



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN



**AUTOR: L. A. Salvador Meza Badillo**

**COAUTOR: L. I. Esmeralda Ivet Valencia Mendoza**

<b>TELECOMUNICACIONES I (Redes Locales)</b>		Clave: 1467
Plan: 2005		Créditos: 8
Licenciatura: Informática		Semestre: 4°
Área: Informática (Redes y Telecomunicaciones)		Asesoría: 2 h.
Requisitos: Ninguna		Por semana: 4 h.
Tipo de asignatura:	Obligatoria (x)	Optativa ( )

### Objetivo general de la asignatura:

Al finalizar el curso, el alumno contará con los conocimientos teóricos de los diferentes modelos de redes de cómputo y sus componentes, lo que le permitirá diseñar e implantar aplicaciones específicas.

### Temario oficial

**(64 horas sugeridas)**

1. Transmisión y comunicación de datos (16 h.)
2. Señales (16 h.)
3. Topología de redes (14 h.)
4. Protocolos de comunicación (18 h.)



## Introducción

El término **telecomunicación** fue definido por primera vez en la XIII conferencia de la UTI (Unión Telegráfica Internacional) y la III de la URI (Unión Radiotelegráfica Internacional) que se inició en Madrid el día 3 de septiembre de 1932. La definición aprobada del término fue: "Telecomunicación es toda transmisión, emisión o recepción, de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos".

Las telecomunicaciones modernas son un catalizador del desarrollo de las naciones y representan un elemento indispensable para el adecuado funcionamiento de las empresas e instituciones de un país.

La información 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.

Telecomunicaciones I se ha dividido en cuatro temas. En el **primero** 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) requeridas para el transporte de la información que en conjunto con los medios de transmisión y los equipos activos de red se logra la **transmisión y comunicación de datos**.

En el **segundo** 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.



En el **tercer** tema se dan a conocer las diferentes topologías físicas que son utilizadas en el diseño de las redes de datos de acuerdo a los medios de transmisión y a las necesidades de las empresas.

En el **cuarto** 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.



## **TEMA 1. Transmisión y comunicación de datos**

### **Objetivo particular**

Al culminar el aprendizaje del tema, te permitirá reconocer las características más importantes de los medios de transmisión. Asimismo describirás los principales estándares que existen para el transporte de la información.

### **Temario detallado**

#### 1.1. Guiados

- 1.1.1. Cable par trenzado
- 1.1.2. Cable coaxial
- 1.1.3. Fibra óptica

#### 1.2. No Guiados

- 1.2.1. Espectro electromagnético
- 1.2.2. Microondas terrestres
- 1.2.3. Microondas satelitales
- 1.2.4. Radiodifusión

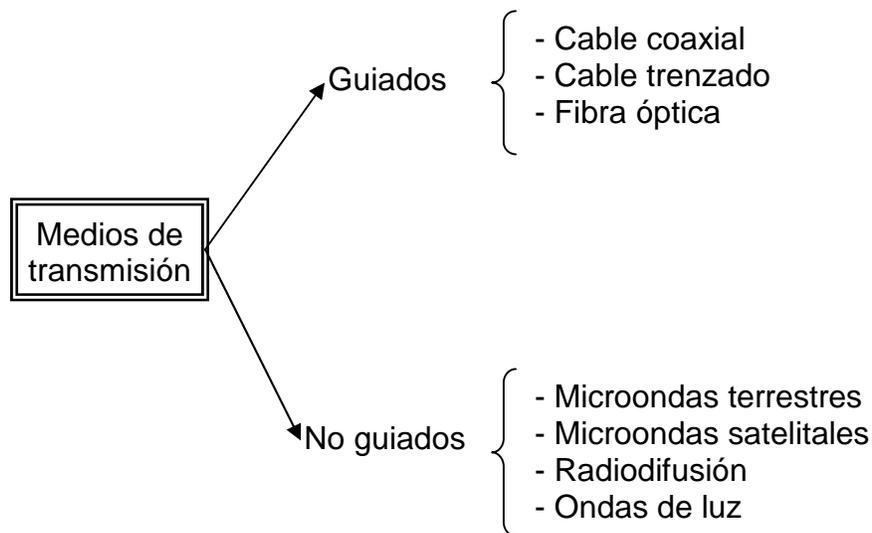
#### 1.3. Comunicación de datos

- 1.3.1. Ethernet
- 1.3.2. Fast Ethernet
- 1.3.3. Gigabit Ethernet
- 1.3.4. FDDI
- 1.3.5. X. 25
- 1.3.6. ISDN
- 1.3.7. Frame Relay
- 1.3.8. SONET/SDH
- 1.3.9. 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 aún 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:



**Figura 1.1. Clasificación general de los medios de transmisión**

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

### Tipo de red.

- Distancia.
- Costo de instalación del cable, conectores y accesorios.
- Estructura del edificio.
- Costo de mantenimiento.



- Ancho de banda (Cantidad de información que puede transmitirse por un medio).
- Grado de tolerancia a interferencias electromagnéticas.
- Atenuación (Pérdida de energía a lo largo de un cable).
  - Posibilidades de expansión.

## 1.1. 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.

### 1.1.1. Cable par trenzado<sup>1</sup>

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

Los cables de cobre más comunes en cableado estructurado son:

- STP, Shielded Twisted Pair
- UTP, Unshielded Twisted Pair
- FTP, Foil Twisted Pair

**1.- Apantallado (STP/ *Shielded Twisted Pair*):** Este tipo de cable se caracteriza porque cada par de conductores va recubierto por una malla conductora, esto le proporciona mayor calidad y protección ante perturbaciones

---

<sup>1</sup> Véase material en línea, disponible en < [http://es.wikipedia.org/wiki/Cable\\_de\\_par\\_trenzado](http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_de_par_trenzado)>, consultada el 14 de abril de 2008.



externas, tales como la radiación electromagnética y el ruido eléctrico causado por motores o aparatos de alta potencia, por lo que se puede utilizar en instalaciones de procesos de datos por sus buenas características contra las radiaciones electromagnéticas. Sus principales desventajas son: es un cable robusto, caro, difícil de instalar y requiere una configuración de interconexión a tierra para la protección de equipos.

**2.- No apantallado (UTP/ Unshielded Twisted Pair):** Es el cable más simple. En comparación con el apantallado éste es más barato, además de ser fácil de manipular y pesa poco. La desventaja de este tipo de cable es que cuando se somete a altas temperaturas no es tan resistente a las interferencias del medio ambiente.

Los servicios como Red de Área Local ISO 8802.3 (Ethernet) e ISO 8802.5 (Token Ring), telefonía digital, son algunos de los que puede soportar este tipo de cable.

Los organismos de normalización, como EIA/TIA, realizan una clasificación de ciertos tipos de cables a los cuales les otorga **categorías** que definen su capacidad (ancho de banda), atenuación y otros parámetros.

Categorías	Ancho de banda*	Velocidad ♦
1		100 kbps
2		4 Mbps
3	16 MHz	16 Mbps
4	20 MHz	20 Mbps
5	100 MHz	100 Mbps
5e	100 MHz	100 Mbps
6	250 MHz	1 Gps

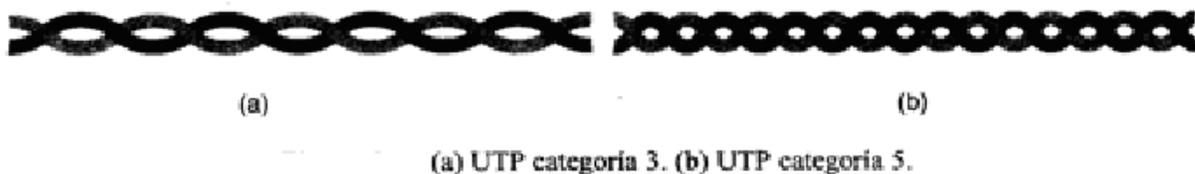
\* El hertz es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades y representa un ciclo por segundo en una señal. 1 MHz = 1 000 000 Hz

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



6A	500 MHz	10 Gbps
7	600 MHz	Superior a 10 Gbps

**Cuadro 1.1. Categorías del cable UTP, según EIA/TIA**



**Figura 1.2. Cable UTP (Unshielded Twisted Pair)**

**3.- Con pantalla global (FTP)** También llamado FUTP: Su precio es intermedio entre el del UTP y el del STP. En este tipo de cable sus pares, aunque no están apantallados, tienen una pantalla global (formada por una cinta de aluminio) que provoca una mejora en la protección contra interferencias externas.

Se suele utilizar para aplicaciones que se van a someter a una elevada interferencia electromagnética externa, ya que este cable tiene un gran aislamiento de la señal.

Una de las ventajas que tiene el FTP es que puede ser configurado en topologías diferentes, como son la de estrella y la de bus, además es de fácil instalación.

También tiene algunas desventajas como las siguientes: muestra gran sensibilidad al ruido y no soporta grandes velocidades de transmisión.

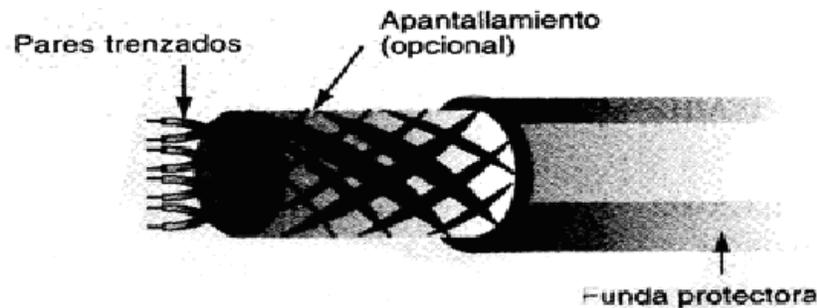


Figura 1.3. Estructura del cable FTP

### 1.1.2. Cable coaxial

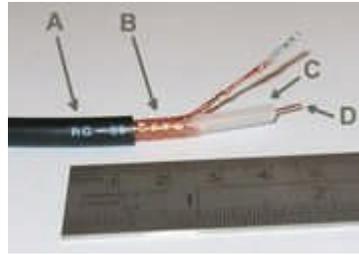
El cable coaxial<sup>2</sup> es un tipo de medio guiado esta formado por un núcleo de cobre (conductor interno) y un conductor exterior, en forma de tubo, rodeado de una malla trenzada de cobre o aluminio.

Existen múltiples tipos de cable coaxial, cada uno con un diámetro e impedancia diferentes. El cable coaxial no es habitualmente afectado por interferencias externas, y es capaz de lograr altas velocidades de transmisión en largas distancias. Por esa razón, se utiliza en redes de comunicación de banda ancha (cable de televisión) y cables de banda base (Ethernet).

#### Tipos de cables coaxiales:

- **RG-58/U:** Núcleo de cobre sólido.
- **RG-58 A/U:** Núcleo de hilos trenzados.
- **RG-59:** Transmisión en banda ancha (TV).
- **RG-60:** Mayor diámetro que el RG-59 y considerado para frecuencias más altas que este, pero también utilizado para transmisiones de banda ancha.
- **RG-62:** Redes ARCnet.

<sup>2</sup> Fitzgerald, Jerry. *Redes y Comunicación de Datos en los Negocios*. 3ª ed., Limusa Wiley, México, 2003. pp. 95-96.



A: cubierta protectora    B: malla de cobre  
C: aislante                D: núcleo de cobre

**Figura 1.4. Estructura del cable coaxial**

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cable\\_coaxial](http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_coaxial), consultado el 12 de agosto de 2008.

## Aplicaciones en redes Ethernet:

### 1. Cable Coaxial Delgado:

- Su especificación Ethernet es **10BASE-2**, es decir que proporciona una velocidad de transmisión de 10Mbps, utiliza transmisión en banda base y se puede llegar a tender hasta 185 metros.
- Es más fácil de instalar y resulta más barato que el coaxial grueso.
- Se pueden conectar hasta 30 nodos (equipos).
- Utiliza conectores **T** en cada nodo.

### 2. Cable Coaxial Grueso

- Su núcleo es más grande que el coaxial delgado.
- Su especificación ethernet es **10BASE-5**, es decir proporciona una velocidad de transmisión de 10Mbps, utiliza transmisión en banda base y se puede llegar a tender hasta los 500 metros.
- Es difícil de manejar y debe mantenerse un radio mínimo cuando se realizan curvas, debido al diámetro central del conductor central.
- Se pueden conectar hasta 100 nodos (equipos).
- Utiliza cables **AUI** (conector de 15 pines) por cada nodo lo que evita cortes en el cable.



### 1.1.3. Fibra óptica<sup>3</sup>

La fibra óptica es un filamento delgado de un material transparente, generalmente, vidrio. 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

- 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 de **reflexión** total interna.

La reflexión<sup>4</sup> ocurre cuando una onda luminosa incide sobre una superficie lisa que separa dos medios y es reemitida hacia la fuente

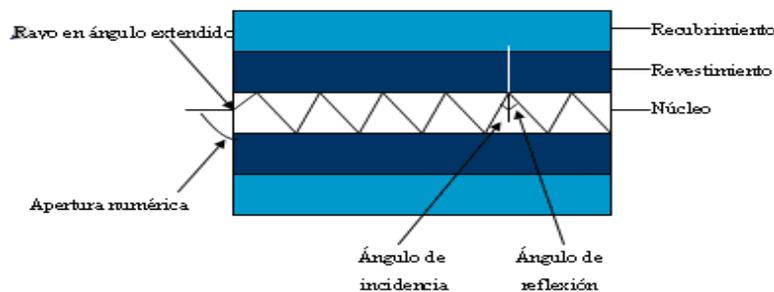


Figura 1.5. Estructura de la fibra óptica

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

<sup>3</sup> Wayne Tomasi,, *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, México, Pearson Educación, 2003. pp. 422-461.

<sup>4</sup> Véase < [http://es.wikipedia.org/wiki/Leyes\\_de\\_la\\_%C3%B3ptica#Principio\\_de\\_Huygens-Fresnel](http://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_de_la_%C3%B3ptica#Principio_de_Huygens-Fresnel) >, consultado el 16 de mayo de 2008.



### **Tipos de fibras ópticas:**

Clasificación de las fibras ópticas:

1. Por el diámetro del núcleo
2. Por su perfil de índice

### **Características de las fibras ópticas:**

- Atenuación
- Dispersión
- Ancho de banda
- Modulación

### **Sistemas ópticos:**

1. Conectores y empalmes
2. Fuentes y detectores de luz
3. Divisores ópticos
4. Amplificador óptico
5. Medición de potencia

### **Aplicaciones:**

- Telefonía urbana
- Red digital integrada
- Redes locales
- Industria

### **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 vidrio y plástico y son:

- 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:

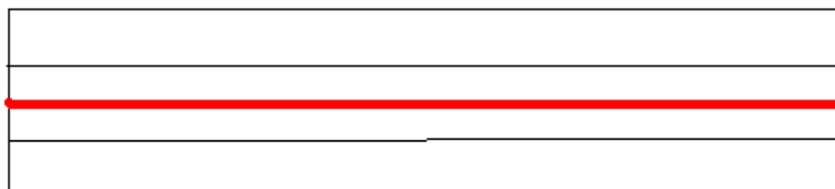
- Muy baja atenuación, lo que permite alcanzar grandes distancias sin necesidad de repetidor.
- Gran capacidad de información, ya sea en forma analógica o digital.
- Inmunidad contra interferencia electromagnética.
- Ligeras y compactas.

### **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 cable. Como se muestra en la figura 1.6.

Las fibras unimodo tienen un diámetro pequeño, alrededor de 8 ó 9 micras, en el que se puede transmitir un solo haz de luz.



**Figura 1.6. Fibra unimodo**

En las fibras multimodo pueden viajar varios haces de luz en forma simultánea, se emplean en casos de enlaces cortos de 2 ó 3 km., sin repetidores; redes locales de voz, video y datos.

