potencia, tasas de error, componentes y conectores ópticos.
- Administración de las estaciones (SMT). Define la configuración de estaciones FDDI, configuración del anillo, características y control del anillo, inserción y remoción de estaciones, aislamiento y recuperación de fallas, la programación y la generación de estadísticas.

La siguiente figura muestra la relación entre sí, de las especificaciones de FDDI, y su relación con el modelo OSI (capas: física y enlace).



Especificaciones FDDI y su relación con el modelo OSI

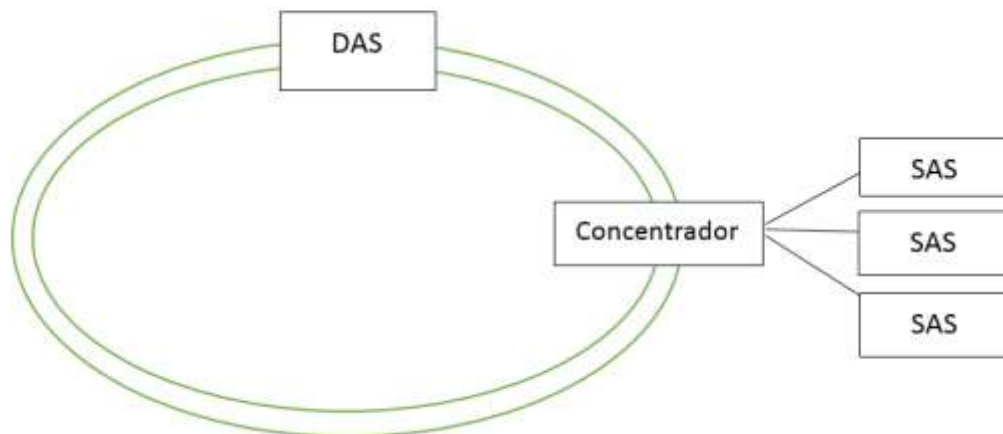
Tipos de conexión FDDI

El estándar FDDI define tres tipos de dispositivos que pueden conectarse al anillo. El anillo principal es el que transporta los datos; el anillo secundario actúa como respaldo en caso de falla del anillo principal. Los dispositivos (nodos) son:

SAS (*Single Attachment Stations*): Estaciones de una sola conexión a la red, a través de un equipo activo de red “concentrador”.

DAS (*Dual Attachment Stations*): Estaciones con doble enlace, tienen dos interfaces para su conexión al anillo.

DAC (*Dual Attachment Concentrators*): Concentrador de doble conexión que permite conectar múltiples estaciones u otros concentradores al anillo FDDI. Extiende el anillo primario y algunas veces el secundario.



Tolerancia a fallas de FDDI

La tolerancia a fallas en una red, significa que si existe una falla en uno de sus componentes, ésta seguirá funcionando; en FDDI funciona de la siguiente manera:

Anillo doble. Si una estación conectada al anillo doble llega a fallar, se apaga o se daña el cable del anillo, se envuelve automáticamente.

Interruptor óptico de desvío. Utiliza espejos ópticos para mantener la integridad del anillo, no se envuelve (en sí mismo).

Dual homing. Ofrece redundancia adicional y garantiza la operación de la red, el dispositivo crucial se conecta a dos concentradores.

Tipos de nodos en FDDI:

1. Topología física de red:

- Anillo
- Estrella
- Malla

2. Configuración lógica:

- Anillo doble
- Acceso al doble anillo (Tipo A)
- Acceso a un solo anillo (Tipo B)

Aplicaciones de anillos de FDDI:

Existen tres tipos de redes de computadoras en las cuales puede ser usada FDDI:

Back-end: Es la red usada para conectar un procesador con aparatos de almacenamiento, generalmente están localizadas en un solo local.

Front-end: Son usadas para conectar servidores o estaciones de trabajo, generalmente se usan en edificios y abarcan uno o más pisos.

Backbone: Son redes usadas para conectar muchas redes, se utiliza entre campus.

Redundancia en el anillo de FDDI:

- **Estación bypass:** Aíslan una estación y permiten la operación continua de anillo.
- **Anillo doble:** Un cable de respaldo en espera para cada cable de red.
- **Anillo en forma de estrella:** Todas las estaciones están conectadas a un concentrador pues hace más fácil el monitoreo y se aíslan fallas.

CARACTERÍSTICAS DE FDDI

Velocidad:	100 Mbps.
Costo:	Depende de necesidades
Estándar:	802.5
Protocolo de acceso al medio (MAC):	<i>Token passing</i>
Topología de cableado:	Anillo doble
Tipo de cableado:	F.O.
Modo de flujo:	<i>Full duplex</i>
Codificación:	4B5B

2.3.5. X. 25

X.25 es un estándar de protocolo del sector Estándares de la UIT-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para redes de área amplia (WAN) de conmutación de paquetes; su protocolo de enlace, LAPB, está basado en el protocolo HDLC proveniente de IBM.

Este estándar define cómo se establecen y mantienen las conexiones entre los dispositivos de usuario y los dispositivos de red.

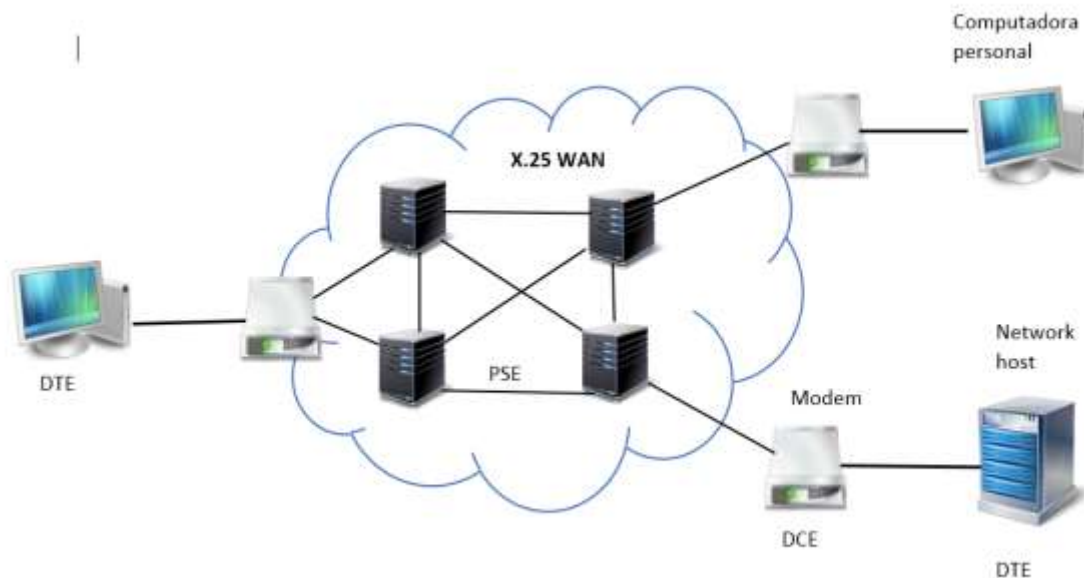
Véase: Ford, 1998: 197-207.

Los dispositivos de la red X.25 se pueden clasificar en tres categorías:

- DTE (Equipo Terminal de Datos)
- DCE (Equipo de Comunicación de Datos)
- PSE (Intercambio de Conmutación de Paquetes)

Los dispositivos **DTE** son sistemas terminales que se comunican a través de la red X.25, por lo general son: terminales, computadoras, servidores, etc., y están ubicados en las instalaciones de los suscriptores individuales (usuarios), los equipos **DCE**, como son los módems y los *switches* (conmutadores), realizan las comunicaciones en la red y ofrecen la interfaz entre los dispositivos DTE y PSE. Los **PSE** son *switches* que complementan la infraestructura de transporte de datos de las empresas telefónicas; los PSE transfieren datos de un dispositivo DTE a otro, a través de la PSN (*Packet Switching Networks*) de X.25.

Componentes de X.25



Características generales de X.25



- Es una de las redes WAN más antiguas y aún en producción
- Abarca las tres primeras capas del modelo OSI
- Tiene gran importancia en el control de flujo y de errores
- Trabaja sobre servicios basados en circuitos virtuales, hasta 4095 canales lógicos
- Alcance local, nacional e internacional
- Acceso punto a punto y conmutado
- Velocidad de 2400 bps., hasta 64 Kbps
- Aplicaciones en acceso a bases de datos, transferencias, puntos de venta, etc.

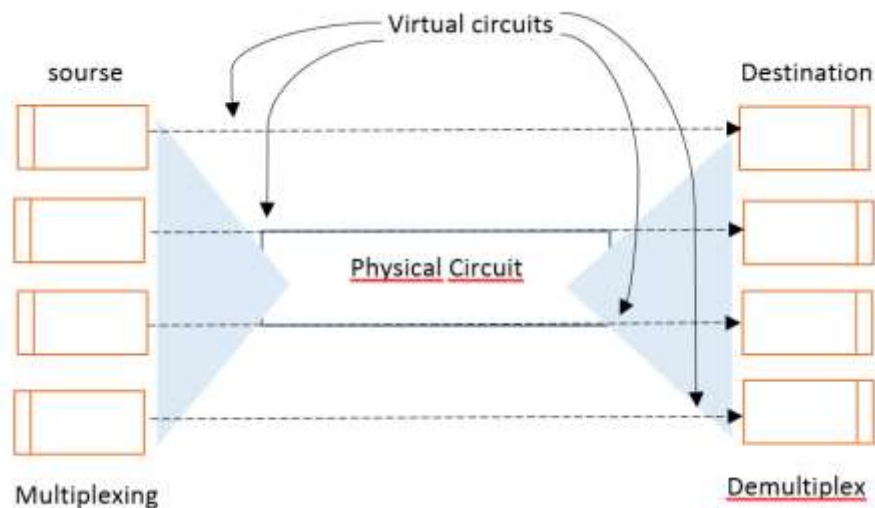
Establecimiento de sesión en X.25

Las sesiones de X.25 se establecen cuando un dispositivo DTE se pone en contacto con otro para solicitar una sesión de comunicación. El dispositivo DTE que recibe la solicitud, puede aceptar o rechazar la conexión. Si la solicitud es aceptada, los dos sistemas comienzan la transferencia de información dúplex total. Cualquiera de los dispositivos DTE pueden finalizar la conexión.

Circuitos virtuales X.25

Un circuito virtual es una conexión lógica creada para garantizar la comunicación entre dos dispositivos de la red. Un circuito virtual denota la existencia de una trayectoria lógica bidireccional de un dispositivo DTE a otra a través de una red X.25. Físicamente, la conexión puede pasar por cualquier número de nodos intermedios, como dispositivos DTE y centrales de conmutación de paquetes. Los circuitos virtuales múltiples (conexiones lógicas) pueden ser multiplexados en un solo circuito físico (conexión física). Los circuitos se multiplexan en los extremos remotos y los datos se envían a los destinos adecuados.

Multiplexación de un solo circuito.



2.3.6. ISDN

ISDN (Red Digital de Servicios Integrados) también conocida como RDSI es un estándar para redes de área amplia (WAN) que ofrecen las empresas telefónicas regionales de larga distancia, se compone de los servicios de telefonía digital y transporte de datos. ISDN implica la digitalización de la red telefónica, que permite que voz, datos, texto, gráficas, música, video y otros materiales fuente se transmitan

a través de los cables telefónicos, con independencia de las fronteras geográficas, organizacionales y tecnológicas; es la convergencia de la informática y las telecomunicaciones. La evolución de ISDN representa un esfuerzo para estandarizar los servicios del suscriptor (usuario), interfaces de usuario/red y posibilidades de red. Las aplicaciones de ISDN son: Transmisión de voz, video y datos a alta velocidad.

Canales y servicios:

ISDN dispone de distintos tipos de canales para envío de información y datos de control:

- Canal A: 4 KHz (tradicional)
- Canal B: 64 Kbps
- Canal D: 16 kbps (BRI) o 64 Kbps (PRI)
- Canal H0: 384 Kbps (6 canales B)
- Canal H10 a 1472 Kbps (23 canales B)
- Canal H11 a 1536 Kbps (24 canales B)
- Canal H12 a 1920 Kbps (30 canales B)

El acceso básico **BRI** (*Basic Rate Interface*) proporciona dos canales B y un canal D de 16 Kbps multiplexados, a través de la línea telefónica, de esta forma se dispone de 144 Kbps.

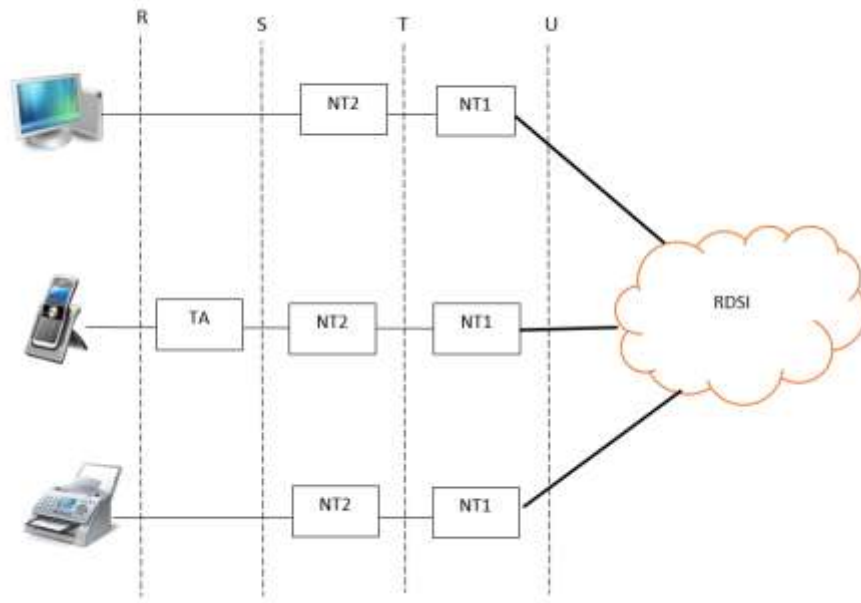
El acceso primario **PRI** (*Primary Rate Interface*), en EE. UU., utiliza 23 canales B y un canal D de 64 Kbps., alcanzando una velocidad de 1536 Kbps., en Europa utiliza 30 canales B y un D de 64 Kbps., alcanzando una velocidad de 1984 Kbps.

Componentes de ISDN.

Los componentes más comunes de ISDN son: Los equipos terminales para los servicios de voz, video, datos, etc., los adaptadores para conectar las terminales a la red, los equipos terminales de red y de línea telefónica, así como, los equipos ubicados en las centrales telefónicas.

Véase:

<http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/rdsi.html>> consultado el 25 de octubre de 2013



Protocolos de ISDN

- Protocolo de **múltiple velocidad**: Por la facilidad de combinar canales.
- Protocolo de **multimedia**: Permite aplicaciones de voz, datos y video.
- Protocolo de **multipunto**: Posibilita diferentes llamadas a la vez.

Tipos de conexiones

- Circuitos conmutados sobre canales B
- Conexiones semipermanentes sobre canales B
- *Paquetes conmutados* sobre canales B
- *Paquetes conmutados* sobre canales D



Circuit-switched:

- Éste utiliza el canal B para datos de usuario y el canal D para señalización.



Conexión semipermanente

- Es una conexión que se determina por un periodo establecido por el administrador.



***Packet-switched* sobre canal B**

- La implementación de este servicio es proporcionado por una red independiente



***Packet-switched* sobre un canal D**

- .Es el servicio habilitado desde la red ISDN. ISDN maneja diversas aplicaciones que puede tener una red de datos, como es voz, datos, video, así como la señalización para la gestión del canal.

Características de ISDN

Velocidad:	Canal A: 4 KHz (tradicional) Canal B: 64 Kbps Canal D: 16 o 64 Kbps Canal H0: 384 Kbps Canal H11: 1.536 Mbps Canal H12: 1.92 Mbps
Costo:	Depende de necesidades
Estándar:	Recomendación I del CCITT
Protocolo de acceso al medio (MAC):	LAPD
Topología de cableado:	Estrella, Malla
Tipo de cableado:	Cable UTP, Fibra óptica
Modo de flujo:	<i>Full duplex</i>

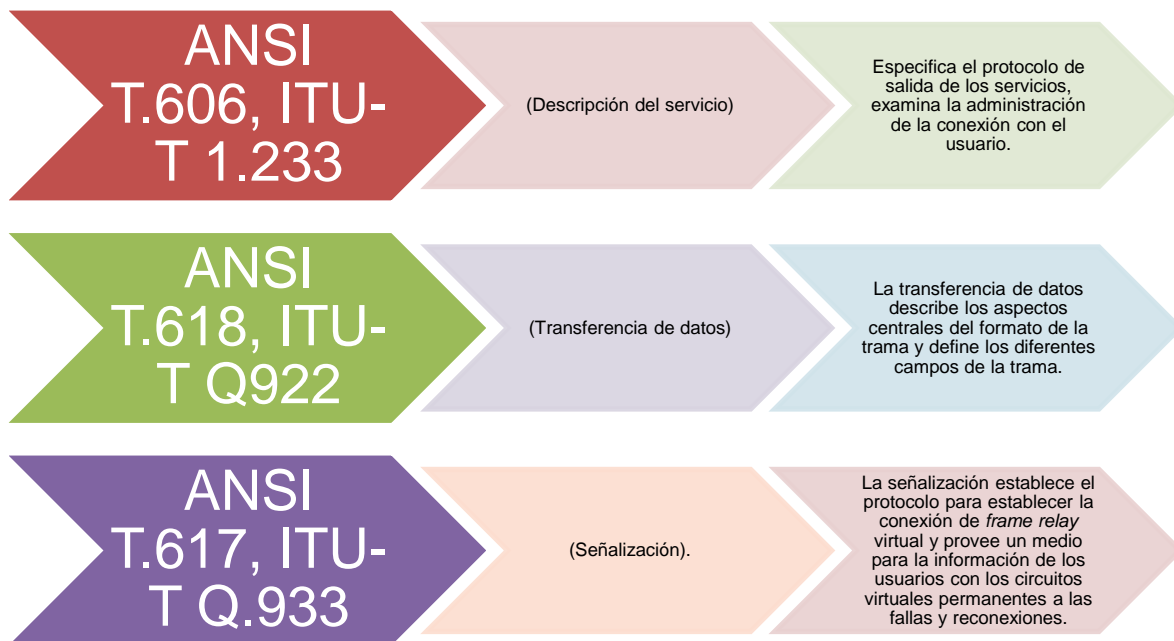
2.3.7. Frame Relay

Frame Relay es un estándar WAN de alto desempeño que opera en la capa física y de enlace del modelo de referencia de OSI, basada en la conmutación de paquetes, **sus aplicaciones son para la interconexión de redes LAN y el transporte de voz y datos.** Originalmente la tecnología *Frame Relay* fue diseñada para ser utilizada a través de ISDN (Red Digital de Servicios Integrados). Hoy en día se utiliza también como interfaz en una gran variedad de redes (Ford, 1998: 135-149).

