

CAPA DE RED

Funcionalidades en la capa de red	2
Conmutación	2
El protocolo IP	3
Clases de direcciones IP	4
Encaminamiento	4
Retransmisión salto a salto	5
Tabla de encaminamiento	5
El protocolo ARP (asociación con la capa enlace)	5
El protocolo ICMP	6
El protocolo DHCP	6

Funcionalidades en la capa de red

- Funciones y servicios en TCP/IP:

- Encaminamiento: Decidir ruta de los paquetes del origen hasta el destino. No es lo mismo que reenvío (acción local de un router al transferir un paquete desde una interfaz de un enlace de entrada a una de salida)
- Conmutación
- Interconexión de redes
- En OSI: control de congestión

Algunos protocolos de red son IP y X.25 (para redes de área amplia de conmutación de paquetes; establece mecanismos de direccionamiento entre usuarios, negociación de características de comunicación y técnicas de recuperación de errores. Es una técnica obsoleta).

Conmutación

Acción de establecer un camino o comunicación extremo a extremo. Hay varios esquemas de conmutación:

- **Conmutación de circuitos**: Es un SOC, ya que hay establecimiento de conexión previo a la transmisión. Consta de 3 fases: establecimiento de la conexión, transferencia de datos y cierre de la conexión. Se establece un canal de comunicación dedicado entre dos puntos, con recursos dedicados para su uso exclusivo durante esa conexión. Se usa, por ejemplo, en las llamadas telefónicas.

Sus ventajas son:

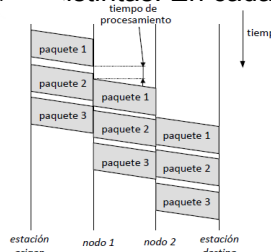
- Transmisión en tiempo real (adecuado para voz).
- El circuito es fijo, por lo que no hay decisiones de encaminamiento una vez establecido.
- Simplicidad en la gestión de nodos intermedios.
- Transparencia. Parece que los dispositivos están conectados de verdad.

Sus inconvenientes son:

- Retraso en el inicio de la comunicación
- Poco flexible para adaptarse a cambios porque el circuito es fijo y no se reajusta la ruta.
- Uso no eficiente de recursos a veces.
- Poco tolerante a fallos

- **Conmutación de paquetes**: En el emisor, la información se divide en paquetes a los que se le da la dirección destino. Los paquetes se transmiten a través de la red, y cuando llegan al destino se reensamblan, obteniendo el mensaje original. Es mejor que la de circuitos porque los recursos solo se consumen al enviar y recibir, quedando el sistema libre para manejar otros paquetes. Hay dos variantes:

- Conmutación mediante datagramas: No hay conexión, cada paquete contiene los puertos y dirección de origen y destino y se enrutan individualmente, por lo que pueden seguir rutas distintas. En cada salto hay almacenamiento y envío. Por ejemplo IP.



- Conmutación con circuitos virtuales: Orientada a conexión. Hay tres fases igual que en circuitos (conexión, transmisión, desconexión). No tiene recursos dedicados. Por ejemplo usado en redes ATM (modo de transferencia asíncrona).

El protocolo IP

IPv4 es un protocolo para la interconexión de redes que resuelve el **direccionamiento** en Internet. Realiza la transmisión **salto a salto** entre dos host y routers y ofrece un servicio **no orientado a conexión** (no hay handshaking) y **no fiable** (no hay control de errores ni flujo). La unidad de datos de IP se llama **datagrama**.

IP es un protocolo de **máximo esfuerzo** (best-effort), es decir, los datagramas se podrán perder, duplicar, retrasar o llegar desordenados, aunque IP haga su mejor esfuerzo para que no pase.

IP gestiona la **fragmentación** (fragmenta los datagramas cuya MTU (Unidad Máxima de Transmisión) es mayor que la del enlace de salida en varios más pequeños y los envía, siendo estos re ensamblados al llegar al destino). Campo desplazamiento: offset respecto del comienzo del paquete. **Tamaño máximo**: $2^{16} - 1$ bytes.

El **direccionamiento** IP es jerárquico lo que simplifica las tablas de routing.

Las direcciones IP tienen 32 bits y constan de dos partes bien diferenciadas:

- Identificador de la subred
- Identificador del dispositivo (host) dentro de la subred.

Cada subred tiene un identificador único en la intranet (para direcciones privadas) o en internet (para públicas).

Cada dispositivo tiene un identificador único en la subred.

La máscara de red es un patrón de 1s que determina qué bits de la dirección IP pertenecen al identificador de la subred (el resto son el identificador de dispositivo)

Dirección IP → 200.27.4.112 = 11001000.00011011.00000100.01110000

Máscara → 255.255.255.0 = 11111111.11111111.11111111.00000000

La máscara se puede representar de forma compacta, por ejemplo 200.27.4.112/24

Dada una IP, para obtener la dirección o identificador de la subred, se realiza una operación lógica &:

200.27.4.112 = 11001000.00011011.00000100.01110000

& &

255.255.255.0 = 11111111.11111111.11111111.00000000

Subred → 200.27.4.0 = 11001000.00011011.00000100.00000000

Internet es un conjunto de subredes conectadas.

Una subred es un rango de direcciones lógicas que se puede determinar separando cada interfaz de los host y routers, creando redes aisladas que serán las subredes. Una interfaz es el límite entre un host y el enlace físico a través del cual envía los datagramas.

Los host y routers tienen una dirección IP por interfaz.

La máscara se elige según el número de dispositivos.

$$\text{Nº de dispositivos} = 2^{n^{\circ} \text{ de ceros de la máscara}} - 2$$

Por ejemplo, con 8 ceros \rightarrow /24 (32 - 8) permite 254 dispositivos. /24 significa que de los 32 bits de la dirección IP, los 24 primeros no cambian. Se restan 2 al calcular el nº de dispositivos ya que la primera dirección (000...0) y la última (111...1) están reservadas para la subred y para difusión.

- 200.27.4.0 = 11001000.00011011.00000100.00000000 \rightarrow Reservada (subred)
- 200.27.4.1 = 11001000.00011011.00000100.00000001 \rightarrow Dispositivo #1
- ...
- 200.27.4.254 = 11001000.00011011.00000100.11111110 \rightarrow Dispositivo #254
- 200.27.4.255 = 11001000.00011011.00000100.11111111 \rightarrow Reservada (difusión)

- Direcciones públicas: se asignan a un solo dispositivo en Internet de forma centralizada.
- Direcciones privadas: se asignan en intranets y pueden estar repetidas (la misma en varias intranets). Las asigna el usuario como quiera.

Clases de direcciones IP

Las direcciones de clase A tienen máscara 255.0.0.0 (los primeros 8 bits son para la red y el resto para el host), las de clase B 255.255.0.0 (16 bits para la red y otros 16 para el host) y las de clase C, 255.255.255.0 (24 bits red y el resto host). Estas son jerarquías a dos niveles: identificador de red + identificador host/router.

- **Clase A:** Bits iniciales: 0. Rango de redes: 0 a 127 (7 bits para red y 128 redes). 24 bits para hosts (2^{24} hosts). Red privada: 10.0.0.0 (1 red privada)
- **Clase B:** Bits iniciales: 10. Rango de redes 128 a 191 (14 bits para red, 2^{14} redes). 16 bits para hosts (2^{16} hosts). Red privada: 172.16.0.0 a 172.31.0.0 (16 redes privadas).
- **Clase C:** Bits iniciales: 110 rango de redes: 192 a 233 (21 bits para red, 2^{21} redes). 8 bits para hosts (2^8 hosts). Red privada: 192.168.0.0 a 192.168.255.0 (256 redes privadas).
- **Clase D:** Bits iniciales 1110 + dirección grupo multicast (28 bits).
- **Clase E:** bits iniciales: 11110 + uso futuro.

Host = 0 es para identificar subred.

Host = 255 es para difusión.

127.0.0.0 = autobucle (loopback). Lo pone el S.O. directamente en tabla de encaminamiento

Encaminamiento

Llevar los paquetes desde el origen al destino en una red conmutada. Se decide paquete a paquete y salto a salto en función de la IP destino del paquete y de la tabla de encaminamiento residente en el router.

Retransmisión salto a salto

Resolución local del camino en el dispositivo origen y en los nodos intermedios.

El encaminamiento se realiza salto a salto y datagrama a datagrama. Hay dos tipos de enrutamiento:

- Routing directo: La IP destino está en la misma subred, no hace falta intermediario, por lo que en el campo salto siguiente de la tabla de encaminamiento se pone *
- Routing indirecto: Es necesario ir a otro router porque la IP destino está en otra subred.

Cada entidad IP (host o router) tiene una tabla de encaminamiento. Un router suele estar en varias redes y un host solo en una.

Tabla de encaminamiento

- Dirección IP destino
- Máscara
- Salto siguiente

Para determinar el salto siguiente que dar se hace dirección destino & máscara → si es la subred que buscamos está bien, si no, probamos el siguiente. En caso de conflicto se coge la máscara más larga. Se puede usar la entrada por defecto (/0) cuando solo hay un camino posible.

Para facilitar la administración y aumentar la escalabilidad, Internet se jerarquiza en SA (sistemas autónomos). Un SA es un conjunto de redes y routers administrados por una autoridad y cada uno informa a los otros sobre las redes accesibles. Existe un router responsable (R1, R2, ..., Rn) llamado router exterior que conecta cada SA con la red troncal. Cada SA se identifica por un entero de 16 bits.

En Internet hay 2 niveles de encaminamiento (intercambio de tablas):

- Algoritmos IGP (el administrador tiene libertad de elección). Se da dentro de los SA. Por ejemplo: RIP, OSPF, HELLO.
- Algoritmos EGP (norma única en Internet). Entre SA. Ejemplo: BGP

El protocolo ARP (asociación con la capa enlace)

ARP (Address Resolution Protocol) es un protocolo responsable de encontrar la dirección de hardware (Ethernet MAC) correspondiente a una IP. Las MAC tienen 6 bytes separados por guiones, se usan en Ethernet y WiFi, son únicas, asignadas por IEEE en lotes de 2^{24} para cada fabricante. La dirección de broadcast es todo F. Para obtener la IP a partir de la MAC se usa el protocolo reverse ARP (RARP).

El protocolo ICMP

ICMP (Internet Control Message Protocol) informa sobre situaciones de error, es un protocolo de señalización. Suelen ir al origen del datagrama IP original (excepto eco y solicitudes). ICMP se encapsula en IP. Tiene una cabecera de 32 bits (8 bits de tipo de mensaje, 8 bits código: subtipo, 16 bits de comprobación)

El protocolo DHCP

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) es un protocolo de aplicación encapsulado dentro de TCP/UDP, IP. Se usa para configurar el networking de clientes de forma dinámica.