

Capas del modelo OSI:

1. Física: Convierte los datos (bits 0 y 1) en señales electromagnéticas que serán transmitidas por un medio de comunicación.
2. Enlace de datos: Encargada de convertir un medio de transmisión rústico en una línea de comunicación entre vecinos inmediatos. Toma los paquetes de la capa de red y los fragmenta en datos más pequeños llamados tramas para controlar el flujo y los errores.
3. Red: Da un esquema de direccionamiento lógico, es decir las direcciones IP, además construye y actualiza las tablas de enrutamiento.
4. Transporte: Controla la comunicación de extremo a extremo, asegurando que la información llegue correctamente. Al igual que en la capa 2 se controla el flujo y los errores.
5. Sesión: Controla el diálogo, es decir, a quién le toca transmitir. Apertura y cierre de comunicaciones entre dos dispositivos. Sincroniza la transferencia de datos utilizando puntos de control.
6. Presentación: Permite que computadoras con diferentes representaciones internas de datos se puedan comunicar.
7. Aplicación: Pone a disposición diferentes aplicaciones de red y desarrolla protocolos de comunicación que son utilizados por los usuarios finales, como el correo electrónico, http, VoIP, video bajo demanda, videoconferencias etc.

Medios guiados (digitales y analógicos) – medio inalámbricos (analógicos)

Transmisión de datos analógicos y digitales:

- Dato: representación simbólica de una variable cuantitativa o cualitativa
- Señal: representación electromagnética de los datos
- Transmisión: propagación de datos en forma de señales utilizando un medio físico

Teorema de muestreo de Nyquist:

- Es suficiente un número de muestras, a intervalos regulares, igual al doble de la frecuencia máxima de la señal analógica para capturar toda la información
Muestras = $2f_{\max}$

- La señal analógica se puede reconstruir por completo a partir de estas muestras

Datos analógicos – señales analógicas:

$$\lambda = cT = c/f$$

Longitud de onda = velocidad de la luz * Periodo

Análisis de Fourier:

Cualquier función periódica $g(t)$ se puede construir sumando una cantidad, posiblemente infinita de senos y cosenos

Ancho de banda:

- Rango de frecuencias cuyas señales se transmiten sin atenuarse
- Es una propiedad física del medio de transmisión
- El ancho de banda va desde 0 Hz hasta f_c en la que la amplitud de la señal, sumando todos los armónicos hasta f_c , se atenúa a la mitad del valor original
- A mayor ancho de banda, mayor velocidad de transmisión
- Menor número de armónicos, menor ancho de banda -> menor calidad de la señal.

Teoría de la información:

- Tasa de datos máxima de un canal
 - Sin ruido. Nyquist
 - Con ruido. Shannon

Características de un medio:

- Ancho de banda
- Retardo
- Facilidad de instalación y mantenimiento
- Costo
- Vida útil

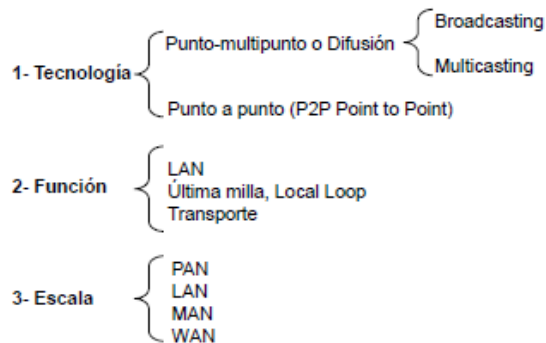
Resumen Redes de Computadores

Capítulo 1: Introducción

Medios de transmisión de datos:

- Guiados: cable de cobre (par trenzado, coaxial), FO multimodo y monomodo
- No guiados: Infrarrojo, láser, microonda, satélite

Las redes se clasifican por:



WLAN: 802.11

Arquitectura de red: consta de capas, servicios y protocolos

Aspectos de diseño de las capas:

1. Esquema de direccionamiento
2. Reglas de transferencia de datos
3. Manejo de prioridades
4. Control de errores
5. Numeración de mensajes
6. Control de flujo: Evita que un emisor rápido sature a un emisor lento
7. Desensamblado/ensamblado
8. Multiplexación/demultiplexación
9. Decisiones de enrutamiento

Tipos de servicios ofrecido por las capas:

- Servicios orientados a la conexión
- Servicios sin conexión: no confiable y confirmado

Primitivas de servicio: Conjunto de operaciones más sencillas que definen o solicitan un servicio.

Protocolo de comunicación: grupo de reglas que definen el formato y significado de los paquetes que se intercambian entre capas iguales de hosts diferentes.

Modelo de referencia OSI (Open System Interconnection): es un marco de referencia para el estudio, diseño y construcción de arquitectura de redes. Consta de 7 capas.