Algunas características de *Frame Relay*

- Es un concepto de comunicación basado en la red X.25
- *Frame Relay* es una tecnología rápida de conmutación de paquetes
- Es una arquitectura de protocolos de la capa 2 del modelo OSI
- Es una tecnología orientada a la conexión
- Aplicaciones para la interconexión de redes LAN
- Eficiente en la transmisión de voz y datos
- Opera a través de instalaciones WAN

Sus estándares son los siguientes:

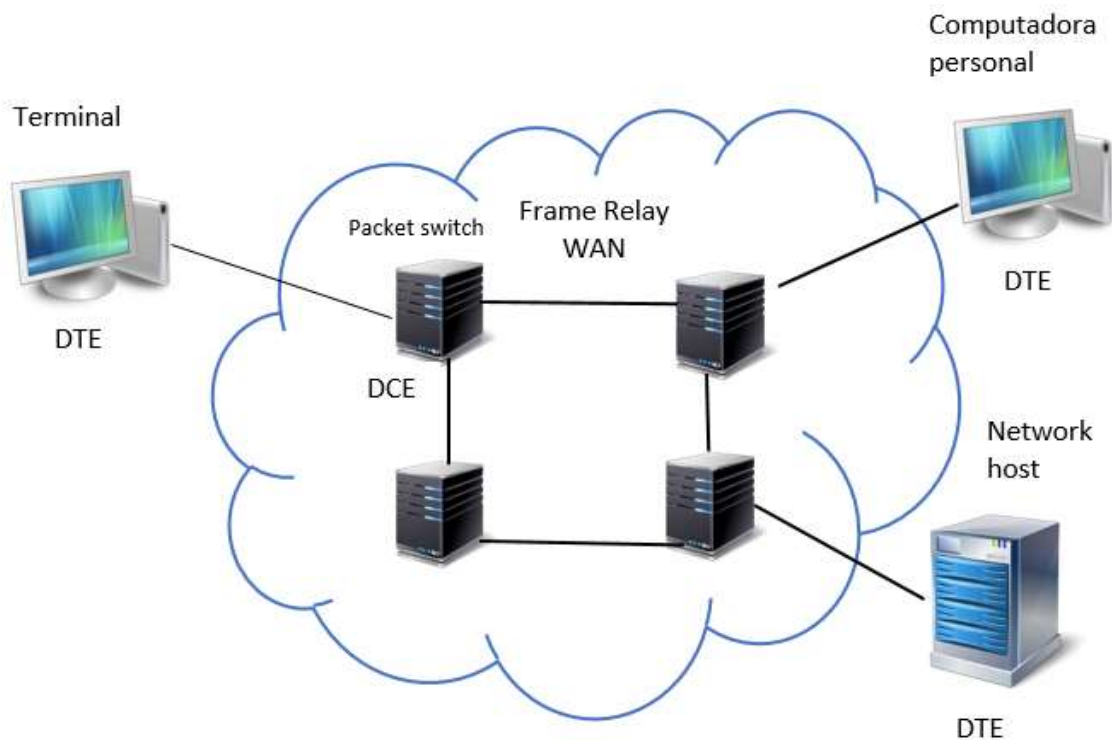


Dispositivos *Frame Relay*

Los dispositivos conectados a una WAN *Frame Relay* son: DTE (Equipo Terminal de Datos) y DCE (Equipo de Comunicación de Datos). Los DTE se consideran equipo terminal para una red específica y, por lo general, se localizan en las instalaciones de un cliente. Por ejemplo: Terminales, computadoras personales, ruteadores, puentes, etc.

Los DCE son dispositivos de interconectividad de redes propiedad del proveedor de servicios de larga distancia. El propósito del equipo DCE es proporcionar los servicios de temporización y conmutación en una red, que son en realidad los dispositivos que transmiten datos a través de la red de área amplia (WAN).

Dispositivos *Frame Relay*

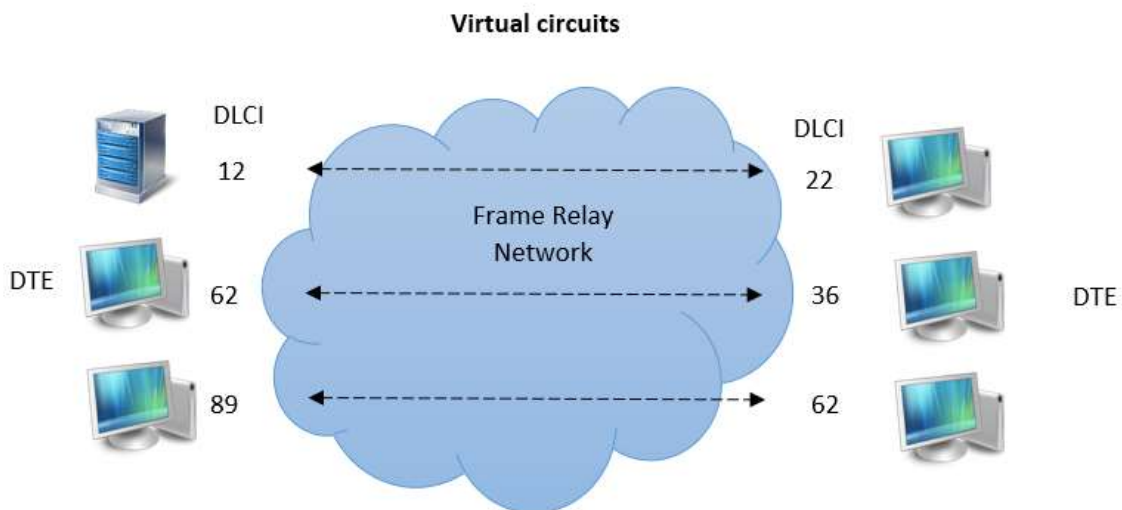


Circuitos virtuales *Frame Relay*

Frame Relay ofrece comunicación de la capa de enlace de datos orientado a la conexión (Implica el uso de una trayectoria específica que se establece durante el tiempo que dura la conexión). Este servicio se implementa por medio de un *circuito virtual Frame Relay*, que es una conexión lógica creada entre dos DTE (Equipos Terminales de Datos), a través de una PSN (Red de Conmutación de Paquetes) de *Frame Relay*.

Los circuitos virtuales ofrecen una trayectoria de comunicación bidireccional de un dispositivo DTE a otro e identifica de manera única por medio de un DLCI (Identificador de Conexión del Enlace de Datos). Se pueden multiplexar una gran cantidad de circuitos virtuales en un solo circuito físico para transmitirlos a través de la red. Con frecuencia esta característica permite conectar múltiples dispositivos DTE con menos equipo y una red menos compleja.

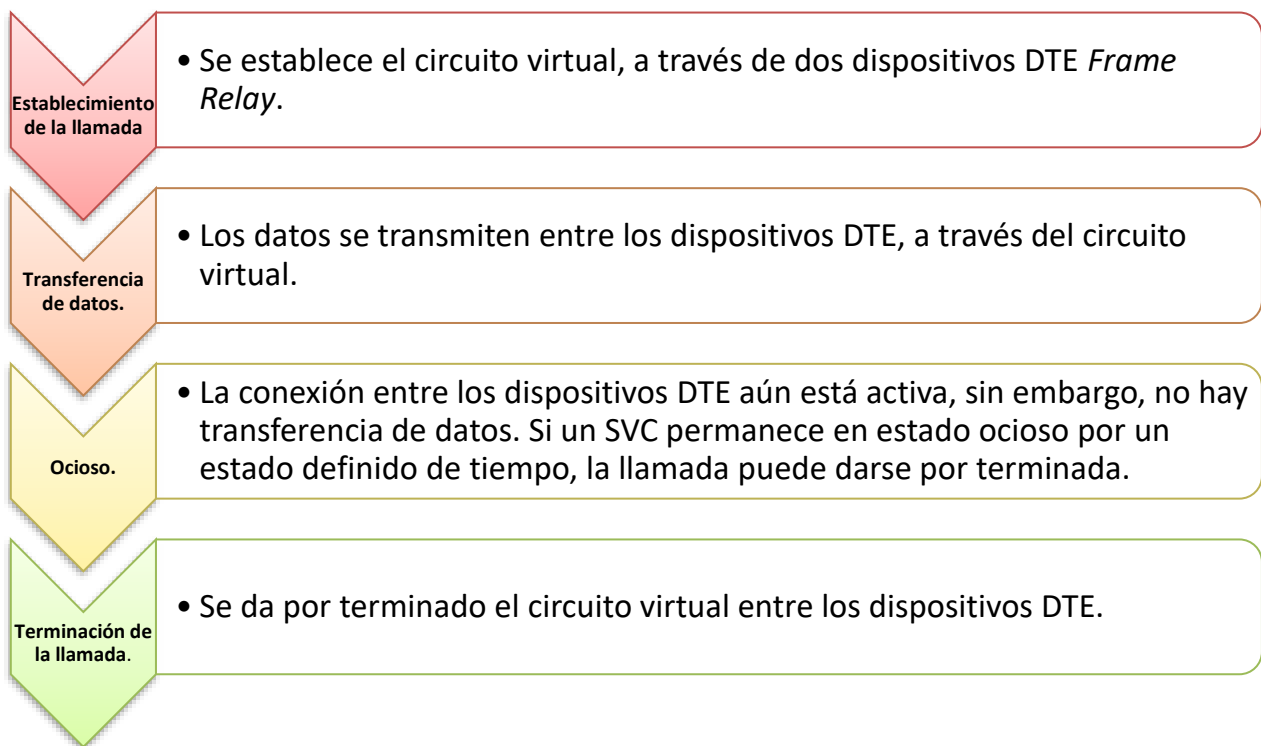
Un circuito virtual puede pasar por cualquier cantidad de dispositivos intermedios DCE (switches) ubicados en la red *Frame Relay* PSN.



Los circuitos virtuales *Frame Relay* caen dentro de dos categorías: SVC (Circuitos Virtuales Conmutados) y PVC (Circuitos Virtuales Permanentes).

1. Circuitos virtuales conmutados (SVC).

Los SVC son conexiones temporales que se utilizan en casos donde se requiere solamente de una transferencia de datos de forma esporádica entre los dispositivos DTE, a través de la red *Frame Relay*. La operación de una sesión de comunicación a través de un SVC consta de cuatro estados:



Cuando finaliza un circuito virtual, los dispositivos DTE deben establecer un nuevo SVC si hay más datos que intercambiar. Se espera que los SVC se establezcan, conserven y finalicen utilizando los mismos protocolos de señalización que se usan en ISDN. Sin embargo, pocos fabricantes de equipo DCE *Frame Relay* soportan SVC; por lo tanto, su utilización real es mínima en las redes *Frame Relay* actuales.

2. Circuitos virtuales permanentes (PVC).

Los PVC son conexiones establecidas en forma permanente, que se utilizan en transferencias de datos frecuentes y constantes entre dispositivos DTE, a través de la red *Frame Relay*. La comunicación a través de un PVC no requiere los estados de establecimiento de llamada y finalización que se utilizan con los SVC.

Los PVC siempre funcionan en alguno de los estados siguientes:

- **Transferencia de datos.** Los datos se transmiten entre los dispositivos DTE, a través de un circuito virtual.
- **Ocioso.** Ocurre cuando la conexión entre dispositivos DTE está activa, pero no hay transferencia de datos. A diferencia de los SVC, los PVC no se darán por finalizados en ninguna circunstancia, ya que se encuentran en un estado ocioso.

Los dispositivos DTE pueden comenzar la transferencia de datos en cuanto estén listos, pues el circuito está establecido de forma permanente.

Implementación de *Frame relay*

Consiste en instalar un equipo **multiplexor** (equipo que permite compartir las señales en un solo medio de transmisión) a través de un enlace WAN denominado comúnmente T1 o E1 (Estándares para transmisión digital de voz y datos) con interfaces *Frame Relay* e interfaces que no sean *Frame Relay*. El tráfico es enviado fuera de la interfaces *Frame Relay*, y hacia la red de datos.

Una red *Frame Relay* consta de varios dispositivos DTE, que pueden ser ruteadores, conectados hacia puertos remotos de un equipo multiplexor por medio de servicios tradicionales punto a punto, como T1, E1 fraccional o circuitos con capacidad de 56 kbps.

Frame Relay se implementa en redes públicas, en las que se cobra a los usuarios sólo el uso que se haga de la red, ya que los equipos son propiedad de los proveedores del servicio, y en redes privadas empresariales en la que el cliente es el dueño de toda la infraestructura.

Características de *Frame Relay*:

CARACTERÍSTICAS	
VELOCIDAD	56 Kbps nx64 Kbps 1.544 Mbps 2.048 Mbps
Costo	Depende de la Aplicación
Estándar	ANSI (T1.606, ITU-T1.233) ANSI (T1.618, ITU-TQ.922) ANSI (T1.617, ITU-TQ.933)
Protocolo de Acceso al Medio (MAC)	HDLC
Topología	Estrella
Tipo de cableado	UTP, F.O

2.3.8. SONET/SDH

El crecimiento de Internet y las aplicaciones de voz y datos requieren de conectividad que soporte mayores velocidades de transmisión, por lo que surgieron los estándares **SONET** (*Synchronous Optical Network*) y **SDH** (*Synchronous Digital Hierarchy*) para el transporte de datos síncronos por medio de redes de fibra óptica. Ambos estándares se utilizan para lo mismo, aunque tienen algunas diferencias en la forma de las tramas y las velocidades de cada nivel de multiplexación. SONET es utilizada en los siguientes países: Estados Unidos, Canadá, Corea, Taiwán y Hong Kong; mientras que SDH se utiliza en el resto de mundo.

Características de SONET

- Redes basadas en fibra óptica
- SONET fue creado para establecerse como norma americana y canadiense
- SDH fue creado en Europa
- Transmiten señales que soportan la mayoría de redes
- Se puede utilizar en: *backbone* (infraestructura principal), redes LAN y *carriers* (proporcionan acceso a Internet a alta velocidad)

Velocidades SONET

Las velocidades de SONET inician en el orden de los 51.84 Mb/s.

OC= *Optical Carrier*

STM= *Synchronous Transmission Mode*

STS= *Synchronous Transport Signal*

Señal eléctrica	Portadora óptica	Velocidad binaria (Mbit/s)	Equivalencia SDH
STS-1	OC-1	51,84	STM-0
STS-3	OC-3	155,52	STM-1
STS-9	OC-9	466,56	-
STS-12	OC-12	622,08	STM-4
STS-18	OC-18	933,12	-
STS-24	OC-24	1244,16	-
STS-36	OC-36	1866,24	-
STS-48	OC-48	2488,32	STM-16

Velocidades SONET y su equivalencia con SDH

Aplicaciones de SONET

Integrated Optical Service. Combina la técnica Multiplexación por división de longitud de onda (DWM), SONET y de paquetes en una sola red, al permitir aplicaciones de multiplexación por división de tiempo (TDM), estándar Ethernet, almacenamiento, video y otros.

Dedicated SONET Ring (DSR).

Es una arquitectura de red de fibra óptica, basada en normas nacionales e internacionales para sistemas de transmisión de fibra óptica monomodo. El DSR puede funcionar como vía de transporte para muchas aplicaciones de alta velocidad.

Dedicated Wavelength Ring (DWR) Service.

Es un servicio óptico basado en tecnología de multiplexión de división de onda densa (DWDM). Esta red ha sido diseñada con una arquitectura de anillo con capacidad de tolerancia a fallas que permite añadir y retirar servicios y canales en cada ubicación.

2.3.9. ATM

ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) es un estándar de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, (ITU-T), Sector de Estándares de Telecomunicaciones, basada en la conmutación (*switching*) de celdas de 53 bytes que **transportan la información para múltiples tipos de servicios: voz, video y datos a velocidades muy altas**. ISDN tiene las mismas aplicaciones con velocidades muy bajas en comparación con esta tecnología.

En una red ATM las comunicaciones se establecen a través de un conjunto de dispositivos intermedios llamados *switches* (Ford, 1988: 211).

Algunas características de ATM:

- ATM modo de transferencia asíncrona
- Velocidad de 155 Mbps hasta 10 Gbps
- Utiliza celdas de 53 bytes
- Flujo de celdas constante
- Transmisión de diversas aplicaciones
- Multiplexaje estadístico

Estándares

ATM es producto del esfuerzo del estándar de la **BISDN (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha) de la ITU-T**. El foro ATM amplió la visión original de ATM y estableció su uso como tecnología de transporte a alta velocidad para voz, video y datos, a través de redes tanto públicas como privadas. Este foro ha publicado trabajos en relación con las especificaciones siguientes:

- UNI 2.0 (Interfaz de Red de Usuario)
- UNI 3.0

- UNI 3.1
- PNNI (Interfaz de Nodo de la Red Pública)
- LANE (Emulación de LAN)

Componente básico de una red.

El componente básico de una red ATM es un *switch* electrónico, especialmente diseñado para transmitir datos a muy alta velocidad, un *switch* típico soporta la conexión de entre 16 y 32 nodos. Para permitir la comunicación de datos a alta velocidad la conexión entre los nodos y el *switch* se realizan por medio de un par de hilos de fibra óptica.

Aunque un *switch* ATM tiene una capacidad limitada, múltiples *switches* pueden interconectarse entre sí para formar una gran red.

Componentes ATM.

A) Dispositivos

Una red ATM está formada por un *switch* ATM y por puntos terminales, el *switch* ATM es el responsable del transporte de celdas a través de una red ATM. Su trabajo consiste en aceptar la celda entrante de un punto terminal de ATM u otro *switch* ATM. Posteriormente, lee y actualiza la información contenida en el encabezado de la celda y, rápidamente, conmuta la celda a una interfaz de salida para enviarla a su destino.

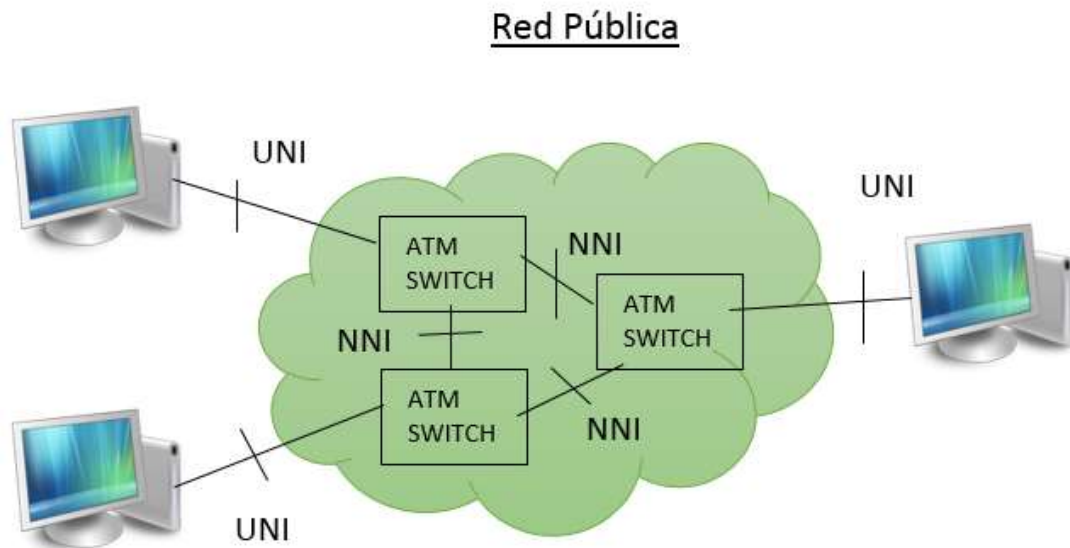
Los Puntos Terminales pueden ser estaciones de trabajo, ruteadores, y las DSU (Unidades de Datos de Servicio), los *switches* LAN y los CODEC (Codificadores y Decodificadores de Video), cada uno de ellos deberá tener un adaptador de interfaz de red ATM.

B) Interfaz de conexión

Las conexiones entre nodos ATM se realizan con base en dos tipos de interfaz diferentes:

- *User to Network Interfaces* (UNI) se emplea para vincular a un nodo final con un *switch*
- *Network to Network Interfaces* (NNI) define la comunicación entre dos *switches*

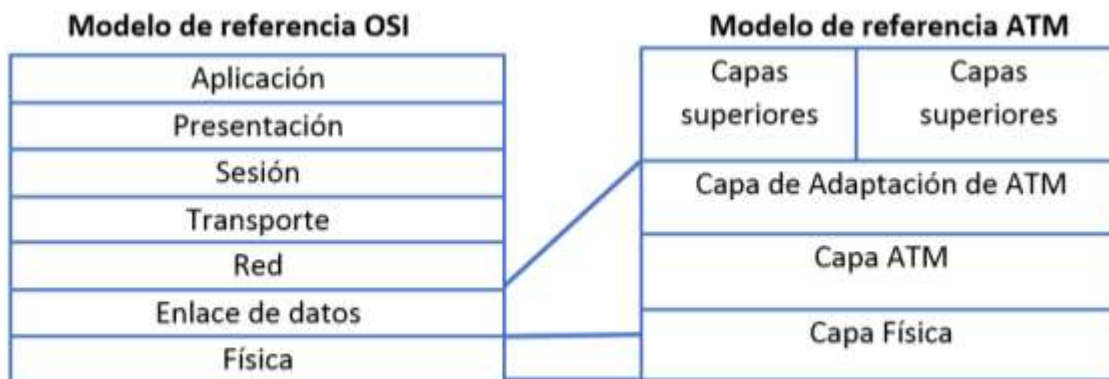
Los diseñadores piensan en UNI como la interfaz para conectar equipos del cliente a la red del proveedor, y a NNI como la interfaz para conectar redes de diferentes proveedores.



