

Conectividad de Redes Internetworking

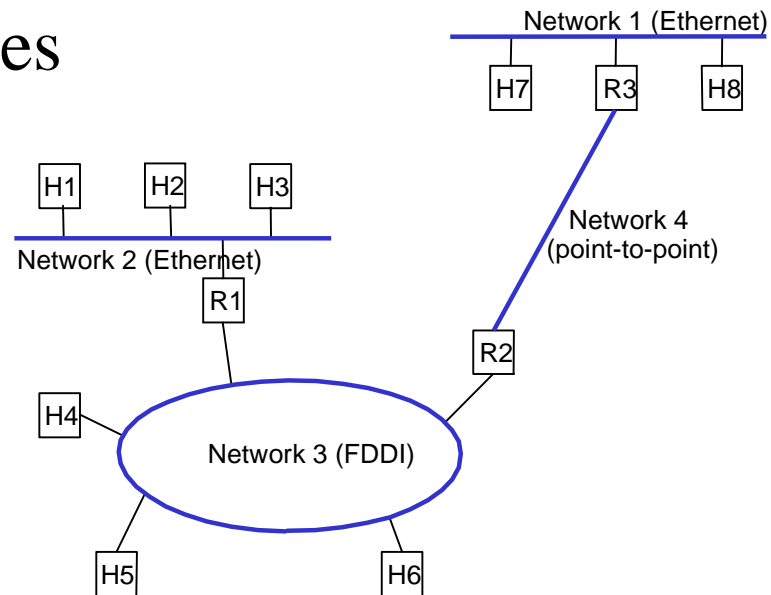
Contenidos

Modelo de servicio del mejor esfuerzo
(Best Effort Service)

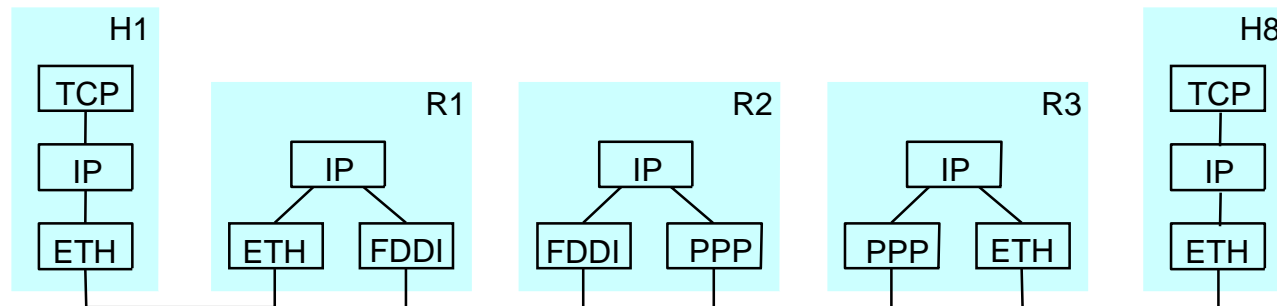
Esquema de direccionamiento Global

Internet IP

- Concatenación de redes



- Stack de protocolo

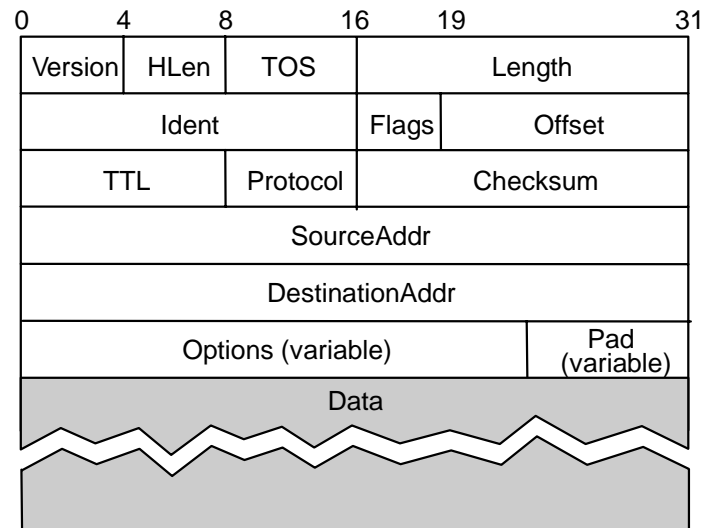


Internet, internet, intranet, red

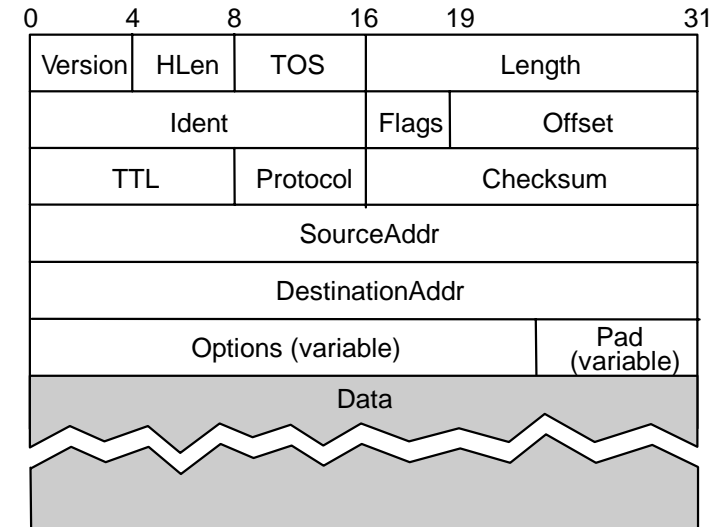
- Red: Conjunto de máquinas, periféricos, y/o servidores conectados ya sea directamente o a través de algún tipo de switch capa 2.
- Intranet: Red formada por una o más redes de una corporación.
- internet: Colección arbitraria de redes (la *red de acceso físico*) interconectadas (vía *routers* o *gateways*) para proveer intercambio de paquetes entre máquinas. Así la internet es una red lógica tendida sobre redes de distinto tipo, las cuales muestran a nivel de la capa de red una interfaz homogénea.
- Internet: (Con mayúscula, nombre propio) Caso particular de la Internet que todos conocemos. Es la que usa el Protocolo Internet (IP)

Modelo de Servicio

- Sin Conexión (Basado en datagramas)
- Entrega de mejor esfuerzo (Best-effort delivery) Servicio
=> no confiable
 - Se pierden paquetes. O no asume que la red física no los pierda.
 - La entrega puede ser fuera de orden. Idem anterior.
 - Duplicados pueden ser entregados en el receptor. Idem anterior.
 - paquetes están sujetos a retardo eventualmente por largo tiempo
- Formato de los datagramas IP

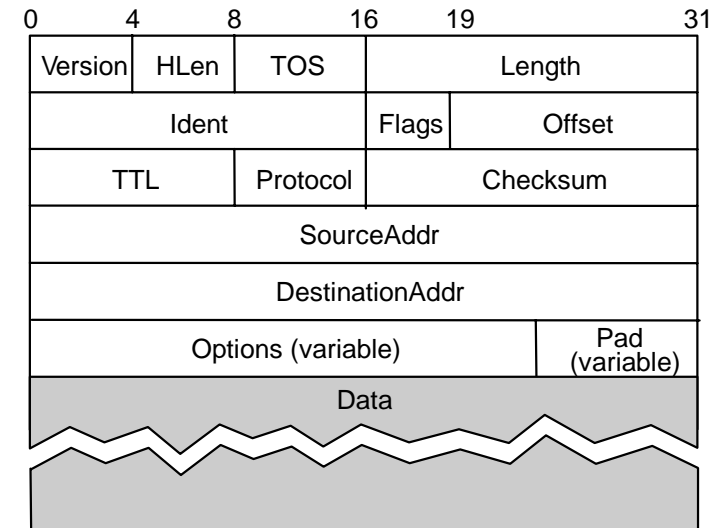


Formato de Trama



- Version: 4 (ahora también existe la versión 6 con otro formato)
- HLen: Largo del header en número de palabras de 32 bits.
- TOS: Type of service: para diferenciar tratamientos de paquetes según indicación de la aplicación.
- Length: en bytes e incluye el encabezado => tamaño max: 65.535 bytes => se debe contemplar fragmentación/re-ensamble.
- TTL: time to live: nombre es histórico. Hoy no es tiempo, es número de routers que ha pasado (64 por omisión).

Formato de Trama (cont)

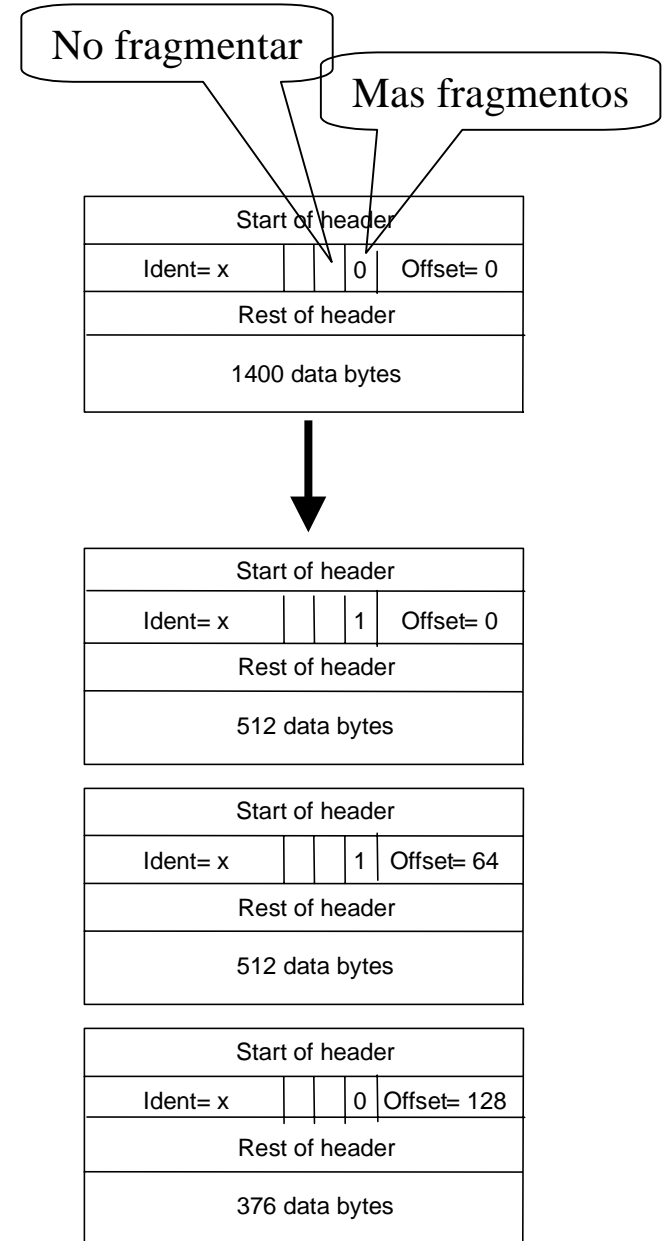
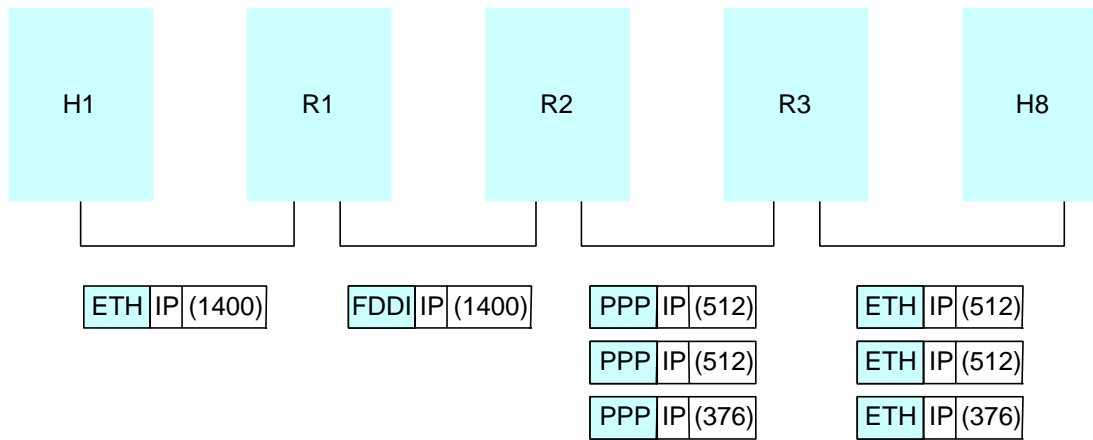


- Protocol: permite hacer la demultiplexación y saber a qué módulo de la capa 4 debemos pasar el paquete: puede ser a TCP (transmission control protocol, 6), UDP(user datagram protocol 17)
- Checksum: Suma complemento 1 de palabras de 16 bits. Al resultado se le toma el complemento 1.
- Source Address: Dirección fuente
- Destination Address: Dirección destino
Estos campos subdividen la dirección en dirección de red y dirección de máquina dentro de la red.
- Las opciones son usadas raramente. Su presencia obliga la presencia del campo Hlen.

Fragmentación y Re-ensamble

- Cada red tiene algún MTU (Maximum Transmission Unit)
- Estrategia
 - fragmentar cuando sea necesario ($MTU < \text{tamaño del Datagrama}$)
 - se intenta abolir la fragmentación en la máquina fuente
 - re-fragmentación es posible
 - fragmentos son datagramas autocontenidos
 - use CS-PDU (no celdas) en ATM
 - se retarda el re-ensamble hasta la máquina destino
 - no se recuperan fragmentos perdidos \Rightarrow se descarta todo el datagrama . Alta penalización \Rightarrow se intenta abolir fragmentación.

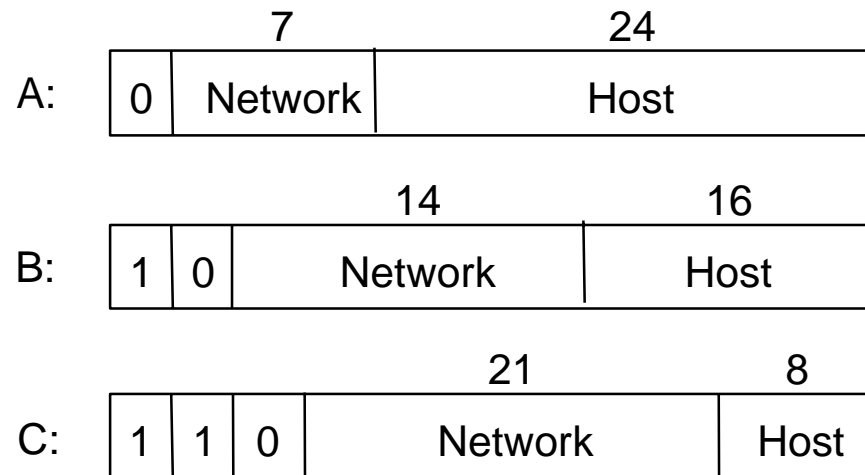
Ejemplo



Direccionamiento Global

- Propiedades
 - Globalmente único
 - Jerárquico: Red + máquina

- Notación punto
 - 10.3.2.4
 - 128.96.33.81
 - 192.12.69.77



Re-envío de Datagramas

- Estrategia
 - Cada datagrama contiene dirección destino
 - Si la conexión es directa a la red destino, entonces re-enviar el datagrama a la máquina directamente
 - Si no hay conexión directa a la red destino, entonces re-enviar el datagrama a algún router
 - Tablas de re-envío mapean la red destino en la próxima red (próximo hop)
 - cada host tiene una ruta por omisión (default predeterminada)
 - cada router mantiene una tabla de re-envío

- Ejemplo (R2)

| Network Number | Next Hop |
|----------------|-------------|
| 1 | R3 |
| 2 | R1 |
| 3 | interface 1 |
| 4 | interface 0 |


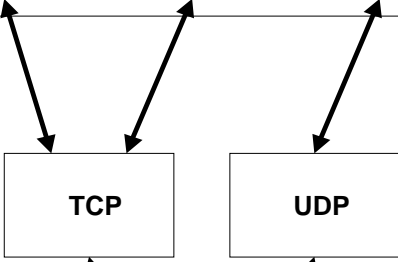
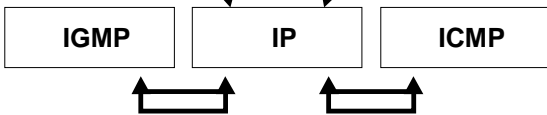
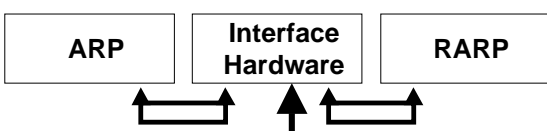
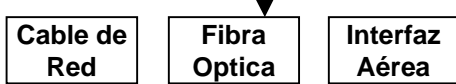
Traducción de direcciones

- Mapea direcciones IP en direcciones físicas de red (MAC address)
 - máquina destino (caso directo)
 - router del próximo salto (caso indirecto)
- Técnicas
 - Codificar la dirección física en la parte máquina de la dirección IP (parte red + parte host)
 - Basado en tabla \Leftarrow Usado en IP
- ARP (Address Resolution Protocol)
 - Usa tabla de asociación de direcciones IP a físicas
 - se difunde (broadcast) un requerimiento si la dirección IP no está en la tabla
 - Máquina aludida responde con su dirección física
 - información de la tabla es descartada si no es refrescada

Detalles del ARP

- Formato del requerimiento
 - HardwareType: Tipo de la dirección física (e.g., Ethernet)
 - ProtocolType: Tipo del protocolo de la capa superior (e.g., IP)
 - HLEN & PLEN: largo de las direcciones física y del protocolo
 - Operation: es un requerimiento o una respuesta
 - Direcciones Fuente/destino-Física/protocolo
- Notas
 - Entradas de la tabla expiran en app 10 minutos
 - actualizamos la tabla para dir. fuente cuando somos el destino (destino intermedio o final)
 - Actualiza la tabla si ya tiene una entrada. Sino, no se incluye.
 - no se actualizan entradas de la tabla bajo referencias (cuando son usadas)

Detalles del ARP

| Modelo ISO/OSI | Implantación TCP/IP | Funciones |
|-------------------------|--|--|
| Capa de Aplicación |  | Funciones de Red especializadas: transferencia de archivos, correo electrónico, terminales virtuales |
| Capa de Presentación |  | Formateo de los datos, conversión de códigos de caracter y encriptación básica |
| Capa de Sesión | | Negociación y establecimiento de una conexión con otro nodo |
| Capa de Transporte | | Provisión de datos end-to-end |
| Capa de Red |  | Ruteo de paquetes de información sobre múltiples redes |
| Capa de Enlace de Datos |  | Transferencia de unidades direccionables de frames y verificación de errores |
| Capa Física |  | Transmisión de datos binarios sobre las redes de comunicación |

Formato del Paquete ARP

| | | | |
|----------------------------------|-----------|----------------------------------|----|
| 0 | 8 | 16 | 31 |
| Hardware type = 1 | | ProtocolType = 0x0800 | |
| HLen = 48 | PLen = 32 | Operation | |
| SourceHardwareAddr (bytes 0 – 3) | | | |
| SourceHardwareAddr (bytes 4 – 5) | | SourceProtocolAddr (bytes 0 – 1) | |
| SourceProtocolAddr (bytes 2 – 3) | | TargetHardwareAddr (bytes 0 – 1) | |
| TargetHardwareAddr (bytes 2 – 5) | | | |
| TargetProtocolAddr (bytes 0 – 3) | | | |

Formato del Paquete ARP

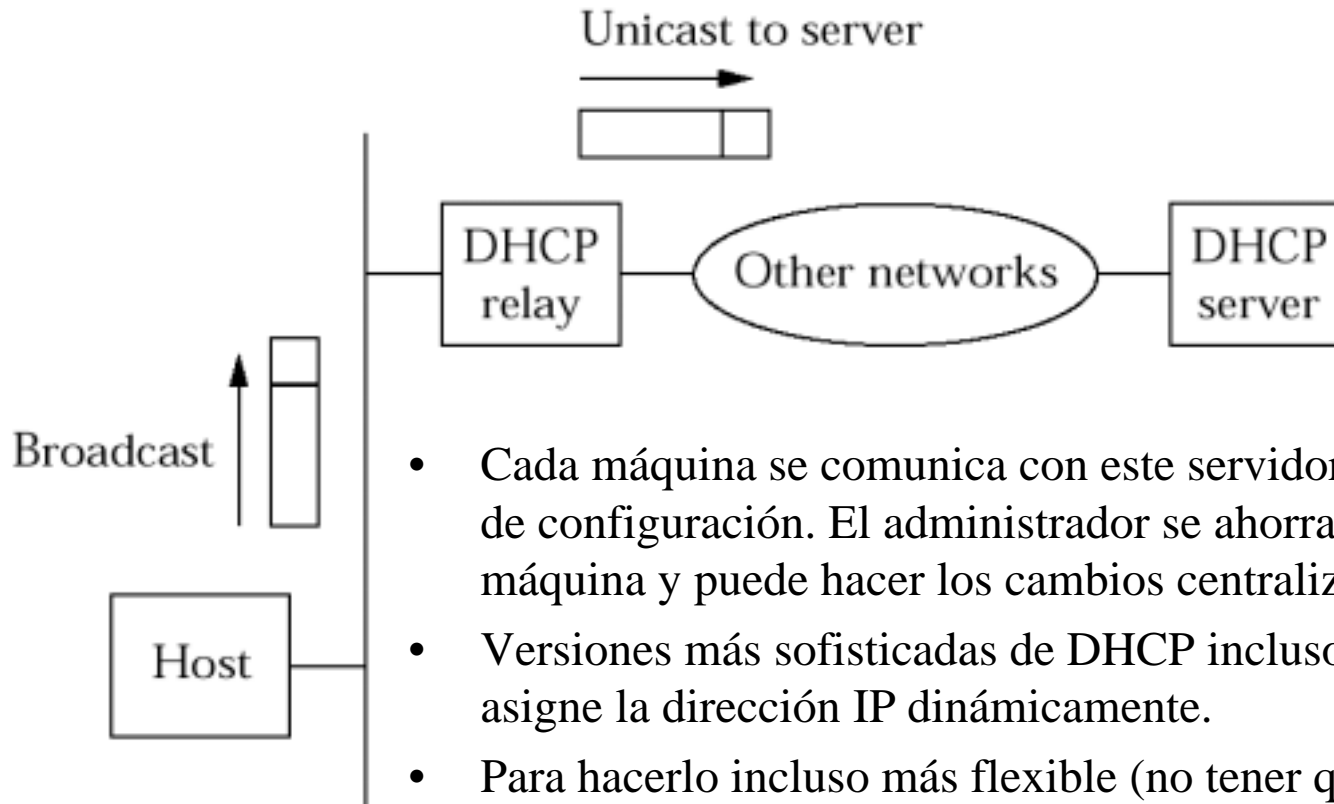
| | | | |
|----------------------------------|-----------|----------------------------------|----|
| 0 | 8 | 16 | 31 |
| Hardware type = 1 | | ProtocolType = 0x0800 | |
| HLen = 48 | PLen = 32 | Operation | |
| SourceHardwareAddr (bytes 0 – 3) | | | |
| SourceHardwareAddr (bytes 4 – 5) | | SourceProtocolAddr (bytes 0 – 1) | |
| SourceProtocolAddr (bytes 2 – 3) | | TargetHardwareAddr (bytes 0 – 1) | |
| TargetHardwareAddr (bytes 2 – 5) | | | |
| TargetProtocolAddr (bytes 0 – 3) | | | |

- Hardware type: Tipo de direcciones físicas /Ej. Ethernet)
- Protocol type: protocolo de capa más arriba por ejemplo IP.
- Hlen: Largo dirección de hardware. Y Plen: largo dirección de protocolo. (Ej. 48 y 32 bits)
- Operation: Requerimiento o respuesta.
- Direcciones físicas y de protocolo de la fuente y destino.

DHCP

- ¿Por qué las direcciones IP no pueden ser configuradas por el fabricante como lo son las direcciones MAC?
- Además de IP hay que configurar otros detalles (rutas, etc). Hacerlo manual conduciría a errores. Así se propuso un método de configuración automática: Más conocido Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)
- DHCP usa un servidor central por dominio de administración.

DHCP



- Cada máquina se comunica con este servidor para obtener su información de configuración. El administrador se ahorra el viaje de máquina en máquina y puede hacer los cambios centralizadamente.
- Versiones más sofisticadas de DHCP incluso permiten que el servidor asigne la dirección IP dinámicamente.
- Para hacerlo incluso más flexible (no tener que configurar en cada máquina cual es el servidor DHCP), hay un mecanismo para descubrir el servidor DHCP.
- Al partir, cada máquina envía un broadcast preguntando por él.
- Hay un agente en cada red, en caso que el servidor DHCP no se encuentre en la misma red (los broadcast no pasan el router).....

Protocolo de mensajes de Control (Internet Control Message Protocol ,ICMP)

- Este protocolo es el usado entre las máquinas a nivel de la capa 3 (los routers) para informar situación de error y distribuir información de control.
- Eco (ping)
- Redirección (desde al router al host fuente)
- Destino inalcanzable (protocolo, puerto, o host)
- TTL excedido (así datagramas no circulan por siempre)
- Fallo suma de chequeo (Checksum)
- Fallo re-ensamble
- No se puede fragmentar