Cuatro principios para llegar a OSI:

1. Se crea una capa para que realice una función
2. Cada capa realiza una sola función
3. La función permite definir luego protocolos
4. Los límites de las capas se eligen tal que minimicen el flujo de información entre capas

Capas del modelo OSI:

1. Física: Convierte los datos (bits 0 y 1) en señales electromagnéticas que serán transmitidas por un medio de comunicación.
2. Enlace de datos: Encargada de convertir un medio de transmisión rústico en una línea de comunicación entre vecinos inmediatos. Toma los paquetes de la capa de red y los fragmenta en datos más pequeños llamados tramas para controlar el flujo y los errores.
3. Red: Da un esquema de direccionamiento lógico, es decir las direcciones IP, además construye y actualiza las tablas de enrutamiento.
4. Transporte: Controla la comunicación de extremo a extremo, asegurando que la información llegue correctamente. Al igual que en la capa 2 se controla el flujo y los errores.
5. Sesión: Controla el diálogo, es decir, a quién le toca transmitir. Apertura y cierre de comunicaciones entre dos dispositivos. Sincroniza la transferencia de datos utilizando puntos de control.
6. Presentación: Permite que computadoras con diferentes representaciones internas de datos se puedan comunicar.
7. Aplicación: Pone a disposición diferentes aplicaciones de red que el usuario requiere y desarrolla protocolos de comunicación que son utilizados por los usuarios finales, como el correo electrónico, http, VoIP, video bajo demanda, videoconferencias etc.

Modelo de referencia TCP/IP

1. Capa de enlace de datos
2. Capa de Internet: Provee una red de conmutación de paquetes sin conexión, no fiable
3. Capa de transporte: protocolo TCP (orientado a la conexión) y UDP (sin conexión)
4. Capa de aplicación

Módem: Transforma la señal digital en analógica y viceversa

Router: Permite la conexión de redes con diferente dirección de red

Capítulo 2: Capa Física

2.1 Transmisión de datos

La transmisión usa señales y ondas electromagnéticas. Una señal electromagnética en el dominio del tiempo puede ser continua o discreta.

Señal continua: la intensidad varía suavemente

Señal discreta: toma solo ciertos valores, se representa con pulsos

Una señal puede representarse en: función del tiempo, del espacio o de la frecuencia

Transmisión de datos analógicos y digitales:

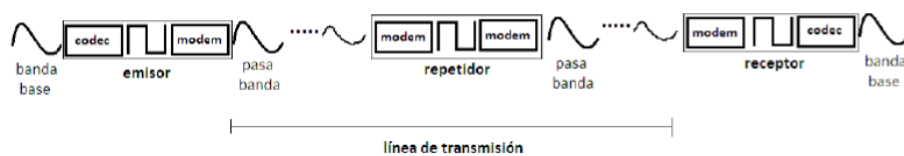
- Dato: representación simbólica de una variable cuantitativa o cualitativa
- Señal: representación electromagnética de los datos
- Transmisión: propagación de datos en forma de señales utilizando un medio físico

Señal analógica -> adecuada para transmitir a grandes distancias

Señal digital -> es una secuencia de pulsos eléctricos que se transmiten por medios guiados, adecuado para transmitir a cortas distancias

Transmisión digital

Señal analógica

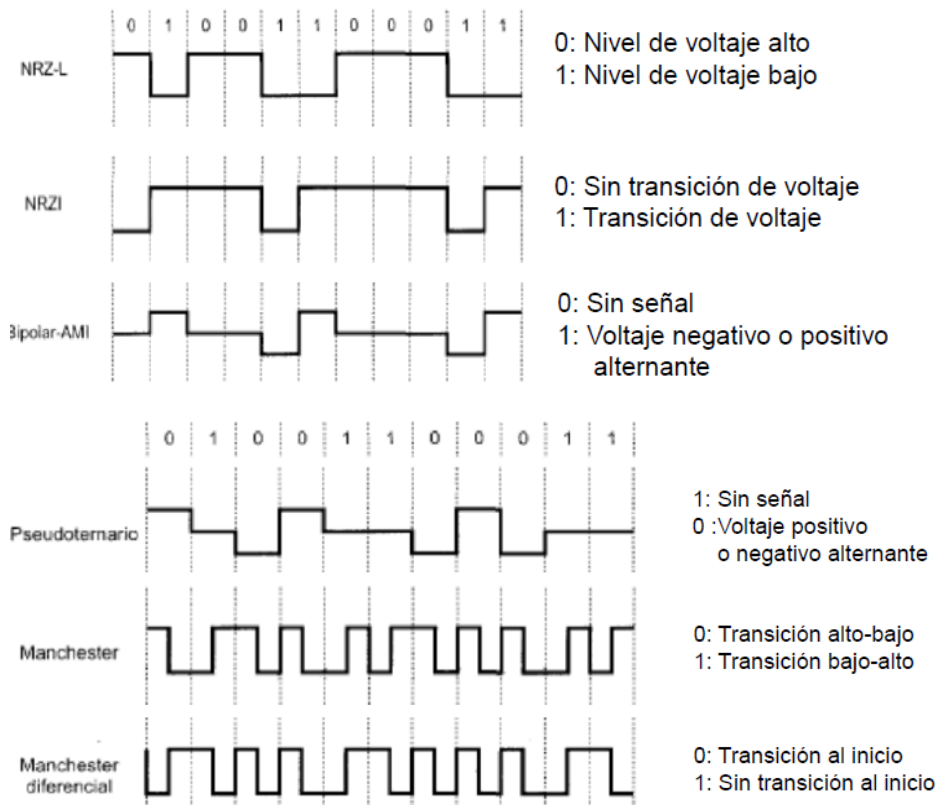


Señal digital



2.2 Codificación o señalización de datos

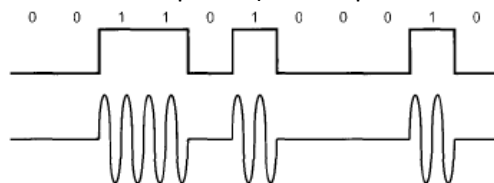
Datos digitales, señales digitales:



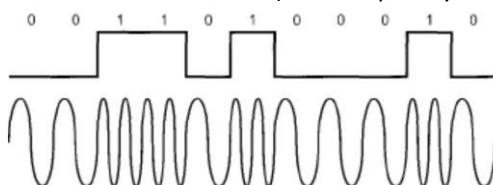
Datos digitales, señales analógicas

Hay tres técnicas básicas de representación:

- Cambio de amplitud (ASK Amplitude-Shift Keying)



- Cambio de frecuencia (FSK Frequency-Shift Keying)



- Cambio de fase (PSK Phase-Shift Keying)

Datos analógicos, señales digitales: Este proceso se denomina digitalización (códec)

- Modulación por codificación de impulsos (PCM):

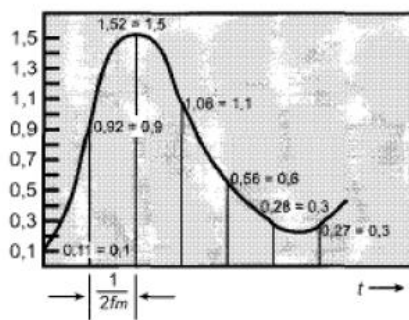
Teorema de muestreo de Nyquist:

- Es suficiente un número de muestras, a intervalos regulares, igual al doble de la frecuencia máxima de la señal analógica para capturar toda la información
Muestras = $2f_{\text{max}}$
- La señal analógica se puede reconstruir por completo a partir de estas muestras

Ejemplo

- Rango de frecuencias de la voz es 300 a 4000 Hz
- La frecuencia más alta es 4000 Hz
- Es suficiente $2 \times 4000 = 8000$ muestras en un segundo (Nyquist)
- Si cada muestra se representa con 8 bits, entonces
- Con 8 bits se alcanzan $2^8 = 256$ niveles
- El ancho de banda requerido es $8000 \text{ muestras} \times 8 \text{ bits} = 64 \text{ kbps}$

Muestras PAM



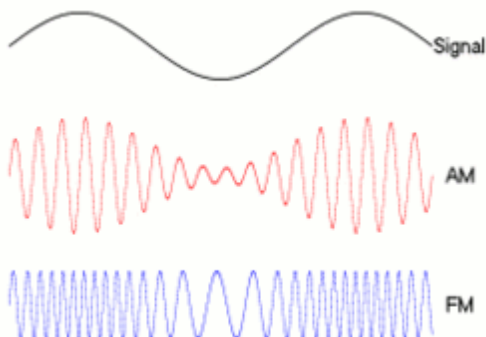
Muestras PAM

Dígitos	Equivalentes en binario	Forma de onda PCM
0	0000	
1	0001	
2	0010	
3	0011	
4	0100	
5	0101	
6	0110	
7	0111	
8	1000	
9	1001	
10	1010	
11	1011	
12	1100	
13	1101	
14	1110	
15	1111	

Datos analógicos – señales analógicas:

$$\lambda = cT = c/f$$

Longitud de onda = velocidad de la luz * Periodo



2.3 Base teórica de la comunicación de datos

Latencia: Se debe a retardos de transmisión y retardos de propagación

Retardo de transmisión: es el tiempo que se demora el hardware en convertir los datos en una señal electromagnética

Retardo de propagación: es el tiempo que demora el viajar la señal desde el origen hasta el destino. Depende de la distancia y del tipo de señal

Perturbaciones en la transmisión: la señal recibida es diferente a la transmitida (distorsión)

- Atenuación de la señal: pérdida de potencia de la señal
- Retardo en la transmisión: Algunas componentes de la señal viajan más rápido que otras componentes
- Ruido: ruido térmico, de intermodulación, diafonía, ruido impulsivo

Análisis de Fourier:

Cualquier función periódica $g(t)$ se puede construir sumando una cantidad, posiblemente infinita de senos y cosenos

Ancho de banda:

- Rango de frecuencias cuyas señales se transmiten sin atenuarse
- Es una propiedad física del medio de transmisión
- El ancho de banda va desde 0 Hz hasta f_c en la que la amplitud de la señal, sumando todos los armónicos hasta f_c , se atenúa a la mitad del valor original
- A mayor ancho de banda, mayor velocidad de transmisión
- Menor número de armónicos, menor ancho de banda -> menor calidad de la señal.

Teoría de la información:

- Tasa de datos máxima de un canal
 - Sin ruido. Nyquist
 - Con ruido. Shannon

2.4 Medios de transmisión guiados

Características de un medio:

- Ancho de banda
- Retardo
- Facilidad de instalación y mantenimiento
- Costo
- Vida útil
-

2.5 Medios de transmisión no guiados o inalámbricos

Spread Spectrum: Este método evita la interceptación de las señales transmitidas

- FHSS Frequency-Hopping Spread Spectrum

Formas de dar el servicio a la capa 3:

- Sin conexión sin ACK.
- Sin conexión con ACK.
- Orientado a la conexión con ACK.