Modelo de Referencia ATM

La funcionalidad de ATM corresponde a la capa física, y parte de enlace de datos del modelo de referencia OSI. (Ford, 1988: 220).

Modelo de referencia ATM



Capa física. - Es análoga a la correspondiente del Modelo OSI y administra la transmisión dependiente del medio físico de transmisión. Sus funciones son:

- Convertir los bits en celdas
- Controlar la transmisión y recepción de bits en el medio físico
- Supervisar los límites de las celdas de ATM
- Empaquetar las celdas en un tipo de trama adecuado para enviarlas a través del medio físico

Estándares de medios de transmisión:

SONET/SDH (Red Óptica Síncrona / Jerarquía Digital Síncrona)

DS-3/E3, 155 Mbps a través de MMF (Fibra Óptica Multimodo)

STP (Par Trenzado Blindado) a 155 Mbps.

Estándares de medios de transmisión

1. Capa ATM Combinada con la capa de adaptación de ATM, la capa ATM es análoga, a grandes rasgos, a la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI. Esta capa es responsable de establecer conexiones y pasar celdas a través de la red ATM. Para ello, utiliza la información del encabezado de cada celda ATM.

2. Capa de Adaptación de ATM (AAL) Es análoga a la capa de enlace de datos del modelo OSI. La capa AAL es responsable de aislar los protocolos de capas superiores de los detalles de los procesos ATM.

3. Capas Superiores Aceptan datos de usuario, los conforman en paquetes y los entregan a la AAL.

Algunas aplicaciones de ATM:



LAN virtual (VLAN)

Estándar definido por el Foro de ATM que ofrece a las estaciones conectadas vía ATM las mismas capacidades que pudieran tener normalmente las LAN tradicionales como Ethernet y *Token Ring*. Los protocolos LANE hacen que una red ATM se vea y comporte como una LAN Ethernet o *Token ring*, aunque opere mucho más rápido que una red LAN real.

RESUMEN

El modelo básico de un sistema de telecomunicaciones está compuesto por los siguientes elementos: emisor, receptor y un medio de transmisión. Cada uno de estos elementos tienen características propias y elegir cuál debe utilizarse no es una tarea sencilla, se debe realizar un diseño que cubra objetivos específicos que satisfagan las necesidades de una organización o empresa. El diseño de la red debe considerar principalmente los siguientes aspectos: Aplicaciones que se utilizarán (voz, video, datos, etc.), número de usuarios que se atenderán de manera local y remota, tipo de medios de transmisión (alámbrico e inalámbrico), ancho de banda requerido, aspectos arquitectónicos del área y tecnologías para el transporte de información (Ethernet, Gigabit Ethernet, ISDN, ATM, etc.). Los medios de transmisión guiados están elaborados con material físico, con características propias como: el ancho de banda, distancias máximas que alcanzan, aplicaciones que soportan, etc. Los cables de cobre más utilizados en las redes de área local (LAN) son los cables de pares trenzados que se clasifican en categorías de acuerdo al estándar EIA/TIA 568 B y son: UTP. *Unshield Twisted Pair* (par trenzado no blindado), F/UTP. *Foil Over Twisted Pair* (pantalla sobre par trenzado no blindado) y S/FTP. *Screen/Foil Twisted Pair* (blindado sobre par trenzado apantallado). Los cables de fibra óptica tienen importantes ventajas sobre los cables de cobre, principalmente en: la capacidad del ancho de banda, distancias que pueden cubrir, baja atenuación y su inmunidad a la interferencia electromagnética. Se utilizan tanto en redes de área local, como de área amplia. Su clasificación principal se denomina: unimodo o monomodo (UM) y multimodo (MM), según el diámetro del núcleo. Las fibras unimodo tienen un diámetro pequeño, alrededor de 8 o 9 micras, las fibras multimodo pueden tener diámetros de 50, 62.5 o de 85 y 100 micras. Sus características más importantes que deben considerarse para la elección de un

determinado tipo son: la atenuación, dispersión, ancho de banda y modulación. Los medios no guiados utilizan el espacio libre o la atmósfera terrestre como medio de transmisión. La propagación de las ondas electromagnéticas por el espacio libre se conoce como propagación de radiofrecuencia (RF), o radio de propagación. Los sistemas de radiocomunicaciones son aquellos que están situados entre los 30 KHz a 300 GHz. Por medio de estas ondas se pueden transmitir señales de voz, datos, video, imágenes, etc. Las microondas son ondas electromagnéticas y sus frecuencias van desde los 500 MHz hasta los 300 GHz. Para poder transportar los datos o información diversos organismos internacionales han desarrollado diversos estándares LAN y WAN. La utilización de alguna de estas tecnologías depende de las necesidades que se quieran cubrir. Por un lado están los estándares para redes de área local como son: *Ethernet*, *Fast Ethernet*, *Gigabit Ethernet* y *FFDI*. Por otro lado están los estándares para redes de área amplia como son: *Frame relay*, *ISDN*, *SONET* y *ATM*.



Bibliografía básica

Autor	Capitulo
Fitzgerald, Jerry (2003). Redes y comunicación de datos en los negocios [3ª ed.]. México: Limusa Wiley,	516 pp.
Wayne, Tomasi (2003). Sistemas de comunicaciones electrónicas [4ª ed.] México: Pearson Educación,	976 pp.
Castro Lechtaler, Antonio (2013). Comunicaciones. Buenos Aires: Alfaomega,	736 pp.
Tanenbaum, Andrew (2003). Redes de computadoras [4ª ed.]. México: Pearson Educación,	912 pp.
Ford, Merilee (1998). Tecnologías de interconectividad de redes. México: Prentice-Hall,	736 pp.

Bibliografía complementaria

Autor	Capitulo
Press, Barry (2001). Redes con ejemplos. Buenos Aires: Prentice-Hall,	433 pp.
García, Jesús (1997). Redes de alta velocidad. Madrid: Alfaomega Ra-Ma,	270 pp.
García, Jesús (1997). Redes para procesos distribuidos. Madrid: Alfaomega Ra-Ma,	718 pp.
Black, Uyles (1992). Redes de computadoras, protocolos, estándares e interfaces [2ª ed.]. Madrid: Ra-Ma,	585 pp.

Sitios de Internet

Sitio	Descripción
http://www.unicrom.com/Tel_espectro_electromagnetico.asp	Espectro electromagnético.
http://www.consulintel.es/Html/Tutorial_es/Articulos/rdsi.html	Estándar ISDN (RDSI).
http://sincables.com.ve/v3/content/59-cable-utp-stp-y-ftp	Cables de cobre.
http://transmisión.galeon.com/mediosguiados.html	Medios de transmisión guiados.
http://cactuspinchudo.tumblr.com/post/25958320332/fibra-óptica-multimodo-vs-monomodo	Fibras ópticas.
http://docente.ucoi.mx/al023423/public_html/guns/tarea%202.htm	Espectro radioeléctrico.
http://wikitel.info/wiki/Sistemas_de_radiodifusi%C3%B3n_por_satélite	Sistemas satelitales.
http://www.arqui.com/users/antonio/fddi/default.htm	Estándar FDDI.
http://www.mailxmail.com/curso-redes-protocolos-1/frame-relay	Estándar <i>Frame relay</i> .
http://manque.cl.tripod.com/webarq/c_6.3_ATM.M.htm	Estándar ATM.

UNIDAD 3

Protocolos de comunicación



OBJETIVO ESPECÍFICO

El alumno conocerá las funciones y características del modelo de referencia OSI, así como la función y aplicación de los diferentes protocolos de comunicación que le permitan diseñar aplicaciones específicas.

TEMARIO DETALLADO

(16 HORAS)

3. Protocolos de comunicación

3.1. Modelo OSI

3.2. TCP/IP

3.3. Encapsulamiento

3.4. Demultiplexaje

3.5. Direcciones físicas

3.6. Direcciones lógicas

3.7. Mapeo de direcciones

3.7.1. Estático

3.7.2. Dinámico

3.8. Direccionamiento IP

3.9. Subneteo

3.10. Protocolos

3.10.1. ARP

3.10.2. RARP

3.10.3. IP

3.10.4. ICMP

3.10.5. IGMP

3.10.6. UDP

3.10.7. TCP

3.11. Puerto y Socket

3.12. Organismos y recursos en Internet

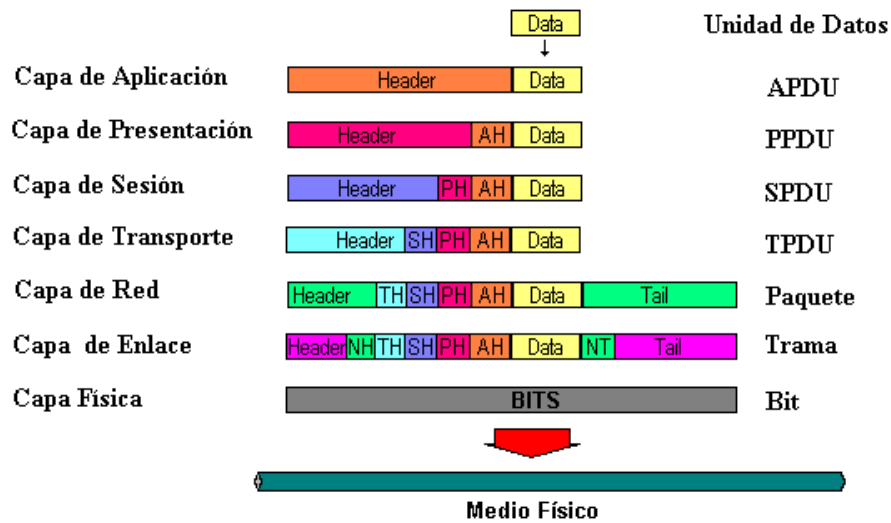
3.13. IPV6, características principales

INTRODUCCIÓN

Las redes de telecomunicaciones requieren de herramientas que les permitan interconectar de forma ordenada computadoras y dispositivos sin importar cuales sean éstos. Cada red está diseñada y administrada con lo que se denomina arquitectura de red. El objetivo principal de la arquitectura de red es proporcionar a los usuarios los medios (protocolos, servicios de red y otras especificaciones) para poder establecer la comunicación y efectuar el control del flujo de datos. La arquitectura describe la forma en que se estructura una red de comunicaciones de datos y, en general, incluye el concepto de capas dentro de la arquitectura. Cada capa dentro de la red consiste en protocolos específicos que realizan un conjunto de funciones. Los protocolos son arreglos entre personas o procesos. Por ejemplo, un protocolo militar para enfrentar una situación dada. Un protocolo de red de comunicación de datos es un conjunto de reglas que gobierna el intercambio ordenado de datos dentro de una red. Existen diferentes protocolos y su utilización depende de las aplicaciones de red que se deseen implementar. Enviar y recibir mensajes, la identificación del equipo en la red, la verificación del emisor y la conversión de nombres de computadoras en direcciones usadas por el *software* y *hardware* de la red son algunos ejemplos de su utilización. Existen varios estándares de arquitecturas de comunicaciones entre las que se encuentra la Organización Internacional de Estándares conocido como ISO (*International Standard Organization*), que desarrolló el modelo de referencia OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos), considerado el modelo principal de arquitectura para la comunicación entre computadoras, el cual se basa en siete capas en las que incluye protocolos como TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet) y otros. En el presente capítulo se describen las características y funciones de las capas del modelo OSI, así como la función de los principales protocolos que te permitirán diseñar una arquitectura basada en TCP/IP.

3.1. Modelo OSI

El modelo de referencia OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos) fue desarrollado en 1984 por la ISO (Organización Internacional de Estándares). El modelo OSI divide las funciones implicadas en la transferencia de información entre computadoras conectadas en red, en siete capas, en las cuales cada una realiza una tarea o grupo de tareas. Cada capa es prácticamente individual, lo que permite asignar tareas a cada capa de manera independiente. Al ser un modelo abierto, permite establecer comunicaciones entre dispositivos de diferentes fabricantes a nivel de *software* y *hardware*, tipo de sistema operativo, arquitectura y lugar geográfico. Cuando los datos pasan de una capa a otra se realiza el proceso de encapsulamiento; es decir, cada vez que una capa recibe un dato, le agrega la información propia de la capa y lo pasa a la siguiente capa y así sucesivamente, en el equipo receptor se realiza el proceso inverso conocido como desencapsulamiento. La comunicación par a par (emisor-receptor) se realiza por medio de Unidades de Datos del Protocolo PDU (*Protocol Data Unit*) por lo que un PDU es la unidad que se comunica con la misma capa del equipo receptor. (Ford, 1998: 6).



Encapsulamiento OSI²⁵

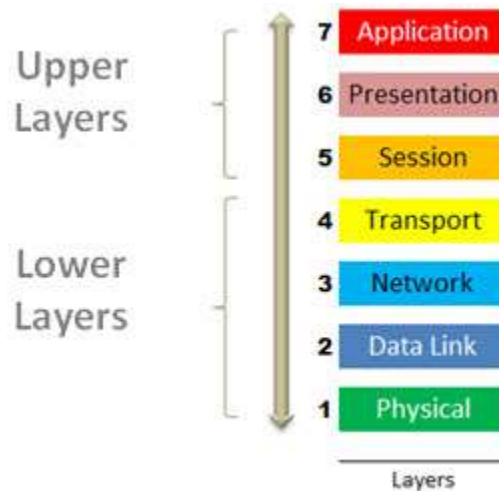
Modelo OSI	
Capa de aplicación	Programa de aplicación que usan la red
Capa de presentación	Estandariza la forma en que se presentan los datos a las aplicaciones
Capa de sesión	Gestiona las conexiones entre aplicaciones cooperativas
Capa de transporte	Proporciona servicios de detección y corrección de errores
Capa de red	Gestiona conexiones a través de la red para las capas superiores
Capa de enlace de datos	Proporciona servicio de envío de datos a través del enlace físico
Capa física	Define las características físicas de la red material

²⁵ (26 de 07 de 2016). Obtenido de capastransporteyesion: <http://capastransporteyesion.blogspot.mx/>

Las siete capas del modelo de referencia OSI se pueden dividir en dos categorías: *capas superiores* y *capas inferiores* (Ford, 1988: 6-17).

Las **capas superiores** del modelo OSI tienen que ver con las aplicaciones y, en general, están implementadas sólo en *software*. La capa de aplicación es la más cercana al usuario final. Tanto los usuarios como los procesos de la capa de aplicación interactúan con aplicaciones de *software* que contienen un componente de comunicación.

Las **capas inferiores** del modelo OSI manejan la transferencia de los datos. Las capas física y de enlace de datos se encuentran implementadas en *hardware* y *software*. La capa física es la más cercana al medio de transmisión y es responsable de colocar la información en los diferentes medios de transmisión.



Capas de modelo OSI²⁶

²⁶ 26 de 07 de 2016). Obtenido de <http://www.telecomhall.com/es/las-7-capas-del-modelo-osi-.aspx>

Servicios orientados y no orientados a la conexión

Los protocolos de conectividad de redes y el tráfico de datos que soportan se clasifican como orientados y no orientados a la conexión. El manejo de datos **orientados** utiliza una trayectoria específica durante el tiempo que dura la conexión. El manejo de datos **no orientados** implica la transferencia de datos a través de una conexión establecida en forma permanente.

El servicio orientado a la conexión tiene tres fases:

1. Establecimiento de la conexión. Se determina la trayectoria entre los sistemas origen-destino y los recursos de red se reservan (ancho de banda, rendimiento, etc.).
2. Transferencia de datos. Transmisión de datos en forma secuencial por la trayectoria establecida.
3. Terminación de la conexión. Se termina la conexión establecida, si se requiere más comunicación se establece una nueva conexión.

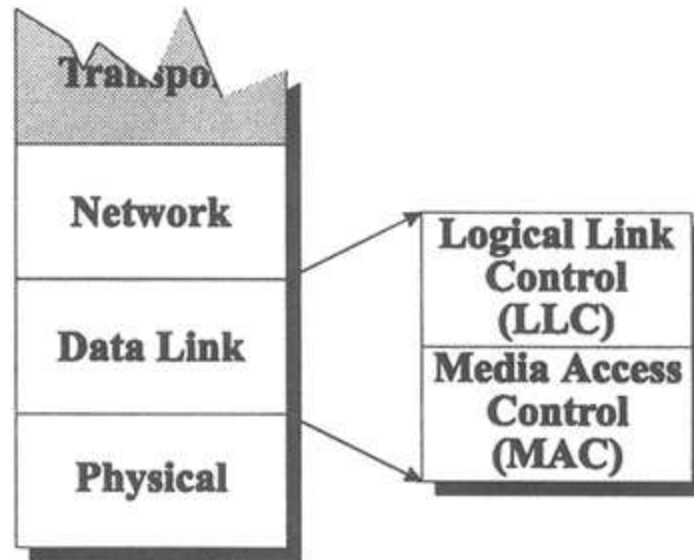
Los servicios orientados a la conexión son útiles para la transmisión de datos de aplicaciones que no toleran retardos y secuenciación de paquetes. Las aplicaciones de **voz y video** utilizan este tipo de servicios.

Los servicios no orientados a la conexión realizan una selección dinámica de la trayectoria y ancho de banda, por lo que el tráfico puede ser ruteado para evitar su paso si existen fallas en alguna parte de la red. Este tipo de servicios son útiles en la transmisión de datos de aplicaciones que pueden tolerar cierto retardo y secuenciación. Las aplicaciones de **datos** se basan en este tipo de servicios.

Funciones y características de las capas OSI:

- **La función de la capa física** es definir las especificaciones eléctricas, mecánicas, de procedimientos funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas de redes de comunicaciones. **Características:** Definen los niveles de voltaje, temporización de cambios de voltaje, velocidades de transferencia de información, distancias máximas de transmisión y conectores físicos.
- **La función de la capa de enlace** es proporcionar el tránsito confiable de datos a través del enlace de red. **Características:** Direccinamiento físico, topología de red, notificación de errores, secuencia de tramas y control de flujo. El direccionamiento físico (direcciones de *hardware* MAC) define cómo se nombran los dispositivos en la capa de enlace de datos. La topología de red consiste en especificaciones de la capa de enlace de datos. La notificación de error, alerta a los protocolos de las capas superiores cuando se presenta un error en la transmisión y la secuencia de tramas de datos, reordena las que se han transmitido fuera de secuencia. El control de flujo, regula la transmisión de datos para que el dispositivo receptor no se sature con más tráfico del que pueda manejar.

El IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) ha subdividido la capa de enlace de datos en dos subcapas: LLC (Control de Enlace Lógico) y MAC (Control de Acceso a Medios). La subcapa LLC de la capa de enlace de datos administra las comunicaciones entre los dispositivos unidos por un enlace individual de red, está definida en la especificación IEEE 802.2 y soporta los servicios orientados y no orientados a la conexión. La subcapa MAC de la capa de enlace de datos administra el protocolo de acceso al medio de transmisión físico de la red. La especificación IEEE MAC define las direcciones MAC, las cuales permiten a múltiples dispositivos identificarse de manera única entre sí en la capa de enlace de datos.