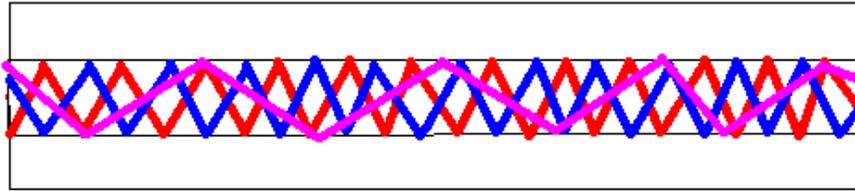


Figura 1.7. Fibra multimodo

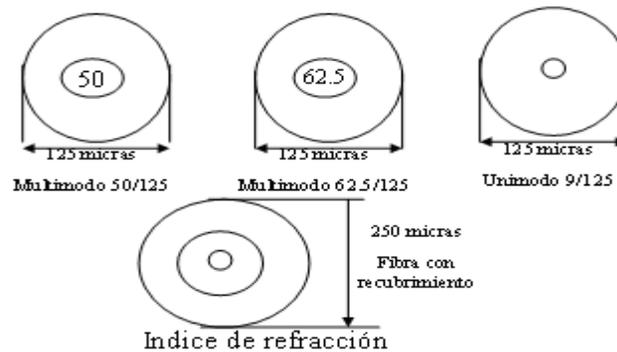
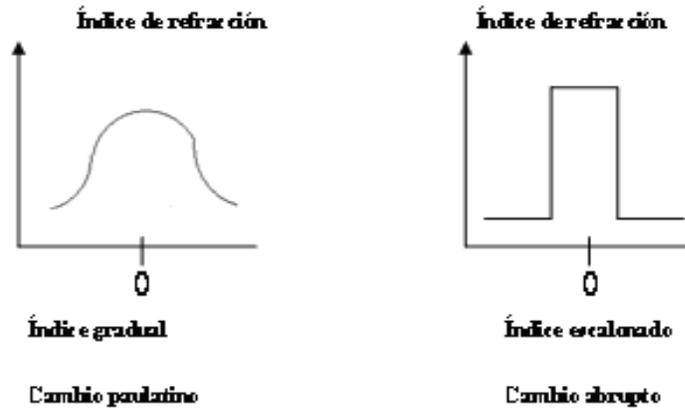


Figura 1.8. Tipos de fibras ópticas

## 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.



En las fibras MM para telecomunicaciones, el perfil es gradual y en las UM estándar es escalonado

Figura 1.9. Tipos de perfiles en fibras ópticas

#### Características de las fibras ópticas:

- **Atenuación.-** La principal ventaja que tienen las fibras para telecomunicaciones es la baja pérdida de potencia al transmitir información, lo que permite tener enlaces largos sin necesidad de repetidores.

- **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. De acuerdo con el tipo de dispersión encontramos:

a) *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.

- b) *Dispersión cromática*: La luz que se obtiene en un diodo luminoso (LED) o un diodo 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. En el cuadro 1.2 se muestran valores para las fibras multimodo más comunes.

La selección del ancho de banda se efectúa de acuerdo con las necesidades que deben cubrirse.

Longitud de onda en nm	Características de Transmisión en Fibras Ópticas				
	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

**Cuadro 1.2. Ancho de banda en fibras ópticas**

- **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.

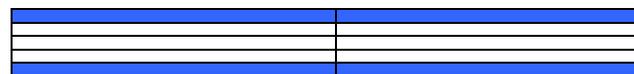
Orden	Velocidad	Capacidad en canales de voz
1º.	2,048 b/s	30
2º.	8,448 b/s	120
3º.	34 Mb/s	480
4º.	140 Mb/s	1,920
5º.	565 Mb/s	7,680
6º.	2,4 Gb/s	30,720
7º.	10 Gb/s	122,880

**Figura 1.10. Modulación**

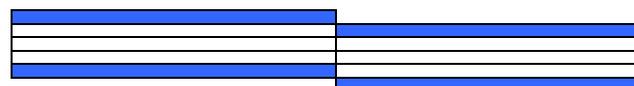
### **Sistemas ópticos:**

#### **1. Conectores y empalmes**

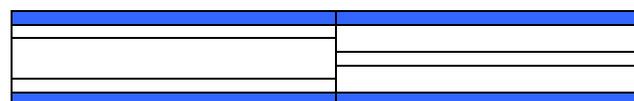
La conectividad es un complemento importante para los cables tanto ópticos como de cobre, pues se necesitan conectores en los extremos del enlace donde hay equipo activo. Los empalmes se usan para unir dos puntos de cable óptico, ya sea para reparar un daño o cuando se tiene un enlace que por su longitud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



**Empalme ideal**



**Empalme desalineado**



**Diferencia de núcleos**

**Figura 1.11. Sistemas ópticos**



## **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.

## **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.

## **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.



## **Aplicaciones:**

- **Telefonía urbana.-** 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.
  - **Red digital integrada.-** 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.
  - **Redes locales.-** 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.
- 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.

## **1.2. No Guiados**

### **Introducción**

Los medios no guiados o sin cable son los que no confinan las señales mediante ningún tipo de cable, sino que las señales se propagan libremente a través del medio; los más importantes son el aire y el vacío. 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.

La transmisión y recepción se realiza por medio de antenas y su configuración puede ser direccional y omnidireccional. En la direccional, la antena transmisora emite la energía electromagnética concentrándola en un haz, por lo que las antenas emisora y receptora deben estar alineadas.

En la omnidireccional, la radiación se hace de manera dispersa, emitiendo en todas direcciones, en este caso la señal puede ser recibida por varias antenas. Generalmente, cuanto mayor es la frecuencia de la señal transmitida es más factible confinar la energía en un haz direccional.

La propagación de las ondas electromagnéticas por el espacio libre se le conoce como **propagación de radiofrecuencia (RF)**, o radio propagación.

Según el rango de frecuencias de trabajo, las transmisiones no guiadas se pueden clasificar en tres tipos: **radio, microondas y luz (infrarrojos/láser)**.

### 1.2.1. Espectro electromagnético <sup>5</sup>

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 "Los rayos Gamma."

Longitud de onda	Frecuencia	Energía		
<b>Radio</b>	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

<sup>5</sup> < [http://www.unicrom.com/Tel\\_espectroelectromagnetico.asp](http://www.unicrom.com/Tel_espectroelectromagnetico.asp) > consultado el 16 de abril de 2008.



<b>Microondas</b>		< 30 cm	> 1.0 Ghz	> 1.99 e-24 J
<b>Infrarrojo</b>	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
<b>Luz Visible</b>		< 780 nm	> 384 Thz	> 255 e-21 J
<b>Ultravioleta</b>	Cercano	< 380 nm	> 789 Thz	> 523 e-21 J
	Extremo	< 200 nm	> 1.5 Phz	> 993 e-21 J
<b>Rayo X</b>		< 10 nm	> 30.0 Phz	> 19.9 e-18 J
<b>Rayos Gamma</b>		< 10 pm	> 30.0 Ehz	> 19.9 e-15 J

Figura 1.12. Espectro electromagnético

### Radiofrecuencias

El término **radiofrecuencia**, también denominado **espectro de radiofrecuencia**<sup>6</sup> o **RF**, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre los 3 Hz y menor a los 300 GHz.

Básicamente se trata de la utilización de las ondas electromagnética y su propagación o transmisión en el espacio para lograr enlaces de telecomunicaciones, para poder transmitir señales inteligentes (datos, voz, video, imágenes fijas).

Nombre	Abreviatura inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de onda
			Inferior a 3 <a href="#">Hz</a>	> 100.000 <a href="#">km</a>
Extra baja frecuencia <i>Extremely low frequency</i>	ELF	1	3-30 Hz	100.000 km – 10.000 km
<a href="#">Super baja frecuencia</a> <i>Super low frequency</i>	SLF	2	30-300 Hz	10.000 km – 1000 km
<a href="#">Ultra baja frecuencia</a> <i>Ultra low frequency</i>	ULF	3	300–3000 Hz	1000 km – 100 km
<a href="#">Muy baja frecuencia</a> <i>Very low frequency</i>	VLF	4	3–30 <a href="#">kHz</a>	100 km – 10 km
<a href="#">Baja frecuencia</a> <i>Low frequency</i>	LF	5	30–300 kHz	10 km – 1 km
<a href="#">Media frecuencia</a> <i>Medium frequency</i>	MF	6	300–3000 kHz	1 km – 100 <a href="#">m</a>
<a href="#">Alta frecuencia</a> <i>High frequency</i>	HF	7	3–30 <a href="#">MHz</a>	100 m – 10 m
<a href="#">Muy alta frecuencia</a> <i>Very</i>	VHF	8	30–300 MHz	10 m – 1 m

<sup>6</sup> Véase, < <http://es.wikipedia.org/wiki/Radiofrecuencia> > consultado el 16 de abril de 2008.



<i>high frequency</i>				
<a href="#">Ultra alta frecuencia</a> <i>Ultra high frequency</i>	UHF	9	300–3000 MHz	1 m – 100 <a href="#">mm</a>
<a href="#">Super alta frecuencia</a> <i>Super high frequency</i>	SHF	10	3-30 <a href="#">GHz</a>	100 mm – 10 mm
<a href="#">Extra alta frecuencia</a> <i>Extremely high frequency</i>	EHF	11	30-300 GHz	10 mm – 1 mm
			Por encima de los 300 GHz	< 1 mm

**Figura 1.13. Espectro de radiofrecuencia**

### 1.2.2 Microondas terrestres

Las microondas son ondas de radio generadas a frecuencias muy altas a través de un tubo oscilador llamado magnetrón, las microondas obtienen longitudes que van de los 100 centímetros a un milímetro. Se utilizan en la radiodifusión, radiotelegrafía, televisión, satélites; tienen aplicaciones en intervenciones quirúrgicas, laboratorios de física, hornos de uso industrial y doméstico, combaten plagas, etcétera. El uso principal de este tipo de transmisión se da en las telecomunicaciones de largas distancias, se presenta como alternativa del cable coaxial o la fibra óptica.

La emisión de microondas para telecomunicaciones 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; se enfocan en haces direccionales, pueden reflejarse en aviones, naves marítimas, patrullas de policía, carros de bomberos y otros objetos. Utilizan repetidoras para reforzar las señales periódicamente. Comúnmente se emplean dos y cuatro antenas en cada estación para recepción y retransmisión.

Las principales aplicaciones de un sistema de microondas terrestre son las siguientes:

- Telefonía básica (canales telefónicos)
- Datos
- Telégrafo/Tele/Facsimile



- Canales de Televisión
- Video
- Telefonía Celular (entre troncales)

La comunicación por microondas en línea recta a través de la atmósfera terrestre puede ser confiable hasta distancias de más de 50 kilómetros.

### 1.2.3. Microondas satelitales <sup>7</sup>

Las microondas satelitales lo que hacen básicamente, es retransmitir información, se usa como enlace entre dos o más transmisores/receptores terrestres, denominados estaciones base. El satélite funciona como un espejo sobre el cual la señal rebota, su principal función es la de amplificar la señal, corregirla y retransmitirla a una o más antenas ubicadas en la tierra.

Las ventajas de utilizar satélites de comunicaciones radica en que eluden las barreras naturales, permiten planear su uso a requerimientos reales, acortan los tiempos de instalación y complementan las redes terrestres para transmisiones internacionales, posibilitando el cubrimiento total de la tierra. Con ellos se pueden establecer transmisiones con equipo móvil desde puntos geográficos donde no existe infraestructura para telecomunicaciones.

Es común ver que cuando ocurre un acontecimiento relevante en cualquier parte del mundo, inmediatamente se desplazan plataformas móviles llevando antenas parabólicas y equipo de transmisión, que envían señales para televisión de determinado fenómeno en vivo a todos los rincones de la tierra.

Los **satélites de órbita elíptica** (*high earth orbit*, HEO) fueron los primeros satélites diseñados especialmente para comunicaciones. Se desplazan a diferente velocidad de la tierra, y se alejan y acercan a ella en diferentes momentos. Tardan 12 horas en completar una revolución y ofrecen mejores

---

<sup>7</sup>< <http://aldanatelecom.galeon.com/> > consultado el 11 de agosto 2008.



condiciones de uso en las telecomunicaciones cuando su altitud es de 40 mil kilómetros.

Los **satélites geoestacionarios** (*geosynchronous earth orbit*, GEO) se ubican sobre el ecuador a 36 mil kilómetros de la tierra y viajan a su misma velocidad (de ahí su nombre de síncronos), por lo que parecen estar estacionados o inmóviles y completan su recorrido en 24 horas. Tienen un área de cobertura aproximada de ocho mil kilómetros que proporciona una capacidad visual hasta de una tercera parte de la tierra.

Otra generación de satélites son los de **órbita terrestre baja** (*low earth orbit*, LEO). Estos han provocado serias controversias sobre todo con los consorcios y países que tienen satélites GEO para comunicaciones, pues aducen que sus objetivos no están bien definidos y entrarán a hacerles una fuerte competencia sobre todo por los bajos costos que están manejando en comparación con los GEO.

Los LEO se ubican a una altitud entre 900 y 1300 kilómetros y son no geoestacionarios, o sea, registran una velocidad distinta a la de rotación de la tierra. Su área de cobertura terrestre es de un radio promedio de 5,500 kilómetros, por lo que tienen que colocarse muchos microsátélites con trayectorias diferentes para brindar cobertura local, regional y mundial. Dado que los satélites LEO, (que admiten en frecuencias inferiores a un gigahertz), necesitan estaciones terrenas sencillas, terminales portátiles, así como antenas y fuentes de poder reducidas, (a diferencia de los geoestacionarios que requieren infraestructura terrena pesada), permiten una gran flexibilidad en su uso, pues pueden aprovecharse varias decenas de microsátélites de acuerdo a las necesidades de cobertura o servicio.



#### 1.2.4. Radiodifusión

Radiodifusión es un servicio de comunicaciones electrónicas que se destina a la emisión unilateral (de punto a multipunto) de información sonora, de televisión o de otra índole, con el objetivo de ser recibida directamente por el público en general.

Existen dos tipos fundamentales de radiodifusión con gran importancia para determinar la cobertura que ofrecen sus servicios: la radiodifusión terrestre y la radiodifusión por satélite.

La información transportada se transmite mediante ondas electromagnéticas propagadas por el espacio, sin guía artificial, utilizando frecuencias comprendidas en el *Dominio Público Radioeléctrico* (DPR) cuyo rango va de 9 KHz a 3 THz.

### 1.3. Comunicación de datos

#### Introducción

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.

#### 1.3.1. Ethernet<sup>8</sup>

La IEEE “Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos”<sup>9</sup> ha estandarizado varias de las redes de área local y de área metropolitana, entre las que se encuentran ethernet.

---

<sup>8</sup> Andrew Tannenbaum., *Redes de computadoras*, México, Prentice-Hall., 2003. pp. 271-292.

<sup>9</sup> IEEE “Institute of Electrical and Electronics Engineers” es una asociación técnico-profesional fundada en 1884 que fomenta la innovación tecnológica y estandariza en diversas áreas de la ingeniería, tecnología biomédica y telecomunicaciones.< [http://www.ieee.org.mx/IEEE\\_-\\_Historia.html](http://www.ieee.org.mx/IEEE_-_Historia.html)>,consultado el 14 de agosto 2008.



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.

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
<b>Colisión temprana:</b>	Esta 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.
<b>Colisión tardía</b>	No es normal, ocurre porque el cableado está en mal estado o no se cumple con las especificaciones de los estándares de cableado estructurado y ocurre después de los 512 bits de la trama. <sup>10</sup> 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"

<sup>10</sup>. Véase.: Andrew Tannenbaum, op. cit, pp. 38-39.



**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 <sup>11</sup>

NOMBRE	CABLE	SEG. Máx.	NODOS/seg	VENTAJAS
10Base5	Coaxial grueso	500m	100	Cable original; ahora obsoleto
10Base2	Coaxial delgado	185m	30	No se necesita concentrador
10Base-T	Par trenzado	100m	1024	Sistema más económico
10Base-F	Fibra óptica	2000m	1024	Mejor entre edificios

**Cuadro 1.3. Los tipos más comunes de cableado ethernet**

### Características de Ethernet

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

<sup>11</sup> Véase *ibid.*, p. 271.



### 1.3.2. 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 nseg<sup>12</sup> a 10 nseg. 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 <sup>13</sup>

NOMBRE	CABLE	SEGMENTO MAXIMO	VENTAJAS
100Base-T4	Par trenzado	100m	Utiliza UTP categoría 3
100Base-TX	Par trenzado	100m	Duplex total a 100 Mbps (UTP cat 5)
100Base-FX	Fibra óptica	2000m	Duplex total a 100Mbps; distancias largas

**Cuadro 1.4. Cableado *Fast ethernet***

#### 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., MII

<sup>12</sup> Un nanosegundo es "la milmillonésima parte de un segundo, 10<sup>-9</sup>".  
<<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanosegundo>>, consultado el 18 de abril de 2008.

<sup>13</sup> Andrew Tannenbaum, op. cit.,p. 284.



Modo de flujo: Full Duplex  
Codificación: NRZI, MLT-3, 4B5B, 8B6T

### 1.3.3. 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.

Algunas características de Gigabit Ethernet son:

- Soporta dos modos de funcionamiento: duplex total y semiduplex.
- Utiliza el método de CSMA/CD.
- Soporta diferentes medios de transmisión guiados: cable par trenzado UTP y fibra óptica unimodo y multimodo, con distintos valores máximos en las distancias.

