

El Protocolo IP

Tema 3

Aplicaciones en Redes Locales 05/06



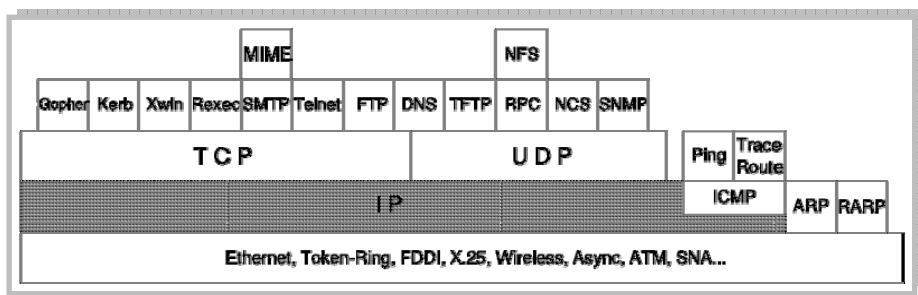
UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Servicio y Protocolo IP

- **Historia:** Sus inicios datan de un proyecto que le propusieron a la agencia de Defensa de USA, DARPA para diseñar una red de conmutación de paquetes.
- **Elemento básico: Router IP**
 - Cada red que forma parte de Internet debe tener por lo menos un router.
 - El router estará compartido por dos o más redes definiendo un paso entre ellas.
- **Servicio del nivel IP:** Ofrece un servicio de envío y recepción de paquetes de datos con las siguientes características:
 - No fiable.
 - No orientado a la conexión.
 - Ante cualquier problema que ocurra en la red (por congestión, pérdida, error, etc.) la acción que se toma es el **descarte** de paquetes sin enviar notificación.
 - Primitivas del Servicio:
 - R_DATOS.petición(Origen, Destino, Datos, Calidad de servicio) → send
 - R_DATOS.indicación(Origen, Destino, Datos, Calidad de servicio) →recv

Protocolo IP

1. Formato del datagrama
2. Formato y reglas de asignación de direcciones.
3. Algoritmo de encaminamiento
4. Fragmentación y reensamblado.



Formato del Datagrama

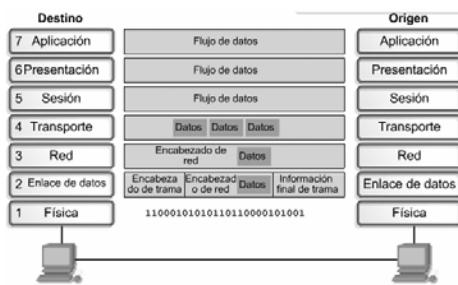
| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----|--------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|--|--|--|--|--|
| 0 | Ver | Hlen | TOS | Longitud Total | | | | | | |
| 20 bytes | | | Identificación | | Flags Desplazamiento de Fragmento | | | | | |
| TTL | | Protocolo Checksum | | | | | | | | |
| Dirección IP de la Fuente | | | | | | | | | | |
| Dirección IP del Destino | | | | | | | | | | |
| Opciones IP (Opcional) | | | Relleno | | | | | | | |
| DATOS | | | | | | | | | | |

- Los Datagramas IP están formados por *Palabras* de 32 bits.
- La cabecera de un Datagrama tiene un mínimo de cinco palabras (20 bytes) y un máximo de quince (60 bytes).

| | | | |
|-----------|------------------|------------------|---|
| Reservado | No Fragmentación | Más Fragmentos | No Fragmentación = 0 → Puede fragmentarse |
| | | Más Fragmentos = | { 0 → Único/Último fragmento 1 → Fragmento Intermedio hay más fragmentos |

Fragmentación y reensamblado

- El control de la fragmentación de un Datagrama IP se realiza con los campos:
 - Identificación (16 bits)
 - Más fragmentos (1 bit)
 - Desplazamiento del Fragmento (16 bits)
- Se pueden volver a fragmentar los datagramas resultantes de una fragmentación anterior.
- Se reensambla en DESTINO
- Plazo de Reensamblado: TTL



Direcciones IP

- Las redes están conectadas unas con otras formando lo que se conoce como Internet. Cualquier ordenador que esté conectado directamente a la red Internet es un host, y cada host tiene una dirección de 32 bits que lo identifica.
- Las direcciones de 32 bits constan de dos partes variables.
 - Identificador de Red (NetId)
 - Identificador de Host (HostId o identificador local).
 - → una dirección IP es un par de la forma (NetId,HostId).
- Todos los host pertenecientes a una misma red comparten un mismo prefijo (NetID).
- El encaminamiento de los datagramas a través de redes se realiza de acuerdo a la dirección de la red destino:
 - La dirección de red se extrae de la dirección destino.
 - En el encaminamiento no interviene la parte de la dirección del host.
 - Dado que todos los hosts de una red comparten el identificador de red es más fácil realizar el encaminamiento.
- Se representan en Notación Decimal o Notación Punto
 - 10000000 00001010 00000010 00011110 → 128.10.2.30
- Cada dirección de Red lleva asociada una MÁSCARA:
 - Patrón de 32 bits que permite distinguir que bits pertenecen al identificador de Red y cuales al identificador de host en un dirección IP perteneciente a dicha red
 - Las máscaras de red se representan en notación decimal

Direcciones IP: Formato y Rango

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 8 | 15 | 16 | 23 | 24 | 31 |
|---------|---|---|---|---|---|-----|-----|--|----|------|----|----|
| Clase A | 0 | | | | | red | | | | host | | |
| Clase B | 1 | 0 | | | | red | | | | host | | |
| Clase C | 1 | 1 | 0 | | | | red | | | host | | |
| Clase D | 1 | 1 | 1 | 0 | | | | GRUPO MULTICAST (MULTIDIFUSIÓN) | | | | |
| Clase E | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | Direcciones reservadas (no se pueden utilizar) | | | | |

| Clase | Formato (r=red, h=host) | Número de redes | Número de hosts por red | Rango de direcciones de redes | Máscara de subred |
|-------|-------------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| A | r.h.h.h | 128 | 16.777.214 | 0.0.0.0 - 127.0.0.0 | 255.0.0.0 |
| B | r.r.h.h | 16.384 | 65.534 | 128.0.0.0 - 191.255.0.0 | 255.255.0.0 |
| C | r.r.r.h | 2.097.152 | 254 | 192.0.0.0 - 223.255.255.0 | 255.255.255.0 |
| D | grupo | - | - | 224.0.0.0 - 239.255.255.255 | - |
| E | no válidas | - | - | 240.0.0.0 - 255.255.255.255 | - |

- Dada una dirección IP, el identificador de red se determinará aplicando la función AND a la dirección IP original con la máscara.

Asignación de direcciones IP

- <http://www.internic.net/>
- <http://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space>
- Network Information Center (NIC)
- En España
 - ES-NIC, gestionado por Red Iris

150.214.58.9 (CLASE B)

AND 255.255.0.0

150.214.0.0

Direcciones IP: Direcciones Reservadas

Direcciones Reservadas

| NETID | HOSTID | Descripción |
|----------|----------------|--------------------------|
| todos 0s | todos 0s | Host local (1) |
| todos 0s | HOST | Host de la red local(1) |
| todos 1s | todos 1s | Difusión local(2) |
| NET | todos 1s | Difusión para una red(2) |
| 127 | cualquier cosa | Loopback(3) |

(1) No son direcciones destino válidas.

(2) No son direcciones fuente válidas.

Direcciones IP estáticas y dinámicas

Direcciones Privadas

- Algunos rangos de direcciones han sido reservados y designados como rangos de direcciones "privadas".
- Estas direcciones no son encaminadas en Internet.

| Clase | Redes |
|-------|---------------------------------|
| A | 10.0.0.0 hasta 10.255.255.255 |
| B | 172.16.0.0 hasta 172.31.0.0 |
| C | 192.168.0.0 hasta 192.168.255.0 |

Definición de Subredes

- La definición de subredes es una forma de organizar los hosts que hay dentro de una red en grupos lógicos.
- El encaminamiento de subred permite que numerosas subredes existan dentro de una misma red.
- Cuando usamos encaminamiento de subred la dirección IP pasa de ser el par (netid,hostid) a ser una terna (netid,subnetid,hostid).
- Una máscara de subred es un patrón de 32 bits que se representan en notación decimal igual que las direcciones IP.
 - Permite distinguir e interpretar qué bits de la dirección IP pertenecen a la dirección de red y cuáles a la dirección de host
 - Por lo tanto las submáscaras más usadas son:
 - 255.255.255.0
 - 255.255.0.0
 - 255.0.0.0
- El identificador de red se determina
 - aplicando la función AND a la dirección IP original con la máscara.
150.214.58.9 AND 255.255.255.0
Dirección de RED 150.214.58.0 (Dirección lógica de tipo C)
- Dirección de difusión en la red
 - Aplicando la función OR a la dirección IP de red con la inversa de la máscara
150.214.58.0 OR 0.0.0.255
Dirección de difusión en la red (broadcasting) RED 150.214.58.255

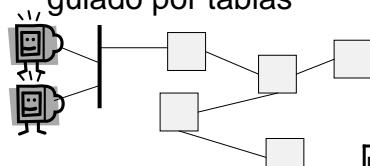
Protocolos Relacionados con IP

- ARP
 - Traduce direcciones IP → direcciones físicas
 - Ámbito de red local: Mensaje de difusión
 - Caché interna con las últimas traducciones
- RARP
 - Traduce direcciones físicas → direcciones IP
- ICMP: Notificación y estadística de errores
 - Encapsulado en IP
 - Host inalcanzable, TTL excedido en tránsito, Error y perdida de paquetes
 - Comando PING, traceroute
- IGMP

IP Multicast

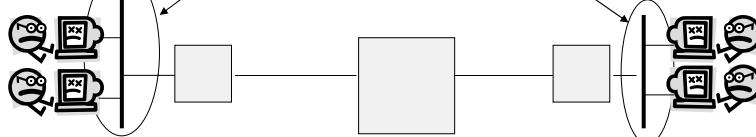
Encaminamiento

- Es un encaminamiento guiado por tablas



| Dirección destino | Dirección reenvío | Interfaz de salida |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| 150.214.0.0 | 15.3.6.7 | e1 |

- La definición de subredes requiere la incorporación de la máscara de (sub)red asociada



| Dirección destino | Máscara | Dirección reenvío | Interfaz de salida |
|-------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| 150.214.58.0 | 255.255.255.0 | 15.3.6.7 | e1 |
| 150.214.59.0 | 255.255.255.0 | 20.3.6.7 | e2 |

Encaminamiento IP

EncaminarDatagrama(Datagrama)

```
{  
    • Extrae de la Cabecera de Datagrama la dirección de destino → D;  
    • Extrae de D el prefijo de Red → N;  
    Si N corresponde a cualquier dirección directamente conectada  
    Entonces  
        • Envía el Datagrama a D sobre la Red N;  
        • Sino  
            • Si En la tabla hay una ruta para la red N Entonces  
                Envía Datagrama al salto siguiente especificado;  
            • Sino  
                • Si En la tabla hay una ruta por defecto Entonces  
                    Envía el Datagrama a la dirección por defecto;  
                • Sino  
                    Declarar Fallo de Enrutamiento;  
    • }  
}
```

Encapsulado de IP sobre enlace serie

- SLIP Serial Line Internet Protocol
 - Encapsula IP sobre puertos serie y modems
 - No realiza control de errores
 - Transmite un datagrama IP añadiéndole un carácter especial "SLIP END".
- PPP Point to Point Protocol
 - permite establecer una comunicación a nivel de enlace entre dos computadoras.
 - Substituye a SLIP
 - Funciones:
 - transporte de datos
 - Autenticación. Generalmente mediante una clave de acceso.
 - Asignación dinámica de IP. Los proveedores de acceso cuentan con un número limitado de direcciones IP.
 - Es un protocolo orientado a la conexión y fiable:
 - Control de flujo por ventana deslizante
- PPP versus SLIP
 - SLIP cumple la misma función que PPP pero es más antiguo
 - PPP permite la conexión tanto mediante líneas síncronas como asíncronas.
 - Permite la asignación dinámica de direcciones IP en ambos extremos de la conexión.
 - Permite el transporte de varios protocolos de red sobre él (SLIP solamente permite IP).
 - Implementa un mecanismo de control de red NCP.
 - El protocolo PPP se puede usar también para crear Redes Privadas Virtuales (RPV) tanto cifradas como no cifradas, pero si se desea cifrado, se debe implementar por debajo de PP.

IP v6

- Propuesto debido al agotamiento de las direcciones IP
 - IPv4 soporta $4.294.967.296$ ($4,294 \times 10^9$) direcciones de red diferentes → IPv6 soporta $340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$ ($3,4 \times 10^{38}$ ó 340 sextillones) direcciones
 - NAT (traducción de direcciones de red) alivia la falta de direcciones IP v4 (NAT).
 - NAT hace difícil o imposible aplicaciones P2P (voz sobre IP (VoIP) y juegos multiusuario)
 - Implantación IPv6 → 2008
 - Existencia de IPv4 → 2025
- Las direcciones IPv6, de 128 bits de longitud, se escriben como ocho grupos de cuatro dígitos hexadecimales (32 dígitos hexadecimales, cada uno de los cuales puede tomar 16 valores)
- las direcciones IPv6 están compuestas por dos partes lógicas:
 - un prefijo de 64 bits
 - otra parte de 64 bits que corresponde al identificador de interfaz → genera automáticamente a partir de la dirección MAC de la interfaz a la que está asignada la dirección
- Ejemplo 2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7334 es una dirección IPv6 válida
- Las direcciones IPv4 pueden ser transformadas fácilmente al formato IPv6.
 - 135.75.43.52 (en hexadecimal, 0x874B2B34) → 0000:0000:0000:0000:0000:874B:2B34