Métodos para indicar el inicio y fin de una trama:

- Inserción de intervalos de tiempo entre las tramas
- Conteo de caracteres
- Banderas de inicio y fin, con relleno de caracteres
- Banderas de inicio y fin, con relleno de bits
- Violación de codificación de la capa física

Control de errores:

- Retroalimentación al emisor
- ACK – NACK
- NACK: Retransmisión de trama
- Pérdida de trama sin retroalimentación

Control de flujo:

Causado por emisores rápidos y receptores lentos. Se controla:

- Basado en retroalimentación
- Basado en tasa: El protocolo limita la tasa a la que el emisor puede transmitir los datos

3.2 Detección y corrección de errores

- Códigos de corrección de errores: Incluir información redundante en la trama para que el receptor corrija el error
- Códigos de detección de errores: Incluir suficiente información para que el receptor sepa que ha ocurrido un error

Una trama tiene: bits de datos, bits redundantes.

Códigos de Hamming sólo corrigen errores individuales

3.3 Protocolos elementales de enlace de datos

- Protocolo símplex sin restricciones
- Protocolo símplex de parada y espera
- Protocolo simplex para un canal ruidoso

3.4 Protocolos de ventana deslizante

Estos protocolos entregan en orden los paquetes a la capa 3.

Bidireccionales:

- Protocolo de ventana corrediza de un bit: utiliza parada y espera, tramas se enumeran con 0,1,0,1...

- Protocolo de retroceso N: Canalización
- Protocolo de repetición selectiva

3.5 Ejemplos de protocolos de enlace de datos

Protocolos de enlace de datos para línea P2P:

- HDLC High-level Data Link Control
- PPP Point-to-Point Protocol, que es una mejora de SLIP

Capítulo 4: Subcapa de Control de Acceso al Medio (MAC)

Canal de difusión: es un único medio de comunicación compartido entre múltiples usuarios
MAC: parte inferior de la capa 2

4.1 El problema de la asignación del canal

- Asignación estática: FDM
 - Asignación dinámica: Aloha
- Estrategias básicas de adquisición del canal:
- Métodos por contienda
 - Métodos libres de colisión

4.2 Protocolos de acceso múltiple: Aloha

Aloha continuo o puro: Los usuarios transmiten en cualquier momento que tengan datos para enviar, también llamados sistemas de contienda.

Aloha ranurado: Se divide el tiempo en intervalos discretos o ranuras, se espera el inicio de la siguiente ranura para enviar una trama.

4.3 Protocolos de acceso múltiple con detección de portadora

CSMA -> Carrier Sense Multiple Access

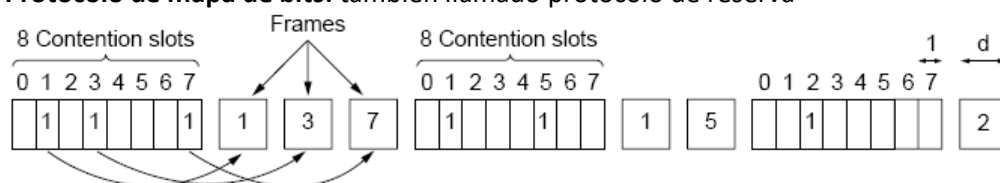
- **CSMA persistente:** escucha persistentemente el canal hasta que esté desocupado
- **CSMA no persistente:** si el canal está en uso, la estación no lo escucha persistentemente
- **CSMA persistente-p:** se aplica a canales ranurados, transmite con probabilidad p
- **CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection):** la estación aborta su transmisión si detecta colisión. La base de LAN Ethernet.

Hay periodos de:

- Contienda
- Transmisión
- Inactividad

4.4 Protocolos libres de colisiones

- **Protocolo de mapa de bits:** también llamado protocolo de reserva



- **Conteo descendente binario:** La estación con dirección más alta tiene derecho a usar el canal

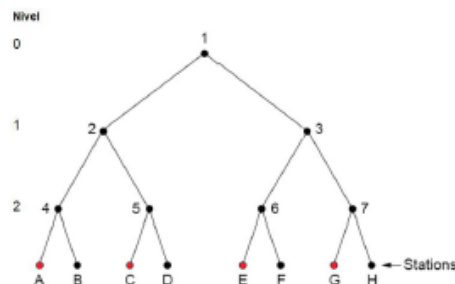
Protocolos de contienda limitada

Protocolo	Rendimiento
De contienda	Mejor rendimiento con carga baja
Libres de colisión	Mejor rendimiento con carga alta
De contienda limitada	Contienda en cargas bajas Libre de colisiones en cargas altas

Protocolo de recorrido de árbol adaptable

Es una forma dinámica de asignar estaciones a una ranura

- El nivel óptimo para comenzar a analizar el árbol es aquel cuyo número de estaciones que desean transmitir sea 1
- $2^{-i}q = 1$
- $\frac{1}{2^i}q = 1$
- $q = 2^i$
- $i = \log_2 q$
- Si $q = 4$, $i = 2$



Protocolos de LANs inalámbricas (WLANs)

- MACA (Multiple Access with Carrier Avoid): Acceso Múltiple con Prevención de Portadora, el emisor pide al receptor enviar una trama corta, para que las estaciones cercanas al receptor no transmitan
- MACAW: MACA Wireless, se introduce la trama ACK tras una trama exitosa.