Capa de enlace²⁷

- **La función de la capa de red** es proporcionar el ruteo y funciones relacionadas que permiten a múltiples enlaces de datos combinarse en una red. Esto se logra a través del direccionamiento lógico (Direcciones IP). **Características:** Soporta los servicios orientados y no orientados a la conexión de los protocolos de las capas superiores, utiliza protocolos de ruteo (lenguaje de los ruteadores, ejemplo BGP), y también otro tipo de protocolos, como IP.
- **La función de la capa de transporte** es implementar servicios confiables de datos entre redes, transparentes a las capas superiores. **Características:** Control de flujo, multiplexaje, administración de circuitos virtuales y la verificación y recuperación de errores. El control de flujo administra a la transmisión de datos entre dispositivos para que el dispositivo transmisor no envíe más datos de los que pueda procesar el dispositivo receptor. El

²⁷ Tarango, F. (27 de 07 de 2016). *apunteslan.blogspot.mx*. Obtenido de <http://apunteslan.blogspot.mx/2012/09/capa-de-enlace-de-datos-modelo-osi.html>

multiplexaje permite que los datos de diferentes aplicaciones sean transmitidos en un solo enlace físico. La administración de circuitos virtuales consiste en establecer, mantener y terminar este tipo de circuitos. La verificación de errores implica la creación de varios mecanismos que permitan detectar los errores en la transmisión. La recuperación de errores solicita la retransmisión de datos para resolver cualquier error que pudiera ocurrir. Algunas implementaciones de la capa de transporte incluyen el protocolo de control de transmisión, el protocolo de enlace de nombres y protocolos de transporte del estándar OSI. TCP (Protocolo de Control de Transmisión) es el protocolo de la pila de protocolos TCP/IP que proporciona una transmisión confiable de datos.

- **La función de la capa de sesión** es establecer, administrar y finalizar las sesiones de comunicación entre las entidades de la capa de presentación. **Características:** Establece sesiones de comunicación que constan de solicitudes y respuestas de servicio que se presentan entre aplicaciones ubicadas en diferentes dispositivos de red. Estas solicitudes y respuestas están coordinadas por protocolos implementados en la capa de sesión.
- **La función de la capa de presentación** es ofrecer una gama de funciones de codificación y conversión que se aplican a los datos de la capa de aplicación; estas funciones aseguran que la información enviada desde la capa de aplicación de un sistema sea legible por la capa de aplicación de otro sistema. **Características:** Utiliza formatos de presentación de datos comunes o el uso de formatos estándares de video, sonido e imagen, permiten el intercambio de datos de aplicación entre diferentes tipos de sistemas de computadoras, utiliza esquemas de conversión para intercambiar información entre sistemas utilizando diferentes representaciones de texto y datos, tales como el estándar americano para el

intercambio de información (ASCII) o el código extendido de binario codificado decimal (EBCDIC).

- **La función de la capa de aplicación** es permitir al usuario final interactuar de manera directa con las aplicaciones. **Características:** Interactuar con las aplicaciones de *software* que implementan un componente de comunicación. Los programas de aplicación están fuera del alcance del modelo OSI. Las funciones de la capa de aplicación incluyen la identificación de socios de comunicación, la determinación de la disponibilidad de recursos y la sincronización de la comunicación. Al identificar los elementos en una comunicación, la capa de aplicación determina su identidad y disponibilidad para una aplicación que debe transmitir datos, y esta capa debe decidir si hay suficientes recursos en la red para la comunicación que se está solicitando. Toda comunicación entre aplicaciones requiere cooperación, y ésta es administrada por la capa de aplicación (Ford, 1988: 12-17).

3.2. TCP/IP

TCP/IP fue desarrollado por el proyecto DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*). Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada para la Defensa. TCP/IP es un conjunto de protocolos de red que proporcionan comunicaciones a través de redes interconectadas de computadoras con diversas arquitecturas de *hardware* y diversos sistemas operativos. Por ser un sistema abierto, TCP/IP incluye estándares de cómo se han de comunicar las computadoras y reglas para conectar redes y dirigir el tráfico de paquetes. Las siglas significan: Protocolo de control de transmisiones/ Protocolo Internet y son los dos protocolos más importantes. TCP/ IP está dividido en cuatro capas que se definen como el modelo DoD (*Department of Defense*), cada una de estas capas se encarga de realizar una función específica dentro de una red y puede incluir diferentes protocolos (Abad, 2006: 56).

Aplicación	FTP	TFRP	LDP	NFS
	SNMP	SMTP	Telnet	X Windows
Transporte	TCP		UDP	
Internet	ICMP	ARP	RARP	
	IP			
Acceso a la red	Ethernet	Fast Ethernet	Token Ring	FDDI

Modelo TCP/IP

Capa interfaz de redes (Acceso a la red)

Es la base del modelo y el nivel más bajo. Esta capa es responsable de poner los *frames* dentro de los medios de transmisión y fuera de ellos; es decir, es responsable de la transmisión de los datagramas sobre la capa física de la red, desde el *host* origen hasta el *host* receptor (destino).

Cuando llega el paquete a esta capa, se agrega un CRC y un *preamble*; al recibirse en el *host* destino se descarga el *preamble* y se calcula el CRC; si está correcto, la dirección MAC es examinada.

MTU: (*Unidad Máxima de Transferencia*) Cada tipo de medio físico tiene un tamaño máximo de trama que no se puede superar, la capa de red o de enlace del modelo OSI son responsables de obtener esta unidad y de informar a los protocolos de las capas superiores.

Cuando se establece una conexión, los dos *hosts* involucrados intercambian sus valores MSS (tamaño de segmento máximo), y para la conexión se utiliza el valor más pequeño de los dos MSS; el cálculo es el siguiente: MTU menos 40 *bytes* para los encabezados de IP y TCP.

Capa de Internet

Es el segundo nivel y es el responsable de proveer la comunicación *host-to-host*. Aquí es donde el paquete es encapsulado en un datagrama de Internet, los algoritmos de ruteo son cargados (estáticos o dinámicos) y el datagrama es enviado a la capa de redes para su transmisión. Los protocolos más importantes son:

ARP	ICMP	IP
<ul style="list-style-type: none">• (<i>Address Resolution Protocol</i>)• usado para obtener la dirección física de los <i>hosts</i> localizados en la misma red física (mapeo de direcciones IP a direcciones MAC).	<ul style="list-style-type: none">• (<i>Internet Control Message Protocol</i>)• envía mensajes y reportes de control o error de los paquetes entre ruteadores y/o <i>hosts</i>.	<ul style="list-style-type: none">• (<i>Internet Protocol</i>)• es el principal responsable de la dirección y ruteo de los paquetes entre <i>hosts</i> y redes, para enviar un paquete; el protocolo agrega su propio encabezado con las direcciones IP del <i>host</i> origen y del <i>host</i> destino.

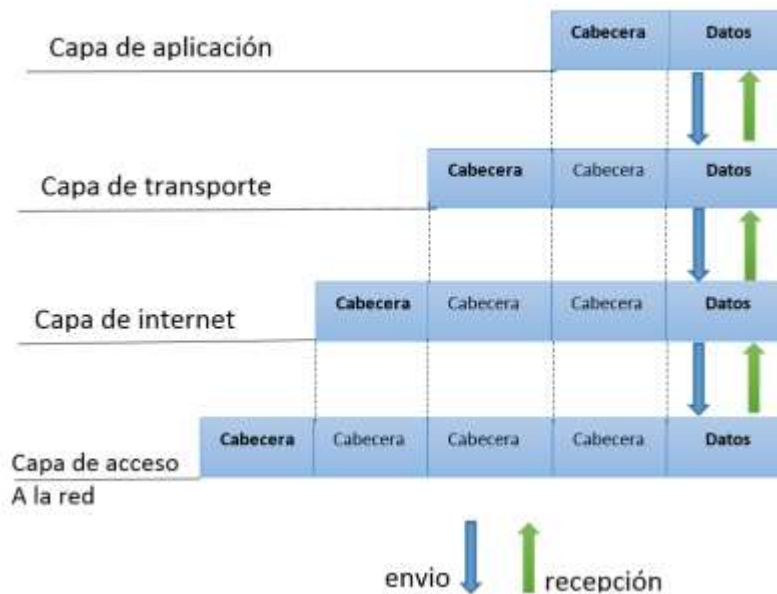
Capa de transporte

Provee la comunicación entre computadoras, la entrega de paquetes la definen los siguientes protocolos:

- **TCP** es orientado a conexión, establece comunicación para aplicaciones de transferencia larga y que requieren un mensaje de conocimiento de la información enviada.
- **UDP** no es orientado a la conexión, por lo que no garantiza que los paquetes hayan sido entregados; las aplicaciones que utilizan UDP son pequeñas y es su responsabilidad la entrega de los paquetes.

3.3. Encapsulamiento

Cuando los datos pasan de una capa a otra, se realiza el proceso de encapsulamiento; es decir, cada vez que una capa recibe un dato, le agrega la información propia de la capa y lo pasa a la siguiente capa y así sucesivamente, en el equipo receptor se realiza el proceso inverso conocido como desencapsulamiento o demultiplexaje. La comunicación par a par (emisor-receptor) se realiza por medio de Unidades de Datos del Protocolo PDU (*Protocol Data Unit*), por lo que un PDU es la unidad que se comunica con la misma capa del equipo receptor. La siguiente imagen muestra el proceso de encapsulamiento de datos desde la capa de aplicación hasta la capa de redes y su proceso inverso (demultiplexaje)



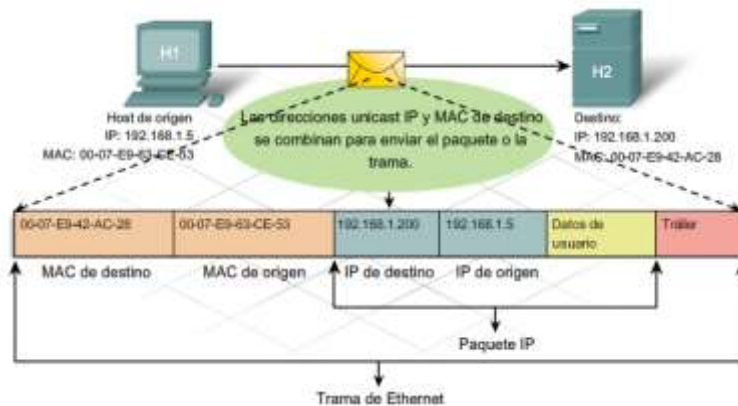
Encapsulamiento TCP/IP

3.4. Demultiplexaje

En una comunicación emisor-receptor, los datos cruzan cada una de las capas en el nivel del equipo receptor (comunicación Par a Par). Cuando el paquete llega al receptor, éste revisa la dirección IP destino para verificar que el paquete fue enviado a ese equipo. Si la IP es correcta, se inicia el proceso de demultiplexaje o desencapsulamiento en la que un protocolo de cierta capa entrega los datos a los diferentes protocolos de la capa superior o de la misma capa, de acuerdo a las aplicaciones involucradas, como en el caso de IP, TCP y UDP.

3.5. Direcciones físicas

Las direcciones físicas o de *hardware* MAC (*Media Access Control*) son un identificador único a nivel mundial y están asociados a cada interfaz de red (NIC) de una computadora o dispositivo. Las direcciones MAC tienen una longitud de 48 bits (6 Bytes) y se expresan en 12 dígitos hexadecimales agrupados en pares. Los 3 primeros *bytes* los asigna IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) al fabricante de equipos. Los 3 últimos Bytes los asigna el fabricante arbitrariamente. Estas direcciones se encuentran grabadas en la memoria de sólo lectura ROM (*Read Only Memory*) y se copian en la memoria de acceso aleatorio RAM (*Random Access Memory*) al inicializarse la tarjeta de red. La siguiente figura muestra la asociación de la dirección física MAC y la IP lógica para poder comunicarse en una red de área local.



Comunicación en una red LAN ²⁸

²⁸ CS, O. (27 de 07 de 2016). Obtenido de DBR - Orlando CS : <http://dbrorlandocs.blogspot.mx/2011/12/523-direcciones-de-unicast-broadcast-y.html>

3.6. Direcciones lógicas

Las direcciones lógicas, a diferencia de las físicas, no se configuran por *hardware*, se configuran por *software*. Una dirección lógica depende del **protocolo de comunicación** que se utilice y a su vez este protocolo de comunicación, depende del sistema operativo que se esté empleando. En cada arquitectura de red puede existir una o más direcciones lógicas, dependiendo de las aplicaciones. En TCP/IP se utilizan dos tipos de direcciones lógicas: Direcciones IP y Nombres de dominio. Por ejemplo:

Dirección: IP 209.23.45.6

Nombres de dominio: dns.org.mx



3.7. Mapeo de direcciones

El mapeo es el proceso de conocer en una red de área local LAN la dirección física del *host* al cual debe enviarse los datos. Existen tres tipos de mapeo: Estático, Dinámico y Directo.

3.7.1. Estático

No existe una relación directa entre direcciones físicas y direcciones lógicas. Cada *host* de la red tiene un archivo de configuración en la cual se indica la relación entre direcciones lógicas y físicas del resto de los *hosts* de la red. Por ejemplo, en el sistema Linux existe el directorio **/etc/ethers** en el que se configuran los parámetros en cada computadora de la red.

3.7.2. Dinámico

Los *hosts* no tienen tablas que les permitan saber la relación entre direcciones lógicas y direcciones físicas. Cada *host* debe obtener la dirección física del equipo con el cual se quiere comunicar por medio de sus propios recursos. Los mapeos entre direcciones Internet de 32 bits y direcciones Ethernet de 48 bits pueden ser realizados por medio del protocolo de resolución de direcciones (ARP).

También existe el **mapeo directo** en el que existe una relación directa entre la dirección lógica y la dirección física. Cuando el usuario indica la dirección lógica, el sistema obtiene la dirección física directamente de la dirección lógica IP.

3.8. Direccionamiento IP

Las direcciones IPv4 son una cadena de 32 bits que se dividen en cuatro octetos, los cuales están separados por puntos entre cada uno de ellos. Los octetos están representados por un número decimal dentro del rango del 1 al 255, a esto se le llama notación decimal, también se tiene la notación binaria, que es de donde se origina este formato de direcciones. Ejemplo:

Formato Binario:	Formato Decimal:
10000011.01101011.00000011.00011000	131.107.3.24

Cada dirección define un número de red (*Network ID*) y un número de *host* (*Host ID*), el ID de la red es el número que identifica en el sistema a los *hosts* que están localizados en el mismo segmento físico de una red.

El *host ID* identifica la estación de trabajo, servidor, ruteador, *switch* o algún otro *host* de TCP/IP en un mismo segmento. La dirección para cada uno de los *hosts* debe ser única para el *network ID*.

Convirtiendo direcciones IP

En el formato binario se tienen dos valores: 0 / 1, que dependiendo de su posición dentro del octeto, cada número 1 tiene un valor decimal, cuando se tiene un bit 0, su valor siempre es cero.

En el siguiente cuadro se tiene un ejemplo: todos los número 1 tienen un valor diferente, siendo el más alto el 128 y el más bajo el 1. Para obtener el valor en notación decimal se requiere sumar la cantidad de cada uno de ellos; es decir:
 $1+2+4+8+16+32+64+128=255$

1	1	1	1	1	1	1	1
128	64	32	16	8	4	2	1

De acuerdo con lo anterior, se tiene el siguiente cuadro:

Convirtiendo direcciones IP

Binario	Valores de los Bits	Notación Decimal
00000000	0	0
00000001	1	1
00000011	1+2	3
00000111	1+2+4	7
00001111	1+2+4+8	15
00011111	1+2+4+8+16	31
00111111	1+2+4+8+16+32	63
01111111	1+2+4+8+16+32+64	127
11111111	1+2+4+8+16+32+64+128	255

Para que las computadoras puedan comunicarse dentro de su red o fuera de ella (por ejemplo Internet), se necesitan tres elementos:

Una dirección IP

- Indica la dirección del *host*.

Una máscara de red.

- Indica al sistema qué *bits* corresponden al componente de red y qué bits corresponden al *host* (clase de red).

Una pasarela o *gateway*

- Indica la IP del *router* o equipo que permite la conexión local y remota con otros *host*.

La comunidad de Internet estableció que las direcciones IP se dividieran en diferentes clases de redes: A, B, C, D y E, de las cuales se trabaja con las primeras tres, ya que las otras clases están asignadas a usos experimentales y de investigación.

Utilizando la operación AND de la máscara de subred con la dirección IP se obtiene la dirección de red. En otras palabras, la máscara de subred le dice a la computadora qué direcciones IP están en su red local. El *subneteo* fue especificado originalmente en el RFC 1166, publicado en 1990; especificaba cinco diferentes clases de redes:

Clase A: Cualquier dirección IP que comienza con 1 hasta 127 y tiene una máscara de red de 255.0.0.0.

Clase B: Cualquier dirección IP que comienza con 128 a 191 y tiene una máscara de red de 255.255.0.0.

Clase C: Cualquier dirección IP que comienza con 192 hasta 223 y tiene una máscara de red de 255.255.255.0.

Clase D: Se usa para tráfico de *multicast*.

Clase E: Es experimental.

3.9. Subneteo

El subneteo o subnet es el proceso de dividir un grupo de direcciones IP en dos o más rangos a los que se denominan subredes. Esto se hace por varias razones:

- Combinar diferentes tecnologías como Ethernet y FDDI.
- Reducir la congestión de la red, el tráfico y *broadcast*.
- Administración más eficiente de las redes.
- Conectar sitios remotos.
- Tolerancia a fallas en la red.

También existe el CIDR (*Classless Interdomain Routing*) o ruteo entre dominios sin clase. El direccionamiento sin clases se introduce en 1993 y representa un mejor uso del direccionamiento IP al eliminar el concepto de clases, ya que permite la asignación de redes de manera más eficiente cubriendo sólo las necesidades de direccionamiento requerido. Para evitar el desborde de las tablas de ruteo CIDR trabaja con la agregación de redes (también llamado superneteo o sumarización).

Implementación de una subred

- A. Determinar el número de segmentos físicos (topología) que se requieren en la red, considerando las necesidades actuales y un futuro crecimiento de la organización.
- B. Determinar el número de *host* para cada segmento físico, ya que cada *host* requiere una IP.

C. Considerar el esquema de direccionamiento IP. Cada clase contiene: máscara natural, rangos IP, cantidad de redes posibles y cantidad de *host* para cada clase. La siguiente figura muestra las clase de redes, considerando que **la red 127 es para mantenimiento y la red 0 es inválida.**

Redes IPv4					
CLASE	DIRECCIONES DISPONIBLES		CANTIDAD DE REDES	CANTIDAD DE HOST	APLICACIÓN
	DESDE	HASTA			
A	0.0.0.0	127.255.255.255	126	16.777.214	Redes grandes
B	128.0.0.0	191.255.255.255	16.384	65.534	Redes medianas
C	192.0.0.0	223.255.255.255	2.097.152	254	Redes pequeñas
D	224.0.0.0	239.255.255.255	no aplica	no aplica	Multicast
E	240.0.0.0	255.255.255.255	no aplica	no aplica	Experimental

D. Crear las máscaras de subredes, tomando uno o más *bits* prestados de los asignados al *host ID* y utilizarlos como *bits* de la red. Si se utilizan más *bits* limita el número de *bits* para combinar y crear los *host ID*, por lo que es muy importante una buena planeación.

Ejemplo para una red clase C.

Número de Sub-redes 0....254		Número de Hosts 254	
Network ID		Host Id	
10xxxxxx	Xxxxxxxx	111xxxxx	xxxxxxx
Número de hosts posibles: 65,534			

3.10. Protocolos

Creación de las máscaras de subredes:

1. Determinar el número de segmentos que se requieren y convertir el número en binario.
2. Determinar el número de bits que tenemos que tomar prestados del network ID y comprobar. **Formula: 2^n** , n= número de *bits* que se toman prestados.
3. Convertir en decimal y definir la nueva *subnet mask*.
4. Definir los segmentos de subred.
5. Definir los rangos de direcciones IP para cada segmento.

Ejemplo para una red Clase B

1. Se requieren **6** segmentos que, al convertirlos en binario, dan: **110**.
2. Lo cual quiere decir que se ocupan **3 bits** que se van a tomar del tercer octeto. Comprobando: 2 a la 3 es igual a 8, menos dos combinaciones que son posibles (ni todos ceros ni todos unos) es igual a 6, que cumple con los 6 segmentos que se requieren.
3. La submáscara queda así:

En binario: 11111111.11111111.11100000.00000000

En decimal: 255 255 224

4. Se permutan los *bits* que se quitaron para definir segmentos:

Tercer octeto: 000xxxxx	=	0	(no válido)
001xxxxx	=	32	
010xxxxx	=	64	
011xxxxx	=	96	
100xxxxx	=	128	
101xxxxx	=	160	
110xxxxx	=	192	
111xxxxx	=	224	(no válido)

Nota: Los segmentos que se consideran no válidos a partir del año 1993 que surge el CIDR ya son redes válidas. Se ignoraban porque anteriormente el sistema operativo de los ruteadores no distinguían entre el segmento 0 y la red. También porque los ruteadores hacían *broadcast* a las subredes.

