

PROTOSCOLOS DE COMUNICACIÓN DE RED

Clase 5: Capa de Red

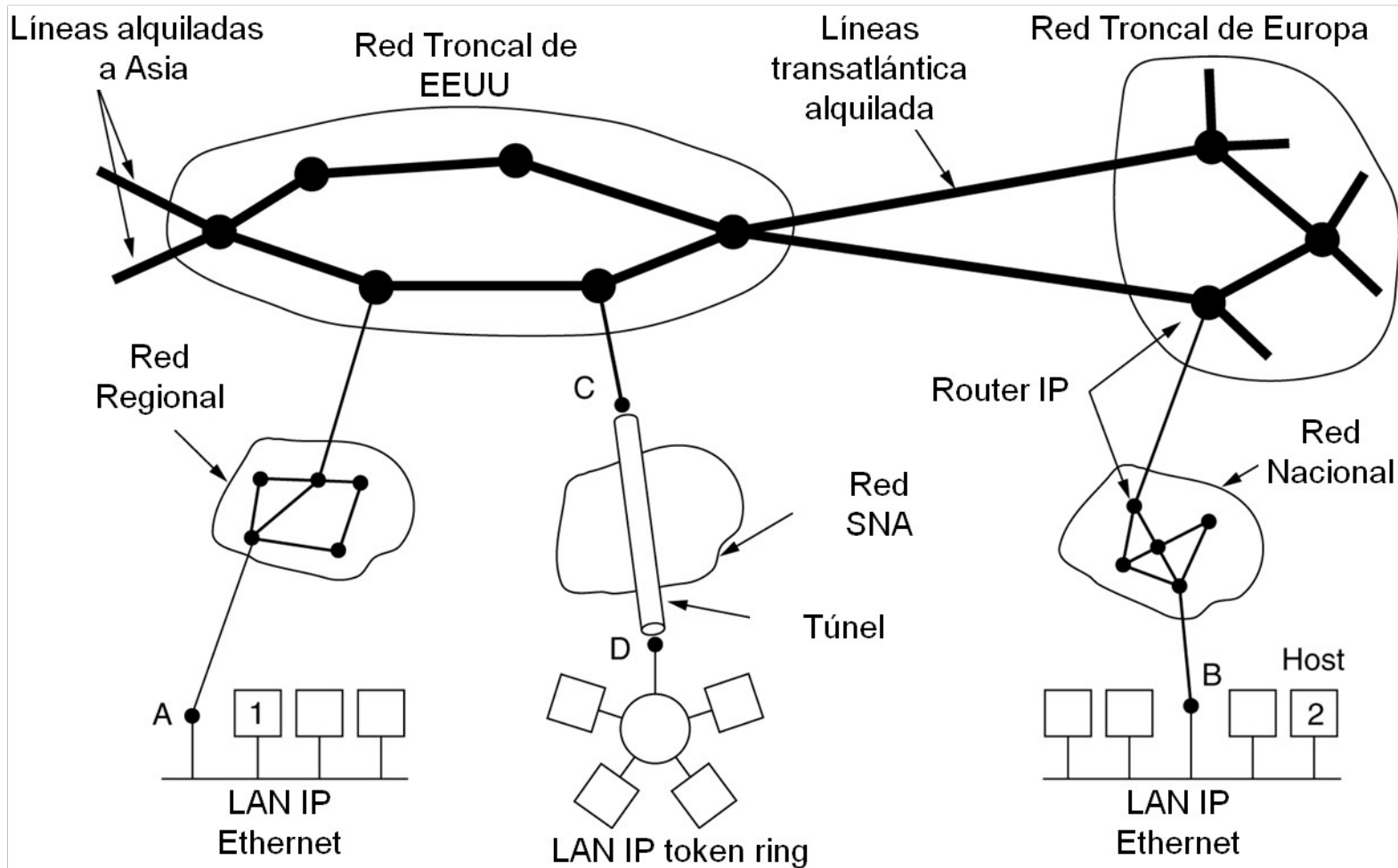
Lic. Rubén G. Apolloni

Área de Sistemas de Computación
Universidad Nac. De San Luis
(5700) San Luis – San Luis

Protocolos de routing en Internet

- Compuesto de una gran cantidad de sistemas autónomos interconectados.
- Cada uno es manejado por diferentes organizaciones.
- Existen redes dorsales principales, con gran ancho de banda y routers rápidos.
- Conectando a las redes regionales.
- Conectando a las LANs.