Capítulo 5: Capa de Red

- La Capa 2 solo lleva tramas de un extremo al otro extremo del enlace
- La Capa 3 lleva paquetes del origen al destino, aún si están en redes diferentes

La capa 3 debe conocer: la topología y el tráfico en la subred

Subred: líneas de transmisión y conmutadores del proveedor de Internet

5.1 Aspectos de diseño de la capa de red

Dar un esquema de direccionamiento uniforme a LANs, MANs y WANs.

Servicios que da la capa 3:

- **Orientados a la conexión:** Utilizan circuitos virtuales

Circuito virtual (CV): establecimiento de un camino entre enrutadores finales para el envío de paquetes o segmentos. Los recursos físicos que utiliza el CV no son dedicados.

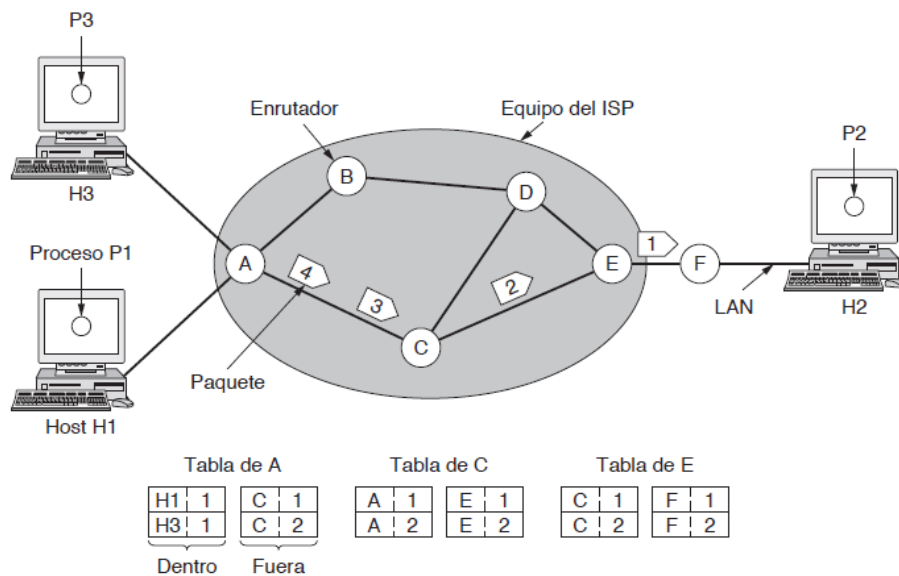


Figura 5-3. Enrutamiento dentro de una red de circuitos virtuales.

- **Sin conexión:** los paquetes se llaman datagramas

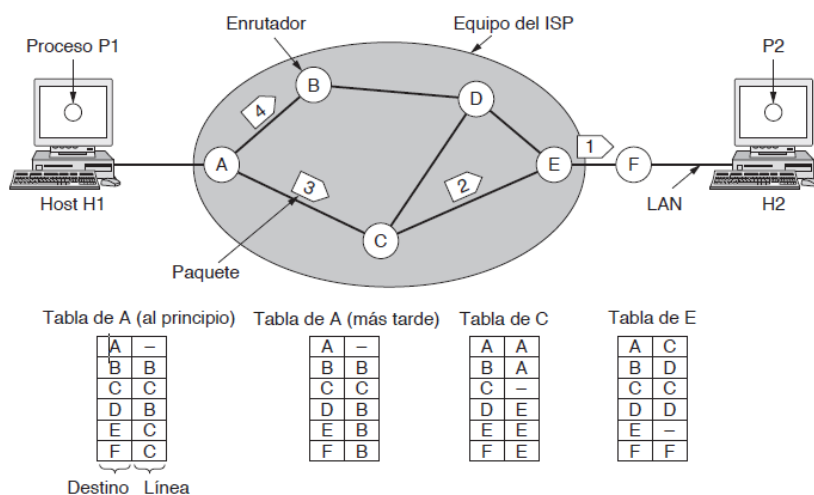


Figura 5-2. Enrutamiento dentro de una red de datagramas.

5.2 Algoritmos de enrutamiento

Un algoritmo de enrutamiento se encarga de construir las rutas y actualiza las tablas de enrutamiento de cada ruteador (RIP)

Reenviar: es la acción de buscar en la tabla de enrutamiento la línea de salida para un paquete (IP).

Propiedades de un algoritmo de enrutamiento:

1. Exactitud. El algoritmo permite alcanzar el destino deseado y no otro
2. Sencillez. El algoritmo trabaja usando el mínimo de recursos y en forma rápida

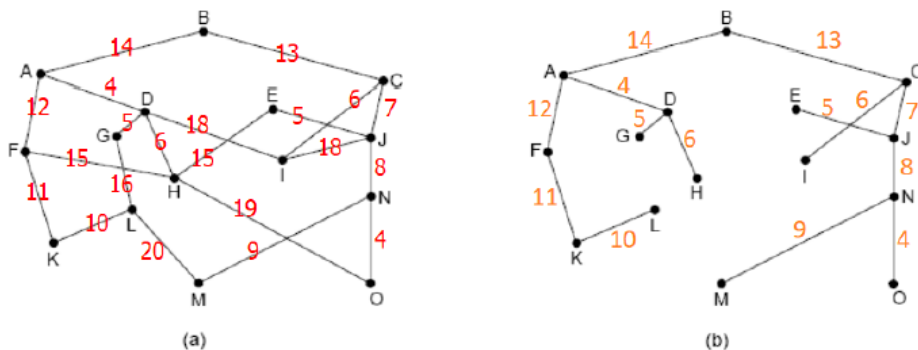
3. Robustez. El algoritmo es capaz de soportar fallas de hosts, ruteadores y líneas de comunicación
4. Estabilidad. Determina las rutas en forma definitiva para cada topología
5. Equidad. Se debe permitir enviar a todos los sistemas conectados a la red
6. Optimización. Menor retardo de transmisión, uso máximo de capacidad de transmisión

Clases principales de algoritmos de enrutamiento:

- No adaptativos o estáticos: Las tablas de enrutamiento se determinan a priori, no se adaptan a variaciones de tráfico y topología de la red
- Adaptativos: las tablas varían dinámicamente según variaciones de topología y tráfico

Algoritmo PRIM:

Árbol generador. Algoritmo PRIM Árbol de peso mínimo

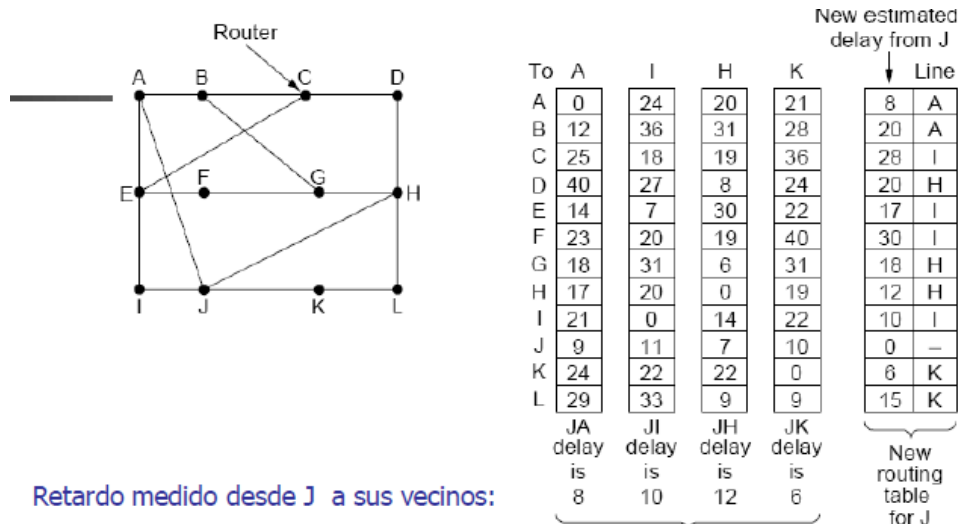


Algoritmo de enrutamiento estático

- Enrutamiento por la ruta más corta: grafo de la subred, cada nodo es un router (Dijkstra)
- Enrutamiento por inundación: cada paquete que llega se envía por todas las líneas, excepto por la que llegó. Genera grandes cantidades de paquetes duplicados

Algoritmos de enrutamiento dinámico

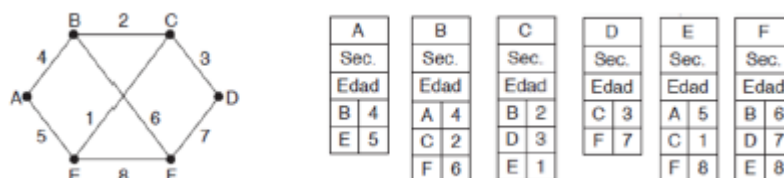
- Enrutamiento por vector de distancia: Cada router tiene un vector con la mejor distancia a cada destino y la línea de salida para llegar ahí.



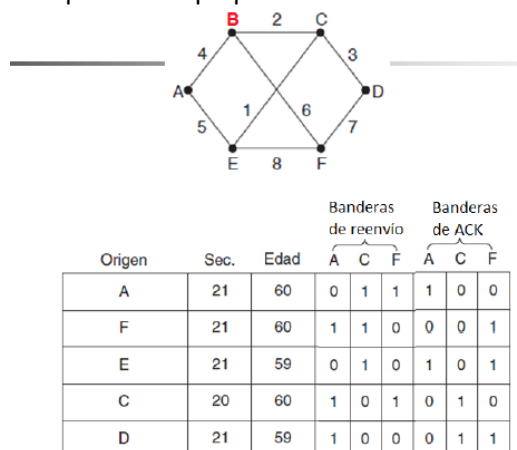
- Enrutamiento por estado del enlace

Pasos en los que se basa:

1. Descubrir las direcciones de sus vecinos
2. Medir el retardo a cada uno de sus vecinos
3. Construir un paquete con esta información: el paquete contiene id del emisor, número de secuencia y edad.