5. Se definen los rangos de direcciones IP para cada segmento:

w.x.32.0	w.x.32.1 a la w.x.63.254
w.x.64.0	w.x.64.1 a la w.x.95.254
w.x.96.0	w.x.96.1 a la w.x.127.254
w.x.128.0	w.x.128.1 a la w.x.159.254
w.x.160.0	w.x.160.1 a la w.x.191.254
w.x.192.0	w.x.192.1 a la w.x.224.254

Formula: $2^n - 2$, n= cantidad de 0s en la máscara (*bits*) para *hosts*.

Ejemplo:

Máscara: 255.255.224.0 (número de ceros: 13. Es decir: $2^{13} - 2$: 8,190 direcciones IP.

Las siguientes tablas muestran las conversiones que son útiles para planear una subred.

Clase A, se utiliza el segundo octeto para crear la máscara

Segmentos	Bits requeridos	Máscara subred	Hosts por segmento
0	1	Inválida	Inválida
2	2	255.192.0.0	4,192,302
6	3	255.224.0.0	2,097,2150
14	4	255.240.0.0	1,048,574
30	5	255.248.0.0	524,286
62	6	255.252.0.0	262,142
126	7	255.254.0.0	131,070
254	8	255.255.0.0	65,534

Clase B, se utiliza el tercer octeto para crear la máscara

Segmentos	Bits requeridos	Máscara Sub-red	Hosts por segmento
0	1	Inválida	Inválida
2	2	255.255.192.0	16,382
6	3	255.255.224.0	8,190
14	4	255.255.240.0	4,094
30	5	255.255.248.0	2,046
62	6	255.255.252.0	1,022
126	7	255.255.254.0	510
254	8	255.255.255.0	254

Clase C, se utiliza el cuarto octeto para crear la máscara

Segmentos	Bits requeridos	Máscara Sub-red	Hosts por segmento
0	1	Inválida	Inválida
2	2	255.255.255.192	62
6	3	255.255.255.224	30
14	4	255.255.255.240	14
30	5	255.255.255.248	6
62	6	255.255.255.252	2
126	7	Inválida	Inválida
254	8	Inválida	Inválida

Los estándares de TCP/IP están definidos en los documentos oficiales conocidos como RFC (*Request for Comments*) que han sido desarrollados por la IETF (*Internet Engineering Task Force*) Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet. Su propósito es proporcionar una referencia para la comunidad de Internet para su discusión, estandarización e implementación. Para su aplicación correcta en un sistema operativo deberá consultarse el manual correspondiente.

3.10.1. ARP

ARP (*Address Resolution Protocol*) RFC 826. Realiza el mapeo de direcciones IP a direcciones MAC a través del envío de un *broadcast* (comunicación uno a todos) a los *hosts* que están en una red local. Para que los *hosts* de una red se puedan comunicar, es necesario que entre ellos conozcan sus direcciones físicas. ARP no puede salir del segmento físico: Ethernet, fddi, etc. (Raya, 2001: 679-680).

3.10.2. RARP

RARP (*Reverse Address Resolution Protocol*) RFC 90. Realiza el mapeo de direcciones MAC a direcciones IP; es decir, dada una dirección MAC, se encarga de obtener de manera dinámica la dirección IP; este protocolo se utiliza en terminales *diskless* (computadoras que no cuenta con disco duro) en donde pueda residir una dirección lógica. Esta computadora requiere obtener su dirección IP de algún servidor de RARP.

3.10.3. IP

IP (*Internet Protocol*) RFC 791

Es el protocolo responsable del direccionamiento y ruteo de los paquetes entre los *hosts*. No está orientado a la conexión, lo que quiere decir es que no establece una sesión antes del intercambio de datos. No garantiza la entrega de paquetes, siempre hace su mejor esfuerzo, pero por el camino puede ser extraviado, fuera de secuencia o duplicado.

Estructura del paquete IP²⁹

Campo	Función
Version	4 bits son usados para indicar la versión de IP
Header Length	4 bits para indicar el número de 32 bits en el encabezado IP
Type of service	8 bits que son usados para indicar la calidad deseada del servicio por este datagrama en la entrega a través de los <i>routers</i> en la red
Total Length	13 bits usados para indicar el total de la longitud del datagrama
Identification	16 bits son usados como identificadores para este específico paquete. Si el paquete es fragmentado, todos los fragmentos tienen el mismo número de identificador
Fragmentation Flags	3 bits para las banderas del proceso o de fragmentación
Fragmentation Offset	13 bits para un contador que indica la posición del fragmento
TTL	8 bits para indicar los saltos, antes de ser descargado
Protocol	8 bits para identificar el protocolo IP del cliente
Header Checksum	16 bits usados como <i>checksum</i>
Source Address	32 bits para almacenar la IP del <i>host</i> origen
Destination Address	32 bits para la dirección destino
Options and Padding	Un múltiple de 31 bits usado para almacenar las opciones de IP

²⁹ <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0791-es.txt> >consultado el 24 de febrero de 2014.

3.10.4. ICMP

ICMP (*Internet Control Message Protocol*) RFC 792

Envía mensajes y reportes de error de los paquetes. El protocolo de mensajes de control de Internet es un protocolo de mantenimiento. Los mensajes ICMP se encapsulan dentro de los datagramas de IP para que puedan encaminarse entre varias redes interconectadas. Se utiliza para:

- Construir y mantener tablas de ruteo
- Diagnosticar problemas (*Ping* y *Tracert*)
- Ajustar el control de flujo para prevenir la saturación de enlace de los ruteadores

3.10.5. IGMP

IGMP (*Internet Group Management Protocol*) RFC 988

Este protocolo de red se utiliza para intercambiar información acerca del estado de pertenencia entre ruteadores IP que admiten la multidifusión y miembros de grupos de multidifusión. Los *hosts* miembros individuales informan acerca de la pertenencia de los *hosts* al grupo de multidifusión y los ruteadores de multidifusión sondan periódicamente el estado de la pertenencia.

La última versión disponible de este protocolo es la IGMPv3 descrita en el [RFC 3376].

Mediante el protocolo IGMP, el propio ruteador de multidifusión local de alguna organización puede encontrar máquinas vecinas con miembros activos de cualquier grupo de multidifusión que haya en Internet en el escenario de la propia red de área local de la organización en cuestión.

El protocolo IGMP ocupa al igual que el protocolo ICMP, un mismo subnivel de comunicaciones por encima de IP en el nivel de red o Internet. Además, y al igual que el protocolo ICMP, el protocolo IGMP está tan íntimamente ligado al protocolo IP, que, de hecho, se puede ver como una parte integral de IP; es decir, un módulo más dentro del propio módulo o proceso IP.

3.10.6. UDP

UDP (*User Datagram Protocol*) RFC 792

El protocolo de datagramas de usuarios suministra un servicio no orientado a la conexión y no fiable. Se utiliza frecuentemente en comunicaciones de datagramas IP de difusión. Puesto que no está garantizada la recepción de los datagramas UDP, los programas que lo utilizan deben elaborar sus propios mecanismos de fiabilidad.

3.10.7. TCP

TCP (*Transmission Control Protocol*) RFC 793

Es un protocolo de Internet orientado a conexión responsable de fragmentar los datos en paquetes que el protocolo IP envía a la red. Este protocolo proporciona un flujo de comunicación fiable y secuenciada para la comunicación de red.

El protocolo de control de transmisión suministra a los programas un servicio orientado a conexión fiable y de flujos de bytes. Los servicios de red se basan en el transporte TCP para iniciar la sesión, compartir archivos e impresión, duplicar la información entre controladores de dominio, transferencia de listas de examinadores y otras funciones comunes. Sólo puede utilizarse TCP para comunicaciones de uno a uno. TCP utiliza una suma de comprobación en ambas cabeceras y en los datos de cada segmento para reducir las probabilidades de corrupción que no se detecte en los datos.

Un mensaje de ACK (*acknowledgment*) es usado para verificar que los datos hayan sido recibidos por los otros *hosts*. Por cada segmento enviado, el *host* que recibe

debe enviar un ACK. Cuando no se recibe el mensaje de ACK, la información es retransmitida, igualmente cuando un segmento es dañado se vuelve a enviar.

Estructura del paquete de TCP³⁰ Todos los paquetes de TCP tienen dos partes: una, datos y otra, el encabezado. Los campos que contiene el encabezado son los siguientes:

Campo	Función
<i>Source Port</i>	<i>Port</i> del <i>host</i> que envía 16 bits
<i>Destination Port</i>	<i>Port</i> del <i>host</i> destino. 16 bits
<i>Sequence Number</i>	La secuencia en bits transmitidos por segmento. El número de secuencia es usado para verificar que todos los bytes fueron recibidos. 32 bits
<i>Acknowledgment Number</i>	El número de secuencia de los bytes que <i>host</i> local espera recibir. 32 bits
<i>Data Length</i>	Longitud del encabezado. 4 bits
<i>Reserved</i>	Reservado para uso futuro. 6 bits
<i>Flags</i>	Este campo especifica el contenido del segmento.
<i>Windows</i>	Indica qué espacio está disponible en la ventana TCP
<i>Checksum</i>	Verifica que el encabezado no esté corrompido. 16 bits
<i>Urgent Pointer</i>	Cuando un dato urgente es enviado (se especifica en el campo Flag). 16 bits

³⁰ <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0793-es.txt> >consultado el 24 de febrero de 2014.

3.11. Puerto y socket

Cada equipo en una red IP tiene al menos una dirección IP. Además, cada máquina tiene varios procesos individuales en ejecución. Cada proceso puede llegar a ser un cliente de red, un servidor de red, o ambos. Si el destino de un paquete, se identifica sólo con la dirección IP, el sistema operativo no tiene forma de saber a qué proceso se envían los contenidos del paquete. Para resolver este problema, TCP/IP añade un componente identificado como puerto TCP o UDP. Cada conexión de una máquina a otra tiene un puerto de origen y un puerto destino. Cada puerto se etiqueta con un número entero del 0 al 65,535.

A fin de identificar cada conexión única posible entre dos máquinas, el sistema operativo tiene cuatro fuentes de información: la dirección IP origen, la dirección IP destino, el número de puerto origen y el número de puerto destino. La combinación de estos cuatro valores garantiza que es única para todas las conexiones entre máquinas.

Un **puerto** es un número de 16 bits entre 0 y 65535, el puerto es un número que identifica un *socket* de forma que todos los paquetes, además de tener una dirección IP de destino, tienen también un puerto de destino; el número de puerto es fijo en el servidor y depende del servicio que preste (por ejemplo un servidor web está en el puerto 80 siempre) y en el usuario depende de la conexión, pues utiliza un número de puerto distinto para cada computadora con el que se conecta.

Un **socket** es una interfaz de entrada-salida de datos que permite la intercomunicación entre procesos. Los procesos pueden estar ejecutándose en el mismo o en distintos sistemas, unidos mediante una red. Un *identificador de socket*

es una pareja formada por una dirección IP y un puerto. Cuando un programa crea un socket puede solicitarle al sistema operativo que asocie un número de puerto con el socket.

Sockets Stream.

Los *Sockets Stream* son los más utilizados, hacen uso del protocolo TCP, el cual provee un flujo de datos bidireccional, secuenciado, sin duplicación de paquetes y libre de errores. La especificación del protocolo TCP se puede leer en la RFC-793.

Sockets Datagram.

Los *Sockets Datagram* hacen uso del protocolo UDP, el cual provee un flujo de datos bidireccional; pero los paquetes pueden llegar fuera de secuencia; pueden no llegar o contener errores. Se llaman también *sockets* sin conexión, porque no hay que mantener una conexión activa, como en el caso de *sockets stream*. Son utilizados para transferencia de información paquete por paquete.

3.12. Organismos y recursos en Internet

“La red Internet³¹ puede definirse como una red internacional formada por un conjunto de varias redes independientes, operadas en forma autónoma, que están interconectadas por medio de protocolos y procedimientos normalizados como estándares de Internet, que permiten comunicaciones entre dos equipos terminales *host-to-host* de cualquier par de máquinas que permanezcan a algunas de las redes que la integran.” (Castro, 2013: 43-59).

Internet no tiene una autoridad única. Sin embargo, existen varias organizaciones que trabajan de forma coordinada para que esta red funcione de manera continua, eficiente y sin inconvenientes críticos. A continuación se mencionan:

1. **ISOC (*Internet Society*)**. Se creó en 1991 y se formalizó en 1992 como organización no gubernamental sin fines de lucro. Su misión es: asegurar el desarrollo de la red; permitir que pueda utilizarse para beneficio de todas las personas del mundo; ser un centro de cooperación y coordinación global para el desarrollo de protocolos y estándares compatibles; asegurar su evolución y proponer el uso de estándares abiertos. La pertenencia a esta organización es voluntaria y sus miembros pueden ser personas o empresas.

³¹ Castro L., Antonio (2013). *Comunicaciones*. Buenos Aires: Alfaomega, pp. 43-59.

Lo anterior, lo logra con el apoyo jurídico y fiscal de las siguientes organizaciones:

- **IETF (*Internet Engineering Task Force*)**. Formado por grupos de trabajo. Sus tareas específicas son: Identificar y proponer soluciones relacionadas con problemas de tipo operacional y técnico; especificar y desarrollar protocolos; realizar recomendaciones al IESG para la normalización y uso de protocolos, así como facilitar la transferencia de tecnología.
- **IAB (*Internet Architecture Board*)**. Supervisa la arquitectura de la red, sus protocolos y otros estándares.
- **IESG (*Internet Engineering Steering Group*)**. Es responsable de las actividades técnicas que desarrolla IETF. Administra el proceso de definición y aprobación de los estándares de la red. Para ello toma en cuenta las disposiciones, reglas, y procedimientos que dispone el *Board of Trustees* de la ISOC.
- **IRSG (*Internet Research Steering Group*)**. Actúa como consultor de las tareas que desarrolla IRTF. Sus miembros son los directores de los grupos de trabajo del IRTF. Desarrolla talleres para investigar sobre temas prioritarios para mejorar el funcionamiento de la red.
- **IRTF (*Internet Research Task Force*)**. Se ocupa del desarrollo de actividades de investigación y decisiones orientadas a largo plazo. Está coordinado por IRSG.

- **RFC Editor.** Edita los documentos producidos vinculados a Internet. Los RFC conforman un conjunto de notas técnicas y organizativas que comenzaron a editarse en 1969. Los documentos describen aspectos sobre la interconexión de redes, protocolos, procedimientos, programas, conceptos, reuniones y opiniones.
2. **ICANN (*Internet Corporation for Assigned and Numbers*)** Es un organismo sin fines de lucro responsable de asignar direcciones numéricas para uso del protocolo de Internet (IP), también tiene la función de gestionar y administrar el sistema de Nombres de Dominio de Primer Nivel Genéricos (gTLD) y de Códigos de Dominio de Países de Primer Nivel (ccTLD), así como la administración de sistemas de servidores raíz. Tiene fuerte interacción con ISOC y con IANA.
 3. **IANA (*Internet Assigned Number Authority*).** Es un organismo dependiente de la ICANN. Es responsable de coordinar algunos de los aspectos claves que permiten mantener la Red Internet funcionando sin problemas. Las actividades principales de IANNA son las siguientes:
 - Responsable de la operación y mantenimiento de aspectos clave de los servicios de nombres de dominio DNS.
 - Coordina globalmente la raíz de los DNS como: edu, com, mx, es, etc.
 - Mantiene un número de dominios especiales reservados para usos futuros.
 - Responsable primario de la coordinación global de los sistemas de direcciones del protocolo de Internet, así como los Números de Sistemas Autónomos que se utilizan para enrutar el tráfico de la red. Los Registros Regionales de Internet distribuyen las direcciones IP en cinco agencias de acuerdo a la zona geográfica IANA.

El siguiente cuadro muestra los cinco registros regionales de Internet.

Registros regionales de internet		
Denominación del registro	Abreviatura	Área cubierta
African Neyork Information center	AfriNIC	África
Asian-Pacific Network Information Center	APNIC	Asia/Pacífico
American Registre for internet number	ARIN	Norte América
Latin American and caribbem IP Address	LACNIN	América Latina y Caribe
Reseaux IP Européens Network Coordination center	RIPE NCC	Europa, Medio Oriente y Asia Central

3.13. IPV6, Características Principales

Es a partir de la década de los noventa cuando inicia el proceso del agotamiento del espacio de direcciones IPv4. Previendo esta situación se empezó con un estudio para cambiar las direcciones IPv4 por otro esquema que resultara más eficiente, flexible y que contara con una mayor cantidad de direcciones disponibles muy superiores a esta versión. Fue entonces que la IEFT (*Internet Engineering Task Force*) tomo el problema de IPv4 para construir otro esquema que se conoce actualmente como IPng (*IP Next generation*) y que tuvo como resultado final la creación del estándar IPv6, el cual actualmente funciona en numerosos países conectando universidades, centros de investigación, empresas de tecnología y comerciales, etc. Por ejemplo, se está implementado en los equipos conectados a la Red UNAM.

Recordemos que cualquier red de comunicaciones Internet requiere de un identificador IP (*Internet Protocol*) para realizar su conexión a la red. En la versión IPv4, la IP está compuesta por cuatro octetos de números decimales separados por un punto entre cada octeto, con un tamaño total de 32 bits. En la versión IPv6 se agregan doce octetos más, lo que hace que el tamaño de la IP tenga un total de 128 bits y se representan en forma de grupos de números separados por dos puntos, lo que permite hacer más sencilla su representación e identificación.

Características principales³²:

- **Nuevo formato del *header* (encabezado).** Nuevo formato que reduce al mínimo la sobrecarga del encabezado, el cual se logra moviendo los campos que no son esenciales y los campos de opciones a encabezados de extensión que se colocan a continuación del encabezado de IPv6. La simplificación permite un mejor procesamiento en los ruteadores intermedios.
- **Mayor espacio de direcciones.** Su tamaño pasa de IPv4 (32 bits) a IPv6 (128 bits), lo que permite tener más niveles de jerarquía y mayor cantidad de equipos con capacidad para conectarse a Internet.
- **Direccionamiento y ruteo más eficiente.** Las direcciones IPv6 de Internet están diseñadas para crear una infraestructura eficaz, jerárquica y que toma en cuenta los niveles de proveedores de servicios de Internet. En la red Internet IPv6 los ruteadores tienen tablas de ruteo más pequeñas, lo que agiliza su procesamiento.
- **Configuración de direcciones.** IPv6 permite su configuración en dos posibles estados:
 - ✓ **Configuración con estado** en el que las direcciones permiten la existencia de un servidor DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) Protocolo Configuración Dinámica de *Host*.

³² [http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc780593\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc780593(v=ws.10).aspx), > consultado el 03 de marzo de 2014.

- ✓ **Configuración sin estado** en el que los *hosts* de un vínculo se configuran automáticamente con direcciones IPv6 para el vínculo (direcciones locales del vínculo) y con direcciones derivadas de prefijos anunciados por los ruteadores locales. Incluso sin la presencia de un ruteador, los *hosts* del mismo vínculo se pueden configurar de manera automática con direcciones locales del vínculo y comunicarse sin requerir su configuración manual.

- **Seguridad.** Compatible con el conjunto de protocolos del estándar IPsec como requisito para proporcionar seguridad a IPv6. Al ser IPsec un requisito aumenta la seguridad y la interoperabilidad con diferentes implementaciones de IPv6.

- **Mejor calidad del servicio (QoS).** Los nuevos campos del encabezado IPv6 definen cómo se controla e identifica el tráfico. La identificación del tráfico por medio del campo *Flow Label* (etiqueta de flujo) en el encabezado, permite que los ruteadores identifiquen y proporcionen un control especial de los paquetes que pertenecen a un flujo específico.