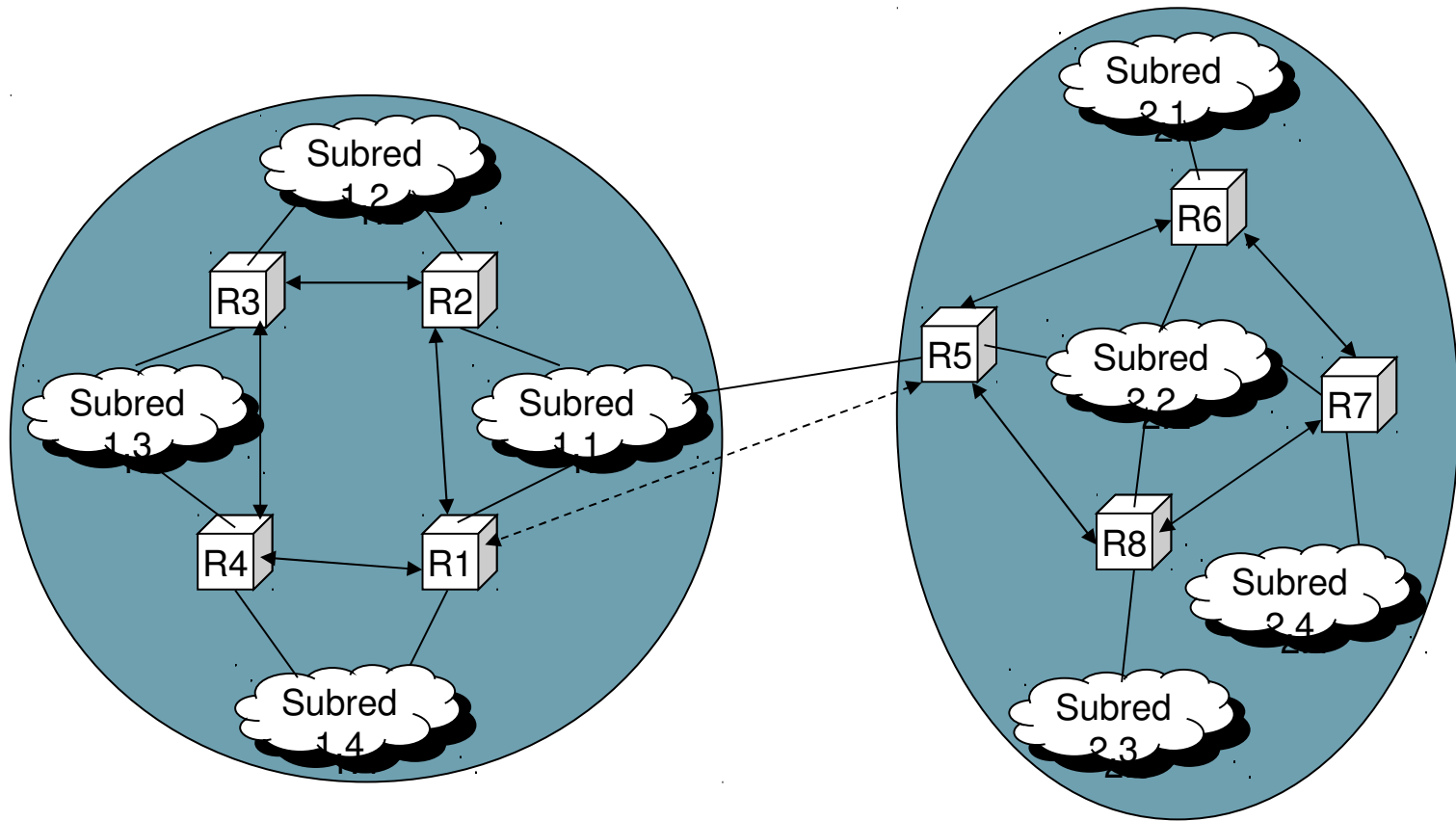
Internet



Protocolos de routing en Internet

- Compuesto de una gran cantidad de sistemas autónomos.
- Cada uno es manejado por diferentes organizaciones.
- Pueden usar diferentes algoritmos de enrutamientos.
- Por lo tanto se emplean dos niveles de routing.
 - Algoritmos de routing internos.
 - Algoritmos de routing externos.

Protocolos de routing en Internet.



Sistema Autónomo 1

Sistema Autónomo 2

- ↔ Protocolo de enrutamiento interior
- ↔ Protocolo de enrutamiento exterior

Protocolos de routing en Internet.

Protocolos de Puerta de Enlace Interior (IGP).

- Protocolo de información de Routing (RIP):
- Arma las tablas de los routers de un sistema autónomo.
- Calcula el camino más corto hacia la red de destino usando el algoritmo del vector de distancias.
- Métrica: número de saltos del router hasta alcanzar la red de destino.
- **Utiliza paquetes UDP.**
- No detecta ciclos, limita el tamaño de la red a 15 saltos.
- Cada ruta se actualiza cada de 30 seg., se desactiva a los 180 seg. y se borran a los 300 seg.

Protocolos de routing en Internet.

Protocolos de Puerta de Enlace Interior (IGP).

- RIP:
- Información Tabla de routing:
 - Dirección de destino.
 - Siguiente salto.
 - Interfaz de salida del router.
 - Métrica.
 - Temporizador.
- Se empleó originalmente en Internet.
- RIP v1, RIP v2 y RIPng (para IPv6).
- Problemas para administrar y routing cuando Internet creció (convergencia lenta, cuenta hasta el infinito, etc.).

Protocolos de routing en Internet.

Protocolos de Puerta de Enlace Interior (IGP).

- Primero el camino más corto disponible (OSPF).
- Routing por el algoritmo de Dijkstra de estado de enlace.
- Soluciona los problemas de RIP.
- Utiliza una variedad de métricas.
- Routing en base al tipo de servicio.
- Balance de carga.
- Apoyo a los sistemas jerárquicos.
- Soportan 3 tipo de conexiones:
 - Punto a punto entre 2 routers.
 - Redes con difusión.
 - Redes sin difusión.

Protocolos de routing en Internet.

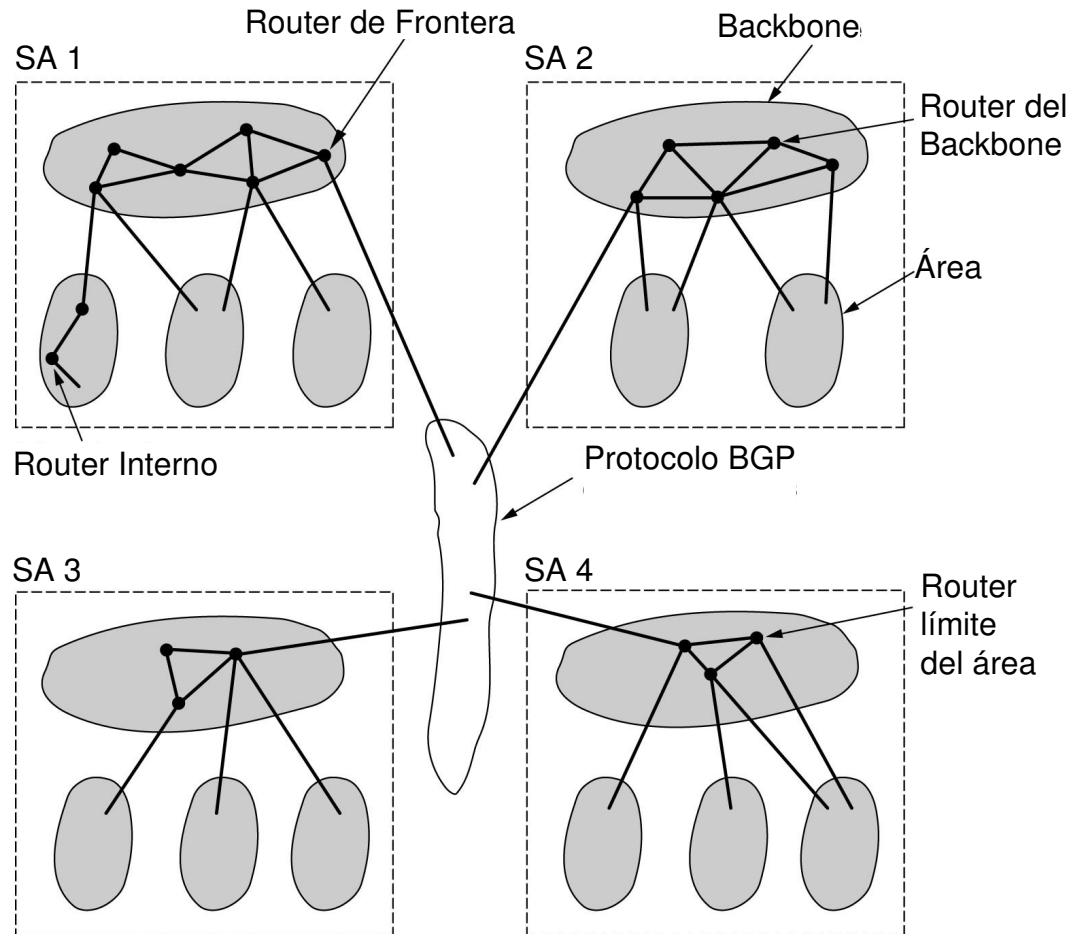
Protocolos de Puerta de Enlace Interior (IGP).

- OSPF:
- Cada routers mantiene una base de datos con la topología del sistema autónomo al que pertenece.
- La topología se describe por medio de un grafo dirigido.
- Vértices:
 - Routers
 - Redes:
 - De tránsito.
 - Terminal.
- Arcos:
 - Conectan 2 routers (enlace punto a punto).
 - Conectan un router a una red.

Protocolos de routing en Internet.

Protocolos de Puerta de Enlace Interior (IGP).

- OSPF: tipos de routers



Protocolos de routing en Internet. Protocolos de Puerta de Enlace de Frontera (BGP).

- ▣ Funciona entre sistemas autónomos.
- ▣ Tiene que tener en cuenta aspectos socio/políticos.
- ▣ Se encarga de llevar paquetes desde un sistema autónomo a otro sistema autónomo.
- ▣ La conexión entre sistemas autónomos se realiza entre dos router de frontera.
- ▣ Se conoce como un protocolo de vector de ruta: guarda la ruta exacta que se debe tomar.
- ▣ Las rutas no tienen un costo asociado.
- ▣ En general se define la política que se debe tener en cuenta para seleccionar la ruta.

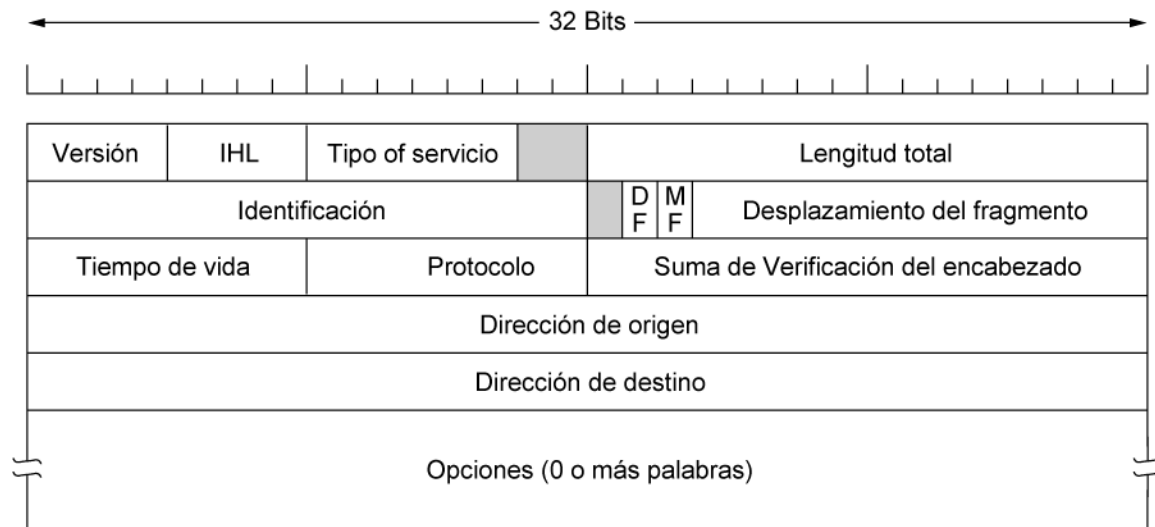
Protocolo de Internet (IP)

- Protocolo que proporciona un medio para transportar los datagramas del origen al destino, sin importar si las máquinas están en la misma red, o si hay otras redes entre ellas.
- La comunicación en Internet funciona de la siguiente manera:
 - La capa de transporte toma flujos de datos y los divide en datagramas.
 - Cada datagrama se transmite a través de Internet, los cuales pueden fragmentarse en unidades mas pequeñas en el camino.
 - Cuando las piezas llegan a la máquina destino, son reensamblados por la capa de red, obteniendo los datagramas originales.
 - Los datagramas son entregados a la capa de transporte, que los introduce en el flujo e entrada del proceso receptor.

IP: Datagrama

- Un datagrama IP consiste de:
 - una parte de encabezado y
 - en una parte de texto.
- El encabezado tiene:
 - una parte fija de 20 bytes y
 - una parte opcional de longitud variable

- Se transmite de izquierda a derecha, comenzando por el bit de orden mayor del campo Versión.



IP: Datagrama

- **Versión:** indica la versión del protocolo al que pertenece el datagrama (IPv4 o IPv6).
- **Longitud de la cabecera (IHL):** indica la longitud del encabezado en palabras de 32 bits (valor min.: 5 y máx: 15).
- **Tipo de servicio:** permite distinguir entre las diferentes clases de servicios. Son posibles varias combinaciones de confiabilidad, prioridad y velocidad (no se utiliza).
- **Longitud total:** incluye todo el datagrama, encabezado y datos.
- **Identificador:** un número de secuencia que, junto con la dir. origen y destino y el protocolo usuario identifica al datagrama de forma única.

IP: Datagrama

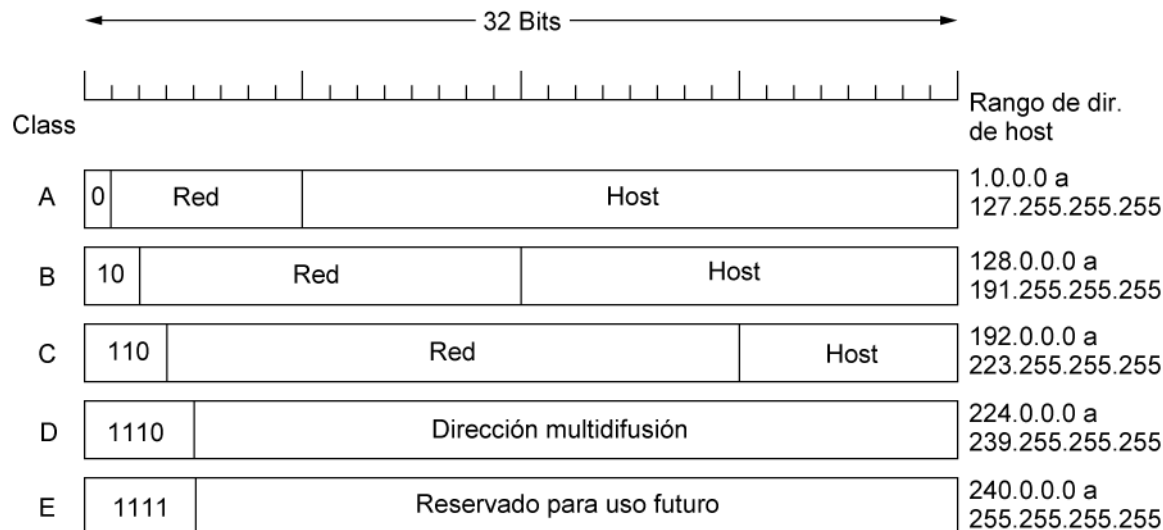
- **DF:** un bit que indica que no se puede fragmentar el datagrama.
- **MF:** un bit que indica si hay más fragmentos.
- ***Desplazamiento del fragmento:*** indica el lugar donde se sitúa el fragmento dentro del datagrama original.
- ***Tiempo de vida:*** especifica cuánto tiempo, en segundos, se le permite al datagrama permanecer en la red (en la práctica cuenta la cantidad de saltos).
- ***Protocolo:*** indica el protocolo de las capas superiores al que debe entregarse el paquete (p.e.: TCP, UDP, otros).

IP: Datagrama

- ▣ ***Suma de verificación del encabezado:*** verifica únicamente el encabezado del datagrama. Detección de errores.
- ▣ ***Dirección de Origen y Destino:*** indica el número de red y el número de host.
- ▣ ***Opciones:*** se diseñó para proporcionar un recurso que permitiera que las versiones subsiguientes del protocolo incluyera información no presente en el diseño original.

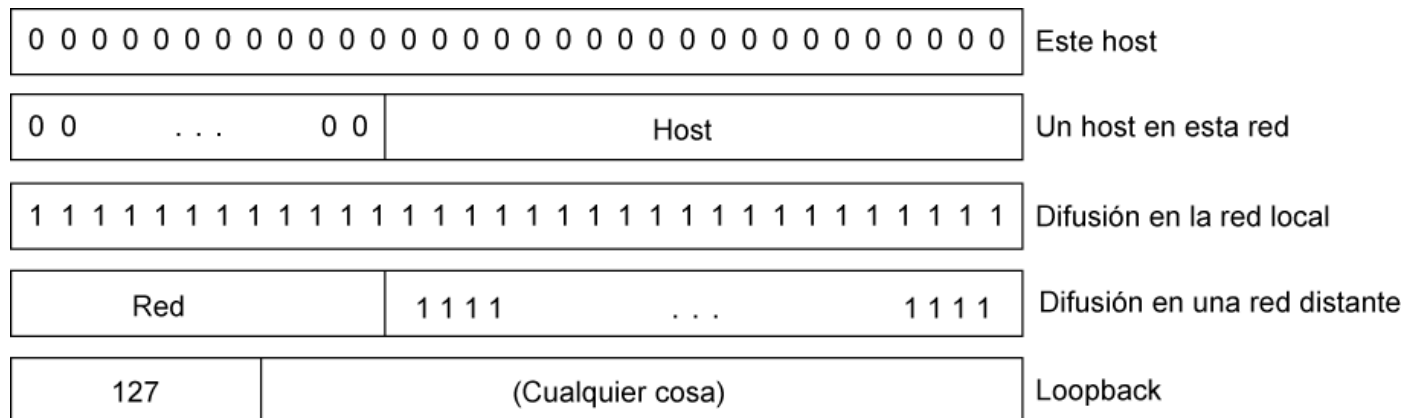
IP: Direcciones.

- Cada host y router de Internet tiene una dirección IP que codifica su número de red y su número de host.
- La combinación es única.
- Todas las direcciones IP son de 32 bits de longitud.
- Las direcciones se dividen en 5 categorías, denominada **direccionamiento con clase**.



IP: Direcciones IP

- En la practica se escriben en **notación decimal con puntos**.
- Cada uno de los cuatro bytes se escriben en decimal, de 0 a 255.
- Se pueden expresar en notación base 2 (binario), base 10 (decimal), base 16 (hexadecimal), p.e. la siguiente dirección de clase B expresada en distintas bases:
 - 192.41.6.20 → C0 29 06 14 → 11000000 00101001 00000110 00010100

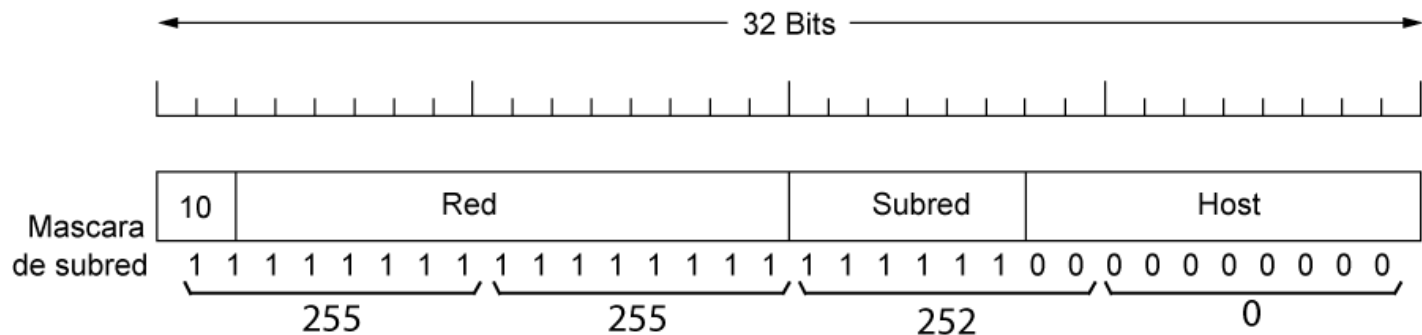


IP: Subredes

- El crecimiento de la Internet, produjo un grave problema.
- La división de las direcciones IP en 3 clases redujo la cantidad de direcciones disponibles.
- Si se solicitó una dirección de red de una clase, puede estar subutilizando. O puede no permitir agregar nuevos hosts a la red.
- La solución a este problema: dividir la red en varias partes para uso interno, pero aún actuar como una sola red ante el mundo exterior.
- Se eliminan algunos bits del número de host para utilizarlos en un **número de subred**.

IP: Subredes

- Ejemplo:
- Si se utiliza una dirección de clase B (14 bits para identificar la red y 16 bits para identificar los hosts).
- Se divide la red en 56 subredes,
- Utilizar 6 bits para identificar la subred y 10 bits para identificar los hosts en cada subred.
- El router principal necesita una máscara de subred que permita dividir entre el número de red, el número de subred y el host.



IP: Subredes

- Fuera de la red las subredes no son visibles.
- Las subredes de la organización se podrían definir como:

Subred 1:	10000010	00110010	000001 00	00000001	130.50.4.1
Subred 2:	10000010	00110010	000010 00	00000001	130.50.8.1
Subred 3:	10000010	00110010	000011 00	00000001	130.50.12.1
Subred 4:	10000010	00110010	000100 00	00000001	130.50.16.1
Subred 5:	10000010	00110010	000101 00	00000001	130.50.20.1

 Identifica la red  Identifica la subred  Identifica el hosts

- Fuera de la red las subredes no son visibles.
- Las subredes de la organización se podrían definir como:

IP: Subredes

- Cambian las tablas de routing.
- Agregar entradas con la forma (red, subred, 0) y (red, subred, host).
- Un router de la subred k sabe cómo llegar a todas las demás subredes y a todos los hosts de la subred k.
- Los routers realiza un AND booleano con la máscara de subred de la red para quitar la dir. de host y buscar la dir. resultante en su tabla.
- Mascara:

11111111 11111111 11111100 00000000
255 255 252 0

Dir. IP/22

IP: Subredes

- Ejemplo:
 - La dirección 130.50.15.6 llega a un router de la subred 5.
 - El router le aplica un AND con la máscara de subred 255.255.252.0. Obtiene la dirección 130.50.12.0.
 - Busca en su tabla de enrutamiento y lo dirige al router de la subred 3.
- La división de redes en subredes, reduce el tamaño de las tablas y crea una jerarquía de 3 niveles, red, subred y host.

IP: Routing Interdominios sin Clase:

- Asignar en bloques de tamaño variable.
- Independiente de las clases de direcciones IP.
- La tabla de routing tienen 3 entradas:

Dirección IP	Mascara de Subred	Línea de Salida
--------------	-------------------	-----------------

- La mascara se utiliza para determinar la red.

IP: Routing Interdominios sin Clase:

□ Ejemplo:

Red	Primera Dir.	Última Dir.	Cantidad hosts	Dir. IP
R1	194.24.0.0	194.24.7.255	2048	194.24.0.0/21
R2	194.24.8.0	194.24.11.255	1024	194.24.8.0/22
Disponibles	194.24.12.0	194.24.15.255	1024	194.24.12.0/22
R3	194.24.16.0	194.24.31.255	4096	194.24.16.0/20

IP: NAT

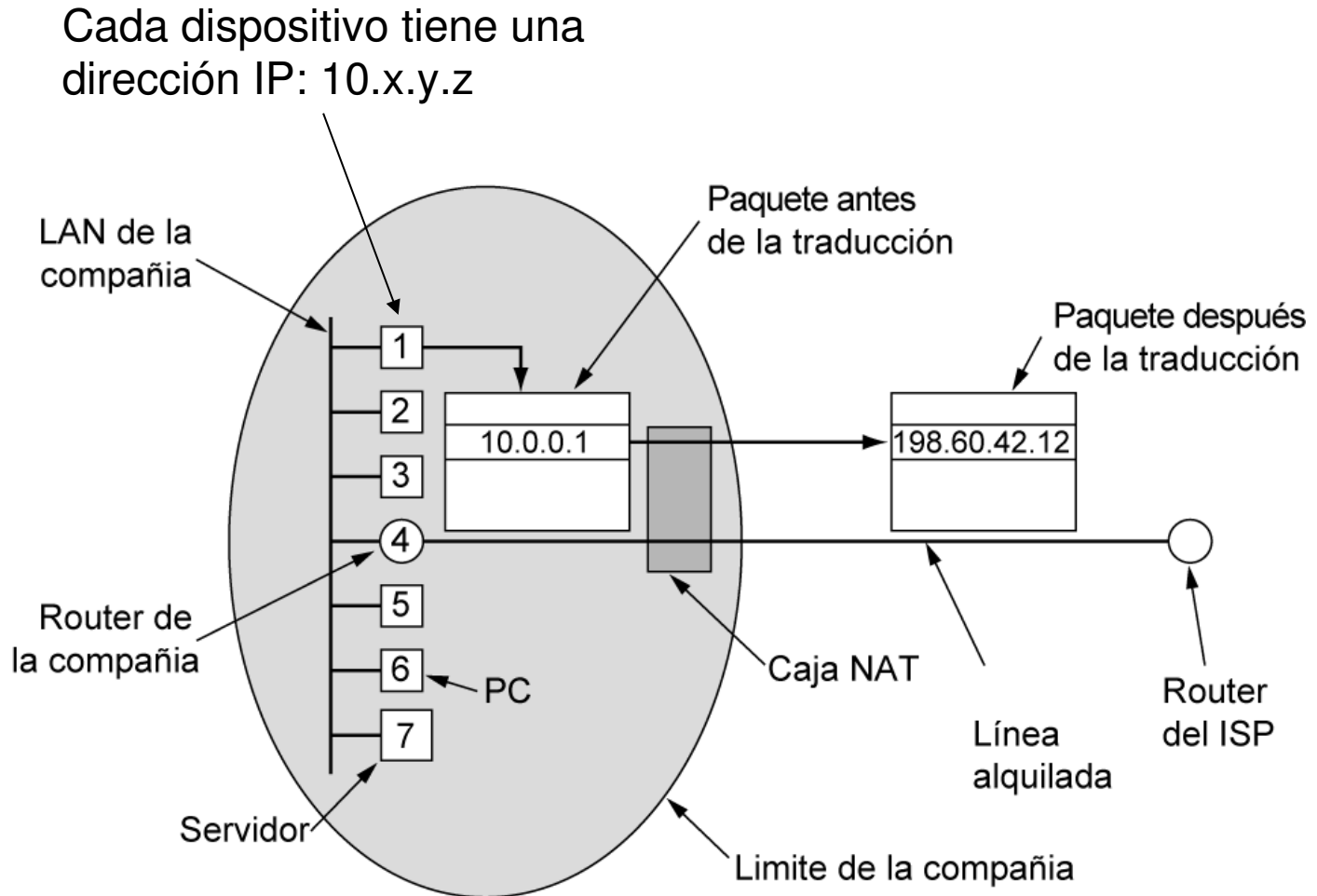
- ▢ Traducción de Direcciones IP.
- ▢ Asigna una única (o muy pocas) dirección IP a cada organización, para el tráfico de Internet.
- ▢ Dentro de la organización, cada computadora tiene una dirección IP univoca, que se utiliza para routing el tráfico interno.
- ▢ Cuando un paquete debe salir a la Internet (o ISP), se realiza una traducción de la dirección IP.
- ▢ La dirección IP origen interna del paquete, se cambia por la dirección IP externa.

IP: NAT

- Se definen un rango de 3 direcciones como privadas.
- Ninguna dirección IP se puede utilizar en la red pública.

10.0.0.0	-	10.255.255.255	16777216 nodos
172.16.0.0	-	172.32.255.255	1048576 nodos
192.168.0.0	-	192.168.255.255	65536 nodos

IP: NAT



IP: NAT

- Cuando un paquete retorna y debe ser devuelto al host que originó el paquete saliente.
- Se debe colocar la dir. interna del host correspondiente.
- ¿Cómo devuelve la caja NAT el paquete al host correcto?
 - Cuando un paquete debe abandonar la red interna y se traduce la dir. interna por la dir. externa, NAT almacena el **puerto de origen** del protocolo TCP o UDP (capa de transporte) en su tabla de traducción y reemplaza en el paquete el puerto por índice de la tabla.
 - Cada entrada en la tabla NAT contiene el puerto TCP/UDP y la dirección interna del host.
 - Cuando un paquete retorna se busca en la tabla NAT, indexando por el número que aparece en el puerto de origen. Y se reescribe el paquete con el IP interno del host y el número del puerto.

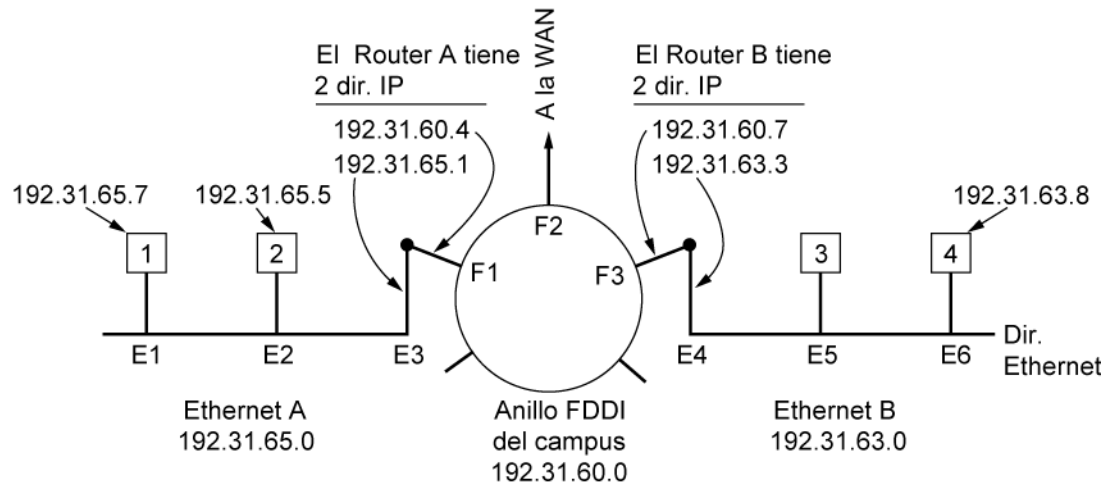
IP: ICMP

- Protocolo de Mensajes de Control de Internet.
- Se utiliza para informar eventos inesperados que pueden suceder.
- Probar Internet.

Destination unreachable	El paquete no puede ser entregado
Time exceeded	Campo de tiempo de vida = 0
Parameter problem	Campo del encabezado no válido
Source quench	Paquete Regulador
Redirect	Enseña a un router sobre geografía
Echo	Pregunta a un host si está vivo
Echo reply	Sí, estoy vivo
Timestamp request	Misma que solicitud de eco, pero con marca de tiempo.
Timestamp reply	Misma respuesta de eco, pero con marca de tiempo.

IP: ARP

- Protocolo de Resolución de Direcciones.
- Las direcciones IP no pueden ser utilizadas a nivel de la capa de enlace de datos.
- En la capa de enlace de datos se utilizan dir. de hardware. (p.e., dir. de 48 bit en Ethernet).



IP: ARP

- Cuando un host desea enviar un paquete a un host en el mismo segmento de red.
- Realiza una difusión preguntando ¿Quién posee la dirección IP w.x.y.z?
- Todas recibirán el paquete y verificarán su dirección IP.
- El host que posea la dirección IP w.x.y.z, responderá con su dirección de hardware.
- Luego el origen recibirá la respuesta y armara una trama para enviarla por el medio de transmisión.

IP: ARP

- Si el host destino, no se encuentra en el mismo segmento:
 - Se configura a los routers como servidores ARP, para que respondan consultas ARP de hosts pertenecientes a otras redes (proxy ARP).
 - Si el host origen detecta que la direcciones IP destino no es una dirección del mismo segmento. Inserte en la/s trama/s la dirección de hardware del router.

IP: RARP, BOOTP y DHCP

- El problema inverso es consultar la dirección IP de un host a partir de la dirección de hardware.
- Se utiliza principalmente cuando se inicia un dispositivo que no posee disco.
- Reciben el ejecutable del sistema operativo desde una computadora remota.
- ¿Pero como obtiene su dirección IP?

IP: RARP, BOOTP y DHCP

□ RARP (Protocolo de resolución de Dirección de Retorno):

- Cuando se inicia la computadora difunde su dirección de hardware en una trama Ethernet
- Un servidor RARP le responde con la dirección IP.
- Utiliza dirección de difusión.
- No son retransmitido por los routers.

□ BOOTP (Protocolo de Arranque):

- Igual funciones que RARP.
- Utiliza paquetes UDP para que puedan ser reenviados a través de los routers.
- El servidor puede enviar información adicional al host.
- Armar manualmente las tablas.

IP: RARP, BOOTP y DHCP

- DHCP (Protocolo de Configuración. Dinámico).
- Configuración manual y automática de direcciones IP:
 - DHCP no puede alcanzar por difusión al servidor.
 - Se utilizan agentes de retransmisión DHCP en cada LAN.
 - Para obtener la dirección IP un host difunde un paquete DHCP_DISCOVER.
 - El agente de retransmisión DHCP intercepta todas las difusiones DHCP.
 - Envía un paquete al servidor DHCP, posiblemente ubicado en otra red.