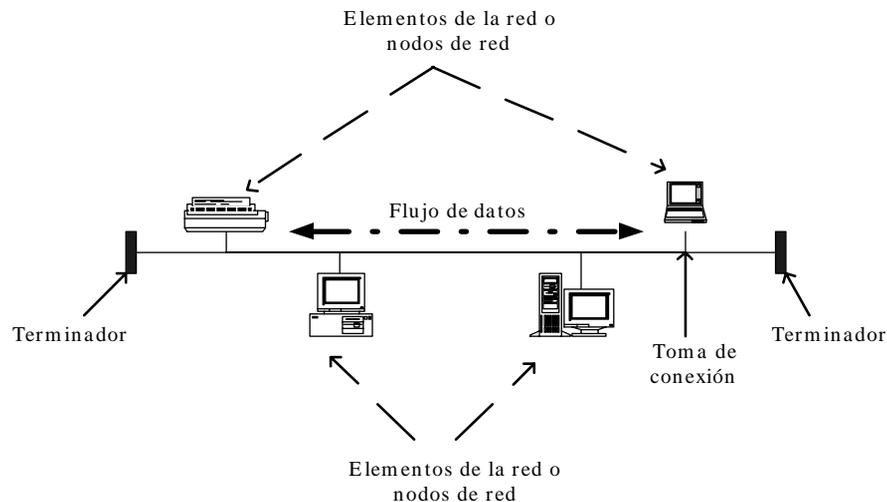

GUÍA DE ESTUDIO TEMA 4. REDES DE ÁREA LOCAL Y DE ÁREA AMPLIA. COMPONENTES. REDES IP.

OBJETIVOS

- Conocer características de una red, algunos estándares de red (IEEE 802.3 y Ethernet) y los diferentes dispositivos para la expansión e interconexión entre redes.
- Describir algunas de las redes de área local más actuales: redes de alta velocidad y redes inalámbricas.
- Presentar las aplicaciones de una red de área local en la industria.

TOPOLOGÍAS (=disposición física)

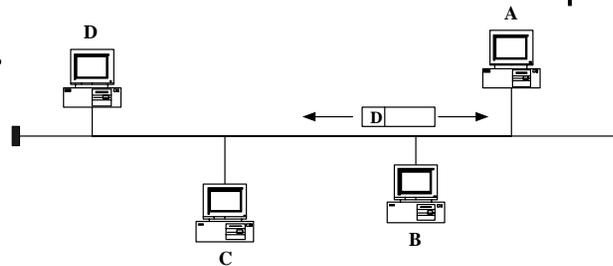
1. **Topología en bus:** Todos los nodos se conectan de forma directa, a través de una interfaz física a un medio de transmisión lineal o bus. El bus está delimitado en sus extremos por unas resistencias o terminadores que tienen como misión absorber las señales que viajan por el bus



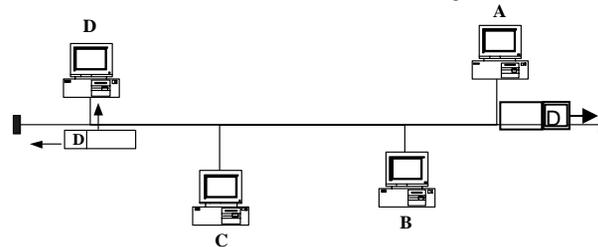
TOPOLOGÍAS

■ Operación de la topología en bus

- ❑ El nodo divide la información en tramas
- ❑ Trama = datos + cabecera dirección destino
- ❑ Pone las tramas en el bus que lo recorren en ambos sentidos.



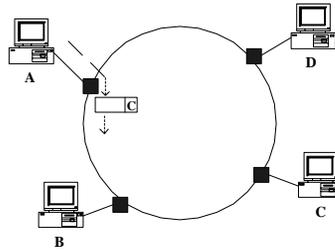
- ❑ Cuando el nodo destino detecta que la trama va dirigida a él, copia los datos.
- ❑ Si no, la trama se absorbe por el terminador.



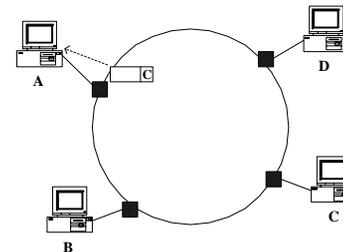
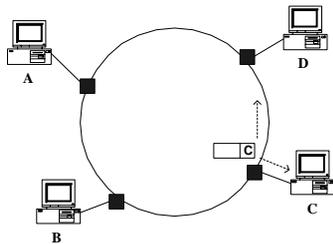
TOPOLOGÍAS

■ Operación de la topología en anillo

- ❑ El nodo divide la información en tramas
- ❑ Trama = datos + cabecera dirección destino
- ❑ Pone las tramas en el anillo que se recorre en un único sentido.