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

- 1000Base-SX: utiliza fibra multimodo, a una longitud de onda de 850nm (nanómetros).<sup>14</sup>
- 1000Base-LX: utiliza fibra unimodo y multimodo, una longitud de onda 1300nm (nanómetros).
- 1000Base-CX: utiliza cable par trenzado de cobre (STP).
- 1000Base-T: utiliza cable par trenzado de cobre (UTP) categorías 5e y 6.

#### Cableado para Gigabit Ethernet<sup>15</sup>

NOMBRE	CABLE	SEGMENTO MÁXIMO	VENTAJAS
1000BASE-SX	Fibra óptica	550m	Fibra multimodo (50, 62.5 micras)
1000BASE-LX	Fibra óptica	5000m	Sencilla (10u ) o

<sup>14</sup> El **nanómetro** es "la unidad de longitud que equivale a una milmillonésima parte de un metro. Comúnmente utilizada para medir la longitud de onda de la radiación ultravioleta, radiación infrarroja y la luz". Fuente: < <http://es.wikipedia.org/wiki/Nanometro>>, consultado el 19 de abril de 2008.

<sup>15</sup> Andrew Tannenbaum, op. cit.,p. 288.



			multimodo (50, 62.5u)
1000BASE-CX	2 pares STP	25m	Cable de par trenzado blindado
1000BASE-T	4 pares de UTP	100m	UTP categoría 5 estándar

**Cuadro 1.5. Cableado Gigabit ethernet**

## Características de Gigabit Ethernet

Velocidad:	1000 Mbps.
Costo:	Depende de necesidades
Estándar:	802.3
Protocolo de acceso al medio (MAC):	CSMA/CD
Topología de cableado:	Estrella
Tipo de cableado:	UTP; Fibra óptica
Modo de flujo:	Full duplex
Codificación:	8B/10

### 1.3.4. 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

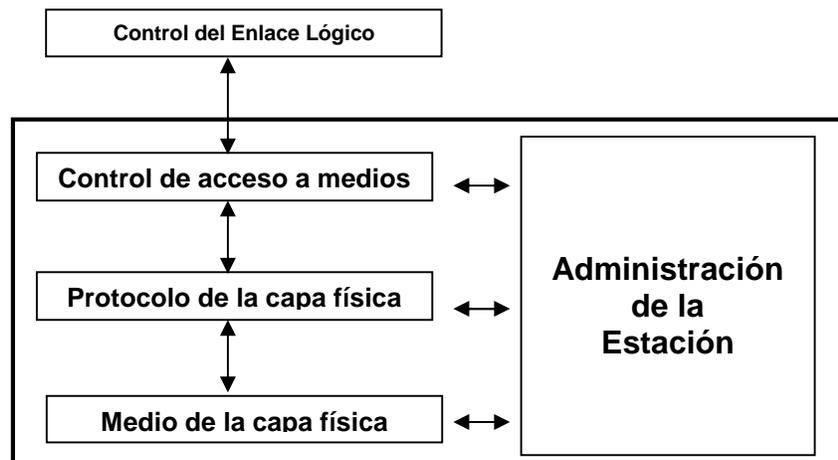


Figura 1.14. Especificaciones FDDI

La función de cada componente de FDDI se describe a continuación:

**MAC:** (*Media Access Control*) Control de acceso al medio, define cómo se accede al medio de transmisión. Su función es la programación y transferencia de datos hacia y desde el anillo FDDI, generación y verificación de control de tramas (*FCS Frame Check Sequences*), manejo de la estafeta, direccionamiento de las estaciones, ruteo de datos, algoritmos para el cálculo de errores (*CRC Cyclical Redundancy Checking*) y mecanismos de recuperación de errores.

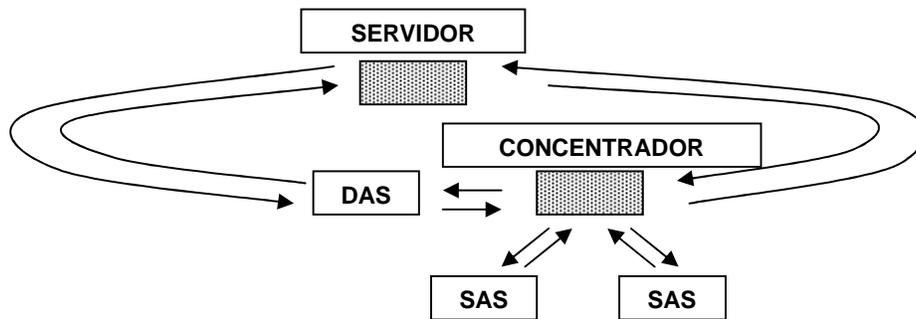
**PHY:** (*Physical Layer Medium Independent*) Protocolo de la capa física, define los procedimientos de codificación/decodificación de las señales y su sincronización, temporización y entramado.



**PMD:** (*Physical Layer Medium Dependent*) Protocolo dependiente del medio físico, define las características y especificaciones de los medios de transmisión; fibra óptica unimodo o multimodo, así como cables de cobre STP o UTP, distancias de los enlaces, potencias, tasas de error, componentes ópticos y conectores físicos.

**SMT:** (*Station Management*) Administración de las estaciones, define la configuración de las estaciones de FDDI, configuración del anillo, inicialización, aislamiento, detección y recuperación de fallas, así como las estadísticas del tráfico de datos.

### Tipos de conexión a las estaciones FDDI



**Figura 1.15. Esquema de conexión FDDI**

### Tipos de nodos de FDDI:

El anillo principal es el que transporta los datos, el anillo secundario actúa como respaldo en caso de falla del anillo principal.

**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 permiten conectar múltiples estaciones u otros concentradores al anillo FDDI. Extiende el anillo primario y algunas veces el secundario.

### **Tolerancia a fallas de FDDI:**

‘Tolerancia a fallas en una red’ significa que si existe una falla en uno de sus componentes, esta 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
- Front-end



➤ Backbone

- **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 usadas en edificios abarcando 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):	Token passing
Topología de cableado:	Anillo doble
Tipo de cableado:	F.O.
Modo de flujo:	Full duplex
Codificación:	4B5B

### 1.3.5. X.25<sup>16</sup>

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.

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

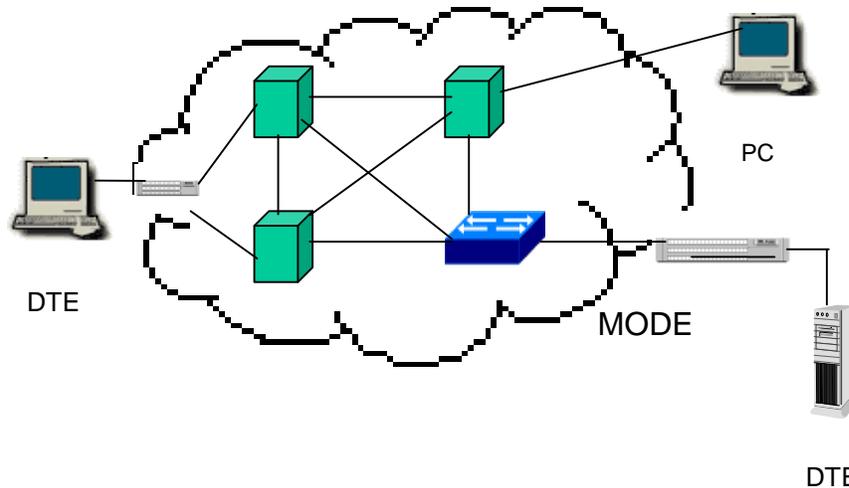
- DTE (Equipo Terminal de Datos)
- DCE (Equipo de Comunicación de Datos)
- PSE (Intercambio de Conmutación de Paquetes).

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* realizan las comunicaciones en la red y ofrecen la interfase entre los dispositivos DTE y PSE. Los **PSE** son *switches* que complementan la infraestructura de transporte de datos de las

<sup>16</sup> Merilee Ford, *Tecnologías de interconectividad de redes*, México, Prentice-Hall, 1998. pp. 197-207.



empresas telefónicas, los PSE transfieren datos de un dispositivo DTE a otro, a través de la PSN (*Packet Switching Networks*) de X.25.



**Figura 1.16. Componentes de una red 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.

#### **Ensamblador/Desensamblador de Paquetes (PAD)**

PAD es un dispositivo que comúnmente se encuentra en las redes X.25, se ubica entre un dispositivo DTE y un dispositivo DCE; desempeña tres funciones principales:



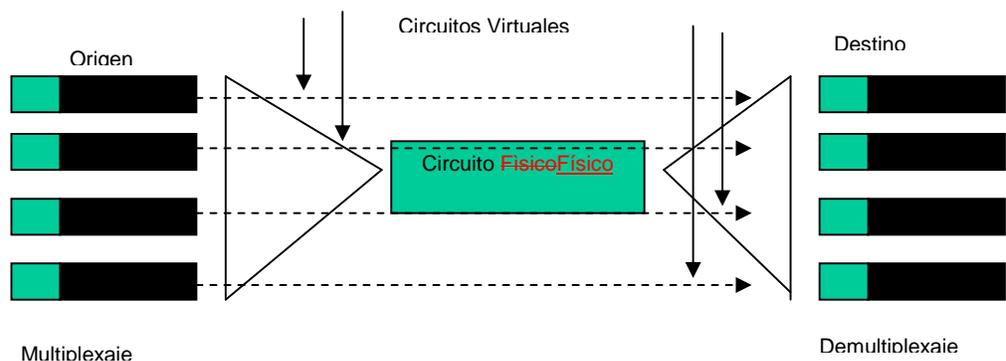
- Almacenamiento
- Ensamblado
- Desensamblado de paquetes, el PAD almacena datos enviados hacia o desde el dispositivo DTE, ensambla datos salientes en paquetes y los envía al dispositivo DCE. (Esto incluye la adición de un encabezado de X.25); por último, el PAD desensambla los paquetes entrantes antes de enviar los datos hacia el DTE. (Esto incluye eliminar el encabezado X.25).

### **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.



**Figura 1.17. Múltiplexación en un solo circuito**

### 1.3.6. ISDN<sup>17</sup>

**ISDN** (Red Digital de Servicios Integrados) se compone de los servicios de telefonía digital y transporte de datos que ofrecen las compañías regionales de larga distancia. 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:**<sup>18</sup>

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

- Canal A: 4 KHz (tradicional)
- Canal B: 64 Kbps.
- Canal D: 16 o 64 Kbps.
- Canales H:
- Canal H0: a 384 Kbps (6 canales B)

<sup>17</sup> < <http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/isdn.html>> consultado el 28 de abril de 2008.

<sup>18</sup> < <http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/isdn.html>> consultado el 28 de abril de 2008.



- 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 EEUU, 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.

### Tipos de servicio ISDN

Se clasifican de acuerdo con los grupos de canal que se forman como:

- estructura de canal básico (BRI)
- estructura de canal primario (PRI)

### Componentes de ISDN

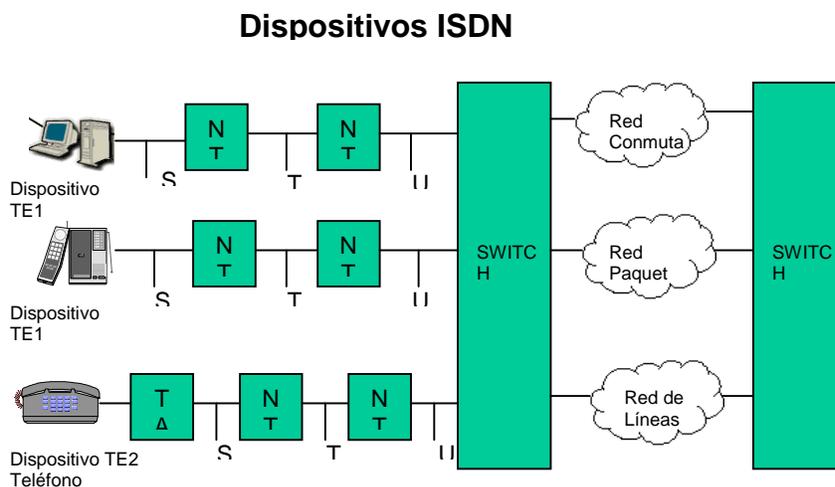


Figura 1.18. Red ISDN



### 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 en ISDN:

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

**Circuit-switched**: este utiliza el canal B para datos de usuario y el canal D para señalización.

**Conexión semipermanente**: es una conexión determina por un periodo de tiempo establecido por el administrador.

**Packet-switched**: sobre canal B: la implementación de este servicio 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 HO: 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 optica
Modo de flujo:	Full duplex



### 1.3.7. Frame Relay<sup>19</sup>

**Frame Relay**<sup>20</sup> o (*Frame-mode Bearer Service*) “es una técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas, introducida por la ITU-T a partir de la recomendación I.122 de 1988”.

*Frame Relay* es un protocolo WAN de alto desempeño que opera en la capa física y de enlace del modelo de referencia de OSI, basada en la conmutación de tramas, **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.

#### **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 tramas.
- 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:

- ANSI T.606, ITU-T 1.233 (Descripción del servicio). Especifica el protocolo de salida de los servicios, examina la administración de la conexión con el usuario.

<sup>19</sup> Véase, Merilee Ford, op. cit., p 135-149.

<sup>20</sup> <[http://es.wikipedia.org/wiki/Frame\\_Relay](http://es.wikipedia.org/wiki/Frame_Relay)> consultado el 21 de abril de 2008.



- ANSI T.618, ITU-T Q922 (Transferencia de datos). La transferencia de datos: describe los aspectos centrales del formato de la trama, y define los diferentes campos de la trama.
- ANSI T.617, ITU-T Q.933 (Señalización). La señalización establece el protocolo para establecer la conexión de frame relay virtual y provee un medio para la información de los usuarios con los circuitos virtuales permanentes a las fallas y reconexiones.

### Dispositivos Frame Relay

Los dispositivos conectados a una WAN Frame Relay caen dentro de una de las dos categorías generales: 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, algunos ejemplos de estos dispositivos son: Terminales, computadoras personales, ruteadores, puentes, etc.

Los DCE son dispositivos de interconectividad de redes propiedad de la compañía 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 WAN.

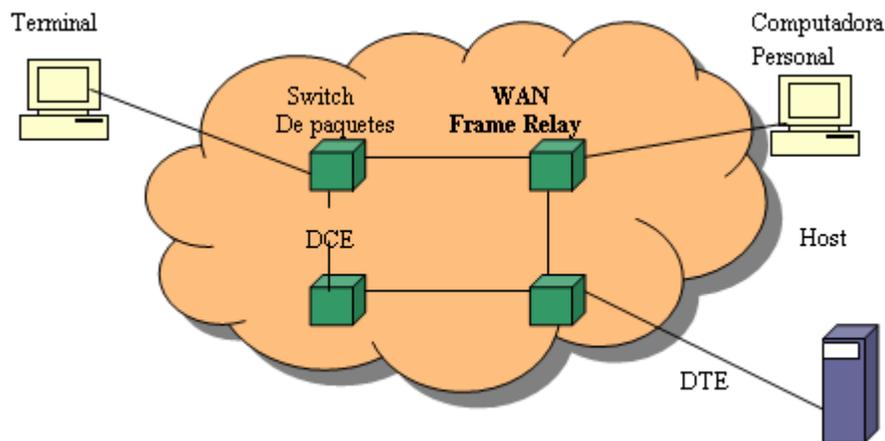


Figura 1.19. Dispositivos Frame Relay



## **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: SVCs (Circuitos Virtuales Conmutados) y PVCs (Circuitos Virtuales Permanentes).

## **Circuitos virtuales conmutados**

Los SVCs son conexiones temporales que se utilizan en situaciones donde se requiere solamente de una transferencia de datos 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:

- **Establecimiento de la llamada.** Se establece el circuito virtual a través de dos dispositivos DTE Frame Relay.
- **Transferencia de datos.** Los datos se transmiten entre los dispositivos DTE a través del circuito virtual.
- **Ocioso.** La conexión entre los dispositivos DTE aún está activa, sin embargo no hay transferencia de datos. Si un SVC permanece en



estado ocioso por un estado definido de tiempo, la llamada puede darse por terminada.

- **Terminación de la llamada.** Se da por terminado el circuito virtual entre los dispositivos DTE.

Una vez finalizado 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 SVCs; por lo tanto, su utilización real es mínima en las redes Frame Relay actuales.

### **Circuitos virtuales permanentes**

Los PVCs 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 SVCs.

Los PVCs siempre operan 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 SVCs, los PVCs 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 manera permanente.