- **Capacidad de ampliación.** El protocolo se puede ampliar para soportar nuevas características al agregar encabezados de extensión posteriores al encabezado IPv6 y que sólo está limitado al tamaño total del paquete IPv6. Caso contrario en IPv4 que sólo permite 40 bytes de opciones.

- **Movilidad.** Es posible mantener un equipo con la misma IP, si éste es ubicado en otro lugar.

Direccionamiento

El estándar de especificaciones IPv6 está definido en el RFC 2460, puede encontrarse en: <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc2460-es.txt>

El tamaño de las direcciones IPv6 es de 128 bits que ofrecen un total de 2^{128} direcciones en total. Se representan usando ocho números hexadecimales entre 0000 y FFFF. Por ejemplo, una IP válida es la siguiente:

3F0E:85a3:0379:0000:FEDA:1245:3210:4562

La siguiente figura muestra los tres tipos de representación: binaria, decimal y hexadecimal de IPv6.

Binario	10000000010110110010110110011101110111000010100000000000000000																	
	00000000000000000111111000101011110101001100100000011111111111111																	
Decimal con puntos	128	91	45	157	220	40	0	0	0	0	252	87	212	200	31	255		
Hexadecimal	0	32			64				96				128					
Hexadecimal común	805B	2D9D	DC28	0000	0000	FC57	D4C8	1FFF										
Suspensión de ceros al inicio	805B	2D9D	DC28	0	0	FC57	D4C8	1FFF										
Ceros comprimidos	805B	2D9D	DC28					FC57	D4C8	1FFF								
Notación mixta	805B	2D9D	DC28					FC57	212	200	31	255						

Tipos de representacion de IPv6

Las direcciones IPv6 identifican interfaces individuales o un conjunto de las mismas. Se clasifican en tres tipos:

Véase: <http://www.rau.edu.uy/ipv6/queesipv6.htm#05>, > consultado el 03 de marzo de 2014.

Unicast. Identifican una sola interfaz. Un paquete enviado a una dirección *unicast* es entregado sólo a la interfaz identificada con una dirección IPv6.

Anycast. Identifican a un conjunto de interfaces. Un paquete enviado a una dirección *anycast*, será entregado a alguna de las interfaces identificada con la dirección del conjunto al cual pertenece esa dirección.

Multicast. Identifica a un grupo de interfaces. Cuando un paquete es enviado a una dirección *multicast*, es entregado a todas las interfaces identificadas con esa dirección.

Un paquete IPv6 se compone de dos elementos; *header* o cabecera y carga útil. La cabecera almacena diferente tipo de información como lo muestra la siguiente figura. La carga útil almacena los datos que serán enviados.

Offset del Octeto	0								1								2								3								
	Bit Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	Versión				Clase de Tráfico				Etiqueta de Flujo																							
4	32	Longitud del campo de datos								Cabecera Siguiente								Limite de Saltos															
8	64	Dirección de Origen																															
C	96																																
10	128																																
14	160																																
18	192	Dirección de Destino																															
1C	224																																
20	256																																
24	288																																

Header IPv6 ³³

³³ (28 de 07 de 2016). Obtenido de <http://www.it.uc3m.es/lpgonzal/protocolos/red.php>

RESUMEN

El objetivo principal de una **arquitectura** de red es proporcionar a los usuarios los recursos: **protocolos, servicios de red orientados y no orientados a la conexión y otras especificaciones** para establecer una comunicación de forma local o remota con otras redes. La arquitectura describe la forma en que se estructura una red e incluye el concepto de capas. Cada capa dentro de la red está compuesta de protocolos específicos que realizan varias funciones. Las arquitecturas están soportadas por estándares internacionales que fueron desarrollados por diversos organismos como la ISO (*International Standard Organization*), que desarrolló el modelo de referencia OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos) considerado el modelo principal de arquitectura para la comunicación entre computadoras, basado en siete capas como son; física, enlace de datos, red, transporte, sesión, presentación y aplicación.

TCP/IP fue desarrollado por el proyecto DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*). TCP/IP es un conjunto de protocolos de red que proporcionan comunicaciones a través de redes interconectadas de computadoras con diversas plataformas de *hardware* y diversos sistemas operativos. TCP/IP está dividido en cuatro capas (Acceso a la red, Internet, transporte y aplicación) que se definen como el modelo DoD (*Department of Defense*), cada capa realiza una función específica dentro de una red y puede incluir diferentes protocolos. En una comunicación entre equipos (emisor-receptor); cuando los datos pasan de una capa a otra se realiza el proceso de encapsulamiento, en el equipo receptor se realiza el proceso inverso denominado demultiplexaje. Las direcciones físicas o de *hardware* MAC (*Media Access Control*) son un identificador único a nivel mundial y están asociadas a cada interfaz de red (NIC) de una computadora o dispositivo conectado en la red. Las

direcciones MAC tienen una longitud de 48 bits (6 Bytes) y se expresan en 12 dígitos hexadecimales agrupados en pares. El mapeo es el proceso de conocer en una red de área local LAN la dirección física del *host* al cual debe enviarse los datos. Existen tres tipos de mapeo: directo, estático y dinámico.

El direccionamiento lógico o IP permite a un equipo conectarse a diferentes tipos de redes, tanto públicas como privadas. Actualmente existen dos versiones de direccionamiento IPv4 e IPv6. Una dirección IPv4 está formada por cuatro octetos de ocho bits, separados por un punto entre cada octeto, con un tamaño total de 32 bits. Los octetos están representados por un número decimal dentro del rango del 1 al 255, a esto se le llama notación decimal, también se representan en forma binaria. IPv4 divide el direccionamiento en cinco clases, las direcciones IP de las clases A, B, C se consideran válidas, por lo que pueden ser configuradas en los equipos que requieren comunicarse en red. Cada dirección define un número de red (*Network ID*) y un número de *host* (*Host ID*), el ID de la red es el número que identifica en el sistema a los *hosts* que están localizados en el mismo segmento físico de una red. El tamaño de IPv6 tiene un total de 128 bits que se representan en forma de grupos de números separados por dos puntos, lo que permite hacer más sencilla su representación e identificación. IPv6 fue desarrollado por la IEFT (*Internet Engineering Task Force*) debido principalmente al agotamiento de las direcciones IPv4 y agrega varias funcionalidades que mejoran considerablemente el protocolo como son: el número del espacio de direcciones disponibles, seguridad por medio de IPsec, movilidad, calidad de servicio (QoS), etc.

Internet es una red de alcance internacional formada por redes independientes que son operadas en forma autónoma. Las redes que forman la Internet se interconectan por medio de protocolos y procedimientos que están normalizados por una gran cantidad de estándares con el fin de que opere de manera continua, eficiente y sin inconvenientes críticos. Existen varias organizaciones que apoyan el funcionamiento de Internet como son: ISOC (*Internet Society*) que asegura el



desarrollo de Internet. IETF (*Internet Engineering Task Force*) que identifica y propone soluciones sobre problemas de tipo operacional y técnico. ICANN (*Internet Coporation for Assigned and Numbers*), responsable de asignar direcciones numéricas para uso del protocolo de Internet (IP). IANA (*Internet Assigned Number Authority*), organismo dependiente de la ICANN responsable de coordinar aspectos clave que permiten mantener la red Internet funcionando sin problemas, etc.

Bibliografía básica

Autor	Capitulo
Ford, Merilee (1998). Tecnologías de interconectividad de redes. México: Prentice-Hall,	736 pp.
Fitzgerald, Jerry (2003). Redes y comunicación de datos en los negocios [3ª ed.]. México: Limusa Wiley,	516 pp.
Abad, Sergio (2006). Redes guía de referencia. Buenos Aires: Gradi, S.A	128 pp.
Raya, José Luis (2001). TCP/IP para Windows 2000 Server. Madrid: Alfaomega Ra-Ma,	743 pp.
Castro Lechtaler, Antonio (2013). Comunicaciones. Buenos Aires: Alfaomega,	736 pp

Bibliografía complementaria

Autor	Capitulo
Wayne, Tomasi (2003). Sistemas de comunicaciones electrónicas [4ª ed.]. México: Pearson Educación,	976 pp.
Tanenbaum, Andrew (2003). Redes de computadoras [4ª ed.]. México: Pearson Educación,	912 pp.
Black, Uyles (1992). Redes de computadoras, protocolos, estándares e interfaces [2ª ed.]. Madrid: Ra-Ma,	585 pp.
Press, Barry (2001). Redes con ejemplos. Buenos Aires: Prentice-Hall,	433 pp.

Sitios de Internet

Sitio	Descripción
http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0791-es.txt	RFC 791 Protocolo IP
http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0793-es.txt	Rfc 793 Protocolo TCP
http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc780593(v=ws.10).aspx,	Características IPv6
http://personales.upv.es/rmartin/TcpIpcap01s03.html	Comentarios RFC
http://www.rfc-es.org/rfc/rfc2460-es.txt	RFC 2460 Protocolo IPv6
http://ipref.wordpress.com/2008/06/03/encapsulamiento/	Encapsulamiento
http://www.academica.mx/documentos/%C2%BFqu%C3%A9-es-un-puerto-tcpip	Puertos TCP/IP

UNIDAD 4

Valoración de la información en la organización



OBJETIVO ESPECÍFICO

El alumno conocerá y aplicará diversas técnicas de valoración de la información que le permitan implantar y administrar soluciones para redes locales.

TEMARIO DETALLADO

(16 horas)

4. Valoración de la información en la organización

4.1. Costo de la información en la organización

4.1.1. Las fuerzas del cambio tecnológico

4.1.2. Convergencia

4.1.3. Ancho de banda

4.1.4. Elementos a valorar

4.1.5. Técnicas de valoración

4.2. Administración de la tecnología de telecomunicaciones

4.2.1. Administración de la red

4.2.2. Arquitectura de administración

4.2.3. Modelo de administración ISO

4.2.4. Funciones de FCAPS

4.2.5. Protocolos de administración

4.3. Implantación de las soluciones en telecomunicaciones

4.3.1. Los proyectos

INTRODUCCIÓN

La palabra Información proviene de las raíces latinas *in y formare* que significan “instruir hacia adentro” (Kuhlmann, 1986: 11). A partir de esta definición se han generado muchas variantes, cada una con un significado muy preciso aplicable a las áreas que la generan y utilizan. Por ejemplo, existe la información financiera, contable, fiscal, meteorológica, sistema de información, etc. La información está formada por un conjunto de datos que han sido supervisados y procesados para que tengan un sentido útil aplicable a diversas situaciones. La informática la considera un **recurso estratégico** que es coleccionable y reproducible. Se utiliza para tomar decisiones acertadas o equivocadas y se puede asociar a ella un valor material o económico que puede disminuir en un determinado tiempo; por lo que es importante que la información sea de interés para la persona u empresa que la reciba.

La información se origina en un emisor (fuente) y llega al receptor (destinatario) por medio de un canal de comunicación. La distancia entre emisor-receptor puede ser desde un lugar cercano o bien tener miles de kilómetros. Al tener que utilizar un canal de comunicación (infraestructura) de telecomunicaciones, es preciso determinar cuál es la mejor forma de enviar la información a su destino, considerando principalmente rapidez, menor costo y seguridad para garantizar que no ha sido alterada o interceptada.

En esta unidad aprenderás cómo valorar la información que será transmitida y utilizada a partir de ciertos requerimientos como son: el tipo de servicios requeridos (voz, video, datos), cantidad de usuarios, ancho de banda, distancias, medios de transmisión, dispositivos de comunicación, etc. Así como la forma de administrar e implantar una infraestructura tecnológica de red de área local (LAN).

4.1. Costo de la información en la organización

4.1.1. Las fuerzas del cambio tecnológico

El desarrollo y avance de nuevas tecnologías han producido un profundo cambio tecnológico. La investigación va logrando un avance constante en el campo teórico y estos se trasladan de manera inmediata a la fabricación de componentes y partes de mayor desempeño. Una vez que se envían al mercado a precios y calidad razonables la industria empieza a desarrollar productos y perfeccionamientos que generan profundos cambios en la forma de prestar los servicios de telecomunicaciones.

Los campos de desarrollo vinculados a las tecnologías de la información y comunicaciones son los siguientes:

- **Nanotecnología.** Los procesos derivados de estas técnicas aplicadas a materiales utilizados en los equipos de telecomunicaciones y la computación, han permitido la micro miniaturización de *hardware* de comunicaciones y computación. Según la ley de Moore: “La cantidad de transistores en un circuito integrado ha ido creciendo de forma exponencial”. Moore publicó un texto en la revista *Electronics*, en su número del 19 de abril de 1965, en el cual afirmó que la tecnología mostraba que, a futuro, el número de transistores por pulgada cuadrada en circuitos integrados se duplicaría cada 12 meses y que la tendencia continuaría en las siguientes décadas. Tiempo más tarde, Moore, como cofundador de la empresa Intel, modificó su propia ley y afirmó que el ritmo bajaría y que la densidad de circuitos se doblarían

aproximadamente cada 18 meses, por lo que los precios de los componentes conjuntos y equipos electrónicos y de computación bajan al mismo tiempo que las prestaciones de los mismos suben exponencialmente. Una consecuencia directa de la ley de Moore es que una computadora que vale 3000 dólares costará la mitad al año siguiente y estará obsoleta en 2 años; aunque si queda obsoleta no quiere decir que no podrá seguir usándose para ciertas aplicaciones. A su vez, el precio de un equipo nuevo será, comparativamente, menor y tendrá más prestaciones.

- **Fibra óptica.** Su aparición en el mercado de las telecomunicaciones cambió masivamente los paradigmas hasta ese momento existentes en cuanto al diseño de los sistemas de transmisión; es decir, con el uso de la fibra óptica se transmiten fotones (teoría ondulatoria), caso contrario al de los cables de cobre que transmiten electrones (teoría corpuscular). Cabe aclarar, que el uso de la fibra óptica tiene aplicaciones específicas que ofrecen grandes ventajas sobre los cables de cobre; sin embargo, no los sustituyen.
- **Computación** en los equipos de telecomunicaciones. Consiste en utilizar el cómputo para propósitos especiales en los equipos de telecomunicaciones. Por ejemplo, los conmutadores, ruteadores, *firewalls*, *switches*, etc.
- **Tecnologías ópticas.** Como ya se mencionó, el uso masivo de la fibra óptica trajo un cambio radical en el diseño de los sistemas de transmisión de media y larga distancia y, posteriormente, en cuanto fueron bajando los costos, se implementó en las redes de área local (LAN) en fibra óptica monomodo y multimodo, incluso utilizando un avance tecnológico, que da más capacidad de transmisión, denominado WDM (*Wavelength Division Multiplexing*), Multiplexación por División de Longitud de Onda. WDM es una técnica que permite dividir el ancho de banda de la fibra óptica para transmitir

varias señales portadoras ópticas de diferente longitud de onda (Ver características de la señales, unidad I) sobre una sola fibra, lo que permite un mayor aprovechamiento del ancho de banda. Esta técnica se ha perfeccionado aún más y actualmente existe la técnica DWDM (*Dens Wavelength Division Multiplexing*), Multiplexación Densa por División de Longitud de Onda que llega a una capacidad del orden de los Tbps (Terabits por segundo 10^{12} bps). Por ejemplo, las grandes ciudades y continentes están comunicados por este tipo de tecnología.

- **Nuevos servicios de telecomunicaciones.** El desarrollo tecnológico de la computación y las telecomunicaciones ha producido un cambio profundo en la microelectrónica, lo que ha permitido contar con *hardware* de comunicaciones que facilita nuevos servicios. La transmisión de voz sobre el protocolo IP (VoIP) es un claro ejemplo de la utilización de la infraestructura de las redes de datos para la transmisión de voz por medio de la conmutación de paquetes. El uso de este tipo de tecnología ha permitido reducir los costos y facilitan el intercambio comercial. También existen otras especificaciones como SIP, SGCP e IPDC que ofrecen facilidades adicionales para el control de llamadas y señalización dentro de arquitecturas de voz sobre IP.

4.1.2. Convergencia

- **Convergencia tecnológica.** La tendencia actual para el transporte de información es por medio del protocolo IP que se denomina convergencia tecnológica. Una red bajo este esquema, permite una cantidad importante de funciones comunes, reduce costos, facilita la planificación, operación y administración. Los usuarios de hoy esperan tener las facilidades e interfaces para cualquiera de los servicios que utilicen sin tener que analizar la red que están utilizando. Los servicios se deben adaptar a las características de los equipos, dispositivos y a los accesos, y ser utilizados por medio de procesos seguros y simples para la identificación de los usuarios.
- **Convergencia comercial.** Consiste en ofrecer varios productos como un paquete a un precio conformado como pueden ser los servicios de voz (fija y móvil), Internet de banda ancha y mensajes de texto no haciendo referencia a la tecnología ofrecida y poniendo énfasis en la versatilidad de los equipos terminales ofrecidos para los servicios comercializados.
- **Convergencia de servicios.** Consiste en que un solo proveedor puede ofrecer varios servicios que pueden ser accedidos por medio de diferente tipo de terminales. Podrán enviar texto desde un equipo móvil o fijo, ver TV por medio de una computadora conectada a Internet de banda ancha, o bien ver una señal de video en la televisión o desde un dispositivo móvil. Dentro de este concepto, también se encuentran los servicios de número único, *triple play* (Voz, Internet, Video) por medio de un sólo acceso y otras más como *cuadruple play* y otros.
- **Convergencia de producto.** Consiste en el uso de equipos para múltiples aplicaciones y diferentes formas de acceso a la red. Un equipo que inicialmente solo se utilizaba para recibir y transmitir señales para un solo

servicio, hoy se puede utilizar en variadas aplicaciones. Se pueden recibir señales de voz, radio, televisión, procesamiento de pagos con tarjetas de crédito, etc.

4.1.3. Ancho de banda

El ancho de banda de una señal de información es la diferencia entre las frecuencias máximas y mínimas contenidas en la información, y el ancho de banda de un canal de comunicaciones es la diferencia entre las frecuencias máxima y mínima que pueden pasar por el canal. Por lo que el ancho de banda del canal de comunicaciones debe ser igual o mayor que el ancho de banda de la información, es decir, cuanto mayor sea la cantidad de información que se transmitirá, mayor será la capacidad de ancho de banda que tenga el canal. Al ser el ancho de banda un intervalo de frecuencias, su unidad de medida es 1/seg. Si los canales son analógicos se mide en hertz o sus múltiplos (kHz, kilohertz, Megahertz, etc.) y si son digitales se miden en bps o sus múltiplos (kbps, kilobit/seg, Mbps, Megabits/seg, etc.). En el caso de un canal de voz es común hablar de canales de 3.1 y 4 kHz, en el caso de canales digitales es común hablar de canales de 64 kbps y de 2048 Mbps. Lo anterior es muy importante en la valoración de la información a transmitir, ya que siempre deberá existir la disponibilidad del ancho de banda suficiente para cumplir con las necesidades de los usuarios y las aplicaciones. El ancho de banda tiene un costo que depende de las necesidades de cada empresa, por lo que debe valorarse cuidadosamente el costo-beneficio (Wayne, 2003: 8).

4.1.4. Elementos a valorar

Como se mencionó en la unidad I de este material, un sistema de comunicaciones electrónicas permite enviar información a distancia y está formado por varios elementos como son: emisor, medio de transmisión, receptor y un transformador de la señal (entre el emisor, el medio y el receptor). Para que la información pueda transmitirse, se utiliza algún tipo de energía portadora ya sea eléctrica o luminosa; por lo que pueden utilizarse cables de cobre, ondas de radio, cables de fibra óptica, etc., y dispositivos compatibles con los medios utilizados. También debe considerarse principalmente el tipo de aplicaciones y la cantidad de usuarios que soportará el sistema. Cualquier sistema tiene características propias de acuerdo a las necesidades de cada empresa, por lo que hacer una valoración de la información a transmitir no es sencilla; sin embargo, podemos utilizar el modelo de referencia OSI para ubicar los objetivos y funciones, aplicables a cada capa, que nos permitirán elegir de mejor forma los medios y equipos a utilizar (Ver unidad II, modelo OSI).