- ❑ Cuando el nodo destino detecta que la trama va dirigida a él, copia los datos.
- ❑ La trama vuelve al nodo emisor que la saca del anillo.



TOPOLOGÍAS

4. **Topología en estrella:** Cada nodo de la red está conectado a un nodo central común (concentrador, conmutador o repetidor).
- ❑ La conexión nodo-nodo central se hace a través de un enlace bidireccional. También se pueden utilizar dos enlaces punto a punto (transmisión y recepción).
 - ❑ Funcionamiento del nodo central:
 - ❑ En modo difusión: la trama enviada por un nodo es reenviada por el nodo central a todas las estaciones. El nodo central se le conoce como concentrador.
 - ❑ El nodo central trabaja como conmutador de tramas: la trama enviada por un nodo es almacenada por el nodo central y transmitida al enlace del nodo destino.

MEDIOS DE TRANSMISIÓN. REPASO

■ Guiados

□ Par trenzado

- Apantallado: FTP y STP

- Sin apantallar: UTP.

 - Categorías estandarizadas: 1 a 7

□ Cable coaxial

□ Fibra óptica

■ No guiados

□ Transmisión inalámbrica

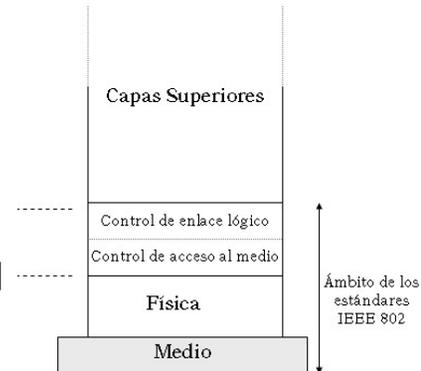
MODELO IEEE802.

■ Capa física: = modelo OSI

- ❑ Codificación y decodificación de la señal
- ❑ Sincronización
- ❑ Transmisión y recepción de bits
- ❑ Especificación del medio y de la topología

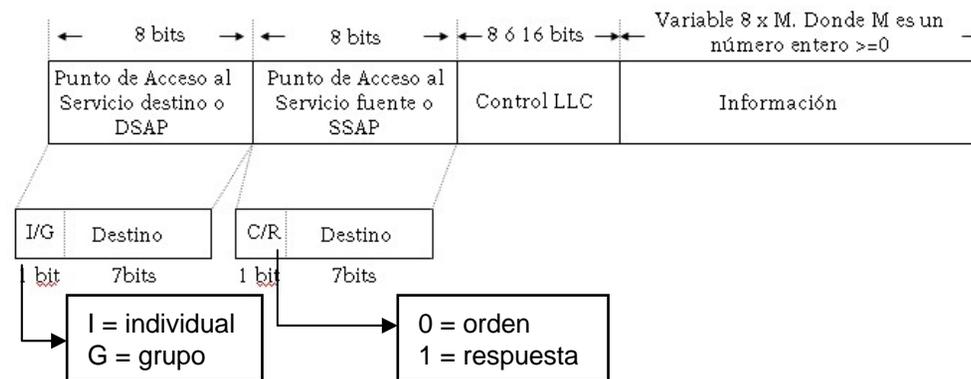
■ Capa de enlace de datos

- ❑ Capa de Control de Acceso al Medio (MAC)
 - Ensamblado de tramas con campos de dirección y detección de errores.
 - Desensamblado de tramas con reconocimiento de dirección y detección de errores.
 - Control de Acceso al Medio
- ❑ Capa de Control de Enlace Lógico (LLC)
 - Interfaz con las capas superiores
 - Control de errores y flujo.



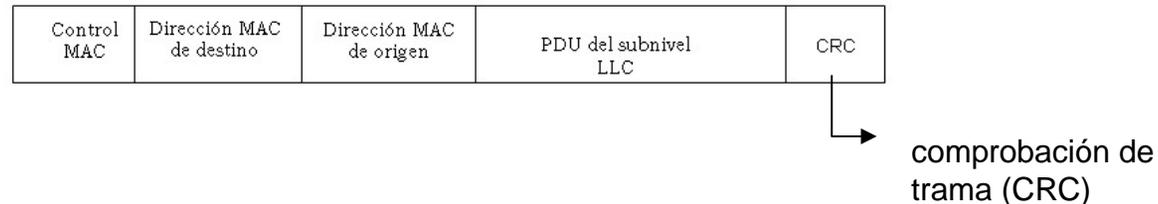
MODELO IEEE802.

- Capa de Control de Enlace Lógico (LLC)
 - Servicios \Rightarrow definición de tres protocolos (tipos de operación):
 - Con control de flujo y errores: orientado a conexión \Rightarrow tipo de operación 2.
 - No orientados a conexión sin confirmación: datagrama \Rightarrow tipo de operación 1
 - No orientado a conexión con confirmación \Rightarrow tipo de operación 3.
 - PDU del subnivel LLC:



MODELO IEEE802.

- Capa de Control de Acceso al Medio (MAC)
 - Algoritmos de asignación de canal de acceso múltiple:
 - ALOHA puro y ranurado
 - CSMA Persistente 1
 - CSMA no persistente
 - CSMA/CD
 - Trama MAC:



IEEE802.3 Y ETHERNET

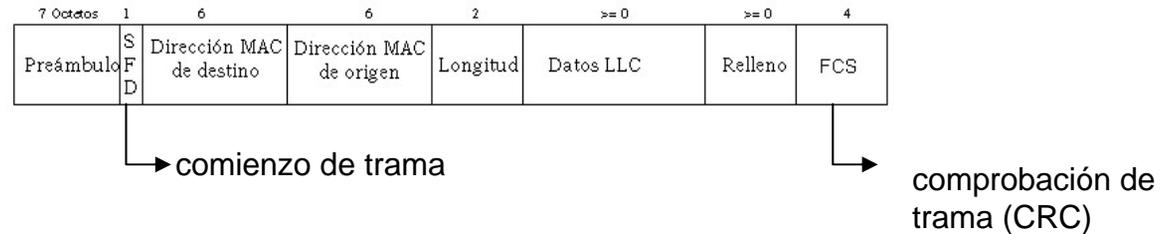
■ Tipos de cableado ≡

<velocidad(Mbps)><Tipo de transmisión><Distancia>

Nombre	Cable	Segmento máximo	Nodos/ segmento	Ventajas
10Base5	Coaxial grueso	500 m	100	Cable original. Obsoleto
10Base2	Coaxial delgado	185 m	30	No se necesita concentrador
10Base-T	Par trenzado	100 m	1024	Sistema más económico
10Base-F	Fibra óptica	2000 m	1024	Mejor entre edificios

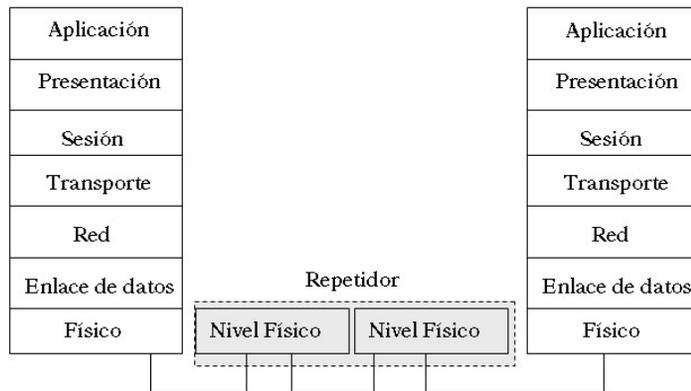
■ Protocolo de acceso al medio: CSMA/CD

■ Trama MAC:

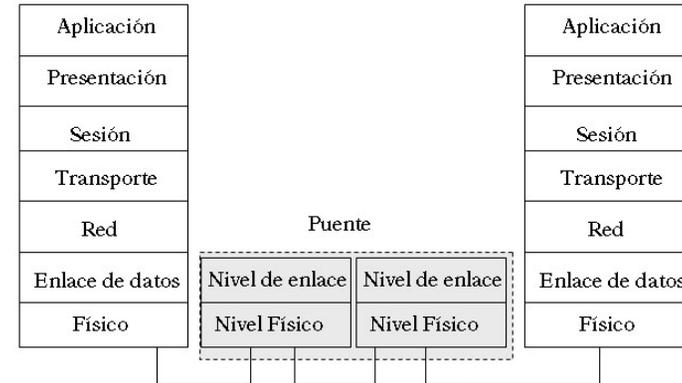


■ Redes de área local virtuales (VLAN) ≅ cableado software de los edificios

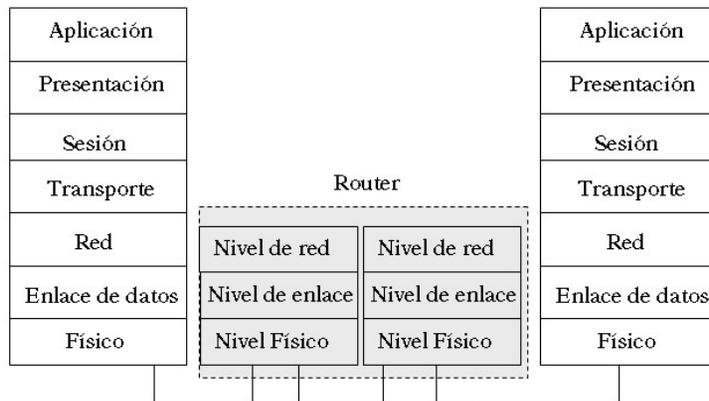
DISPOSITIVOS DE INTERCONEXIÓN DE REDES



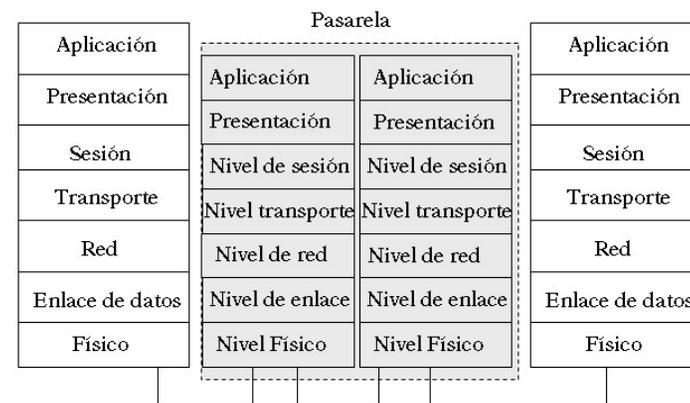
Regeneran la señal a nivel físico (nivel de bits)



Filtrado (nivel de tramas)



Filtrado y encaminamiento



Traducción completa ⇒ conexión total entre redes diferentes

REDES DE ALTA VELOCIDAD

- Fast Ethernet (IEEE 802.3 100 Mbps): 100BaseT
- Gigabit Ethernet:
 - Capa física:
 - Fibra: 1000Base-SX y 1000Base-LX
 - Par trenzado: 1000Base-CX y 1000Base-T
 - Protocolo CSMA/CD y tramas utilizadas en IEEE 802.3 a 10 Mbps y 100 Mbps.
- 10Gigabit Ethernet:
 - Capa física: fibra óptica
 - 10GBASE-S, 10GBASE-L, 10GBASE-e y 10GBASE-LX4.
- Canal de fibra:
 - Capa física: fibra, coaxial y par de cobre.
 - Recursos orientados a canal: modificadores de tipos de datos, elementos de nivel de enlace para operaciones e/s y soporte para arquitecturas de canal e/s existentes
 - Recursos orientados a red: multiplexación completa, conectividad igual a igual y posible interconexión con otras tecnologías.

REDES INALÁMBRICAS. IEEE 802.11. Wi-Fi

■ Modos de trabajo:

- En presencia de una estación base (Punto de Acceso): todas las comunicaciones pasan por el PA.
- En ausencia de estación base: comunicación directa entre ordenadores.

■ Requisitos específicos de las redes inalámbricas

- Rendimiento: utilización eficiente del medio = maximizar capacidad.
- Número de nodos muy elevados
- Conexión a la LAN troncal.
- Área de servicio: zona de cobertura $\in (100 \text{ m}, 300 \text{ m})$
- Robustez de transmisión y seguridad.
- Funcionamiento de redes adyacentes: evitando transferencias entre ellas.
- Traspasos (*Handoff*)/Itinerancia (*Roaming*). El protocolo MAC usado en LAN inalámbricas debería permitir a las estaciones móviles desplazarse de una celda a otra.
- Configuración dinámica. El direccionamiento MAC y la gestión de la red LAN deberían permitir la inserción, eliminación y traslados dinámicos y automáticos de sistemas finales sin afectar a los demás usuarios.

REDES INALÁMBRICAS. IEEE 802.11. Wi-Fi

■ Clasificación

- LAN de infrarrojos.
- LAN de espectro disperso.
- Microondas de banda estrecha.

■ Pila de protocolos

1. Capa física (= OSI): especifica 5 técnicas de transmisión

- **Infrarrojos**
- **Espectro disperso con salto de frecuencia (FHSS):** se transmite información a una frecuencia durante un tiempo. Pasado éste, se cambia de frecuencia.
- **Espectro disperso de secuencia dispersa (DSSS):** añade bits redundantes.
- **Multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM):** divide la señal en muchas subseñales que se transmiten simultáneamente al receptor en distintas frecuencias
- **Espectro disperso de secuencia directa de alta seguridad (HR-DSSS)**

REDES INALÁMBRICAS. IEEE 802.11. Wi-Fi

2. Capa de enlace de datos:

■ Capa MAC:

- Modo distribuido: en todas las implementaciones
- Modo centralizado (opcional)

■ Capa de control de enlace

■ Servicios

- De distribución: proporcionados por los PA. Relacionados con la movilidad

- Asociación

- Distribución

- Disociación

- Integración

- Reasociación

- De estación: posterior a la asociación. Para una sola celda

- Autenticación

- Privacidad

- Desautenticación

- Entrega de datos

APLICACIONES DE LAS REDES LAN

- **BUS DE CAMPO:** proporcionan un enlace de comunicación, digital, bidireccional y multiacceso para comunicar medidores inteligentes y dispositivos de control.
 - Profibus: estándar
 - Profibus FMS (*Fieldbus Message Specification*): resolver problemas de comunicaciones.
 - Profibus DP (*Decentralized Periphery*): solución de alta velocidad para la comunicación entre los sistemas de automatización y los dispositivos distribuidos.
 - Profibus PA (*Process Automation*): aplicación de procesos
- LAN de ordenadores personales: compartición de datos.
- Redes de respaldo y almacenamiento

REDES DE ÁREA AMPLIA

- Crear conexiones de datos a través de un área geográfica extensa.
- Tipos de conexión:
 - **Líneas alquiladas** o conexiones dedicadas o punto a punto.
 - Uso privado del cliente: reservada para él por el proveedor de servicios (caras).
 - Conexiones serie síncronas de hasta velocidades de E3,
 - Disponibilidad garantizada del ancho de banda.
 - **Conmutación de circuitos.** camino formado por circuitos, dedicado, entre el emisor y el receptor durante la duración de la llamada.
 - Servicios telefónicos básicos o RDSI.
 - **Conmutación de paquetes.** usan circuitos virtuales para dotar al sistema de conectividad de extremo a extremo.
 - Las conexiones físicas se consiguen mediante dispositivos de conmutación.
 - En las cabeceras de los paquetes se identifica su destino.
 - Servicios parecidos a los de la línea alquilada, pero la línea es compartida y el coste del servicio es menor.

PROTOSCOLOS WAN

- El formato de la trama de nivel 2 de OSI depende del tipo de servicio elegido, de la tecnología WAN seleccionada y del dispositivo de comunicaciones.
 - Línea alquilada o conmutación de circuitos:
 - PPP (*Point to Point Protocol*)
 - SLIP (*Serial Line Internet Protocol*)
 - HDLC (*High-level Data Link Control*).
 - Conmutación de paquetes:
 - X.25
 - Frame Relay
 - ATM (*Asynchronous Transfer Mode*).

PROTOCOLOS WAN

- **HDLC (*High-level Data Link Control*):**
 - Protocolo de enlace de datos estándar ISO
 - Encapsula datos en líneas serie síncronas.
 - No soporta varios protocolos de nivel 3 en un enlace único
- **PPP (*Point to Point Protocol*):**
 - Protocolo de enlace de datos con servicios de nivel de red
 - Permite encapsular información de diferentes protocolos de nivel de red en enlaces punto a punto en líneas serie asíncronas, síncronas y en líneas RDSI.
 - Está dividido en dos subniveles:
 - Componente NCP: encapsular diferentes protocolos de nivel 3
 - Componente LCP: negociar y establecer las opciones de control sobre el enlace WAN: autenticación, compresión y detección de errores.

PROTOSCOLOS WAN

■ Frame Relay

- ❑ Estándar ANSI y ITU-T.
- ❑ Define el proceso de envío de datos por una red pública de datos.
- ❑ Orientado a conexión.
- ❑ Depende de los protocolos de niveles superiores para la corrección de errores y fiabilidad.
- ❑ Método de multiplexación estadística de muchas conversaciones lógicas de datos (circuitos virtuales) por un único enlace físico de transmisión.
- ❑ Los circuitos virtuales pueden ser de dos tipos: permanentes o conmutados

RDSI

- **Definición del CCITT:** Red que procede por evolución de la Red Digital Integrada y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos, y a la que los clientes acceden a través de un conjunto definido de interfaces normalizados.
- **Agrupaciones funcionales:** conjunto de equipos y elementos que configuran la RDSI.
 - **Terminación de Red 1 (TR1):** Constituye la separación física entre la instalación del cliente y la red exterior. Realiza funciones de transmisión.
 - **Terminación de Red 2 (TR2):** para conmutación, concentración, control, mantenimiento, etc., en el interior de las instalaciones de cliente.
 - **Equipo Terminal 1 (ET1):** Son terminales que están diseñados para conectarse directamente a la RDSI.
 - **Equipo Terminal 2 (ET2):** cualquier terminal que no puede conectarse directamente a la RDSI.
 - **Adaptador de Terminal (AT):** Permite por tanto la conexión de los ET2 a la RDSI.
- **Puntos de referencia:** son los puntos que separan las agrupaciones funcionales.
 - **Punto de Referencia S:** Constituye el punto de conexión física de los terminales con la RDSI.
 - **Punto de Referencia T:** Representa la separación entre las instalaciones del cliente y los equipos de transmisión de línea (TR1).
 - **Punto de Referencia U:** línea de transmisión entre las instalaciones del cliente y la central RDSI.
 - **Punto de Referencia R:** Es el punto de conexión de cualquier terminal no RDSI.
- **Canales de acceso** para la transferencia de información y señalización:
 - **Canal B:** Es un canal de 64 kbps que transporta la información generada por el terminal del cliente.
 - **Canal D:** Es un canal de 16 kbps o 64 kbps, que se utiliza para transportar la señalización para el establecimiento y control de llamadas. También puede utilizarse para transmitir información de cliente a baja velocidad.
- **Accesos de cliente:** combinación de
 - **Acceso básico,** o acceso 2B + D, proporciona dos canales de 64 kbps (canales B) y un canal de 16 kbps (Canal D).
 - **Acceso primario,** o acceso 30B + D, proporciona 30 canales de 64 kbps (canales B) y un canal de señalización (canal D) de 64 kbps.

xDSL

- **La tecnología DSL** (*Digital Subscriber Line*) es una tecnología de módem que utiliza las líneas telefónicas de par trenzado ya existentes para transportar datos de gran ancho de banda.
- **Los servicios xDSL** son conexiones dedicadas punto a punto para acceso a la red pública sobre par trenzado en el bucle local entre el proveedor del servicio y el abonado.
- **Tecnología ADSL:**
 - Asimétrica: permite mayor ancho de banda desde el proveedor hacia el cliente que en el otro sentido.
 - Servicio permanente: sin necesidad de establecimiento de llamada.
 - Un circuito ADSL conecta un módem ADSL a cada extremo de una línea telefónica de par trenzado, creando tres canales de información:
 - Un canal de alta velocidad de “bajada”.
 - Un canal duplex de velocidad media.
 - Un canal de servicio telefónico básico: separado por filtros.
 - La necesidad de dos módems supone una dificultad para su despliegue ⇒
 - Solución: DSLAM ("*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*"): un chasis que agrupa gran número de tarjetas, cada una de las cuales consta de varios módems, y que además concentra el tráfico de todos los enlaces ADSL hacia una red WAN.
 - Cada canal se puede multiplexar para formar múltiples canales de menor velocidad.
 - El caudal máximo que se puede conseguir varía en función de la longitud del bucle de abonado.

REDES IP

- Direccionamiento IP
 - El protocolo IP usa direcciones IP para poder encaminar los mensajes hacia los equipo de la red.
 - Cada interfaz de cada equipo de la red IP se identifica con una dirección IP.
 - En la mayor parte de los casos 1 dirección IP/equipo.
 - Traducción: Si al hacer referencia a un equipo se utiliza su nombre de *host*, éste es traducido siempre a su dirección IP. Se hace mediante una pequeña base de datos local o configurando el equipo emisor como cliente de la aplicación DNS (*Domain Name System*) y, en este caso, el equipo debe tener accesible un servidor DNS.
 - Una **dirección IP** es un número binario de 32 bits o 4 octetos. El formato habitual usa notación punto para separar los octetos convertidos al sistema decimal.
Ejemplo: www.uned.es = 00111110 11001100 11000000 00010000 =
= 62.204.192.16

REDES IP

■ Direccionamiento IP

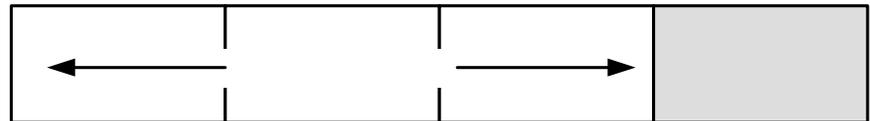
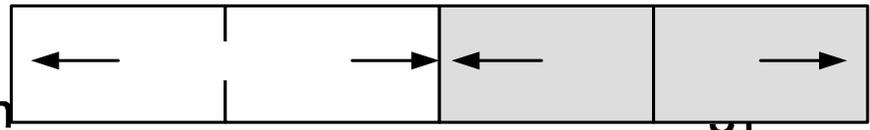


Formato básico de una dirección IP



Clases de direcciones IP

Dirección de red



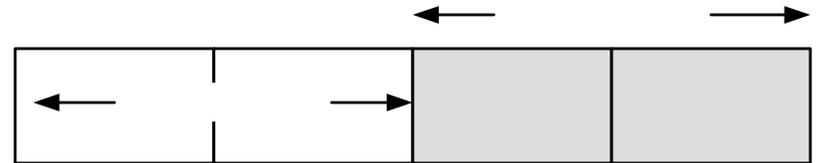
■ Otras clases de direcciones IP:

- CLASE D: empiezan por 224-239. Difusión multicast.
- CLASE E: empiezan por 240-255. Experimental
- Direcciones no encaminables: los encaminadores ignoran los mensajes hacia ellas.
 - 10.0.0.0-10.255.255.255
 - 172.16.0.0-172.31.255.255
 - 192.168.0.0-192.168.255.255
- Direcciones reservadas:
 - Dirección local todo 0: propia dirección de red
 - Dirección local todo 1: difusión broadcast

REDES IP

- **Subredes:** segundo nivel lógico para cuando hay que dividir el espacio de direcciones del que se dispone.

La parte local de la dirección IP se divide en una parte de subred y una parte de equipo.



- **Configuración IP** = definir los parámetros siguientes:
 - La dirección IP.
 - La **máscara de red y subred**, que es otro número de 32 bits que tiene tantos bits a 1, desde el inicio del número, como bits hay dedicados en la dirección IP a la parte de red.
 - La dirección IP de, al menos, un encaminador IP. Si sólo hay uno se habla del **encaminador por defecto**.
 - La dirección IP de, al menos, un servidor DNS, para poder trabajar en las aplicaciones utilizando nombres de equipos en lugar de direcciones IP

REDES IP

■ Encaminamiento IP

- Tabla de rutas: contiene información de cómo encaminar los mensajes en función de la dirección destino.
- Emisor consulta las partes de red y subred de la dirección destino, lo compara con su propia configuración de dirección de red y encaminará el mensaje usando su **tabla de rutas**.
- Encaminamiento en un equipo con una sola tarjeta de red y una sola dirección IP :
 - Si destino \in misma subred (emisor) \Rightarrow envío directo a destino
 - Si no \Rightarrow
 - Si en la tabla de rutas hay una entrada para el encaminador de la red de destino \Rightarrow envío a este encaminador.
 - Si no \Rightarrow envío al encaminador por defecto

ENCAMINADORES EN REDES WAN

- Un encaminador tiene en general n-interfaces de comunicación \Rightarrow “conoce” n-redes IP diferentes.
- La tabla de rutas del encaminador tiene una entrada por cada interfaz.
- Proceso de encaminamiento:
 1. Determina la dirección IP destino del mensaje, obteniéndola de la cabecera IP.
 2. Busca en su tabla de rutas la entrada más parecida a la dirección destino.
 3. Determina la interfaz de salida del mensaje, basándose en la información obtenida en el paso anterior.
 4. Reenvía el mensaje por la interfaz determinada.
- Protocolos de encaminamiento: para mantener actualizada la tabla de rutas.
 - Basados en el algoritmo “vector-distancia” (nº de saltos entre el origen y el destino): RIP, IGRP y EIGRP.
 - Basados en el algoritmo “estado de enlace” (coste del enlace): OSPF.
 - Para redes muy extensas: BGP.

ENCAMINADORES EN REDES WAN

- Arquitectura cliente/servidor en IP. Sockets
 - Cada servidor crea, al arrancar, una estructura abstracta (*socket*) en la memoria del equipo.
 - $\text{Socket} \subset$ dirección IP, protocolo de transporte (TCP o UDP), número de puerto.
 - Flujo cliente-servidor se puede caracterizar por 5 parámetros, que van en la cabecera TCP:
 - Números de puerto del cliente y del servidor.
 - Direcciones IP del cliente y del servidor.
 - Protocolo de transporte utilizado, TCP o UDP.
 - Clasificación de aplicaciones:
 - Orientadas a conexión: usan TCP. Ej. Telnet, SMTP, etc.
 - No orientadas a conexión: usan UDP. Ej. Aplicaciones de gestión de red.
 - Aplicaciones más sofisticadas: usan ambos.

APLICACIONES TCP ORIENTADAS A CONEXIÓN

■ Proceso de establecimiento de conexión TCP

1. El cliente envía un mensaje de petición de conexión al servidor de la aplicación. La cabecera TCP fijará los siguientes campos:

SYN = 1; ACK = 0 ; SEC = SEC-CLIENTE;

Socket emisor= cliente; Socket destino= servidor

2. En el servidor:

1. TCP crea una entrada en la tabla de conexiones “embriónicas”
2. Contesta con un segundo mensaje al cliente.

SYN = 1; ACK = 1 ; SEC = SEC-SERVIDOR; NACK = SEC-CLIENTE+1

Socket emisor= servidor; Socket destino= cliente

3. El cliente contesta con otro mensaje al servidor:

SYN = 0; ACK = 1 ; SEC = SEC-CLIENTE+1; NACK = SEC-SERVIDOR+1

Socket emisor= cliente; Socket destino= servidor

4. El servidor da por acabado el proceso:

1. Borra la entrada en la tabla de conexiones “embriónicas”
2. Crea una nueva entrada en la tabla de conexiones activas.

APLICACIONES UDP SIN CONEXIÓN PREVIA

- No hay establecimiento de conexión \Rightarrow no garantiza la entrega de mensajes, no es capaz de secuenciar, no hace control de flujo ni de congestión.
- Diseñado para aplicaciones cliente/servidor que cumplan:
 - Respuesta única y rápida: el cliente pregunta, el servidor responde y ya no hay más.
 - Cantidad corta de datos para contestar a cada petición.
- Cabecera UDP = números de puerto origen y destino \Rightarrow el protocolo es un gestor eficaz del ancho de banda.
- Las aplicaciones típicas de UDP no son de usuario final sino de gestión:
 - Protocolos de encaminamiento: RIP o BGP
 - Protocolos de asignación dinámica de direcciones IP: DHCP.
 - Protocolos de transferencia de ficheros sin autenticación: TFTP
 - Protocolos de gestión de red: SNMP.

APLICACIONES DE NIVEL DE RED

- Son aplicaciones que utilizan el protocolo IP para transporte y no hacen uso del concepto de socket.

Ej.: aplicaciones de protocolos de encaminamiento OSPF, IGRP y EIGRP.

- Protocolo ICMP: utilizado por los encaminadores intermedios cuando detectan problemas y entonces envían mensajes al emisor:
 - ❑ Mensajes de destino inalcanzable.
 - ❑ Mensaje de tiempo de vida expirado.
 - ❑ Mensaje de petición de control de congestión.
 - ❑ Mensaje de redirección de los mensajes, indicando otra ruta mejor.

CONCLUSIONES

- Las características de una LAN (topología, medio de transmisión, acceso al medio) determinan su rendimiento, sus posibles aplicaciones, su diseño, etc.
- El auge de las LAN propició la aparición de estándares como el IEEE 802.3 (Ethernet) y el IEEE 802.11 (Wi-Fi).
- La principal aplicación de las LAN es compartir información, entre los diferentes estamentos de una empresa, a distancias pequeñas y alta velocidad. También pueden utilizarse para como procesos de control, de automatización o como redes de respaldo.
- Las redes LAN se conectan entre ellas a través de redes de área extensa (WAN), que tienen sus protocolos propios.
- Entre las redes WAN, las redes IP son hoy en día la arquitectura de comunicaciones de transporte de datos prácticamente universal.
- En las redes IP hay que conocer dos aspectos fundamentales:
 - El esquema de direccionamiento IP, las distintas clases de direcciones, las direcciones prohibidas, las subredes, etc.
 - El proceso de encaminamiento y los encaminadores.
 - La operación mediante TCP en aplicaciones orientadas a conexión: ofrece un servicio más lento pero más fiable.
 - La operación mediante UDP en aplicaciones sin conexión previa: al contrario.
- Además hay otras aplicaciones IP, como ICMP o EIGRP, que utilizan como transporte el propio protocolo de red IP.