## Identificador de conexión de enlace de datos<sup>21</sup>

Los circuitos virtuales Frame Relay se identifican a través de los DLCIs (Identificadores de Conexión de Enlace de Datos). Normalmente los valores de DLCI son asignados por el proveedor del servicio Frame Relay (en su caso, la compañía telefónica). Los DLCIs Frame Relay tienen un significado local, lo que significa que los valores en sí mismos no son únicos en la WAN Frame Relay; por ejemplo, dos dispositivos DTE conectados a través de un circuito virtual, pueden usar valor diferente de DLCI para hacer referencia a la misma conexión.

La figura 1.20 muestra cómo se puede asignar a un solo circuito virtual un valor DLCI diferente en cada extremo de la conexión.

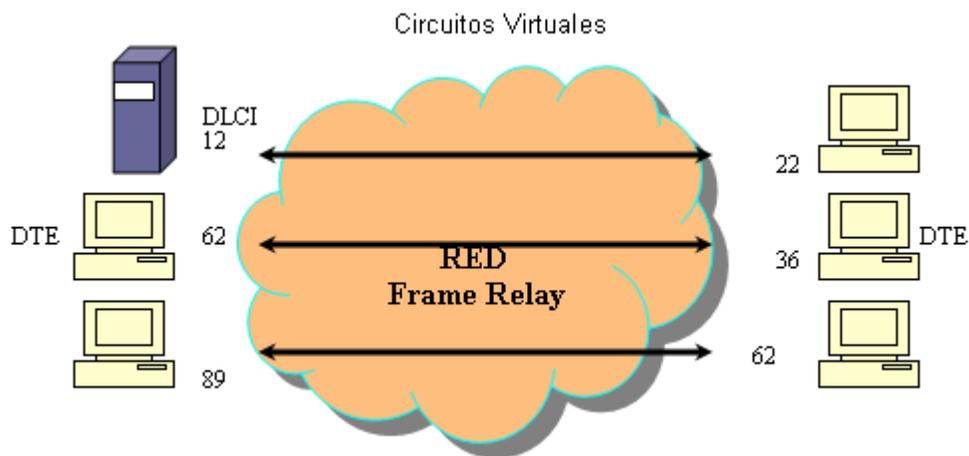


Figura 1.20. Circuitos virtuales

## Mecanismos de control de saturación

El Frame Relay reduce el gasto indirecto de la red, al emplear mecanismos simples de notificación de saturación en l/una red, más que un control de flujo explícito por cada circuito virtual. En general Frame Relay se implemente sobre medios de transmisión de red confiables para no sacrificar la integridad de los datos, ya que el control de flujo se puede realizar por medio de protocolos de las capas superiores.

## Mecanismos de notificación de saturación:

<sup>21</sup> Vease Merilee Ford, op. cit., p. 140.



- FECN (Notificación de la Saturación Explícita Hacia Adelante).
- BECN (Notificación de la Saturación Explícita Hacia Atrás).

Tanto FECN como BECN son controlados por un solo bit incluido en el encabezado de la trama Frame Relay. Este también contiene un bit DE (Elegibilidad para Descarte), que se utiliza para identificar el tráfico menos importante que se puede eliminar durante periodos de saturación.

### **Verificación de errores en Frame Relay**

Frame Relay Utiliza un mecanismo para la verificación de errores conocidos como “Verificación de Redundancia Cíclica” (CRC). El CRC compara dos valores calculados para determinar si se han presentado errores durante la transmisión del origen al destino. Frame Relay disminuye el gasto indirecto al implementarse la verificación de errores más que su corrección. Frame Relay por lo general se implementa en medios confiables de transmisión de red, por lo que la integridad de los datos no se sacrifica si la corrección de un error se deja a los protocolos de las capas superiores que operan en la parte más alta del Frame Relay.

### **Implementación de la red 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 **T1**<sup>22</sup> 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.

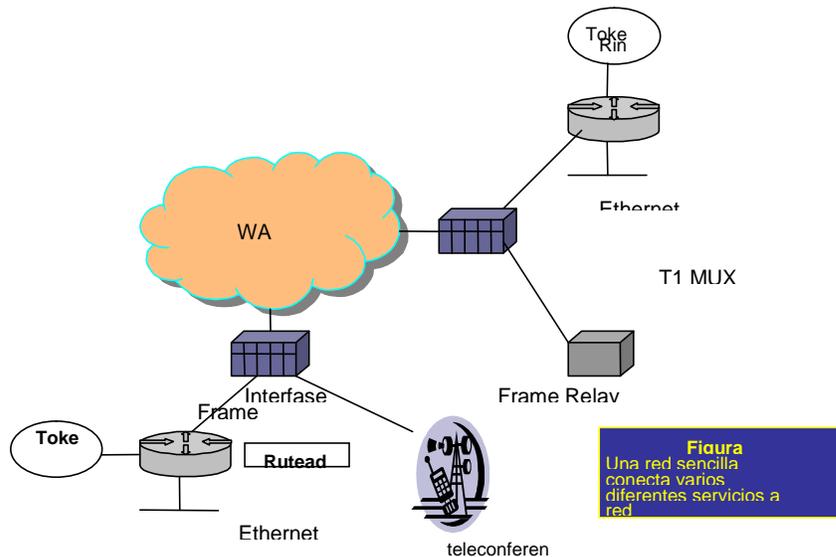
Una red Frame Relay típica consta de varios dispositivos DTE, que pueden ser ruteadores, conectados hacia puertos remotos de un equipo multiplexor vía servicios tradicionales punto a punto, como T1, T1 fraccional o circuitos de 56 k.

---

<sup>22</sup> T1: “Canal de alta velocidad para la transmisión digital de datos”. Fuente:<  
[http://weblearner.info/?page\\_id=14](http://weblearner.info/?page_id=14)> consultado el 30 de abril de 2008.



Frame Relay se implementa en **redes públicas**, en la que se cobra a los suscriptores sólo el uso que se haga de la red, y **en redes privadas empresariales** en la que el cliente es el dueño de toda la infraestructura (equipo, conmutación, administración, mantenimiento, etc.).



**Figura 1.21. Red Frame Relay**

### 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



### 1.3.8. SONET/SDH

**SONET** (*Synchronous Optical Network*): Es un estándar para el transporte de telecomunicaciones basada en redes de fibra óptica. Las capacidades de las redes de datos han sobrepasado a las capacidades de las redes de voz. Conforme crece Internet y sus aplicaciones, también lo hace la demanda de conectividad y velocidades más rápidas, en respuesta a esto surgieron los estándares **SONET** (*Synchronous Optical NETWORK*) y **SDH** (*Synchronous Digital Hierarchy*), los cuales continúan hoy día creciendo y evolucionando.

#### Algunas características de SONET:

- El medio de transmisión es la fibra óptica.
- SONET fue creado para establecerse como norma americana y canadiense.
- SDH fue creado por los europeos.
- Transmiten la mayoría de las señales de red en existencia.
- Se puede utilizar en: *backbone* (infraestructura principal), redes LAN y *carriers* (proporcionan acceso a Internet a alta velocidad).

#### Velocidades SONET:<sup>23</sup>

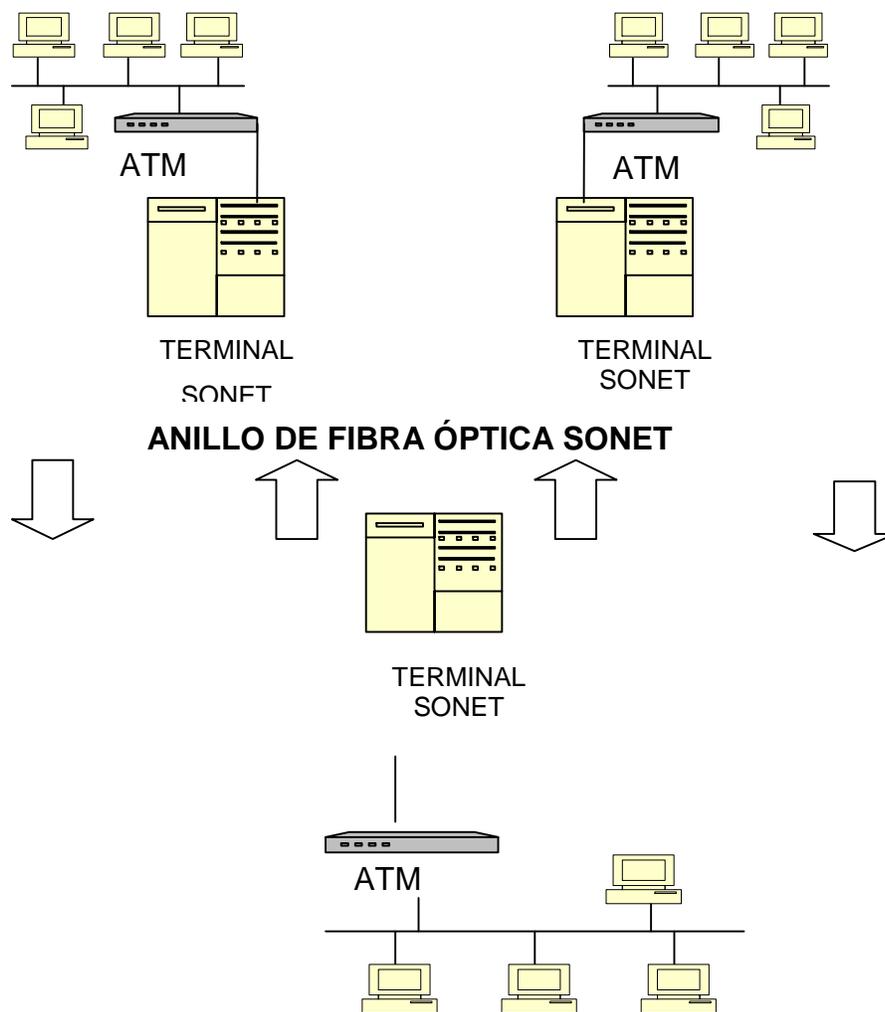
Señal eléctrica	Portadora óptica	Velocidad binaria (Mbps)	Equivalencia SDH
STS-1	OC-1	51,84	-
STS-3	OC-3	155,52	STM-1
STS-9	OC-9	466,56	-
STS-12	OC-12	622,08	STM-4
STS-18	OC-18	933,12	-
STS-24	OC-24	1244,16	-
STS-36	OC-36	1866,24	-
STS-48	OC-48	2488,32	STM-16

<sup>23</sup> <<http://es.wikipedia.org/wiki/SONET>> consultado el 30 de abril de 2008.



STS-96	OC-96	4976,64	-
STS-192	OC-192	9953,28	STM-64
STS-256	OC-256	13271,04	-
STS-384	OC-384	19906,56	-
STS-768	OC-768	39813,12	STM-256
STS-1536	OC-1536	79626,24	-
STS-3072	OC-3072	159252,48	-

**Cuadro 1.6. Señales y velocidades binarias SONET**



**Figura 1.22. Red Sonet**



## Aplicaciones de SONET<sup>24</sup>

### ***Integrated Optical Service***

El servicio óptico integrado combina la técnica denominada multiplexación por división de longitud de onda (DWDM), SONET y de paquetes en una sola red que admite aplicaciones de multiplexación por división de tiempo (TDM), Ethernet, almacenamiento, video y sistema central. Con la ayuda de nodos multiplexores ópticos modulares reconfigurables (ROADM), este servicio ofrece las últimas innovaciones en tecnología óptica de red.

### ***Dedicated SONET Ring (DSR)***

El servicio de anillo SONET dedicado 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***

El anillo de longitud de onda dedicado 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 supervivencia que permite añadir y retirar servicios y canales en cada ubicación.

#### **1.3.9. ATM**

ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)<sup>25</sup> es un estándar de la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 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.

---

<sup>24</sup> <<http://www.uunet.net/cl/products/data/ring/>> consultado el 02 de mayo de 2008.

<sup>25</sup>Merilee Ford, op. cit., p. 211.



En una red ATM las comunicaciones se establecen a través de un conjunto de dispositivos intermedios llamados *switches*.

### **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:

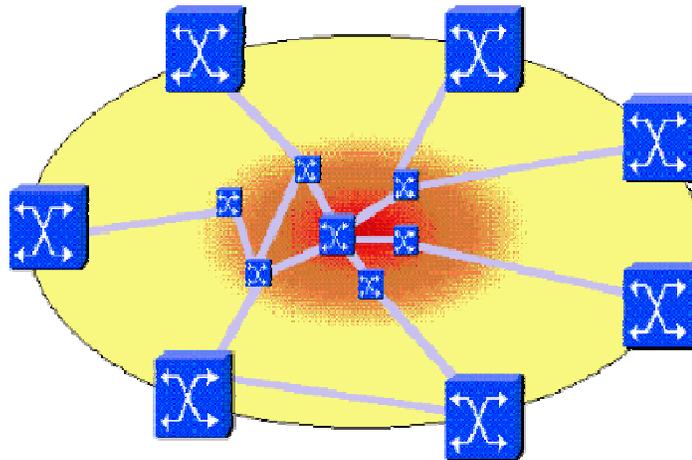
- UNI 2.0 (Interfase de Red de Usuario).
- UNI 3.0.
- UNI 3.1.
- PNNI (Interfase de Nodo de la Red Pública)
- LANE (Emulación de LAN).

### **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.



**Figura 1.23. Redes con switches ATM**

### **Dispositivos ATM**

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's (Codificadores y Decodificadores de Video), cada uno de ellos deberá tener un adaptador de interfase de red ATM.

### **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*.

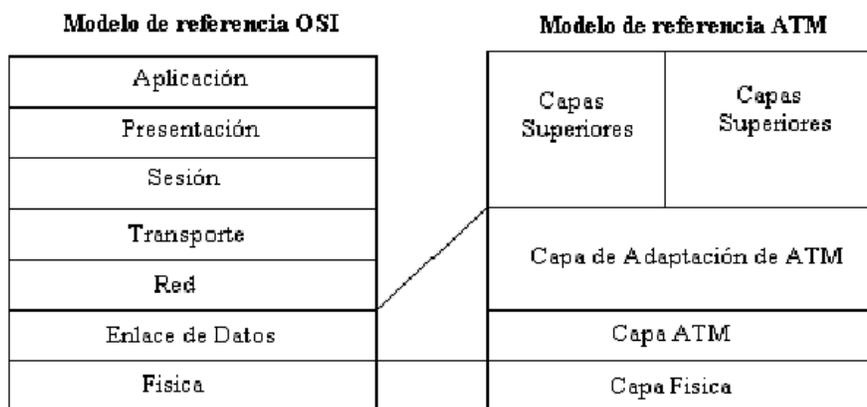


- *Network to Network Interfaces* (NNI) define la comunicación entre dos *switches*.

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

### **Modelo De Referencia ATM<sup>26</sup>**

La funcionalidad de ATM corresponde a la capa física y parte de la de enlace de datos del modelo de referencia OSI.



**Figura 1.24. 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)

<sup>26</sup> Merilee Ford, op. cit., p. 220.



STP (Par Trenzado Blindado) a 155 Mbps

**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.

**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.

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

#### **Algunas aplicaciones de ATM:**

**Conmutación de Voz.-** Que la red de transporte ATM sea emulada como una gran central de voz (*PBX*), esta técnica recibe el nombre de conmutación de voz sobre ATM.

**Broadcasting de Video.-** Distribución masiva de la señal de video desde un origen hasta múltiples destinatarios (televisión por cable, *broadcasting* de video).

**Videoconferencia.-** Múltiples fuentes envían la señal hacia múltiples destinos de manera interactiva (broadcasting), una determinada empresa puede entrar a formar parte de la videoconferencia, pidiendo dinámicamente, una extensión de los circuitos multipunto correspondiente hacia su punto de conexión.

**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 Ethernet o Token ring real.

### **Bibliografía del tema 1**

TANENBAUM, Andrew S. *Redes de Computadoras. 4ª ed.*, México, Pearson educación, 2003. 912 pp.

FORD, Merille. *Tecnologías de Interconectividad de redes.* México, Prentice-Hall, 1998. 736 pp.

FITZGERALD, Jerry. *Redes y Comunicación de Datos en los Negocios. 3ª ed.*, Mexico, Limusa Wiley, 2003. 472 pp.

TOMASI, Wayne. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. 4ª ed.*, México, Pearson educación, 2003. 976 pp.

### **Actividades de aprendizaje:**

**A.1.1.** Según el estándar **EIA/TIA 568-B**, para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales, elabora en un documento Word lo siguiente:

- Descripción de los medios de transmisión que soporta el estándar de cableado estructurado.
- Cuadro sinóptico sobre los parámetros más importantes de los cables de cobre *Unshielded Twisted Pair* (UTP): **categoría, ancho de banda (Mhz), velocidad (Mbps) y aplicaciones.**
- Función y distancias permitidas de los **subsistemas (elementos)** del cableado estructurado.
- Función de los **pares del cable UTP y código de colores.**
- Descripción de las **pruebas a los cables UTP:** canal, y enlace permanente.



- Descripción de los **parámetros de prueba**: atenuación y causas, mapa de cables, next.

**A.1.2.** Elabora en un documento Word un cuadro sinóptico sobre los parámetros de la fibra óptica multimodo: ancho de banda, longitud de onda y las distancia máximas soportadas **para el estándar 1000 Base SX y 1000 Base LX (Gigabit Ethernet)**.

**A.1.3.** Elabora en un documento Word un cuadro sinóptico sobre los parámetros del estándar **IEEE 802.11 para redes inalámbricas**: frecuencia, ancho de banda, alcance de la señal.

**A.1.4.** Elabora en un documento Word un cuadro comparativo de los **estándares LAN**, considerando: tipo de red, estándar, protocolo de acceso al medio (MAC), topología, modo de flujo, cableado utilizado y aplicaciones del estándar.

### **Cuestionario de autoevaluación**

1. Menciona cinco aspectos que se deben considerar en la elección de un medio de comunicación.
2. Cuál es el ancho de banda y la velocidad que soportan las categorías 5e y 6 del cableado estructurado.
3. Cuál es la clasificación de las fibras ópticas por el diámetro del núcleo.
4. En qué consiste la dispersión en las fibras ópticas.
5. Qué es el espectro electromagnético.
6. Cuáles son las principales aplicaciones de las microondas terrestres.
7. Explica la función del protocolo CSMA/CD del estándar IEEE 802.3
8. Cuál es el tipo de cable requerido y la distancia máxima soportada (metros) para:  
100 Base -FX y 1000 Base -T.
9. Cuáles son las aplicaciones del estándar ISDN y la velocidad máxima (canal) que soporta.



10. Menciona por lo menos tres características de Sonet.

### Examen de autoevaluación

1. El cable de cobre UTP que soporta un ancho de banda de 250 Mhz y velocidades de 1 Gbps. es:

- a) cable categoría 4
- b) cable categoría 6
- c) cable categoría 7

2. ¿Cuál es el medio de transmisión que soporta altas interferencias electromagnéticas externas?

- a) FTP
- b) UTP
- c) STP

3. El estándar de red ethernet que proporciona una velocidad de 10 Mbps., con un alcance hasta de 185 metros es:

- a) 10-Base-T
- b) 10-Base-5
- c) 10-Base-2

4. La relación que existe entre la velocidad de la luz y un determinado material de fibra óptica se le llama:

- a) reflexión
- b) refracción
- c) dispersión

5. ¿Cuál es el tipo de fibra óptica requerida para obtener un ancho de banda de 1000 Mhz a una longitud de onda de 1300nm. (nanómetros)?

- a) multimodo 62.5/125
- b) multimodo 50/125



- c) monomodo 9/125
6. ¿Cuál es el tipo de satélite que completa su recorrido en 24 h.?
- a) satélite de órbita elíptica
  - b) satélite geoestacionario
  - c) satélite de órbita baja
7. Estándar gigabit ethernet que soporta hasta 25 metros de distancia:
- a) 1000 Base TX
  - b) 1000 Base CX
  - c) 1000 Base T
8. ¿Cuál es el componente de la red FDDI, que define cómo se accede al medio de transmisión?
- a) PHY
  - b) PMD
  - c) MAC
9. ¿Estándar de red que permite manejar hasta 4095 canales lógicos?
- a) ISDN
  - b) X.25
  - c) Frame relay
10. ¿Cuál es el Estándar de red que permite transmitir de manera simultánea voz, video y datos a una velocidad de hasta 2 Mbps?
- a) Frame relay
  - b) ATM
  - c) ISDN



## TEMA 2. SEÑALES

### Objetivo particular

El alumno identificara como interactúan las telecomunicaciones en las redes de voz y datos.

### Temario detallado

- 2.1. Analógicas
- 2.2. Digitales
- 2.3. Características de las señales
- 2.4. Modos de operación
  - 2.4.1. Simplex
  - 2.4.2. Half Duplex
  - 2.4.3. Full Duplex
- 2.5. Modos de flujo
  - 2.5.1. Síncrona
  - 2.5.2. Asíncrona
- 2.6. Conmutación de paquetes
- 2.7. Conmutación de circuitos
- 2.8. Modulación analógica: AM, FM, PM
- 2.9. Modulación Digital: ASK, FSK, PSK
- 2.10. Multiplexación por división de frecuencia
- 2.11. Multiplexación por división de tiempo
- 2.12. Conversión analógica digital
- 2.13. Código de detección de errores

### Introducción

Una señal eléctrica es una forma de energía que nos representa información, las señales 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**. En una comunicación existen **cuatro elementos**



**fundamentales: emisor, medio, receptor y un transformador de la señal (entre el emisor, el medio y el receptor).** En el campo de las telecomunicaciones 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 las señales y los sistemas. Este tema presenta los conceptos necesarios para entender la manera en que interactúan las telecomunicaciones, concretamente en las redes de voz y datos.

## 2.1 Analógicas

Una **señal analógica** “es aquella función matemática de valor continuo en la que **es variable su amplitud y periodo (representando un dato de información) en función del tiempo**”.<sup>27</sup> Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc.

### Señales analógicas



Figura 2.1. Señales analógicas

## 2.2 Digitales<sup>28</sup>

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 ó 1 en intervalos definidos de tiempo, se pueden considerar ejemplos de señales digitales a un programa de una computadora, el contenido de un CD, etc.

<sup>27</sup> Véase, Federico J., Kuhlmann R. *Información y Telecomunicaciones*, Fondo de Cultura, México, Económica, 1996. pp. 27-31.

<sup>28</sup> Federico Kuhlmann, op. cit., pp. 27-31.



## Señales digitales

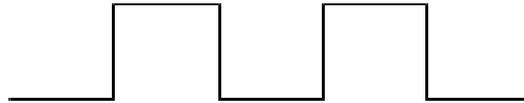


Figura 2.2. Señales analógicas

**Ventajas y desventajas** de las señales digitales sobre las analógicas:

1. La ventaja principal de la transmisión digital es la **inmunidad al ruido**. Las señales analógicas son más susceptibles que los pulsos digitales a la amplitud, frecuencia y variaciones de fase. Esto se debe a que con la transmisión digital, no se necesita evaluar esos parámetros, con tanta precisión, como en la transmisión analógica.
2. **Almacenamiento y procesamiento:** Las señales digitales se pueden guardar y procesar más fácilmente que las señales analógicas.
3. Los sistemas digitales utilizan la regeneración de señales, en vez de la amplificación, por lo tanto producen un sistema más resistente al ruido que su contraparte analógica.
4. Las señales digitales son más sencillas de medir y evaluar, por lo tanto es más fácil comparar el rendimiento de los sistemas digitales con diferentes capacidades de señalización e información, que con los sistemas analógicos.
5. Los sistemas digitales están mejor equipados para evaluar un rendimiento de error (por ejemplo, detección y corrección de errores), que los analógicos.
6. Los equipos que procesan digitalmente consumen menos potencia y son más pequeños, y muchas veces son más económicos.

Algunas de las **desventajas** de la transmisión digital son las siguientes:

1. La transmisión de las señales analógicas codificadas de manera digital requieren de más ancho de banda para transmitir que la señal analógica.
- 2.- Las señales analógicas deben convertirse en códigos digitales, antes que su transmisión y convertirse nuevamente a analógicas en el receptor.
- 3.- La transmisión digital requiere de sincronización precisa, de tiempo, entre los relojes del transmisor y receptor.
- 4.- Los sistemas de transmisión digital son incompatibles con las instalaciones analógicas existentes.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> < <http://www.eveliux.com/mx/index.php?option=content&task=view&id=125> > consultado el 26 de mayo de 2008.



### 2.3. Características de las señales

Las señales pueden representarse como la combinación de varias señales de tipo periódico con diferentes características:

**Amplitud (A):** La intensidad máxima de la señal o valor pico, puede ser representada en valores de voltaje o corriente, etc.

**Periodo (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  $f = 1 / T$

**Fase (q):** Ángulo de la señal se mide en grados o bien en radianes.

**Diferencia de Fase:** La diferencia de fase o ángulo de desfase indica el ángulo que se encuentra atrasada o adelantada con respecto a otra señal.

**Longitud de onda ( $\lambda$ ):** Distancia que cubre la señal en un ciclo, utilizamos los metros como unidad de medida. La forma de calcular su valor resulta si dividimos la velocidad de la luz entre la frecuencia, así  $\lambda = v / f$ .

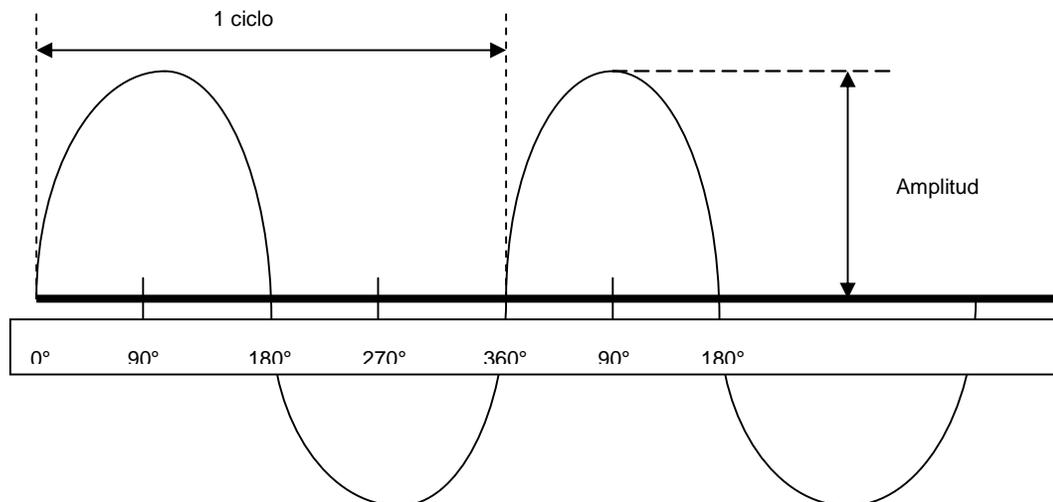


Figura 2.3. Características de las señales



## 2.4. Modos de operación

La comunicación emisor-receptor puede tener varios modos de operación dependiendo de las limitaciones del medio de transmisión, de los equipamientos DCE y DTE y de los procesos del usuario.

### 2.4.1. 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 impone el tipo de operación, sino el diseño de la aplicación.

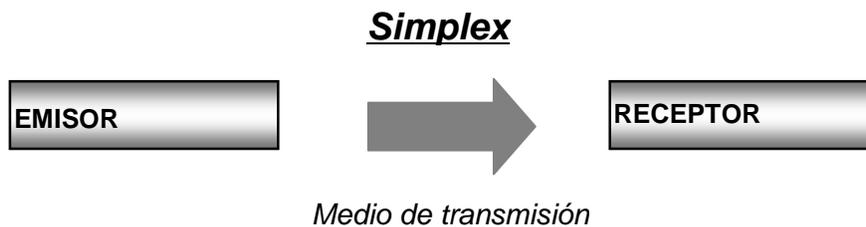


Figura 2.4 Modo de operación simplex

### 2.4.2. Half Duplex

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

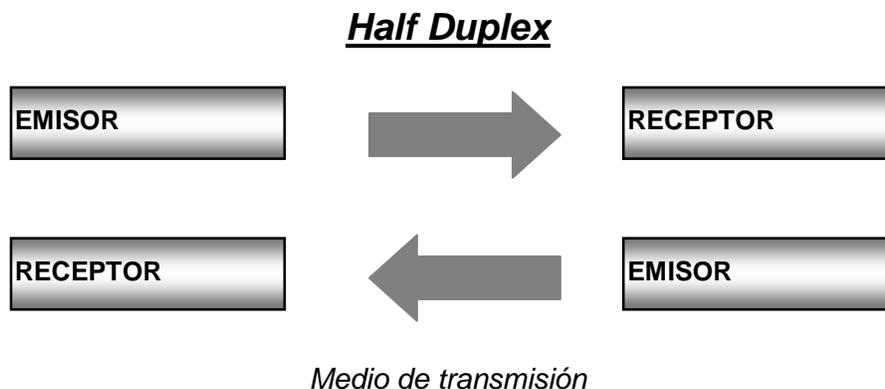
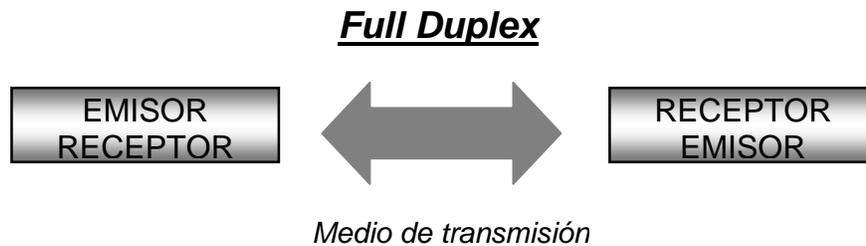


Figura 2.5. Modo de operación Half Duplex



### 2.4.3. Full Duplex

**Full Duplex:** En el modo full duplex, ambos nodos pueden transmitir y recibir de manera simultánea. Ejemplo de este modo lo encontramos en las redes basadas en *switches* y en equipos de videoconferencia.



**Figura 2.6. Modo de operación Full Duplex**

## 2.5. Modos de flujo

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

### 2.5.1. Síncrona

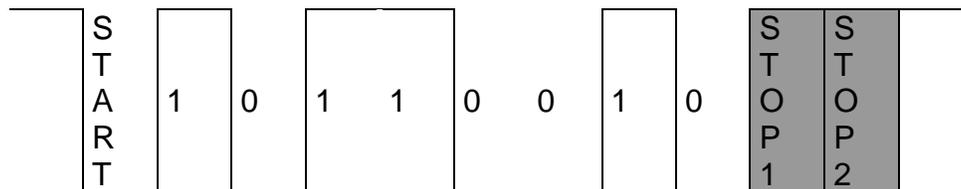
**Transmisión síncrona:** En esta técnica es necesario sincronizar los relojes de ambos equipos, su ventaja es que se transfiere mayor cantidad de datos por unidad de sincronía, existen dos tipos: orientada a carácter y orientada a bit.

### 2.5.2. Asíncrona

**Transmisión 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 byte, tiene un bajo costo de implantación y su desventaja es que tiene un alto desperdicio de la capacidad



del canal (*overhead*).



**Figura 2.7. Transmisión asíncrona**

## 2.6. Conmutación de paquetes<sup>30</sup>

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.

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's (ruteadores) intermedios definan su encaminamiento. Los DCE's 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's proporcionan almacenamiento temporal (*buffers*) para manejo de picos de tráfico.

<sup>30</sup> Andrew Tannenbaum, . *Redes de computadoras*, México, Prentice-Hall, 2003, pp. 146-151.



## 2.7. Conmutación de circuitos

**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's 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 comprensión, supresión de silencios, redireccionamiento de tráfico y similares para optimizar los recursos de la red.

## 2.8. Modulación analógica: AM, FM, PM

Para enviar información a distancia es necesario auxiliarse de algún tipo de energía portadora eléctrica o luminosa, en la que se codifica la información mediante el proceso llamado modulación. La **modulación** de señales consiste en modificar las características de una señal portadora para adecuarla a las características del medio de transmisión.

Existen dos tipos básicos de modulación:

- Modulación analógica
- Modulación digital

**Modulación analógica:** Este tipo de modulación se ocupa en la transferencia de información analógica a través de señales analógicas. Es el tipo de modulación



más conocido por la antigüedad de su uso.

Existen tres técnicas básicas para modulación analógica:

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

La transmisión de señales a bajas frecuencias (debajo de los 30KHz) resulta muy costosa por la potencia requerida para el transmisor (para lograr largas distancias) y el tamaño de las antenas, entre otras razones, por lo que las señales dentro de estos rangos normalmente se realizan a altas frecuencias con la finalidad de “portar” eficientemente estas señales a su destino. Las aplicaciones principales de este tipo de modulación las encontramos en radiodifusión.

## 2.9. 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).

Existen tres técnicas básicas para modulación digital:

- En amplitud o ASK (*Amplitude-Shift Keying*).
- En frecuencia o FSK (*Frequency-Shift Keying*).
- Fase o PSK (*Phase-Shift Keying*).

Las señales digitales poseen formas de onda cuadradas con significado de 0 ó 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.

### 2.10. Multiplexación por división de frecuencia

La multiplexación es una técnica que permite que  $n$  cantidad de mensajes o señales compartan un solo medio de transmisión. La **Multiplexación por división de frecuencias FDM** (*Frequency División Multiplexing*): Es la técnica en donde todas las señales se transmiten al mismo tiempo por diferentes rangos de frecuencias, y es utilizada para las transmisiones analógicas.

### 2.11. Multiplexación de división de tiempo

**Multiplexación por división de tiempo TDM** (*Time División Multiplexing*): Divide la capacidad del canal por intervalos de 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. Divide la capacidad de canal por intervalos de tiempos.

Existen muchas variantes de TDM como:

- ATDM (Asynchronous TDM).
- STDM (Statistical TDM).
- STM (Synchronous Transfer Mode).

### 2.12. 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 (0s y 1s) 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** medido 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 mas calidad y precisión.

## Cuantificación

Es el proceso de convertir valores continuos en series de valores discretos. 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.

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.

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 suceden errores de cuantificación.

### **2.13. Código de detección de errores<sup>31</sup>**

El código de detección de errores funge como una herramienta que ha tomado gran importancia en el campo de las telecomunicaciones, para el mantenimiento e integridad de los datos a través de canales ruidosos y medios de almacenamiento poco confiables.

Un código de detección de errores tiene la propiedad de que ciertos tipos de errores pueden transformar palabras del código en palabras que no son del código. Suponiendo que se utilizan sólo palabras del código para la transmisión de datos, cualquier error introducido durante la transmisión se pondrá de manifiesto inmediatamente puesto que cambiará palabras del código en palabras que no son del código. Es decir, si la cadena recibida es una palabra del código, los datos son correctos; si no es una palabra del código, los datos deben ser erróneos. Uno de los códigos más utilizados es el CRC (*Cyclical Redundancy Check*).

### **Bibliografía del tema 2**

Kuhlmann, Federico, Antonio Alonso. *Información y Telecomunicaciones*. México, Fondo de Cultura Económica, 1996. 137 pp.

TOMASI, Wayne. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. 4ª ed., México, Pearson educación, 2003. 976 pp.

---

<sup>31</sup> < [http://docencia.udea.edu.co/SistemasDiscretos/contenido/cod\\_deteccion\\_error.html](http://docencia.udea.edu.co/SistemasDiscretos/contenido/cod_deteccion_error.html) > consultado el 29 de mayo de 2008.



## Actividades de aprendizaje

**A.2.1.** Elabora un documento Word donde describas las ventajas de las señales digitales respecto de las analógicas y menciona el nombre y la función que realizan tres dispositivos digitales y tres analógicos en las redes de datos.

**A.2.2.** Realiza una búsqueda sobre “La teoría de Maxwell” de James Clerk Maxwell y “Las ondas hertzianas” de Marconi en el libro “*Hazañas científicas de nuestro tiempo*”, publicado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, 1979, de Ronald W. Clark. Con la información obtenida elabora una reflexión sobre el impacto de estos descubrimientos en las telecomunicaciones modernas.

**A.2.3.** Elabora un documento Word donde describas los parámetros: **frecuencia, categoría y distancia** que deben cumplir los cables de cobre UTP, según la **norma TIA/EIA 568-B.2 para soportar velocidades 10GBASE-T**.

**A.2.4.** Elabora un documento en Word donde describas las características más importantes de la conmutación de paquetes y la conmutación de circuitos.

**A.2.5.** Elabora un diagrama donde expliques cómo se lleva a cabo la conversión analógica-digital.

**A.2.6.** En un documento Word, describe un ejemplo de cómo se lleva a cabo la detección y corrección de errores.

### Cuestionario de autoevaluación:

1. ¿Por qué una señal digital es discreta en tiempo y en amplitud?
2. ¿Qué es la amplitud de una señal y cómo se representa?
3. Menciona tres ventajas de las señales analógicas sobre las digitales.



4. Explica el modo de operación de la señales.
5. ¿Qué es la conmutación de circuitos?, da un ejemplo.
6. ¿Qué es la modulación de señales?, da un ejemplo.
7. ¿Cuál es la diferencia principal de la modulación analógica y la digital?
8. ¿Qué es la multiplexación TDM y en dónde se utiliza?
9. ¿Cuál es la función del proceso de muestreo en la conversión analógica digital?
10. ¿Cuál es la función del código de detección de errores?

### **Examen de autoevaluación:**

1. ¿La señal digital es aquella que es?
  - a) discreta en amplitud
  - b) continua en amplitud
  - c) variable en amplitud
  
2. La frecuencia de una señal se representa en:
  - a) grados
  - b) voltaje
  - c) hertz
  
3. La comunicación emisor-receptor full-duplex es:
  - a) bidireccional
  - b) unidireccional
  - c) simultanea
  
4. ¿Cuál es la técnica que permite la transferencia de información entre dos equipos?
  - a) ruteo
  - b) conmutación
  - c) comunicación emisor-receptor



5. ¿Cuál es el tipo de modulación que se utiliza en la transferencia de información digital a través de señales analógicas?

- a) modulación analógica
- b) modulación digital
- c) modulación digital-analógica

6. ¿Cuál es el tipo de multiplexación requerida para transmisiones digitales?

- a) TDM (por división de tiempo)
- b) FDM (por división de frecuencia)
- c) Codificación digital

7. El código utilizado para detección y corrección de errores es:

- a) PCM
- b) CRC
- c) FSK

8. Es un proceso muy importante en la conversión analógico-digital:

- a) modulación
- b) muestreo
- c) conmutación

9. ¿Cuál es el mecanismo de sincronización orientado a carácter?

- a) asíncrono
- b) síncrono
- c) bit de inicio

10. La longitud de onda de una señal se representa en:

- a) milímetros
- b) centímetros
- c) metros



## TEMA 3. TOPOLOGÍA DE REDES

### Objetivo particular

El alumno identificará las diferentes topologías de redes que le permitan diseñar infraestructuras para redes de voz y datos.

### Temario detallado

#### 3.1. Extensión geográfica

3.1.1. LAN

3.1.2. MAN

3.1.3. WAN

#### 3.2. Topología

3.2.1. Bus

3.2.2. Estrella

3.2.3. Anillo

3.2.4. Malla

3.2.5. Otros

#### 3.3. Pública

#### 3.4. Privada

### Introducción

Para el diseño y construcción de una infraestructura es muy importante considerar los siguientes elementos: cantidad y tipo de computadoras, aplicaciones de voz, video y datos, tipo de red a utilizar, tipo de cableado a utilizar, tipo de conectores y adaptadores de red. Esto nos va a permitir elegir la topología de red que cubra las necesidades requeridas en redes LAN y WAN.

#### 3.1. Extensión geográfica

Es difícil establecer los límites entre las diferentes clasificaciones geográficas, debido a que algunas de éstas poseen características en común con alguna otra.



Una forma de auxiliarse para clasificarlas es por medio de los tipos de dispositivos utilizados dentro de una y otra.

### 3.1.1 LAN<sup>32</sup>

**LAN** (*Local Area Network*): Son las más comunes y se refieren a los métodos y dispositivos que se utilizan en Ethernet IEEE 802.3, Token Ring 802.5 y FDDI (Interface de Datos Distribuida por Fibra óptica). Una LAN es una red de datos de alta velocidad, tolerante a fallas, que cubre un área relativamente pequeña. Usualmente conecta a servidores de datos, computadoras personales, impresoras y otros dispositivos operando en el mismo segmento (conjunto de direcciones IP) de red en uno o varios edificios.

### 3.1.2. MAN

**MAN** (*Metropolitan Area Network*): Diseñadas para proveer altas velocidades de comunicación dentro de una ciudad. La mayoría utilizan líneas provistas por una compañía de transporte (carrier, E1's). Diseñadas para agrupar LAN's y pueden ser más lentas o rápidas que éstas. Son más pequeñas que las redes WAN pero se compensan en rapidez.

### 3.1.3. WAN<sup>33</sup>

**WAN** (*Wide Area Network*): Una WAN es una red de comunicación de datos que abarca grandes áreas, tales como los nodos metropolitanos de la Red UNAM, una ciudad completa, un estado o un país. Incluyen equipo de ruteo para interconectar redes a través de los enlaces remotos (microondas, E1's). Así mismo, poseen un menor ancho de banda que las LAN, en el orden de Kbps. Las tecnologías WAN operan en las tres capas inferiores del modelo de referencia OSI.

---

<sup>32</sup> Merilee Ford, *Tecnologías de interconectividad de redes*, México, Prentice-Hall, 1998. pp. 37-44.

<sup>33</sup> Merilee Ford, op. cit., pp. 45-54.



### **Características de las redes WAN:**

- **Utiliza enlaces punto a punto.-** Proporcionan una sola trayectoria de comunicaciones WAN preestablecida desde las instalaciones del cliente, a través de una red de transporte (compañía telefónica) hasta una red remota. A los enlaces punto a punto también se les conoce como líneas privadas. La compañía telefónica reserva varios enlaces punto a punto para uso exclusivo del cliente. Estos enlaces proporcionan dos tipos de transmisiones:

- Transmisiones de datagramas: Son tramas direccionadas individualmente.
- Transmisiones de ráfaga de datos: En la que la verificación de direcciones se lleva a cabo una sola vez.

- **Utiliza la conmutación de circuitos.-** Es un método de conmutación WAN en el que se establece, mantiene y termina un circuito físico dedicado a través de una red de transporte para cada sesión de conmutación. Existen dos tipos de transmisiones:

- Transmisiones de datagramas
- Transmisiones de ráfaga de datos

Ejemplo: Red digital de servicio integrado (ISDN)

- **Utiliza la conmutación de paquetes.-** Método de comunicación WAN en el que los dispositivos de la red comparten un solo enlace punto a punto para transferir los paquetes desde un origen hasta un destino a través de una red de transporte.

Ejemplo: ATM, Frame relay, X.25

- **Son redes lentas** (de 56kbps en Frame relay o T1 A 1.544 Mbps). - Son redes más lentas que las LAN porque se encuentran limitadas por la velocidad de las líneas telefónicas. T1 es una línea telefónica digital que puede transmitir datos a velocidades hasta 1.544 Mbps.



- **Utilizan diversas topologías.**- Las topologías que soportan las WAN son estrella jerárquica, anillo, bus o bien una combinación de éstas.
- **Son redes costosas.**- Son redes caras porque el arrendamiento de las líneas telefónicas es una gran inversión que debe ser considerada. Las ganancias deben ser superiores a los costos; si la inversión no se recupera por medio de unos servicios y productividad mejorados, la red WAN será una carga económica en lugar de ser de utilidad.
- **Las WAN deben tener un propósito específico.**- Las redes WAN deben planearse y construirse con un propósito específico, articulado, claro y ampliamente aceptado.

#### **APLICACIONES:**

- Aplicación Bancaria de Cajeros Automáticos.
- Aplicación Bancaria para pagos con tarjeta de crédito.
- Las conexiones WAN pueden servir para verificar información en las bases de datos corporativas a través de líneas telefónicas arrendadas.
- Conectar una compañía transnacional en todos sus sitios remotos en el mundo.  
Para asegurarse de que los mensajes de correo y replicación de datos funcionen, la compañía construye una red privada usando líneas arrendadas.
- Conectar una compañía transnacional en todos sus sitios remotos en el mundo.  
Para asegurarse de que los mensajes de correo y replicación de datos funcionen, la compañía construye una red privada virtual (**VPN**) utilizando Internet para transportar los datos.



**VPN (Red Privada Virtual)** Es un método para la conexión de redes que utiliza Internet para transportar los datos. Es virtual porque no está hecha de líneas arrendadas (absolutamente todo se transporta a través de Internet). Es privada debido a que los datos viajan encriptados mediante un **protocolo de túnel**, y es red porque enlaza computadoras entre sí.

Un **Protocolo de túnel** asegura la transferencia de información a través de la VPN.

- Un grupo de LAN remotas necesitan conectarse pero no todo el tiempo, sólo ocasionalmente, así que utilizan el ruteo de marcación por demanda (**DDR**) para enlazarse.

**El ruteo de marcación por demanda (DDR)** es aquel utilizado por una LAN cuando ésta necesita un recurso de otra LAN remota (ya sea un archivo, un acceso a B.D, etc.) y marca a la LAN remota utilizando un servicio telefónico convencional (POTS) o una línea telefónica digital conmutada como la red de Servicios Integrales (ISDN).

### 3.2. Topología<sup>34</sup>

La topología de red puede ser **física y lógica**. En la **física** se describe cómo el cable conecta a los nodos. Existen varios tipos de topologías físicas de red (bus, estrella, jerárquica, etc.), la topología **lógica** se refiere a la forma en que la información fluye a través de la red.

#### 3.2.1. Bus

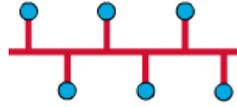
**Bus:** Utiliza un único segmento *backbone* (longitud del cable) al que todos los *hosts* se conectan de forma directa, si un nodo falla, la red continuaría

---

<sup>34</sup> Sergio Abad, *Redes: guía de referencia*. 1ª ed., Bs. As., Gradi S.A., 2006. pp. 36- 40.



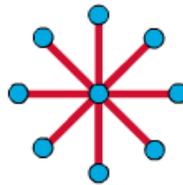
funcionando, pero si se presenta un problema en el bus, todo el sistema deja de trabajar.



**Figura 3.1. Topología bus**

### 3.2.2. Estrella

**Estrella:** En esta configuración todos los nodos terminales están conectados a un elemento central que generalmente es un concentrador o *switch*, si uno de los nodos terminales falla no afecta a los demás, si el elemento central presenta problemas, la red completa dejara de funcionar.



**Figura 3.2. Topología estrella**

### 3.2.3. Anillo

**Anillo:** Esta topología conecta un host con el siguiente y el último host con el primero creando un anillo físico. Esto es que todos los nodos están conectados el uno con el otro, formando una cadena o círculo cerrado. En algunas implantaciones cada nodo trabaja como un repetidor activo, y en otras es un elemento pasivo. En las implantaciones de repetidor activo, cuando un nodo falla, la continuidad del anillo se interrumpe y todo el sistema se paraliza, en la implantación pasiva, existen elementos adicionales que garantizan una tolerancia a fallas de los nodos.

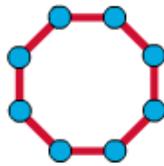


Figura 3.3. Topología anillo

#### 3.2.4. Malla

**Malla:** Cada host tiene sus propias conexiones con los demás hosts (múltiples rutas hacia cualquier lugar), topología de alta redundancia. En una configuración de malla, la existencia de múltiples rutas físicas de comunicación entre dos nodos, garantiza una alta disponibilidad. En una configuración de malla completa, cada nodo de la red requiere al menos un enlace con cada uno de los otros nodos. Conforme el número de nodos aumenta; la cantidad de enlaces necesarios también crece, pero geométricamente, esto eleva considerablemente los costos y no siempre garantiza un uso eficiente de cada enlace.



Figura 3.4. Topología malla

#### 3.2.5. Otros

**Estrella extendida:** Enlaza estrellas individuales conectando los dispositivos, esto permite extender la longitud y el tamaño de la red.

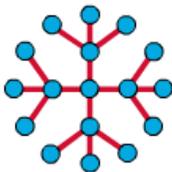


Figura 3.5. Topología estrella extendida



**Jerárquica:** Similar a la estrella extendida, sólo que conecta una computadora (servidor) que controla el tráfico.

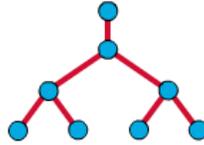


Figura 3.6. Topología jerárquica

### 3.3. Pública

**Públicas:** Una red pública puede ser definida como aquella creada con fines comerciales y para cubrir necesidades de terceros, con objeto de que cualquier persona o compañía pueda conectarse y hacer uso de ésta.

**Internet:** Es un conjunto de redes autónomas que se comunican a través del protocolo TCP/IP. Tiene una cobertura global, emplea una gran variedad de tecnologías que hacen posible que todos sus usuarios se comuniquen y usen los servicios que las otras redes ofrecen.

**Red Telefónica Pública Conmutada:** Mecanismo concebido principalmente para transportar voz. Actualmente consta de medios digitales y analógicos para transferir información.

### 3.4. Privada

**Privadas:** Una red privada se refiere a aquellas redes de datos diseñadas para cubrir las necesidades propias de una empresa o compañía más que con fines de lucro.

Una de las características importantes de las tecnologías de Internet es que éstas son independientes de la arquitectura, es decir, se puede hacer uso de éstas desde diferentes plataformas de hardware y software.



**Intranet:** Red que utiliza tecnología Internet situada detrás de un firewall, para uso exclusivo de empleados de una compañía.

**Extranet:** Es una Intranet expandida donde se puede acceder a la información por empleados y clientes de la compañía (los externos necesitan validación a través de *password*).

### **Bibliografía del tema 3**

ABAD, Sergio. *Redes: guía de referencia*. Buenos Aires, Gradi S.A., 2006. 128 pp.

FORD, Merille. *Tecnologías de Interconectividad de redes*. México, Prentice-Hall, 1998. 736 pp.

TANENBAUM, Andrew S. *Redes de Computadoras. 4ª ed.*, México , Pearson educación, 2003. 912 pp.

### **Actividades de aprendizaje**

**A.3.1.** Elabora en un documento Word un cuadro sinóptico sobre las ventajas y desventajas de las topologías físicas de red.

**A.3.2.** Elabora un documento Word, y describe: el nombre, la simbología y la función que realizan cinco dispositivos de equipos activos de red utilizados en las redes WAN.

**A.3.3.** Elabora un documento Word, y describe a qué se refiere la conmutación y ruteo en las redes LAN y WAN.

**A.3.4.** Elabora un documento Word, y describe: el nombre, la simbología y la función que realizan cinco dispositivos de equipos activos de red utilizados en las redes LAN.

### **Cuestionario de autoevaluación:**

1. Menciona tres características de las redes WAN.
2. ¿Cuál es la función de una red MAN?



3. ¿Cuál es la función que realiza una VPN (red privada virtual) en una WAN?
4. Menciona tres aplicaciones de las redes WAN.
5. ¿Cuál es la ventaja principal de la topología estrella?
6. ¿Cual es la función de la topología estrella extendida?
7. ¿Qué es una red privada?
8. ¿Qué es una extranet?
9. ¿A qué se refiere la topología lógica?
10. ¿Cuál es la función de una red VPN?

### **Examen de autoevaluación:**

1. ¿Cuáles son las velocidades que alcanzan las redes LAN?
  - a) medias
  - b) altas
  - c) bajas
  
2. Las redes de datos WAN utilizan:
  - a) conmutación de bits
  - b) conmutación de circuitos
  - c) conmutación de tramas
  
3. Las redes WAN operan según el modelo OSI en:
  - a) capa 1, 2 y 3
  - b) capa 2 y 3
  - c) capa 1 y 2
  
4. ¿Cuál es la topología de red que garantiza una alta disponibilidad?
  - a) estrella
  - b) árbol
  - c) malla
  
5. FDDI 802.5 es un estándar para las redes:



- a) WAN
- b) MAN
- c) LAN

6. ¿Cuál es la topología física en la que cada nodo se conecta con otro?

- a) estrella extendida
- b) malla
- c) anillo

7. Una intranet es aquella que utiliza:

- a) Switch
- b) Firewall
- c) VPN

8. ¿Cuál es la función de una VPN?

- a) conectar a WAN
- b) codificar las comunicaciones
- c) conectar y cifrar las comunicaciones

9. ¿Cuál es el tipo de red que requiere de un *password* /contraseña para el acceso a la red?

- a) extranet
- b) VPN
- c) intranet

10. ¿Cuál es el medio de transmisión que utiliza la topología de estrella?

- a) cable UTP
- b) cable coaxial
- c) cable de fibra óptica



## **TEMA 4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN**

### **Objetivo particular**

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

### **Temario detallado**

- 4.1. Modelo OSI
- 4.2. Novell IPX
- 4.3. Apple Talk
- 4.4. TCP/IP
- 4.5. Encapsulamiento
- 4.6. Demultiplexaje
- 4.7. Direcciones físicas
- 4.8. Direcciones lógicas
- 4.9. Mapeo de direcciones
  - 4.9.1. Directo
  - 4.9.2. Estático
  - 4.9.3. Dinámico
- 4.10. Direccionamiento IP
- 4.11. Subneteo
- 4.12. Protocolos.
  - 4.12.1. ARP
  - 4.12.2. RARP
  - 4.12.3. IP
  - 4.12.4. ICMP
  - 4.12.5. IGMP
  - 4.12.6. UDP
  - 4.12.7. TCP
- 4.13. Puerto y Socket
- 4.14. Organismos y recursos en Internet



## Introducción

La comunicación entre computadoras o cualquier dispositivo se establece a través de diversos protocolos convenidos para ello, enviar y recibir mensajes, identificación del equipo en la red, 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 diferentes protocolos y su utilización depende de las aplicaciones de red que se deseen implementar.

### 4.1. Modelo OSI<sup>35</sup>

El modelo de referencia OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos) fue desarrollado por la Organización Internacional de Estándares (ISO) en 1984. 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 específica.

#### Modelo OSI:

Capa 7—Capa de aplicación

Capa 6—Capa de presentación

Capa 5—Capa de sesión

Capa 4—Capa de transporte

Capa 3—Capa de red

Capa 2—Capa de enlace de datos

Capa 1—Capa física

Las siete capas del modelo de referencia OSI se pueden dividir en dos categorías: *capas superiores* y *capas inferiores*.

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

---

<sup>35</sup> Merilee Ford, , *Tecnologías de interconectividad de redes*, Prentice-Hall, México 1998. pp. 3-17.



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.

Aplicación
Presentación
Sesión
Transporte
Red
Enlace de datos
Física

**Figura 4.1. Capas del modelo OSI**

#### **Funciones y características de las capas OSI:**

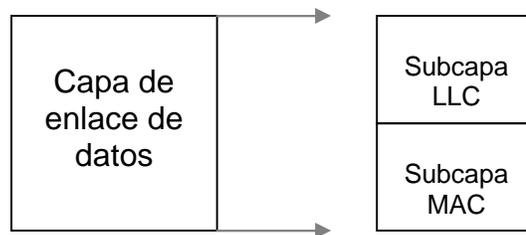
**La función de la capa física** es definir las especificaciones eléctricas, mecánicas, de procedimientos funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas de redes de comunicaciones, **sus características son:** definen los niveles de voltaje, temporización de cambios de 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, **sus características son:** direccionamiento físico, topología de red, notificación de errores, secuencia de tramas y el 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 simultáneamente.

El IEEE (Instituto de Ingenieros en Electrónica y Electricidad) ha subdividido la capa de enlace de datos en dos subcapas: LLC (Control de Enlace Lógico) y MAC (Control de Acceso a Medios).



**Figura 4.2. Capa de enlace**

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.

**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), **sus características son:** 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, tales como IP.



**La función de la capa de transporte** es Implementar servicios confiables de datos entre redes, transparentes a las capas superiores, **sus características son:** 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 multiplexaje permite que los datos de diferentes aplicaciones sean transmitidos en un enlace físico único, es la capa de transporte la que establece, mantiene, y termina los circuitos virtuales. La verificación de errores implica la creación de varios mecanismos para detectar los errores en la transmisión, en tanto que la recuperación de errores implica realizar una acción, como solicitar 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 en el conjunto 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, **sus características son:** 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, **sus características son:** 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 presentaciones 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, **sus características son:** 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.

#### **4.2 Novell IPX<sup>36</sup>**

IPX/SPX es un conjunto de protocolos desarrollado por Novell Netware para redes LAN y actualmente también se utiliza en Microsoft XP y Lotus notes. IPX es el corazón de la suite de protocolos IPX/SPX. IPX trabaja en la capa de red del modelo OSI y no define protocolos y funciones en las capas inferiores (capa física y capa de enlace). IPX permite el enrutamiento de los paquetes IPX y SPX da la confiabilidad necesaria en cualquier arquitectura. El direccionamiento Novell IPX utiliza una dirección en dos partes: el número de red y el número de nodo. La dirección de *red IPX* (asignado por el administrador de red) consiste de 32 bits

---

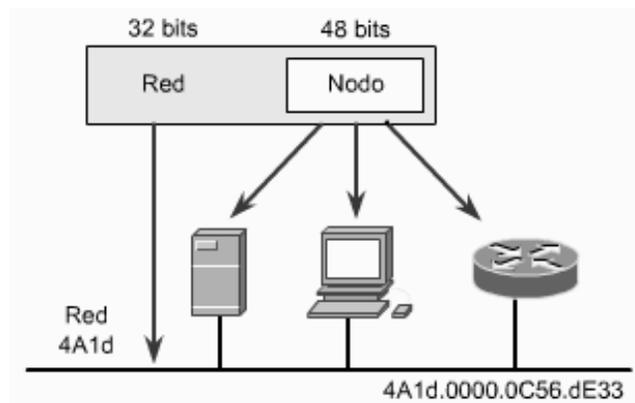
<sup>36</sup> Véase, <<http://www.tech-faq.com/lang/es/understanding-ipx-spx-protocol.shtml>> consultado el 11 de junio de 2008.



que están representados por ocho dígitos hexadecimales. El número de nodo se compone de 48 bits que están representados por 12 dígitos hexadecimales.

### Red IPX (32 bits) MAC (48 bits).

El uso de la dirección MAC en la dirección IPX lógica *elimina* la necesidad de un protocolo de resolución de direcciones (*ARP*). Novell IPX soporta múltiples *redes lógicas* en una interfaz individual (subinterfaces).



**Figura 4.3. Direccionamiento IPX**

### 4.3 Apple Talk<sup>37</sup>

Apple Talk es una colección de protocolos que fue desarrollada por Apple Computer a principios de los años ochenta, de manera conjunta con la computadora Macintosh. El propósito de AppleTalk era permitir a los usuarios compartir recursos, como archivos e impresoras en red. AppleTalk fue diseñado con una interfaz de red transparente en la que la interacción entre computadoras clientes y servidores requiere poca interacción por parte del usuario.

La red utiliza un conjunto jerarquizado de protocolos similar al modelo de referencia ISO/OSI (Organización Internacional de Normalización/Interconexión de Sistemas Abiertos), transmitiendo la información en forma de paquetes llamados tramas.

<sup>37</sup> Véase, CISCO System Inc.: "Apple Talk", disponible en español, en [http://www.geocities.com/info\\_logia/sec5.htm](http://www.geocities.com/info_logia/sec5.htm) consultado el 11 de junio de 2008.



**Capas Física y de Enlace de datos:** Las cuatro aplicaciones principales de acceso al medio que existen en los protocolos AppleTalk son:

1. EtherTalk
2. LocalTalk
3. TokenTalk
4. FDDITalk

Estas aplicaciones de la capa de enlace de datos realizan la traducción de direcciones y otras funciones que permiten a los usuarios de los protocolos AppleTalk comunicarse a través de interfaces de estándares existentes, como son: IEEE 802.3 (usando EtherTalk), Token Ring/IEEE 802.5 (usando TokenTalk), y FDDI (usando FDDITalk). Además, AppleTalk lleva a cabo su propia implementación de interfaz de red, conocida como **LocalTalk**.

**Modelo de referencia: OSI**

Aplicación				
Presentación				
Sesión				
Transporte				
Red				
Enlace de datos	EtherTalk Protocolo de Enlace - Acceso (ELAP)	LocalTalk Protocolo de Enlace - Acceso (LLAP)	TokenTalk Protocolo de Enlace - Acceso (TLAP)	FDDITalk Protocolo de Enlace - Acceso (FLAP)
Física	IEEE 802.3 Hardware	LocalTalk Hardware	Token Ring/ IEEE 802.5 Hardware	FDDI Hardware

HEG

**Figura 4.4. Acceso al medio de Apple Talk**

AppleTalk utiliza direcciones para identificar y localizar dispositivos en una red de una manera similar al utilizado por otros protocolos comunes como TCP/IP e IPX. Estas direcciones son asignadas dinámicamente y están compuestas de tres elementos:

1. **Número de red** (*Network Number*). Un valor de 16 bits que identifica un red AppleTalk específica (extendidas o no extendidas).



2. **Número de nodo** (*Nodo Number*). Un valor de 8 bits que identifica un nodo particular AppleTalk conectado en una red específica.
3. **Número de socket** (*Socket Number*). Un número de 8 bits que identifica un socket específico, en ejecución, en un nodo de la red.

*Apple talk* es compatible con conexiones a otras redes *Apple talk* a través de dispositivos llamados puentes (*bridges*) y también con conexiones a redes diferentes mediante dispositivos denominados puertas de enlace.

**ZONAS** una zona de AppleTalk es un grupo lógico de redes y recursos que se definen cuando se configura la red. Los nodos o las redes no necesitan estar físicamente en un mismo lugar para pertenecer a la misma zona.

**Una red Apple Talk Fase 1** es para el uso de *workgroups* (grupos de trabajo) en áreas locales y no puede contener más de 32 dispositivos (nodos) en una distancia de aproximadamente 300 metros mediante un cable doble trenzado blindado denominado Local talk. **Una red Apple Talk Fase 2** se diseñó para el uso de inter-redes más grandes, permite la combinación de múltiples estaciones en un único segmento de red y soporta redes de corta extensión y redes extendidas

#### 4.4. TCP/IP <sup>38</sup>

TCP/IP fue desarrollado por el proyecto *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA<sup>39</sup> a diferencia de OSI no es un modelo. TCP/IP es un conjunto de protocolos de red que proporcionan comunicaciones a través de redes interconectada de computadoras con diversas arquitecturas de hardware y variados 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

---

<sup>38</sup> Véase, <<http://www.uca.edu.sv/investigacion/tutoriales/tcp-ip.html>> consultado el 13 de junio de 2008.

<sup>39</sup> Sergio Abad, *Redes: guía de referencia*, Buenos Aires, Gradi S.A., 2006. p. 56.



protocolos más importantes. TCP/IP está dividido en cuatro capas que se definen como el modelo DoD (*Department of de Defense*), cada una de estas capas, se encarga de realizar una función específica dentro de una red y puede incluir diferentes protocolos.

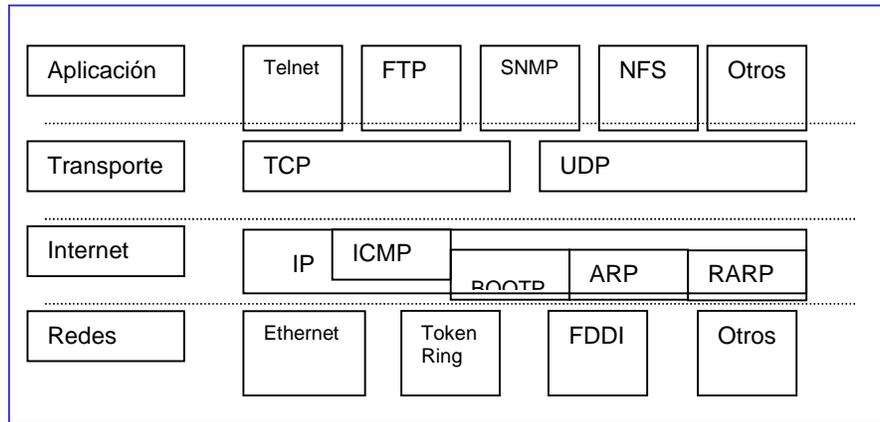


Figura 4.5. Modelo TCP/IP.

### Capa Interfaz de redes

Es la base del modelo y el nivel más bajo. Esta capa es responsable de poner los *frames* dentro de los cables y fuera de ellos; es decir, es responsable de la transmisión de los datagramas sobre la capa física de la red y hasta el 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.

**CRC:** (*Cyclic Redundancy Check*) es un cálculo matemático que se añade para verificar que no ha sido corrupto el paquete.

**Preamble:** Secuencia de bits que identifican el inicio del paquete.

**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 (ya sea en estático o en dinámico) y el datagrama es enviado a la capa de redes para su transmisión. Los protocolos más importantes son:

- **ARP:** (*Address Resolution Protocol*) usado para obtener la dirección física de los hosts localizados en la misma red física (mapeo de direcciones IP a direcciones MAC)
- **ICMP:** (*Internet Control Message Protocol*) envía mensajes y reportes de control o error de los paquetes entre ruteadores y/o *hosts*.
- **IP:** (*Internet Protocol*) es el principal responsable de la dirección y ruteo de los paquetes entre *hosts* y redes, para enviar un paquete, el protocolo agrega su propio encabezado con las direcciones IP del *host* origen y del *host* destino.

### Capa de Transporte

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

**TCP** 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.

Son cuatro las características que hay que considerar cuando se habla de un protocolo orientado a conexión:

1. El camino para los paquetes se establece por adelantado
2. Los recursos necesarios para la conexión se establecen por adelantado.
3. Se asegura la reserva de los recursos durante toda la conexión.
4. Cuando la transferencia de datos termina, la conexión finaliza y se liberan los recursos.

#### **4.5. Encapsulamiento**

El encapsulamiento es el proceso por el cual cada capa del modelo OSI agrega un *header* y/o *trailer* al paquete de datos. En el proceso de comunicación entre dos *hosts* (computadoras) existe el proceso de encapsulamiento, los equipos activos de red como los *switches* y ruteadores requieren hacer procesos de encapsulamiento y desencapsulamiento para realizar diversas tareas sobre los paquetes de datos. De acuerdo con este proceso, el conjunto de datos que salen de la computadora origen, es el mismo que recibe la computadora destino en las capas superiores.

#### **4.6. Demultiplexaje**

El demultiplexaje es una función en la cual 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.

#### **4.7. Direcciones físicas**

Las direcciones físicas o de hardware MAC son un identificador único a nivel de hardware para cada interfaz de red (NIC). Las direcciones MAC tienen una longitud de 48 bits y se expresan en 12 dígitos hexadecimales. Los 6 primeros



dígitos son administrados por el IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) e identifican al fabricante o proveedor, y los 6 últimos dígitos comprenden el número de serie de la interfaz u otro valor administrado por un proveedor específico, estas direcciones se encuentran grabadas en ROM (memoria de sólo lectura), y se copian en RAM (memoria de acceso aleatorio) al inicializarse la tarjeta de red.

#### **4.8. 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.

#### **4.9. Mapeo de direcciones**

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

##### **4.9.1. Directo**

En este tipo de mapeo existe una relación directa entre la dirección lógica y la dirección física. Una vez que el usuario indica la dirección lógica, el sistema obtiene la dirección física directamente de la lógica.

##### **4.9.2. Estático**

No existe una relación directa entre direcciones físicas y direcciones lógicas. Cada *host* tiene una tabla en la cual se indica la relación entre direcciones lógicas y físicas del resto de los *host* de la red.



### 4.9.3. 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 tiene que entablar comunicación mediante sus propios recursos. Los mapeos entre direcciones Internet de 32 bits y direcciones Ethernet de 48 bits pueden ser efectuados a través del protocolo de resolución de direcciones (ARP).

### 4.10. Direccionamiento IP

Las direcciones IP son una cadena de 32 bits que se dividen en 4 octetos y están separados por puntos entre cada uno de ellos. Los octetos están representados por un número decimal que esta dentro del rango del 1 al 255, esto es a lo que se le llama notación decimal pero igual tenemos la notación binaria que es de donde parte este formato de direcciones. Ejemplo:

Formato Binario:

10000011.01101011.00000011.00011000

Formato Decimal:

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 sacar 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

Siguiendo lo anterior, tenemos el siguiente cuadro:

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

**Cuadro 4.1. Convirtiendo direcciones IP**

#### 4.11. Subneteo

Subneteo es el hecho de dividir un rango de direcciones IP en dos o más rangos, a los que se denomina subredes. Esto se hace por varias razones, ya sea para dividir una red en subredes que reflejen la organización por departamentos, o por razones geográficas o políticas, o por razones de una mejor utilización del ancho de banda de la red, ya que permite disminuir las colisiones. El subneteo nos permite una mejor administración de las redes y mayor seguridad. El uso de CIDR (*Classless Interdomain Routing* o Ruteo Entre Dominios Sin Clase), nos conduce a lo que se conoce como superneteo.

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



- Una dirección IP
- Una máscara de subred
- Una pasarela por defecto

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, y especificaba cinco diferentes clases de redes:

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

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

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

**Clase D** se usa para tráfico de multicast.

**Clase E** es experimental.

## 4.12. Protocolos fuente<sup>40</sup>

### 4.12.1. ARP (*Address Resolution Protocol*)<sup>41</sup>

ARP 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

---

<sup>40</sup>Véase < <http://www.uca.edu.sv/investigacion/tutoriales/tcp-ip.html> > consultado el 13 de junio de 2008.

<sup>41</sup> José Luis Raya, *TCP/IP para Windows 2000 Server*, Bogotá, 2001. pp. 679-680.



conozcan sus direcciones físicas. ARP no puede salir del segmento físico: Ethernet, fddi, etc.

#### **4.12.2. RARP (*Reverse Address Resolution Protocol*)**

RARP 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 cuentan con disco duro) en donde pueda residir una dirección lógica. Esta computadora requiere obtener su dirección IP de algún servidor de RARP.

#### **4.12.3. IP**

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 IP<sup>42</sup>

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

**Cuadro 4.2. Estructura del paquete IP**

### 4.12.4. ICMP (*Internet Control Message Protocol*)

Envía mensajes y reportes de error de los paquetes. El protocolo de mensajes de control de Internet es un protocolo de mantenimiento especificado en el RCF 792. 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.

<sup>42</sup> <http://www.geocities.com/SiliconValley/Bay/8259/parte2.html>, consultado el 13-junio-2008.



#### 4.12.5. IGMP

El protocolo de red **IGMP** 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.

#### 4.12.6. UDP

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 debe elaborar sus propios mecanismos de fiabilidad.

#### 4.12.7. TCP (*Transmission Control Protocol*)

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 secuenciado 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 TCP<sup>43</sup>

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

<b>Campo</b>	<b>Función</b>
<i>Source Port</i>	Port del host que envía 16 bits
<i>Destination Port</i>	Port del host destino. 16 bits
Sequence Number	La secuencia en bits transmitidos por segmento. El número de secuencia es usado para verificar que todos los bytes fueron

<sup>43</sup> <http://www.geocities.com/SiliconValley/Bay/8259/parte2.html>, consultado el 13-junio-2008.



	recibidos 32 bits
<i>Acknowledgment Number</i>	El número de secuencia de los bytes que host 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 corrupto 16 bits
<i>Urgent Pointer</i>	Cuando un dato urgente es enviado (se especifica en el campo Flag). 16 bits

**Cuadro 4.3. Estructura de TCP**

#### **4.13. Puerto y Socket**

Cada máquina en una red IP tiene al menos una dirección IP. Además, cada máquina tiene muchos procesos individuales en ejecución. Cada proceso puede llegar a ser un cliente de red, un servidor de red, o ambos. Obviamente, 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 esta 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.

Hay dos tipos de sockets que son especialmente importantes: Streams y Datagrams.

### **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.

#### **4.14. Organismos y recursos en Internet<sup>44</sup>**

La gestión de Internet ha sido profundamente modificada en base al "Memorandum of Understanding" (GTLD-MOU) sobre los dominios de alto nivel fechado el 12 de agosto de 1999 y que está disponible en <http://www.gtld-mou.org/>.

#### **IANA<sup>45</sup>**

La "Internet Assigned Numbers Authority" (IANA) fue el organismo que actuó como autoridad suprema para la asignación de direcciones IP, nombres de dominio y otros parámetros, en 1998 fue sustituido por ICANN.

#### **ICANN<sup>46</sup>**

Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) es un organismo sin fines de lucro que opera a nivel internacional y es responsable de asignar espacio de direcciones numéricas del protocolo IP, identificadores de protocolo y funciones de administración de los nombres de dominio de primer nivel genéricos (gTLD) y de códigos de países (ccTLD), así como la administración de sistemas de servidores raíz.

#### **CORE<sup>47</sup>**

IANA, antes, e ICANN, ahora, delegan la gestión de las direcciones y los dominios de alto nivel a entidades registradoras (registries) y se responsabilizan

---

<sup>44</sup> <<http://www.gtld-mou.org/>>consultado el 17 de junio de 2008

<sup>45</sup> <[http://es.wikipedia.org/wiki/Internet\\_Assigned\\_Numbers\\_Authority](http://es.wikipedia.org/wiki/Internet_Assigned_Numbers_Authority)> consultado el 17 de junio de 2008.

<sup>46</sup> <<http://www.icann.org/tr/spanish.html>> consultado el 17 de junio de 2008.

<sup>47</sup> <<http://www.icann.org/registrars/accredited-list.html>> consultado el 17 de 06 de 2008.



de determinados dominios. La lista completa de estos organismos puede verse en: <http://www.icann.org/registrars/accredited-list.html>.

Las registradoras están asociados en el CORE, "Council of Registrars", <http://corenic.org/>, que defiende sus intereses y los representa ante ICANN.

## **NIC<sup>48</sup>**

Son los registradores de dominios de cada país. En México el *Network Information Center - México*, (NIC-México) es la organización encargada de la administración del nombre de dominio territorial (*ccTLD, country code Top Level Domain*) .MX, el código de dos letras asignado a cada país según el ISO 3166.

Entre sus funciones están el proveer los servicios de información y registro para .MX así como la asignación de direcciones de IP y el mantenimiento de las bases de datos respectivas a cada recurso.

## **Bibliografía del tema 4**

GARCÍA, Jesús. *Redes para Proceso Distribuido*. 1ª ed., Madrid, Alfaomega Ra-Ma. 1997. 718 pp.

PRESS, Barry. *Redes con ejemplos*. 1ª ed., Buenos Aires, Prentice Hall. 2001. 433 pp.

RAYA, José Luís. *TCP/IP para Windows 2000 Server*. Madrid, Alfaomega Ra-Ma. 2001. 743 pp.

---

<sup>48</sup> <<http://www.nic.mx/es/NicMexico.Historia>> consultado el 18 de junio de 2008.



## Actividades de aprendizaje

**A.4.1.** Elabora un documento Word y describe la función y características de las siete capas del modelo OSI.

**A.4.2.** Elabora un documento Word y describe los pasos que realizan las redes orientadas y no orientadas a la conexión.

**A.4.3.** Elabora un documento Word y describe cuál es la principal diferencia entre los protocolos TCP y UDP.

**A.4.4.** Consulta el sitio: <http://www.iso.org>, y realiza un resumen sobre lo que esta organización ha estandarizado.

**A.4.5.** Consulta el sitio: <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc0791-es.txt>, y realiza un resumen del datagrama de Internet.

## Cuestionario de autoevaluación

1. ¿Cuál es la función y las características de la capa 1 del modelo OSI?
2. ¿Cuál es la función y las características de la capa de red del modelo OSI?
3. ¿Cuál es la función de la capa de transporte del modelo TCP/IP?
4. ¿Cuál es la función del protocolo ARP?
5. ¿Para qué se utiliza la clase E en el direccionamiento IP?
6. ¿Cómo está formada una dirección IP?
7. ¿Cuál es la diferencia entre un puerto y un socket?
8. ¿Cuál es la función que realiza el organismo ICANN?
9. ¿Cuál es la función que realiza el organismo NIC?
10. ¿Qué es una dirección física?



### Examen de autoevaluación:

1. ¿Cuál es la capa de modelo OSI que tiene que ver con el direccionamiento físico?

- a) capa física
- b) capa de red
- c) capa de enlace

2. ¿A qué capa del modelo TCP/IP corresponde el protocolo UDP?

- a) red
- b) aplicación
- c) transporte

3. ¿Cuál es el protocolo que realiza el envío de mensajes y reportes de error de los paquetes?

- a) ARP
- b) ICMP
- c) IP

4. ¿A qué clase de red pertenece la siguiente dirección IP, 131.107.2.89, con máscara de red 255.255.0.0?

- a) clase A
- b) clase B
- c) clase C

5. ¿Cuál es el valor en sistema decimal, del número binario 10001011?

- a) 170
- b) 139
- c) 254

6. ¿Cuál es el protocolo que envía un mensaje de ACK (*acknowledgment*) para verificar que los datos hayan sido recibidos por los otros hosts?



- a) IP
- c) UDP
- c) TCP

7. ¿Cuál es la capa del modelo OSI que tiene entre sus características la administración de circuitos virtuales, así como la verificación y corrección de errores?

- a) capa de red
- b) capa de sesión
- c) capa de transporte

8. ¿Cuál es el organismo responsable de asignar espacio de direcciones numéricas en Internet?

- a) CORE
- b) IANA
- c) ICANN

9. Para conocer la dirección física (MAC) a partir de una dirección lógica (IP) se utiliza:

- a) RARP
- b) ARP
- c) ping

10. ¿Cuál es el protocolo responsable del direccionamiento y ruteo de los paquetes entre los hosts?

- a) TCP
- b) BGP
- c) IP



### **Bibliografía básica**

1. FORD, Merille. *Tecnologías de Interconectividad de redes*. México, Prentice-Hall, 1998. 736 pp.
2. KUHLMANN, Federico, Antonio Alonso. *Información y Telecomunicaciones*. México, Fondo de Cultura Económica, 1996. 137 pp.
3. PRESS, Barry, *Redes con ejemplos*. Buenos Aires, Prentice Hall, 2001. 433 pp.
4. RAYA, José Luís. *TCP/IP Para Windows 2000 Server*. Madrid, Alfaomega Ra-Ma. 2001. 743 pp.
5. TANENBAUM, Andrew S. *Redes de Computadoras*. 4ª ed., México, Pearson educación, 2003. 912 pp.
6. TOMASI, Wayne. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. 4ª ed., México, Pearson educación, 2003. 976 pp.

### **Bibliografía complementaria**

1. ABAD, Sergio. *Redes: guía de referencia*. Buenos Aires, Gradi S.A., 2006. 128 pp.
2. FITZGERALD, Jerry. *Redes y Comunicación de Datos en los Negocios*. 3ª ed., México, Limusa Wiley, 2003. 472 pp.
3. GARCÍA, Jesús. *Redes para Proceso Distribuido*. Madrid, Alfaomega Ra-Ma. 1997. 718 pp.
4. GARCÍA, Jesús. *Redes de Alta Velocidad*. Madrid, Alfaomega Ra-Ma. 1997. 270 pp.



## Referencias electrónicas

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Cable\\_de\\_par\\_trenzado](http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_de_par_trenzado), [consultado el 14 de abril de 2008].
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Cable\\_coaxial](http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_coaxial), [consultado el 23 de junio de 2008].
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Leyes\\_de\\_la\\_%C3%B3ptica#Principio\\_de\\_Huygens-Fresnel](http://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_de_la_%C3%B3ptica#Principio_de_Huygens-Fresnel), [consultado el 16 de mayo de 2008].
- [http://www.unicrom.com/Tel\\_espectroelectromagnetico.asp](http://www.unicrom.com/Tel_espectroelectromagnetico.asp), [consultado el 16 de abril de 2008].
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Radiofrecuencia>, [consultado el 16 de abril de 2008].
- <http://aldanatelecom.galeon.com/MICROONDAS2.HTML>, [consultado el 16 de abril de 2008]
- [http://www.ulat.ac.pa/es/vida\\_ebstudentil/IEEE/que\\_es\\_ieee.php](http://www.ulat.ac.pa/es/vida_ebstudentil/IEEE/que_es_ieee.php), [consultado el 17 de abril de 2008].
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Nanosegundo>, [consultado el 18 de abril de 2008].
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Nanometro>, [consultado el 19 de abril de 2008].
- <http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/isdn.html>, [consultado el 28 de abril de 2008].
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Frame\\_Relay](http://es.wikipedia.org/wiki/Frame_Relay), [consultado el 21 de abril de 2008].
- [http://weblearner.info/?page\\_id=14](http://weblearner.info/?page_id=14), [consultado el 30 de abril de 2008].
- <http://es.wikipedia.org/wiki/SONET>, [consultado el 30 de abril de 2008.]
- <http://www.uunet.net/cl/products/data/ring/>, [consultado el 02 de mayo de 2008].
- <http://www.eveliux.com/mx/index.php?option=content&task=view&id=125>, [consultado el 26 de mayo de 2008].
- [http://docencia.udea.edu.co/SistemasDiscretos/contenido/cod\\_deteccion\\_error.html](http://docencia.udea.edu.co/SistemasDiscretos/contenido/cod_deteccion_error.html), [consultado el 29 de mayo de 2008].
- <http://www.tech-faq.com/lang/es/understanding-ipx-spx-protocol.shtml>, [consultado el 11 de junio de 2008].
- [http://www.geocities.com/info\\_logia/sec5.htm](http://www.geocities.com/info_logia/sec5.htm), [consultado el 11 de junio de 2008].
- <http://www.uca.edu.sv/investigacion/tutoriales/tcp-ip.html>, [consultado el 13 de junio de 2008].
- <http://www.uca.edu.sv/investigacion /tutoriales/tcp-ip.html>, [consultado el 13 de junio de 2008].
- <http://www.geocities.com/SiliconValley/Bay/8259/parte2.html>, [consultado el 13 de junio de 2008].
- <http://www.inf.uct.cl/~amellado/archivos/redes3.pdf>, [consultado el 13 de junio de 2008].
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Internet\\_Assigned\\_Numbers\\_Authority](http://es.wikipedia.org/wiki/Internet_Assigned_Numbers_Authority), [consultado el 17 de junio de 2008].



<http://www.icann.org/tr/spanish.html>, [consultado el 17 de junio de 2008].

<http://www.icann.org/registrars/accredited-list.html>, [consultado el 17 de 06 de 2008].

<http://www.nic.mx/es/NicMexico.Historia>, [consultado el 18 de junio de 2008].

### Respuestas a los exámenes de autoevaluación

	Tema 1	Tema 2	Tema 3	Tema 4
<b>1</b>	b	a	b	a
<b>2</b>	a	c	b	c
<b>3</b>	c	c	a	b
<b>4</b>	b	b	c	b
<b>5</b>	b	b	c	c
<b>6</b>	b	a	c	c
<b>7</b>	b	b	b	c
<b>8</b>	c	b	c	c
<b>9</b>	b	a	a	b
<b>10</b>	c	c	a	c