Modelo OSI	
Capa de aplicación	Programa de aplicación que usan la red
Capa de presentación	Estandariza la forma en que se presentan los datos a las aplicaciones
Capa de sesión	Gestiona las conexiones entre aplicaciones cooperativas
Capa de transporte	Proporciona servicios de detección y corrección de errores
Capa de red	Gestiona conexiones a través de la red para las capas superiores
Capa de enlace de datos	Proporciona servicio de envío de datos a través del enlace físico
Capa física	define las características físicas de la red material

Recordemos que las capas inferiores del modelo OSI manejan la transferencia de los datos. La implementación de redes LAN utilizan las dos primeras capas y las redes WAN utilizan las tres primeras capas.

Capa física.

Las señales que transportan las redes están relacionadas con la prestación de algún servicio o con las propias necesidades de la red que las utiliza para dar facilidad a la transmisión. Los *bits* de información que se pueden transmitir están relacionados con alguno de los siguientes servicios:

- Datos
- Voz (Telefonía)
- Video y multimedia en tiempo real
- Multimedia en general
- Alarmas
- Otros

El elemento central en la valoración de la información a transmitir es el ancho de banda que requieren las aplicaciones. Los precios que deben pagarse para transmitir de forma remota señales de voz, datos, textos, imágenes o video por los distintos medios de transmisión, son proporcionales al ancho de banda que es necesario utilizar para que la información llegue con la fidelidad y calidad adecuadas. En México, existen proveedores (*carriers*) que ofrecen diversas opciones y precios para contratar enlaces, por lo que debe valorarse el costo/beneficio del servicio a contratar.

A continuación, se muestran algunos de los elementos principales que deberán valorarse:

1. Servicios de comunicaciones y el ancho de banda requerido.

Ancho de banda requerido por distintos servicios de comunicaciones

N°	Formas de información	Ancho de banda (Khz)
1	Canal telefónico de voz (par de abonado)	3.1
2	Canal de voz analógico por onda portadora	4
3	Música de alta fidelidad (HI FI)	16
4	Disco compacto	22
5	Canal de voz digital	64/65
6	Canal de radio FM	200
7	Canal de televisión (CATV)	6
8	Teleconferencias a través de redes digitales (ISDN)	128/256

2. Espectro electromagnético. Usos más frecuentes para comunicar un equipo hacia varios puntos como en el caso de las radiodifusoras (Ver Unidad 2.2).

Espectro electromagnético. Aplicaciones más comunes			
Bandas según usos más frecuentes	Algunas aplicaciones	Longitud de onda (metros)	Frecuencia (Hertz)
Muy baja frecuencia	Audio, medicinas, ultrasonidos	>10 km	< 30 KHz
Onda larga	Comunicaciones submarinas	< 10 km	>30 KHz
Onda media	Radio AM	<650 m	>650 KHz
Onda corta	Radio de onda corta	<180 m	>1.7 MHz
Onda muy baja frecuencia	Radio FM	<10 m	>30 MHz
Ultraalta frecuencia	Radar, televisión	<1 m	>300 Mhz
Microondas	Radar	<30 cm	>1.0 Ghz
Infrarrojo cercano	Tel.celular, microondas, satélite	<1mm	>300 GHz
Infrarrojo	Visores nocturnos	<2,5 μ m	>120 THz
Luz visible	Visión del ser humano	<780 nm	>384 THz
Ultravioleta	Ciencias forenses, control de plagas	<200 nm	>1.5 PHz
Rayos x	Medicina	<10 nm	>30 PHz
Rayos gamma	Energía nuclear	<10 pm	>30 Ehz

Bandas del espectro de frecuencia					
Nro. De banda	Intervalo de Hertz o múltiplos	Longitud de onda hasta	Sigla	Nombre de la banda	Sigla
1	1 a 30 Hz	10000	.....	Frecuencias	Hz-Hertz
2	30 a 300 Hz	Km 1000 km	ELF	Extremadamente bajas	
3	0.3 a 30 KHz	100 km	VF	Frecuencia de voz	KH=10 ² Hertz
4	3 a 30 KHz	10 km	VLF	Frecuencias muy bajas	Mh=kilohertz
5	30 a 300 Khz	1 km	LF	Frecuencias bajas	
6	0.3 a 30 MHz	100 m	MF	Frecuencias medias	MH=10 ⁶ Hertz
7	3 a 30 MHz	10 m	HF	Frecuencias altas	Mh=megahertz
8	30 a 300 Mhz	1 m	VHF	Frecuencias muy altas	
9	0.3 a 30 GHz	100 cm	UHF	Frecuencias ultraaltas	GH=10 ⁹ Hertz
10	3 a 30 GHz	10 cm	SHF	Frecuencias super altas	GH=Gigahertz
11	30 a 300 Ghz	1 cm	EHF	Frecuencias extremadamente altas	
12	0.3 a 30 THz	100 mm	.....	Luz infrarroja	TH=10 ¹² Hertz
13	3 a 30 THz	10 mm	.....	Luz infrarroja	TH=Terahertz
14	30 a 300 Thz	1 mm	.....	Luz infrarroja	
15	0.3 a 30 PHz	100 μm	.....	Luz visible	PH=10 ¹⁵ Hertz
16	3 a 30 PHz	10 μm	.....	Luz ultravioleta	PH=petahertz
17	30 a 300 Phz	1 μm	.....	Rayos x	
18	0.3 a 30 EHz	100 pm	.....	Rayos gamma	EH=10 ¹⁸ Hertz
19	3 a 30 EHz	10 pm	.....	Rayos cósmicos	EH= EXahertz
20	30 a 300 Ehz	1 pm	.....	Rayos cósmicos	

Imagen obtenida del libro Castro 2013: 101.

3. Sistemas de cableado estructurado EIA/TIA 568 B. Categorías de cableado, ancho de banda (Hz) y velocidad que soportan (bps).

Desempeño de los cables según EIA/TIAN 568		
Clase/ categoría	Ancho de banda	Velocidad
Clase C/Cat. 3	16 Mhz	16 Mbps
Clase D/Cat. 5e	100 Mhz	100 Mbps
Clase E/Cat. 6	250 Mhz	1 Gbps
Clase EA/Cat. 6 A	500 Mhz	10 Gbps
Clase F/Cat. 7	600 Mhz	Superior a 10 Gbps
Clase FA/Cat. 7 ^a	1000 Mhz	Superior a 10 Gbps

4. Fibra óptica. Parámetros que deben considerarse en las fibras ópticas multimodo y unimodo.

Longitud de onda en mm	Multimodo 62.5 mm		Multimodo 50 mm		Unimodo
	Atenuación dB/Km	Ancho de banda MHz/Km	Atenuación dB/Km	Ancho de banda MHz/Km	Atenuación dB/Km
850	3.2	160 a 200	3.0	400 a 600	-----
1300	1.9	200 a 600	1.2	400 a 1000	0.4 a 1.0

5. Estándar IEEE 802.3 Ethernet. Aplicaciones de fibra óptica para el estándar Ethernet y las distancias máximas soportadas.

Estándar Ethernet (Distancias soportadas)

Aplicación	Longitud de Onda y Ancho de Banda	Distancia Máxima Soportada (m)			Atenuación Máxima del Canal (dB)		
		62.5	50	Monomodo	62.5	50	Monomodo
10Base-FL(Ethernet)	850nm	2000	2000		12.5	7.8	
100Base-FX Ethernet	1300nm	2000	2000		11	6.3	
1000Base-SX (GbE)	850nm	220	-		3.2	3.9	
	160/500 MHz-KM	275	-				
	200/500 MHz-KM	-	500				
	400/400 MHz-KM	-	550				
	500/500 MHz-KM						
1000Base-LX (GbE)	1300nm				4	3.5	
	400 MHz-KM	500	550				
	500 MHz-KM	-	550				

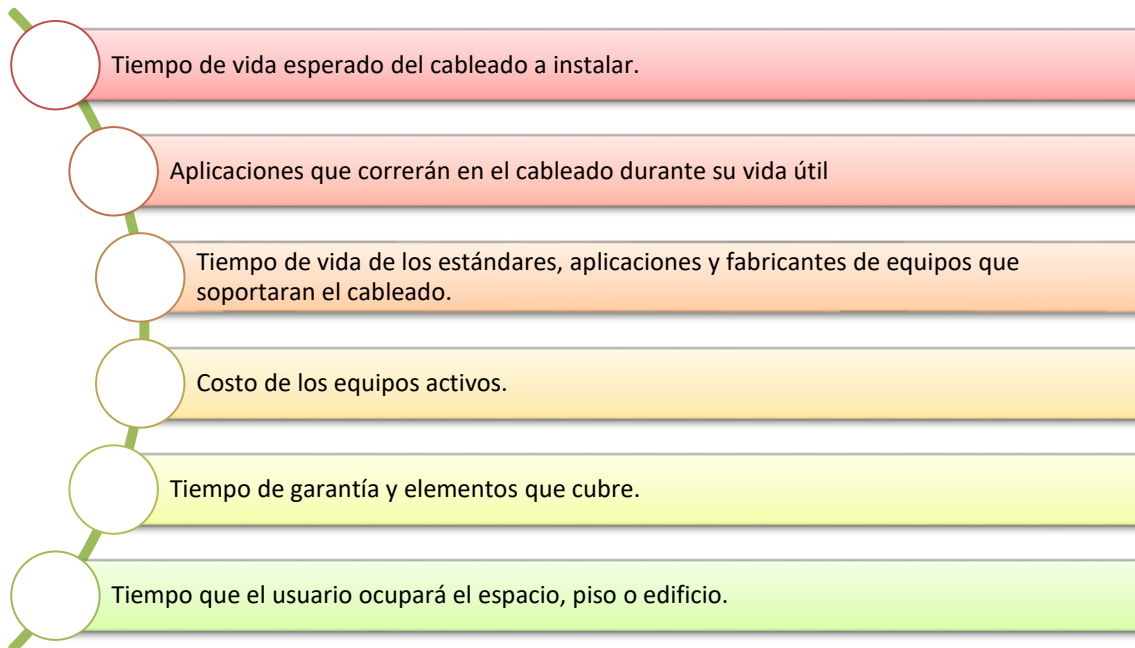
4.1.5. Técnicas de valoración

En el área de las tecnologías de información y comunicación (TIC), existen algunos modelos que ayudan a los responsables de proyectos a tomar decisiones para la adquisición de un equipo o proyecto considerando los costos totales y beneficios de su implantación.

Uno de los modelos más utilizados y que puede aplicarse a la adquisición de equipos o instalación de infraestructuras es el TCO (Costo Total de Propiedad). Este modelo permite a las empresas analizar todos los costos directos e indirectos y los beneficios asociados con la adquisición, desarrollo, y uso de componentes de TIC durante el ciclo de vida de un equipo de cómputo, redes LAN, infraestructura de telecomunicaciones, etc. La valoración de TCO considera el precio de compra, costos de uso y mantenimiento de *hardware* y *software*, costos de implementación,

capacitación, costos asociados a las fallas, incumplimiento, energía eléctrica, espacio físico, etc. El TCO permite indagar los costos ocultos y costos no considerados.

Por ejemplo, consideremos que se requiere instalar un sistema de cableado estructurado en un edificio. Para determinar el TCO se deben considerar principalmente los siguientes factores:



Varios de estos factores no son fáciles de cuantificar, como en el caso de los estándares que normalizan el cableado; en este caso los estándares ANSI/EIA/TIA se revisan cada cinco años. Los estándares ISO/IEC son escritos para una duración de por lo menos diez años. Conforme los estándares eliminan o rechazan el soporte para los sistemas de cableado estructurado, los fabricantes de equipo también lo hacen. Las normas antiguas de cableado no soportan las nuevas tecnologías.

El siguiente cuadro compara los costos básicos iniciales de un cableado en sus diferentes categorías (componentes, instalación y pruebas).

Costo de instalación de cableado Estructurado

	Costos de instalación	Ciclos de vida del sistema	Costo promedio	Costo anulizado
Cat 5e Clase D UTP	\$4,103.66	5	\$170.99	\$820.73
Cat 6e Clase E UTP	\$5,560.74	7	\$231.70	\$794.39
10G 6ª UTP	\$8,129.86	10	\$338.74	\$812.99
10 6ª F/UTP	\$9,026.24	10	\$376.09	\$902.62
TERA-Clase F/Cat7	\$11,154.56	15	\$464.77	\$734.64

Puede observarse que el TCO determina lo siguiente:

- ✓ El cableado categoría 5e no puede soportar Gigabit Ethernet.
- ✓ El cableado 6A 10 GBASE-T ofrece una vida útil de diez años.
- ✓ El cableado Clase F es capaz de soportar velocidades de más de 10 Gb/segundo.
- ✓ El cableado Clase F/Cat. 7 permite correr aplicaciones con alto desempeño, ofrece un ciclo de vida más largo y mejor costo.

4.2. Administración de la tecnología de telecomunicaciones

4.2.1. Administración de la red

La administración de la tecnología de telecomunicaciones consiste principalmente en: operar, monitorizar, mantener y controlar los elementos tecnológicos de una infraestructura para que funcione como fue diseñada de acuerdo a los objetivos de la organización y proporcione valor a los usuarios de la misma. Recordemos que, de acuerdo al modelo de referencia OSI, la transferencia de los datos inicia en la capa de aplicación desde una ubicación a otra. Para que la transferencia se realice de forma correcta, se deben proporcionar los recursos de red físicos y lógicos en forma oportuna y adecuada a los requerimientos previamente establecidos. La transferencia puede tener lugar dentro de un solo departamento, entre áreas de una organización o con entidades externas por medio de redes privadas o Internet.

Si una red fue bien planeada, diseñada e implementada y no cuenta con personal capacitado y organizado, su operación resultará muy difícil y el administrador dedicará demasiado tiempo en resolver problemas inmediatos, por lo que no podrá dedicar el tiempo suficiente a la planeación y organización de la infraestructura que le permita prevenir y predecir problemas, sólo actuará de forma correctiva y no proactiva.

Si bien la planeación, diseño e implementación de una infraestructura son actividades importantes que desarrolla un administrador, mantener el funcionamiento óptimo de la misma es primordial y requiere conocer cómo resolver los problemas que se presentan diariamente, decidir cuándo cambiar alguna configuración de la red, cuándo actualizar un equipo, cómo integrar un nuevo elemento, cuándo aumentar el ancho de banda, etc. El administrador también debe considerar el continuo cambio tecnológico de los productos y servicios que ofrece el mercado y las necesidades cambiantes de las organizaciones que podrían integrarse a la infraestructura que hay que administrar para satisfacer las necesidades de los usuarios y que éstos consideren a la red como un entorno confiable, rápido, actualizado y seguro, independientemente de la tecnología que utilice.

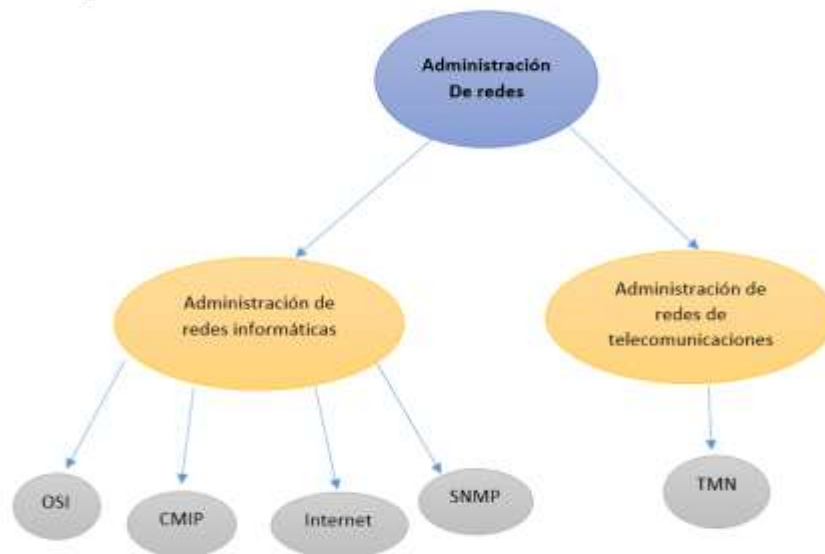
Las tareas que realiza un administrador dependen del tipo de organización, tamaño, número de usuarios, tipo de red, responsabilidades asignadas, y son principalmente:

- Planeación
- Diseño
- Implementación
- Monitoreo
- Respuesta a fallas, seguimiento y solución
- Seguridad física y lógica
- Registro y control de usuarios

La administración de redes está formada por dos áreas:

- Administración de redes informáticas. Son el conjunto de acciones para lograr mantener la red funcionando de manera eficiente y segura.

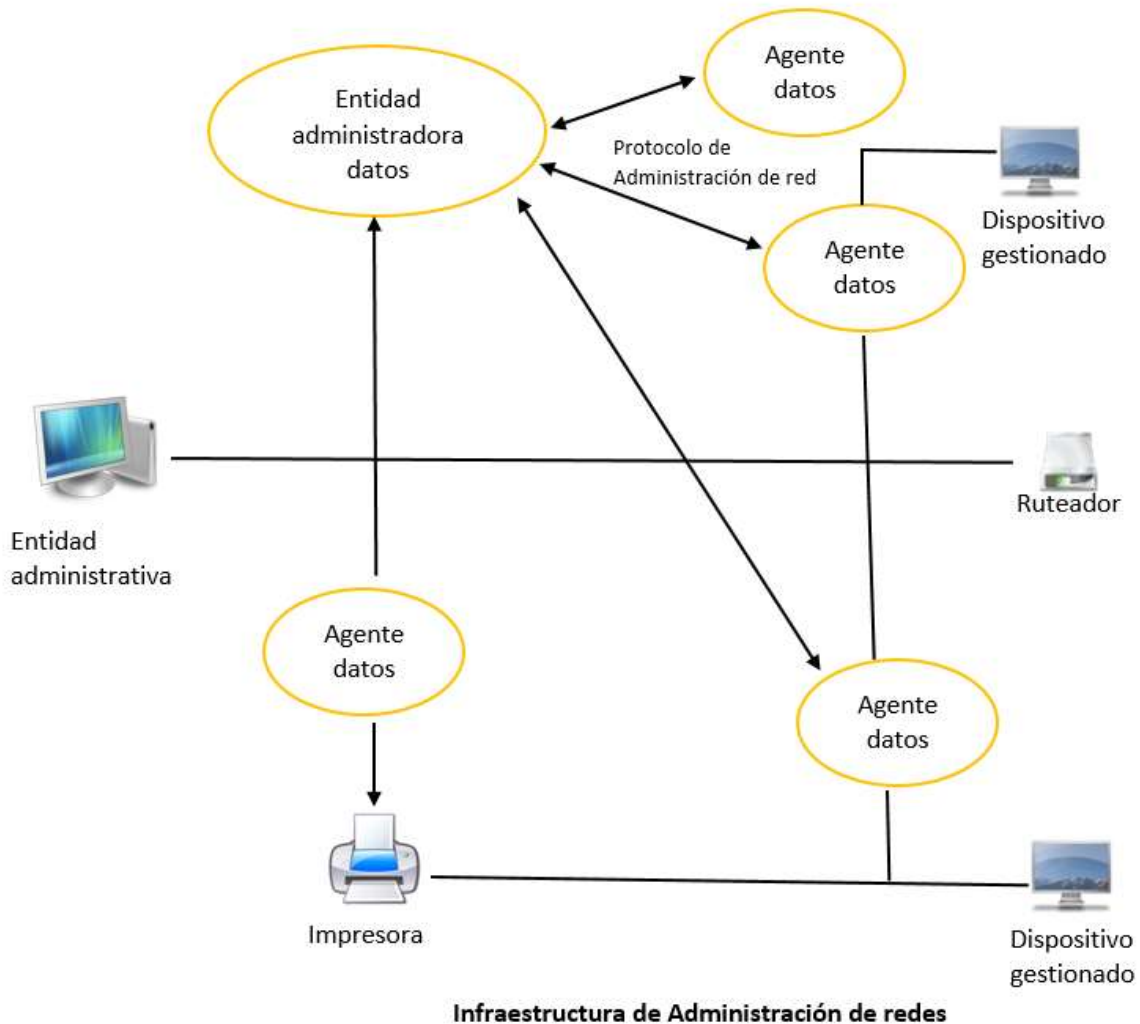
- Administración de redes de telecomunicaciones. Son las funciones de gestión y comunicaciones que permiten la operación de la administración y mantenimiento de las redes de telecomunicaciones y los servicios que ofrece en un entorno abierto en el que existen múltiples proveedores. Para lograrlo, la ITU (*International Telecommunications Union*), Unión Internacional de Telecomunicaciones, desarrolló una forma estandarizada para mejorar los elementos de una red por medio de TMN (*Telecommunications Management Network*), Administración de Redes de Telecomunicaciones, que es conceptualmente una red separada que hace una interfaz con una red de telecomunicaciones en varios puntos diferentes. Los objetivos de TMN son:
 - Proporcionar funciones de gestión y comunicaciones para la operación, administración y mantenimiento de una red de telecomunicaciones y aprovisionamiento de servicios en un ambiente en donde existen múltiples proveedores.
 - Proporcionar una estructura de red organizada para lograr interconexión usando una arquitectura estándar e interfaces normalizadas por la industria.