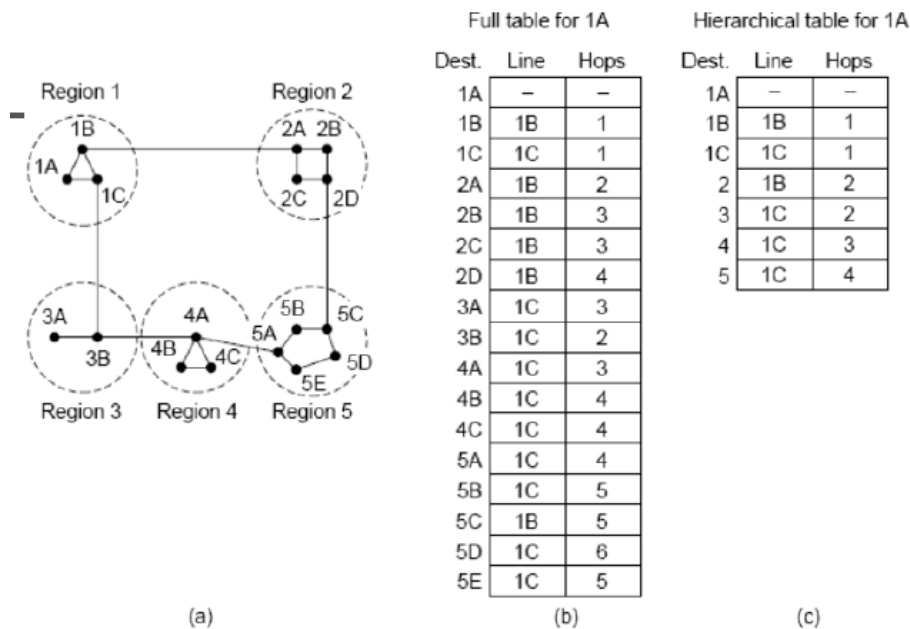


4. Compartir este paquete con todos los demás enrutadores



5. Calcular la ruta más corta a cada router

Enrutamiento jerárquico: se usa porque no se puede tener información a todos los destinos.



Enrutamiento por difusión

- Método del enrutamiento multidestino
- Difusión por árbol sumidero

Enrutamiento por multidifusión: se envían mensajes a grupos claramente definidos, donde miembros de otros grupos no deben ver esos mensajes.

Enrutamiento para hosts migratorios y ambulantes

- Hosts estacionarios (PCs) se conectan a una red cableada (cobre o FO)
- Hosts migratorios (laptops), se mueven de un lugar fijo a otro. Se conectan a una red cableada o inalámbrica
- Hosts ambulantes (smart phone, lector de tarjetas de crédito, dispositivo para control de inventarios) trabajan en movimiento. Se conectan inalámbricamente

Una red se divide en áreas (LAN o MAN), y cada área tiene un agente base y un agente foráneo.

Enrutamiento en redes ad hoc

Una red ad hoc es una red que se establece temporalmente para una circunstancia en particular.

5.3 Algoritmos de control de congestión

Congestión de la red: Es la disminución del desempeño de la red debido a la existencia de demasiados paquetes.

Métricas para monitorear la subred en busca de congestión:

- % de paquetes descartados en los routers
- Promedio de la longitud las colas.
- Cantidad de paquetes que venció su tiempo de vida y se tienen que volver a transmitir
- Retardo promedio de paquetes.

Soluciones frente a la congestión:

- Reducir la carga
- Aumentar recursos
- Dividir el tráfico entre varias rutas

5.4 Calidad de servicio QoS (Calidad de Servicio)

Flujo: Conjunto de paquetes que van desde un origen a un destino. Se caracteriza según 4 parámetros:

- Ancho de banda
- Retardo
- Variación o fluctuación de retardo
- Pérdida de paquetes o confiabilidad

Técnicas para alcanzar QoS:

1. Sobre aprovisionamiento o sobre dimensionamiento
2. Almacenamiento en búfer
3. Modelado de tráfico
4. Algoritmo de cubeta con goteo
5. Algoritmo de cubeta con tokens
6. Reservación de recursos
7. Control de admisión
8. Enrutamiento proporcional, y
9. Calendarización de paquetes

Servicios integrados -> RSVP (Protocolo de reservación de recursos)

- Principal protocolo para arquitectura de servicios integrados. Permite que varios emisores transmitan a múltiples grupos de receptores.
- Elimina la congestión

5.5 Interconexión de redes

La interconexión a nivel mundial de redes se llama Internet. El propósito de interconectar distintas redes es permitir que usuarios de una red se puedan comunicar con usuarios de otras redes.

La interconexión de redes se la puede hacer de dos maneras:

1. A través de dispositivos que traducen los paquetes de la una red en paquetes de la otra red.
2. Construir una capa común sobre las otras capas de cada red para ocultar las diferencias de las redes

Tunelización: Podría llamarse también encapsulación

- IP es el protocolo de red universal
- Una VPN es una red overlay que se usa para dar seguridad
- MTU (Path Maximim Transmission Unit) es el tamaño máximo de paquetes para llegar a un destino.

5.6 La capa de red de Internet

El protocolo de la capa de red IP es lo que logra mantener interconectadas todas las redes que forman Internet

Una dirección IP no se refiere a un host sino una interfaz de red

Protocolo IPv4:

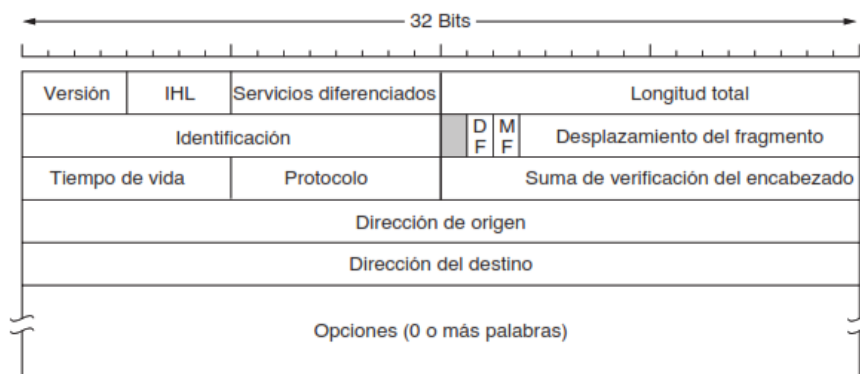


Figura 5-46. El encabezado de IPv4 (Protocolo de Internet).

Capítulo 6: Capa de Transporte

Esta capa da un transporte de datos confiable y económico extremo a extremo independientemente de la o las redes físicas. Da servicios a la capa de aplicación.

6.1 El servicio de transporte

Tipos de servicio:

- Orientado a la conexión: la CT da un servicio confiable sobre una red no confiable
- Sin conexión

La CT permite que los usuarios creen aplicaciones de red sin tener que lidiar con la subred

Primitivas del servicio de CT

Primitiva	Paquete enviado	Significado
LISTEN	Ninguno	Se bloquea
CONNECT	Req	Intenta establecer
SEND	Datos	
RECEIVE	Ninguno	Se bloquea
DISCONNECT	Req	Intenta liberar

Funciones de las entidades de Transporte:

1. Confirmaciones ACKs
2. Controles de errores y pérdida de paquetes
3. Manejo de temporizadores
4. Retransmisiones

6.2 Elementos de los protocolos de transporte

Los protocolos de capa 4 controlan:

- Errores
- Secuenciación
- Flujo

La multiplexión de varias conversaciones puede darse de tres maneras:

1. Una conexión de capa 4
2. Un circuito virtual de capa 3
3. Un enlace físico

En el Modelo TCP/IP, la capa de Internet no ofrece circuitos virtuales, solo datagramas (servicio sin conexión)

6.3 El protocolo de Internet UDP

User Datagram Protocol, protocolo sin conexión.

UDP permite que las aplicaciones envíen datagramas IP sin conexión, se usa también en apps de tiempo real

Se usa UDP en lugar de solo IP para indicar los puertos origen y destino

6.4 El protocolo de Internet TCP

TCP (Transport Control Protocol): Protocolo de Control de Transmisión.

TCP da un flujo de bytes confiable de extremo a extremo a través de la subred no confiable

Se encarga de:

1. Enviar los segmentos sin causar congestionamiento en la red
2. Realizar retransmisiones de ser necesario
3. Ordenar los fragmentos que llegan al destino en desorden

TCP proporciona confiabilidad en la comunicación, confiabilidad que no proporciona IP

Puertos bien conocidos, menores a 1024:

Puerto	Protocolo	Uso
20, 21	FTP	Transferencia de archivos.
22	SSH	Inicio de sesión remoto, reemplazo de Telnet.
25	SMTP	Correo electrónico.
80	HTTP	World Wide Web.
110	POP-3	Acceso remoto al correo electrónico.
143	IMAP	Acceso remoto al correo electrónico.
443	HTTPS	Acceso seguro a web (HTTP sobre SSL/TLS).
543	RTSP	Control del reproductor de medios.
631	IPP	Compartición de impresoras.

Figura 6-34. Algunos puertos asignados.

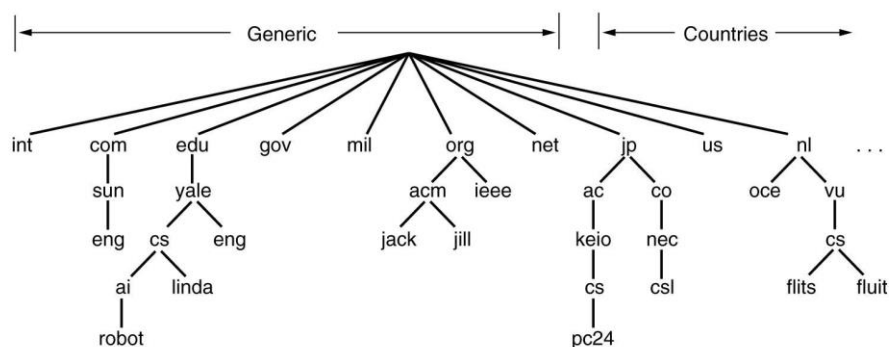
Socket = dirección IP + número de puerto

Capítulo 7: Capa de Aplicación

7.1 DNS Sistema de nombres de dominio

DNS (Domain Name Service) relaciona nombres de host y direcciones email con direcciones IP

Internet se divide en 200 dominios de países, cada uno abarca muchos hosts



Hay 13 servidores raíz (DNS root servers) en todo el mundo

7.2 Servicio de correo electrónico

Consiste de 2 subsistemas:

- Agentes de usuario: Aplicación que se ejecuta en la computadora del usuario
- Agentes de transferencia de mensajes: Servidor de correo electrónico

Funciones básicas de los sistemas email:

1. Redacción. Proceso para crear mensajes y respuestas

2. Transferencia.

- Establecimiento de conexión TCP
- Envío del mensaje
- Liberación de la conexión

3. Generación de informe. El remitente debe conocer si el mensaje se entregó, rechazó o perdió

4. Visualización de mensajes de entrada. Visor que permite leer el mensaje

5. Disposición. Guardar, imprimir, borrar, reenviar

MIME -> Extensiones Multipropósito de Correo Internet