División de la administración de redes

4.2.2. Arquitectura de administración³⁴

La administración de una red, requiere de habilidades que permitan supervisar, comprobar, monitorizar y controlar los diversos componentes de *hardware* y *software* que la conforman, tanto locales como remotos. Para lograrlo se requiere de una arquitectura de sistemas de administración de redes con los siguientes elementos:



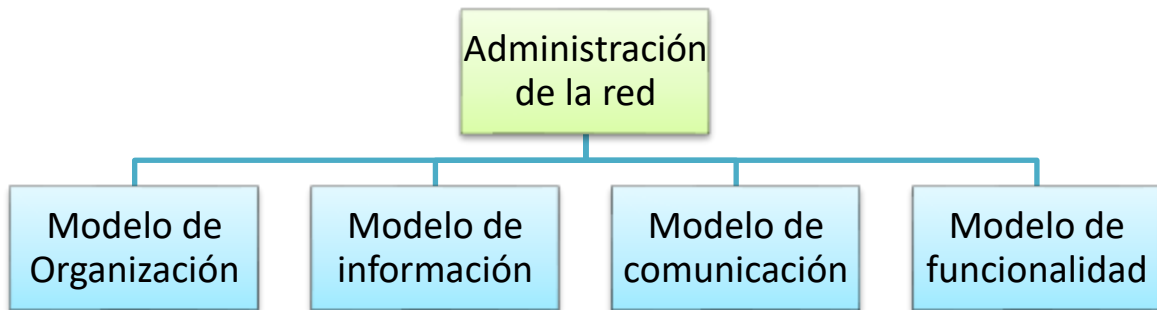
³⁴ http://redyseguridad.fip.unam.mx/pp/maru/labpracticlas/Modelos_de_administracion_de_Red_2_1.pdf, consultado el 6 de mayo 2014.

- Entidad administradora. Se realiza por medio de una estación centralizada de administración de red NOC, Centro de Operaciones de la Red (*Network Operations Center*) en la que se realiza la recolección, procesamiento, análisis y/o visualización de la información de administración. Es en el NOC en donde se inician las acciones para el control de la red y en el que se interactúa con los dispositivos principales previamente definidos.
- Dispositivo administrado. Elemento de la red (*hardware* y *software*), puede ser desde una computadora hasta un equipo crítico, tal como un ruteador, *switch*, etc.
- Sistema de información. Lugar donde se almacenan los datos referentes a los elementos que se administran.
- Agente de administración. Consiste en la configuración de un dispositivo para permitir la comunicación con la entidad administradora NOC.
- Protocolo de administración. Se ejecuta entre la entidad administradora y el dispositivo administrado para permitir consultar el estado de los dispositivos y realizar acciones que se requieran por medio de los agentes.

4.2.3. Modelo de administración ISO³⁵

La ISO (*International Standardization Organization*) Organización Internacional para la Estandarización, creó un comité para generar un modelo para la administración de una red, se compone de cuatro submodelos:

³⁵http://redyseguridad.fip.unam.mx/pp/maru/labpracticasy/Modelos_de_administracion_de_Red_2_1.pdf, consultado el 6 de mayo 2014.



- **Modelo de organización.** Describe los componentes de la administración de la red; administrador, agentes, equipos y las relaciones que tienen en la infraestructura instalada. La forma en que interactúan da lugar a diferentes arquitecturas, su estructura puede dividirse en dominios de administración por medio de políticas y funciones.
- **Modelo de información.** Estructura y almacena la información obtenida de los objetos de la red. El almacenamiento se realiza en la base de datos denominada MIB (*Management Information Base*), o Base de Información de Administración. MIB utiliza la SMI (*Structure Information Base*), o Estructura de la Información de Administración, para definir la sintaxis y semántica de la información.
- **Modelo de comunicación.** Verifica la forma en que se comunican los datos de administración (agente-proceso administrador). Considera los protocolos de transporte y aplicación utilizados junto con los comandos y respuestas.
- **Modelo de funcionalidad.** Direcciona las aplicaciones de administración de la red que se encuentran en el NMS (*Network Manager System*), Sistema de Administración de la Red, este modelo se visualiza de arriba hacia abajo, está dividido en cuatro subcapas y es considerado un estándar y goza de

gran aceptación entre los fabricantes, ya que describe de forma útil los requerimientos de cualquier sistema de administración de red. Este modelo incluye cinco áreas en la que se divide la administración de redes, también denominadas **FCAPS**:

4.2.4. Funciones de FCAPS

Fallo (*Fault*)

Función:

- Detectar, registrar, notificar y solucionar los problemas que se presenten en la red.

Procedimiento:

1. Determinar los síntomas del problema
2. Aislar el problema.
3. Solucionar el problema.
4. Verificar la solución por medio de pruebas.
5. Registrar la detección y solución del problema.

Configuración (*Configuration*)

Función:

- Control, monitoreo y mantenimiento de las versiones de *hardware* y *software* instaladas en los equipos.
- Control, monitoreo y mantenimiento de la configuración operativa de cada uno de los dispositivos de red.

Contabilidad (*Accounting*)

Función:

- Mide los parámetros de utilización de los recursos de la red.
- Regula el uso de los recursos de los usuarios.

Rendimiento (*Performance*)

Función:

- Mide los parámetros de una red y sus recursos.
- Mantiene un nivel aceptable de desempeño.

Seguridad (*Security*)

Función:

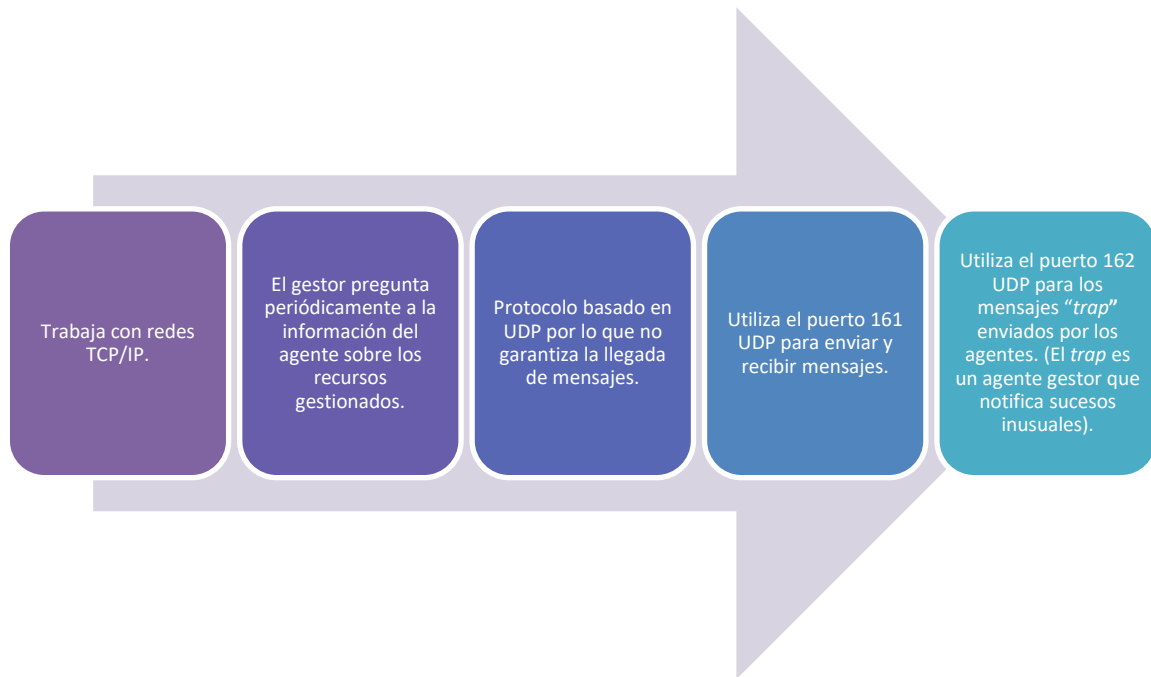
- Controlar el acceso a los recursos de la red (dispositivos y servicios) de acuerdo a las políticas de la organización.

4.2.5. Protocolos de administración³⁶

Un protocolo de red o de comunicación, es un conjunto de convenciones y normas que especifican cómo se lleva a cabo el intercambio de datos y comandos para enviar y recibir información entre los elementos de una red. Las especificaciones regulan el contenido, el formato de los datos, la velocidad (emisor-receptor) y la gestión de errores a través de la red. Los protocolos más comunes e importantes en la administración de redes son:

1. **SNMP** (*Simple Network Management Protocol*), Protocolo Simple de Administración de Red. Es un protocolo de la capa de aplicación de la suite TCP/IP el cual ha evolucionado a través del tiempo en versiones SNMPv2, SNMPv2c y actualmente SNMPv3. SNMP es utilizado para enviar información entre los elementos las estaciones de gestión y los agentes en los elementos de la red.

³⁶<http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/admonredes/PHP/capitulo3.html#3.5>, consultado el 7 de mayo 2014.

Características:

2. **CMIP** (*Common Management Information Protocol*), Protocolo de Administración de Información Común. Fue diseñado tomando en cuenta los errores y fallas que tenía SNMP volviéndose un gestor de red más robusto y detallado. CMIP está formado por seis protocolos; CMISE ISO 9595/9596, ACSE ISO 8649/8650, ROSE ISO 9072 -1/2, ISO Presentación, ISO Sesión, ISO TRANSPORTE.

Características:

- Se implementa sobre el modelo OSI sobre la capa de aplicación.
- Implementa funciones más robustas en los agentes, a diferencia de SNMP.
- La información de control y mantenimiento puede ser intercambiada entre un gestor (*manager*) y un elemento remoto de red.
- Define una relación igual a igual entre el gestor y el agente, incluyendo el establecimiento y cierre de la conexión.
- Requiere gran capacidad de procesamiento de CPU y memoria.

- Genera cabeceras muy grandes en los mensajes.
- Comunicación orientada a la conexión con los agentes.
- Estructura de funcionamiento distribuida.
- Permite jerarquía de sistemas de operación.
- Asegura que los mensajes lleguen a su destino.
- El agente es responsable de monitorizar los recursos.

3. **CORBA** (*Common Object Request Broker Architecture*), Arquitectura Común de Intermediarios en Peticiones a Objetos. Fue introducido en 1991 y estandarizado por la OMG (*Object Management Group*), Grupo de Gestión de Objetos. CORBA es una arquitectura de programación distribuida y diseñada para soportar objetos, independientemente de su ubicación dentro de una red o equipo.

Características:

- La comunicación con los agentes es orientada a la conexión.
- Asegura que los mensajes lleguen a su destino.
- El agente es responsable de monitorizar los recursos.
- Existe menor gestión del tráfico.
- Trata con las interfaces, no con la implementación de objetos.
- Soporta aplicaciones distribuidas.

4.3. Implantación de las soluciones en telecomunicaciones

4.3.1. Los proyectos

La implantación es la etapa de un proyecto que pone en funcionamiento un servicio o producto que será integrado a una infraestructura nueva o ya existente. Según el PMBOK³⁷, un proyecto es un esfuerzo que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, y tiene la característica de ser temporal.

Características de un proyecto:

- Tiene un inicio y un final.
- Considera los objetivos específicos.
- Cuenta con criterios de calidad medibles.
- Sus actividades están interrelacionadas.
- Tiene recursos limitados.
- Tiene un costo y tiempos definidos.

Considerando lo anterior, la etapa de la implantación de una solución requiere una organización que considere los siguientes aspectos:

- Integrar un equipo de trabajo, dedicado exclusivamente a la solución a implantar.

³⁷ <http://richard-project-management.blogspot.mx/2012/07/definicion-de-proyecto-segun-el-pmbok.html>, consultado el 26 de junio 2014.

- Definir una metodología, donde se indiquen las actividades a realizar, responsables y tiempos. Utilizar, por ejemplo, Gráficas de Gantt.
- Acondicionamiento de las instalaciones.
- Pruebas del servicio o infraestructura con las áreas involucradas.
- Migración al nuevo servicio o infraestructura.
- Capacitación del personal que administrará y usará la solución.
- Puesta en operación.
- Definir claramente los términos contractuales con los proveedores externos y con el equipo interno de trabajo.
- Definir y aprobar el presupuesto que requiere la implantación.

Uno de los aspectos más importantes de la implantación, es revisar detalladamente los elementos de *hardware*, *software*, equipos e infraestructura que serán probados para su puesta en operación. Los elementos deberán coincidir con los objetivos del proyecto.

El siguiente cuadro muestra los componentes de cableado estructurado que serán revisados y probados antes de su implantación.

COMPONENTES PARA LA IMPLANTACIÓN DE REDES CABLEADAS

No.	Descripción	Estado	
		Sí	No
1	Rack's Universales		
2	Organizadores verticales		
3	Distribuidor de fibra óptica con paneles y acopladores		
4	Identificación de fibra óptica en el distribuidor		



5	Cables de fibra óptica de acometida (principal) conectorizado		
6	Identificación de cable de fibra óptica de acometida (principal)		
7	Cables de fibra óptica a <i>backbone</i>		
8	Identificación de cables de fibra óptica a <i>backbone</i>		
9	Paneles de parcheo		
10	Identificación de los paneles de parcheo		
11	Organizadores horizontales		
12	Cableado UTP rematado en ambos extremos (panel de parcheo y área de trabajo)		
13	Identificación de cables UTP en ambos extremos		
14	Salidas de servicios (Cajas universales, FACE plate e insertos ciegos)		
15	Identificación de salidas de servicios		
16	Cordones de parcheo de panel a equipo activo		
17	Identificación de cordones de parcheo de panel a equipo activo		
18	Cordones de parcheo del área de trabajo (para usuarios)		
19	Identificación de cordones de parcheo del área de trabajo (para los usuarios)		
20	Equipos activos o <i>switches</i>		
21	Cables para apilamiento de los <i>switches</i>		
22	Módulos de fibra óptica (según estándar) LX para acometida		
23	<i>Jumpers</i> de fibra óptica para acometida		
24	Identificación de <i>Jumpers</i> de fibra óptica para acometida		



25	Módulos de fibra óptica (según estándar) SX para <i>backbone</i>		
26	<i>Jumpers</i> de fibra óptica para primer nivel		
27	Identificación de <i>Jumpers</i> de fibra óptica para <i>backbone</i>		
28	Barra de contactos en <i>rack</i>		
29	Barra de tierra física conectada a <i>rack</i>		
30	Escaneos de los servicios		

RESUMEN

La investigación en los campos de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), ha generado profundos cambios tecnológicos al desarrollar productos y servicios basados en la nanotecnología, tecnologías ópticas, desarrollo del *hardware*, entre otros, que aunado a la convergencia tecnológica, comercial, de servicios y productos, hoy día pueden implantarse a precios accesibles en las organizaciones. Los elementos a valorar son múltiples y dependen del tipo y tamaño de la organización; sin embargo, el elemento principal es el ancho de banda requerido y los costos asociados para la transmisión de algún servicio (voz, video, datos, multimedia, etc.), ya sea de forma alámbrica o inalámbrica. Otro de los elementos importantes son los estándares para redes de área local (LAN) como, por ejemplo, *Ethernet*. La función y características de las capas del modelo de referencia OSI proporcionan una guía útil de los diferentes elementos que se requieran valorar. Existen algunos modelos que ayudan a los responsables de proyectos a tomar decisiones para la adquisición de un equipo o proyecto considerando los costos totales y beneficios de su implantación, el modelo más utilizado es TCO (Costo Total de Propiedad), este modelo permite a las empresas analizar todos los costos directos e indirectos y los beneficios asociados con la adquisición, desarrollo, y uso de componentes de TIC durante el ciclo de vida de un producto, equipo o infraestructura.

La administración de la tecnología de telecomunicaciones consiste en: operar, monitorizar, mantener y controlar los elementos tecnológicos de una infraestructura para que funcione como fue diseñada de acuerdo a los objetivos de la organización y proporcione valor a los usuarios de la misma. La administración puede aplicarse a las redes informáticas y redes de telecomunicaciones. El NOC, Centro de Operaciones de la Red (*Network Operations Center*) es donde se efectúa la

recolección, procesamiento, análisis y visualización de la información de administración. La ISO (*International Standardization Organization*), Organización Internacional para la Estandarización, creó un comité para generar un modelo para la administración de una red, se compone de cuatro submodelos: organización, información, comunicación y funcionalidad. La administración se apoya en diversos protocolos con funciones específicas como: SNMP (*Simple Network Management Protocol*), CMIP (*Common Management Information Protocol*) y CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*).

Puede concluirse que la implantación es la etapa de un proyecto que pone en funcionamiento un servicio o producto que será integrado a una infraestructura nueva o ya existente. La implantación requiere considerar principalmente diversos aspectos como: los equipos de trabajo que la realizarán, planes de trabajo, pruebas, migración, puesta en operación y capacitación.

Bibliografía básica

Autor	Capitulo
Castro Lechtaler, Antonio (2013). Comunicaciones. Buenos Aires: Alfaomega,	736 pp.
Fitzgerald, Jerry (2003). Redes y comunicación de datos en los negocios [3ª ed.]. México: Limusa Wiley,	516 pp.
Tanenbaum, Andrew (2003). Redes de computadoras [4ª ed.]. México: Pearson Educación,	912 pp.
Press, Barry (2001). Redes con ejemplos. Buenos Aires: Prentice-Hall,	433 pp.

Bibliografía complementaria

Autor	Capítulo
Ford, Merilee (1998). Tecnologías de interconectividad de redes. México: Prentice-Hall,	736 pp.
Wayne, Tomasi (2003). Sistemas de comunicaciones electrónicas [4 ^a ed.]. México: Pearson Educación,	976 pp.
Black, Uyles (1992). Redes de computadoras, protocolos, estándares e interfaces [2 ^a ed.]. Madrid: Ra-Ma,	585 pp.
Kuhlmann, Federico (1996). Información y telecomunicaciones. México: Fondo de cultura económica,	137 pp.

Sitios de Internet

Sitio	Descripción
http://www.simon.com/la/company/press_releases/05-09-01_Costo.asp	Cálculo de TCO
http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/proyectos/admonredes/PHP/capitulo3.html#3.5	Protocolos de administración de redes
http://richard-project-management.blogspot.mx/2012/07/definicion-de-proyecto-segun-el-pmbok.html	PMBOK <i>Project Management</i>
http://www.advanced-ip-scanner.com/es/	<i>Software</i> de monitorización de redes
http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catcambiorg/material/clase20_08.pdf	Gestión de proyectos
http://www.bdigital.unal.edu.co/799/1/9910555_2009.pdf	Gestión de redes por medio de SNMP
http://redyseguridad.fi-p.unam.mx/pp/maru/labpracticas/Modelos_de_administracion_de_Red_2_1.pdf	Modelos de administración de redes



Facultad de Contaduría y Administración
Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia