

REDES DE DATOS



PROTOCOLOS TCP/IP

Ingeniero ALEJANDRO LUIS ECHAZÚ
alejandroechazu@frba.utn.edu.ar

DEFINICIONES

INTERNET

ES UN CONJUNTO DE REDES HETEROGENEAS, DISPERSAS E INTERCONECTADAS VIA TCP/IP

TCP/IP

CONJUNTO DE PROTOCOLOS QUE PERMITEN LA INTERCONEXIÓN ENTRE REDES HETEROGÉNEAS.

NO ESTÁN ASOCIADOS A UN SISTEMA OPERATIVO NI PROVEEDOR.

PROTOCOLOS

PROPORCIONAN REGLAS PARA LA COMUNICACIÓN SIN DEPENDER DEL HARDWARE DE RED.

COMPARACIÓN ENTRE MODELO OSI Y TCP/IP

MODELO OSI

APLICACION
PRESENTACION
SESION
TRANSPORTE
RED
ENLACE DE DATOS
FISICO

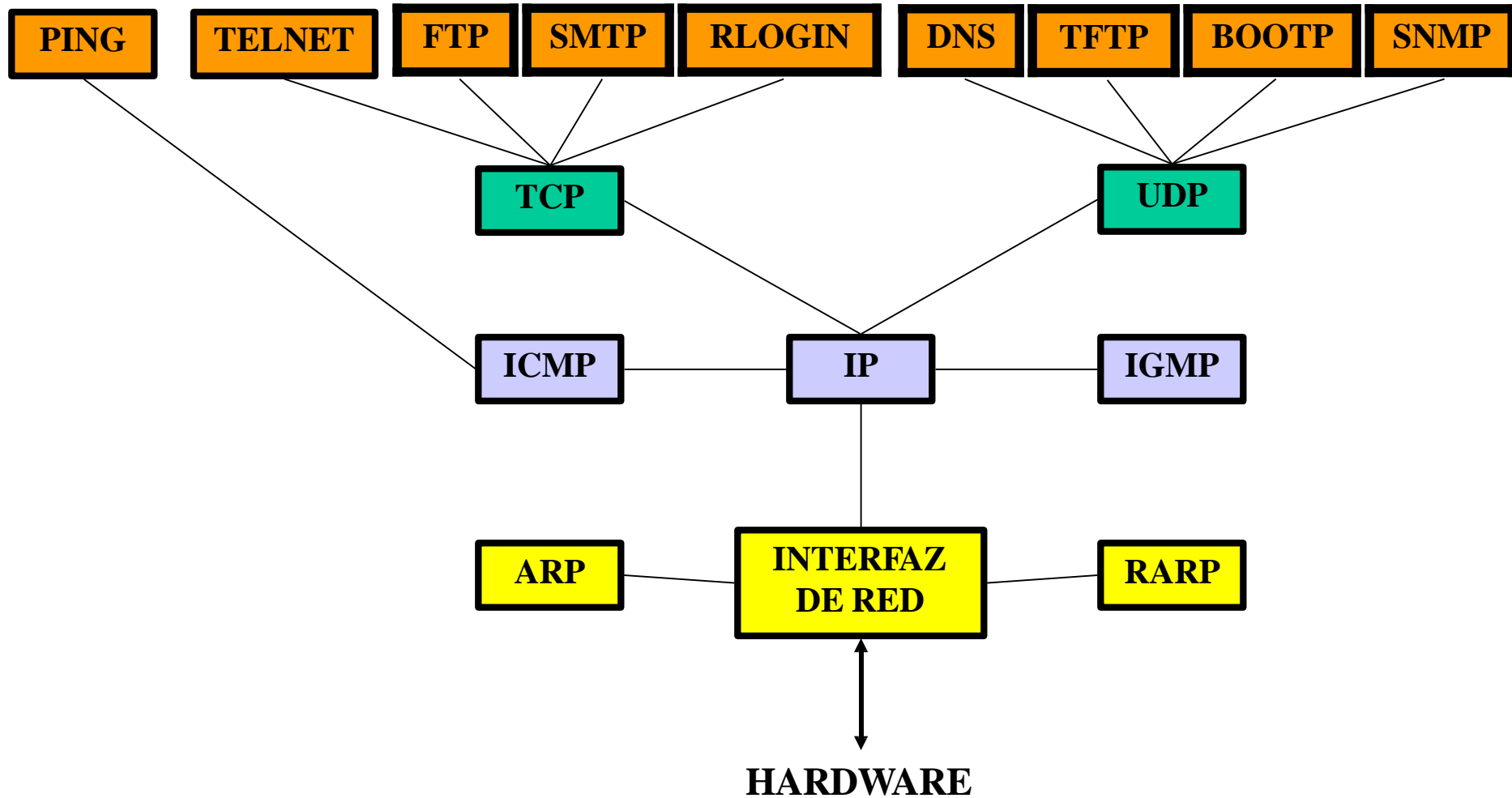
MODELO TCP/IP

APLICACIÓN
TRANSPORTE
INTERNET
ACCESO A LA RED

PROTOCOLOS TCP/IP

FTP TELNET SMTP NSP SNMP	
TCP	UDP
IP ICMP IGMP	
ARP RARP	

ESQUEMA EN BLOQUES DE LOS PROTOCOLOS



PROTOCOLO DE INTERNET (IP)

- DEFINE: UNIDAD BÁSICA PARA LA TRANSFERENCIA DE DATOS, SELECCIÓN DE RUTAS (RUTEO) Y CONJUNTO DE REGLAS PARA LA ENTREGA DE PAQUETES NO CONFIABLE.**
- TOMA LOS DATOS DEL NIVEL SUPERIOR (TCP O UDP) Y LOS INSERTA EN LA INTERNET COMO DATAGRAMAS.**
- USA ICMP PARA REPORTAR ERRORES.**
- SE BASA EN SERVICIO NO ORIENTADO A LA CONEXIÓN Y NO CONFIABLE (SIN VALIDACIÓN). NO SE GARANTIZA QUE EL DATAGRAMA LLEGUE A DESTINO.**
- ES UN SERVICIO DE ENTREGA CON EL MEJOR ESFUERZO (BEST EFFORT).**
- LOS DATAGRAMAS SON INDEPENDIENTES. NO HAY RELACIÓN ENTRE ELLOS.**
- DATAGRAMAS VIAJAN POR DISTINTAS REDES (ETHERNET, FDDI, FRAME RELAY, X.25, TOKEN RING, ETC).**

ALGO MÁS SOBRE DATAGRAMAS

PROTOCOLO IP

PROTOCOLO DE LAN

RELACIÓN

**DATAGRAMA
DIR IP**

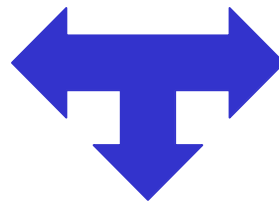


**TRAMA
DIR MAC**

MANEJADAS POR SW

RECONOCIDAS POR HW

**TAMAÑO DE
DATAGRAMA**



**TAMAÑO DE TRAMA
SEGÚN LAN**

**ADAPTACIÓN MAS CONVENIENTE PARA LA
COMUNICACIÓN DEL USUARIO**

FRAGMENTACIÓN

ENCAPSULAMIENTO

IDEAL

DATAGRAMA

ENCABEZADO

CAMPO DE DATOS



TRAMA

ENCABEZADO

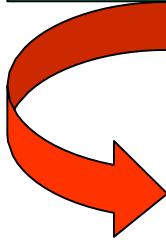
CAMPO DE DATOS

REAL

DATAGRAMA

ENCABEZADO

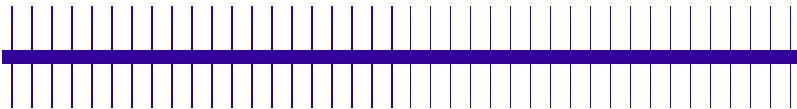
CAMPO DE DATOS



TRAMA

ENCABEZADO

CAMPO DE DATOS



FRAGMENTACIÓN

A CARGO DEL ROUTER

MTU

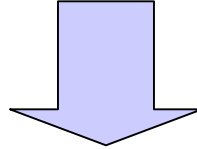
UNIDAD DE TRANSFERENCIA MÁXIMA DE UNA RED

**TAMAÑO MÁXIMO DEL CAMPO DE DATOS DE LA PDU DE LA RED
DONDE SE ENCAPSULA EL DATAGRAMA**

TECNOLOGÍA DE RED	MTU
ETHERNET	1500 B
FDDI	4470 B
TOKEN BUS	8182 B
TOKEN RING	65535 B
X.25	128 B (N3)
FRAME RELAY	4090 B
ATM	48 B
DATAGRAMA IP (+ común)	65515 B

FRAGMENTACIÓN

TAMAÑO DE DATAGRAMA



MTU DE DISTINTAS REDES

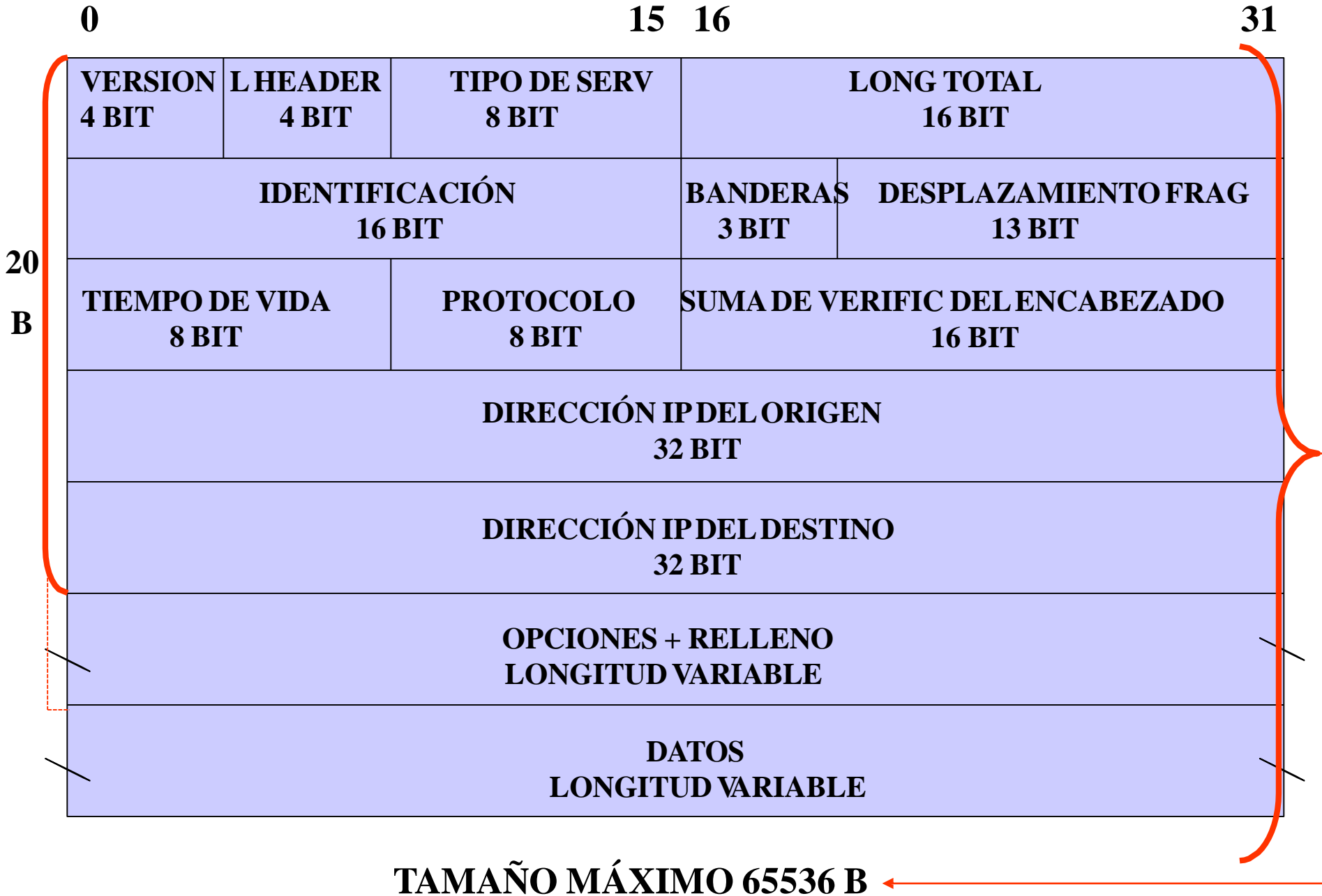


FRAGMENTACIÓN



**DIVIDIR EL DATAGRAMA EN PARTES (DATAGRAMAS
MÁS PEQUEÑOS) QUE PUEDAN ENCAPSULARSE EN
MTU MÁS PEQUEÑAS**

FORMATO DATAGRAMA



DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS

- **VERSION:** SE VERIFICA LA VERSIÓN DEL IP (4, 5 o 6).
- **LONG DE ENCABEZADO:** SE MIDEN PALABRAS DE 32 BITS (MAXIMO 16 PALABRAS = 64 BYTES).
- **TIPO DE SERV:** 6 BITS DE SERVICIOS DIFERENCIADOS Y 2 BITS RESERVADOS PARA NOTIFICACIÓN EXPLÍCITA DE CONGESTIÓN.
- **LONG TOTAL:** SE MIDEN OCTETOS. INCLUYE ENCABEZADO Y DATOS (MAXIMO 65535 BYTES).
- **IDENTIFICACIÓN:** IDENTIFICA AL DATAGRAMA (FRAGMENTACIÓN).
- **DESPLAZAMIENTO DE FRAGMENTO:** ESPECIFICA EL DESPLAZAMIENTO EN EL DATAGRAMA ORIGINAL DE LOS DATOS ACARREADOS EN EL FRAGMENTO (UNIDADES DE 8 BYTES).



600B 600B 200B

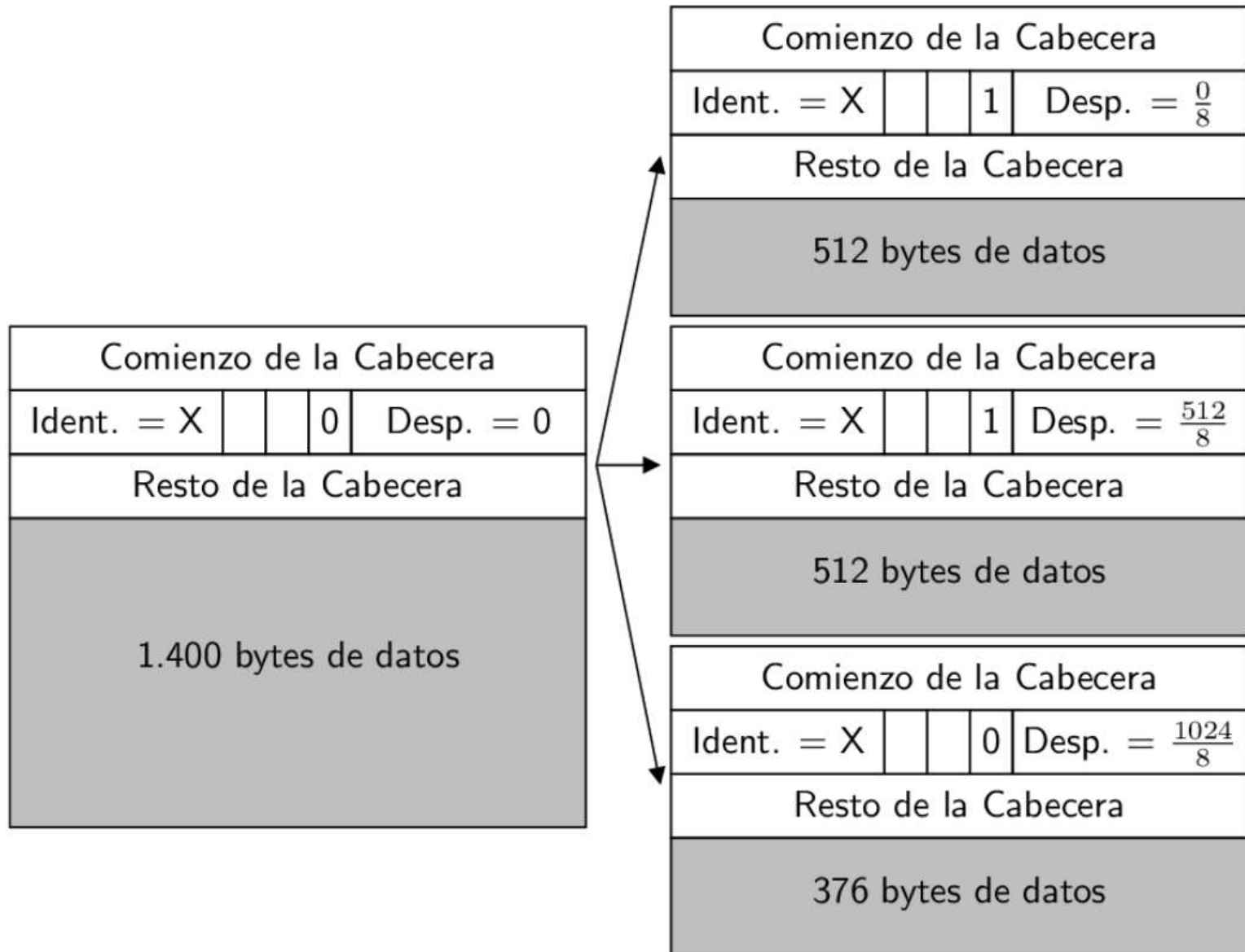
600B Frag 0 Desp 0

600B Frag 75 Desp 600

200B Frag 150 Desp 1200

- **BANDERA:** CONTROLAN LA FRAGMENTACIÓN DANDO INFORMACIÓN (NO FRAGMENTAR, MÁS FRAGMENTOS).

FRAGMENTACIÓN



PARA ANALIZAR

- 2.7. En la Figura 2.14, la unidad de datos del protocolo (PDU) de la capa N se encapsula en una PDU de la capa $(N - 1)$. Igualmente, se puede partir la PDU del nivel N en varias PDU del nivel $(N - 1)$ (segmentación) o agrupar varias PDU del nivel N en una única PDU del nivel $(N - 1)$ (agrupamiento).
- a) En la segmentación, ¿es necesario que cada segmento del nivel $(N - 1)$ contenga una copia de la cabecera del nivel N ?
 - b) En el agrupamiento, ¿es necesario que cada una de las PDU conserve su cabecera o se pueden agrupar los datos en una única PDU de nivel N con una única cabecera de nivel N ?

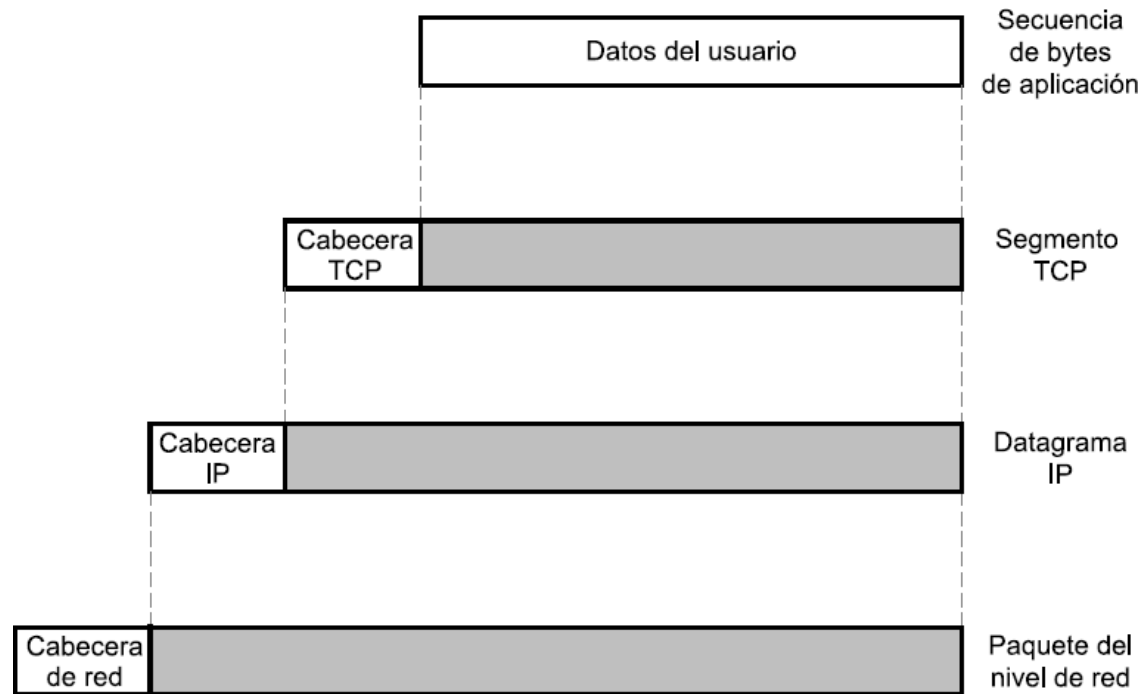
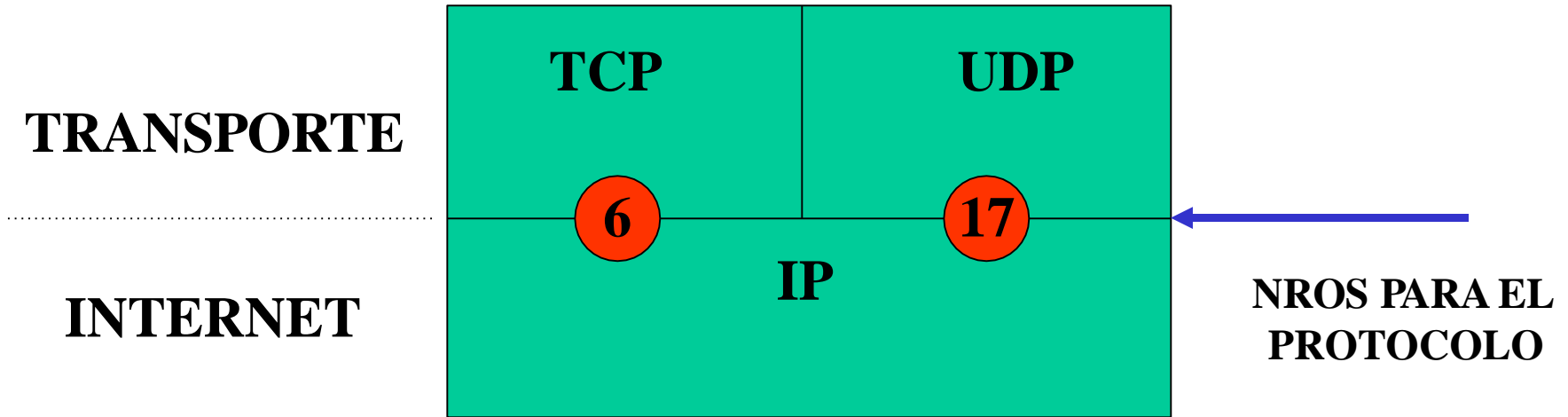


Figura 2.14. Unidades de datos de protocolo en la arquitectura TCP/IP.

DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS

- **TIEMPO DE VIDA:** TIEMPO EN SEGUNDOS QUE EL DATAGRAMA TIENE PERMITIDO PERMANECER EN LA INTERNET. LUEGO SE ELIMINA.
- **PROTOCOLO:** IDENTIFICA AL PROTOCOLO DE LA CAPA SUPERIOR



- **SUMA DE VERIFICACIÓN DEL ENCABEZADO:** DETECTA ERRORES
- **OPCIONES:** NO SIEMPRE SE EMPLEA. USO PARA PRUEBAS DE RED O DEPURACIÓN. LONGITUD VARIABLE.
- **RELLENO:** ASEGURA QUE LA CABECERA TENGA UNA LONGITUD MÚLTIPLO DE 32 BITS.

DIRECCIONES IP

- PARA **INTERNET** SON ADMINISTRADAS POR Internet Assigned Numbers Authority (IANA).
- EMPLEA 32 BITS (4 BYTES). LA DIRECCIÓN IP SE REPRESENTA **EN BINARIO** O CON 4 NÚMEROS **EN DECIMAL**, SEPARADOS POR PUNTOS (MÁS COMÚN).
- SE COMPONEN DE:
 - IDENTIFICADOR DE CLASE**
 - NÚMERO DE RED**
 - NÚMERO DE HOST**
- DIR DE CADA RED DEBE SER ÚNICA
- DIR DE CADA HOST DEBE SER ÚNICA DENTRO DE CADA RED
- SI TODOS LOS BITS DEL CAMPO DE HOST SON “1” = **DIFUSIÓN DIRIGIDA** A UNA RED (SE DEBE COLOCAR LA DIRECCIÓN DE LA RED)
- SI TODOS LOS BITS SON “1” (32) = **DIFUSIÓN LIMITADA** EN RED LOCAL
- SI TODOS LOS BITS DEL CAMPO DE HOST SON “0” = IDENTIFICACIÓN DE RED.
- SI TODOS LOS BITS DE LA DIR IP SON “0” = IDENTIFICA A ESTE HOST EN RED LOCAL. **USO EN EL ARRANQUE**. NO DIRECCIÓN DESTINO.

IANA

<https://www.iana.org/>



DIRECCIONES IP

- LA DIR 127.0.0.1 = ESTE MISMO DISPOSITIVO. USO COMO DIRECCIÓN DESTINO PARA PRUEBAS. DIRECCIÓN DE LOOPBACK.
- SI BIEN EL RANGO 127.0.0.0 A 127.255.255.255 SE COMPORTA DE LA MISMA FORMA, SE USA SÓLO 127.0.0.1
- LAS DIR QUE COMIENZAN CON 127, CON 255 O QUE ESTÁN ENTRE 224 Y 247 SON RESERVADAS (TIPO D Y E).
- DIRECCIONES IP PÚBLICAS Y PRIVADAS. USO DEL NAT (NETWORK ADDRESS TRANSLATION).

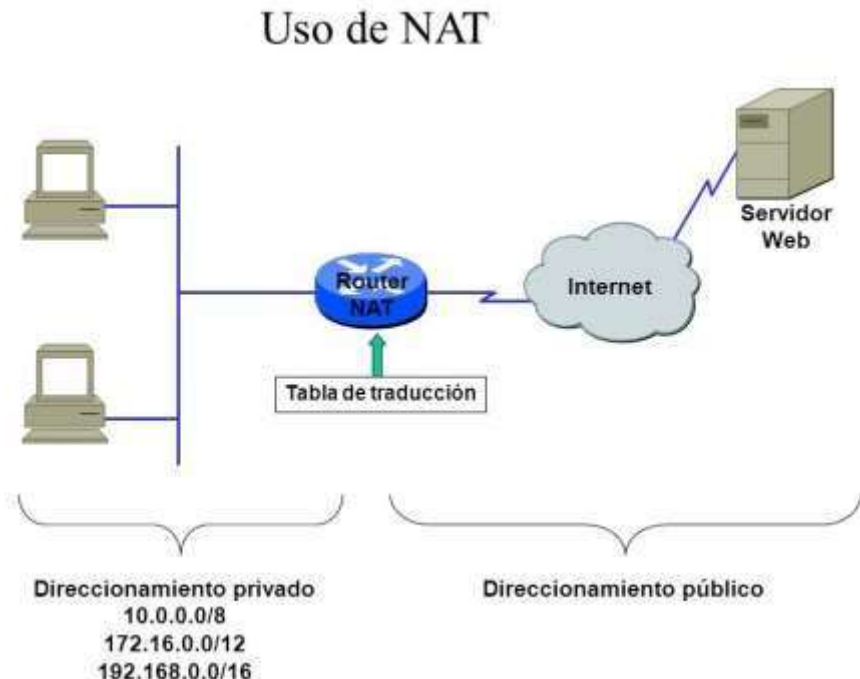
IP PRIVADAS

10.0.0.0 al 10.255.255.255

172.16.0.0 al 172.31.255.255

192.168.0.0 al 192.168.255.255

169.254.0.0 al 169.254.255.255



REGLA PRACTICA PARA MANEJO DE DIRECCIONES IP

VALORES DECIMALES DEL BYTE

[illegible]

DIRECCIONES IP CON CLASE

	1	2	3	4	5	8	16	24	32	
CLASE A	0	NRO RED				NRO HOST				
CLASE B	1	0	NRO RED				NRO HOST			
CLASE C	1	1	0	NRO RED				NRO HOST		
CLASE D	1	1	1	0	DIRECCIÓN MULTIDIFUSIÓN					
CLASE E	1	1	1	1	0	RESERVADO PARA USO POSTERIOR				

REGLA DEL PRIMER OCTETO (EN DECIMAL)

1 A 126 CLASE A

192 A 223 CLASE C

240 A 247 CLASE E

128 A 191 CLASE B

224 A 239 CLASE D

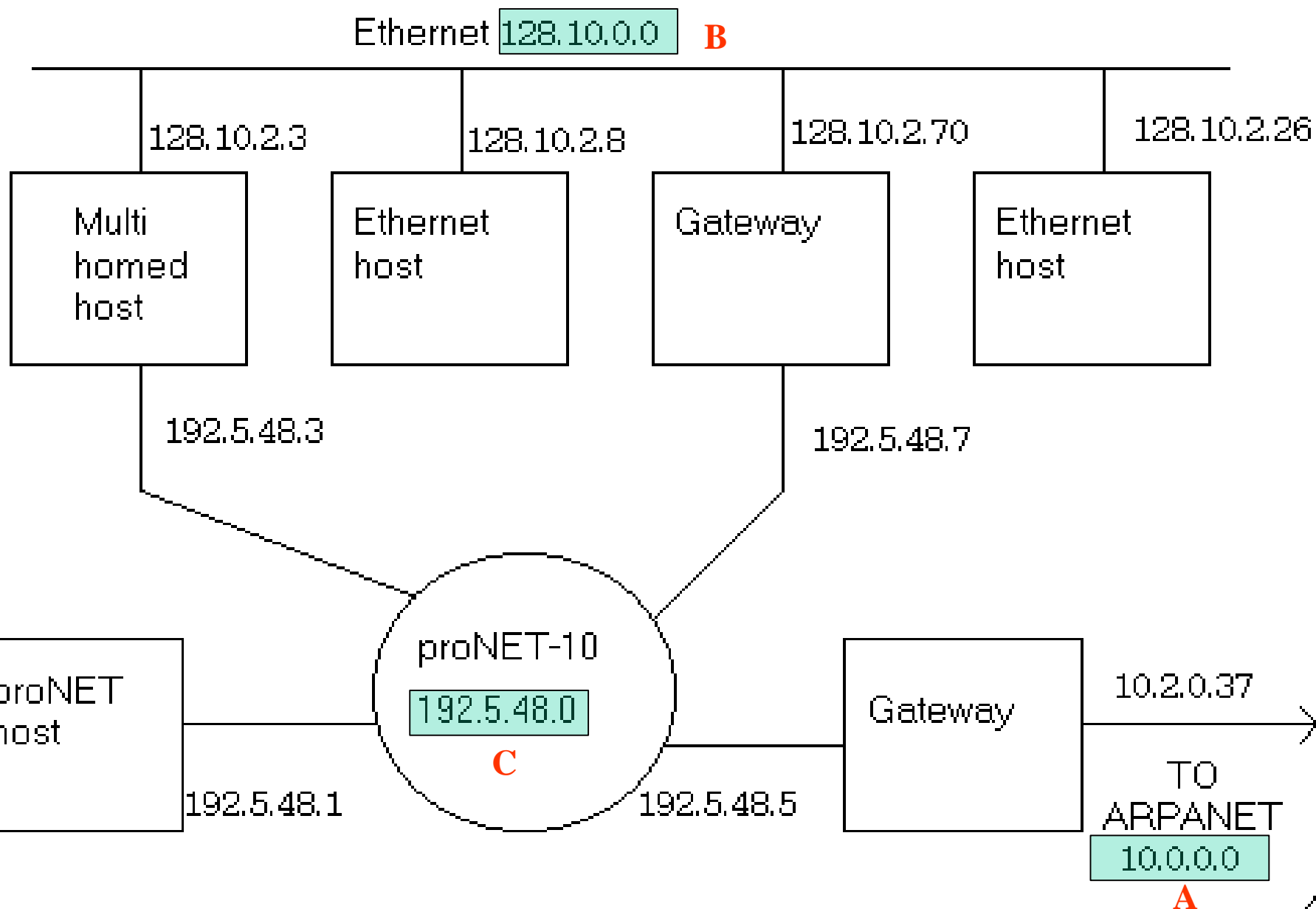
CUADRO COMPARATIVO

TIPO DE RED	CANT REDES	CANT HOSTS	DIR MENOR DE RED	DIR MAYOR DE RED
A	126 ($2^7 - 2$)	16.777.214 ($2^{24} - 2$)	1.0.0.0	126.0.0.0
B	16.382 ($2^{14} - 2$)	65.534 ($2^{16} - 2$)	128.1.0.0	191.254.0.0
C	2.097.150 ($2^{21} - 2$)	254 ($2^8 - 2$)	192.0.1.0	223.255.254.0
D	-----	-----	224.0.0.0	239.255.255.255
E	-----	-----	240.0.0.0	247.255.255.255

ALGO MÁS SOBRE DIRECCIONES IP

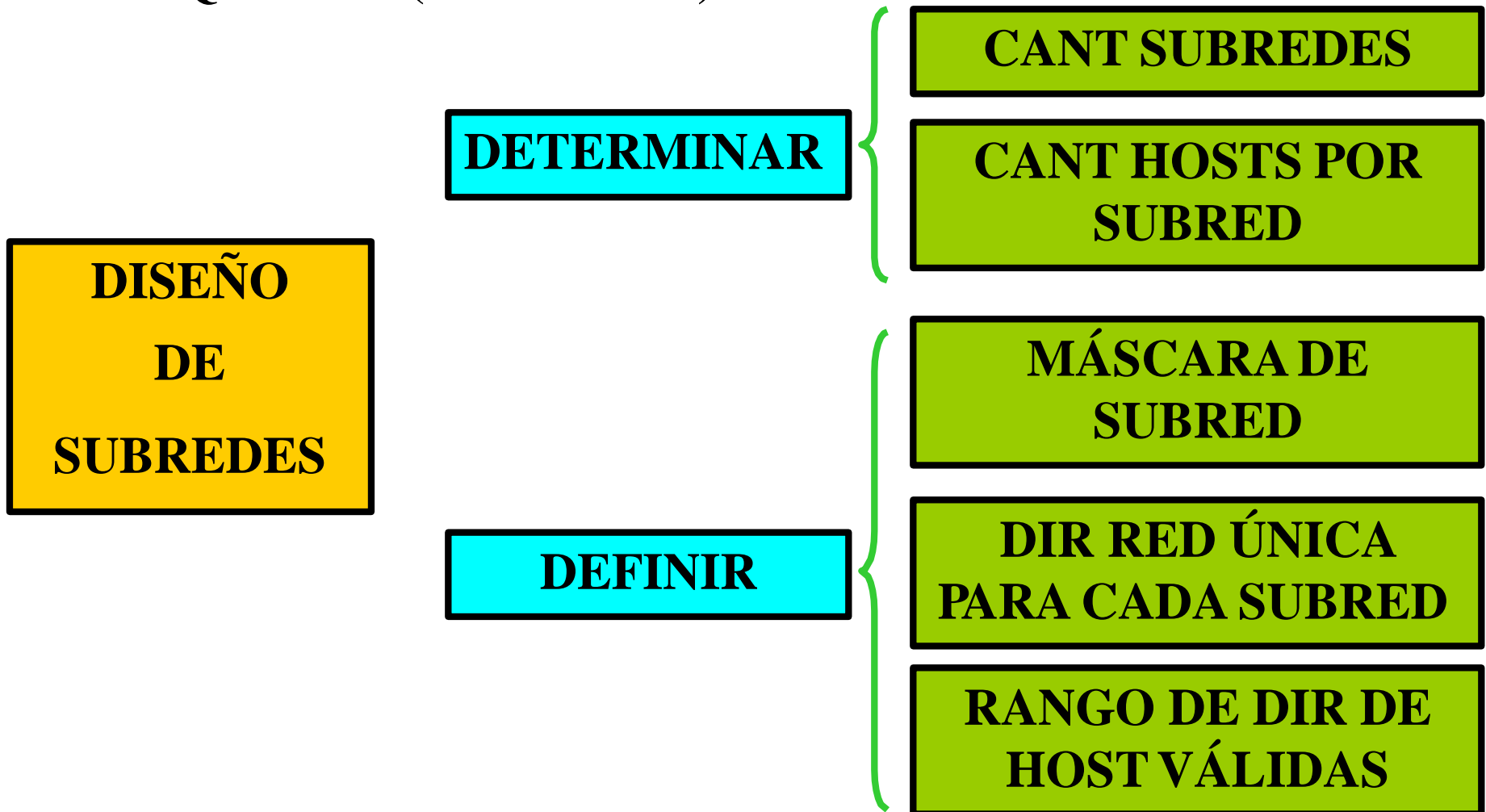
- **UNA DIRECCIÓN IDENTIFICA MÁS PRECISAMENTE A UNA CONEXIÓN DE RED**
- **SI UN HOST SE MUEVE DE UNA RED A OTRA, SU DIRECCIÓN IP DEBE CAMBIAR**
- **EMPLEO PARA RUTEAR DATAGRAMAS**
- **UN ROUTER MANEJA UNA TABLA DE DIRECCIONES PARA ENRUTAMIENTO. CADA PUERTO LAN Y WAN DEL ROUTER TIENE SU DIRECCIÓN IP**
- **UN HOST MULTI-HOMED ES AQUEL QUE TIENE MAS DE UNA CONEXIÓN FÍSICA (ESTO IMPLICA UNA DIR IP POR CADA UNA)**

IP ADDRESSES ASSIGNMENT EXAMPLE



SUBREDES

PARA EL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LAS GRANDES REDES, SE PUEDEN DIVIDIR A LAS MISMAS EN REDES MÁS PEQUEÑAS (SUBREDES).

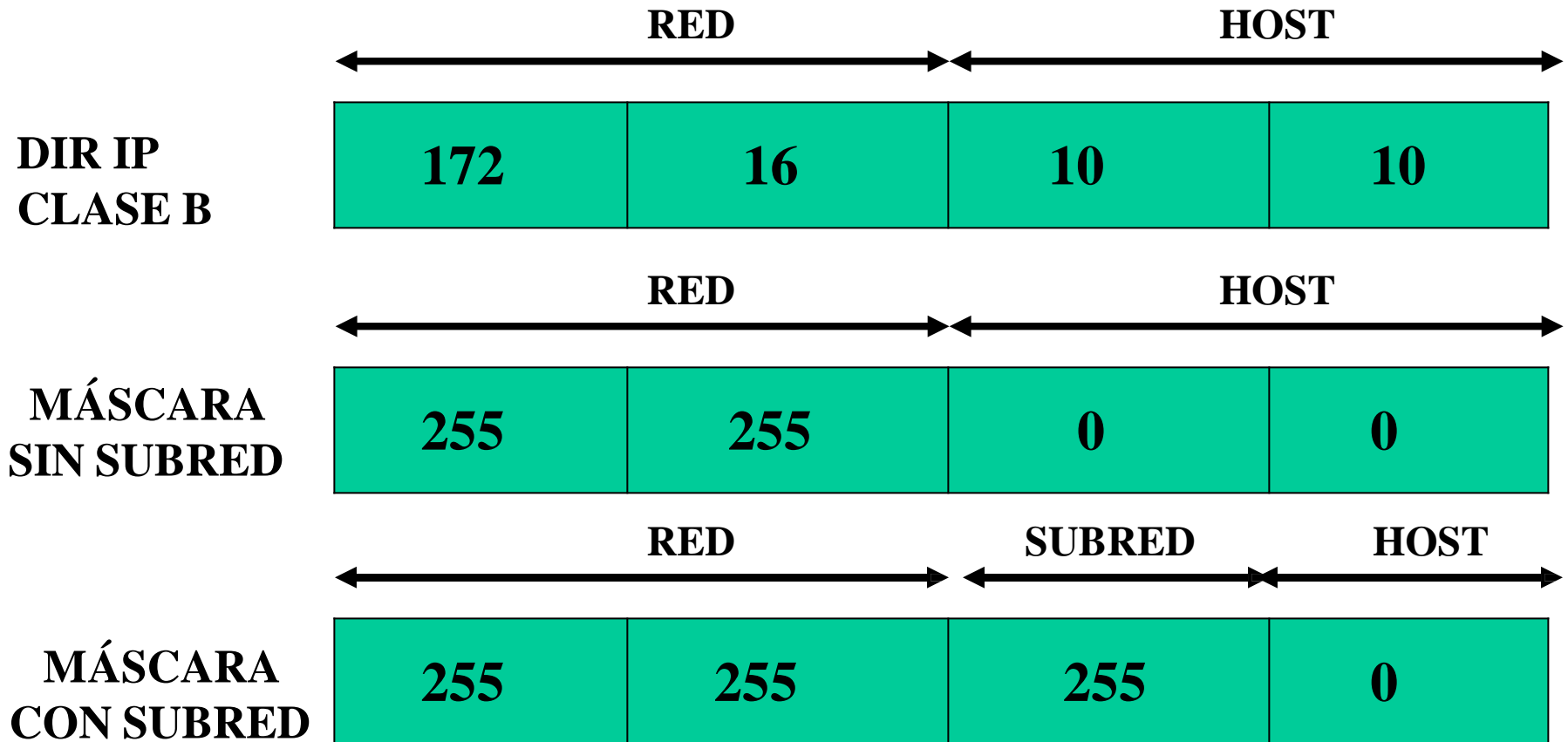


MÁSCARA

AL IGUAL QUE LA DIR IP TIENE 32 BITS

LOS “1” DE LA MÁSCARA SON DE RED Y SUBRED

LOS “0” DE LA MÁSCARA SON DE HOST



EJEMPLOS

SIN SUBRED

RED

HOST

172.16.2.160

10101100 00010000 00000010 10100000

255.255.0.0

11111111 11111111 00000000 00000000

**NO HAY SUBRED
NRO DE RED**

10101100 00010000 00000000 00000000

172 16 0 0

CON SUBRED

RED

SUBRED

HOST

172.16.2.160

10101100 00010000 00000010 10100000

255.255.255.0

11111111 11111111 11111111 00000000

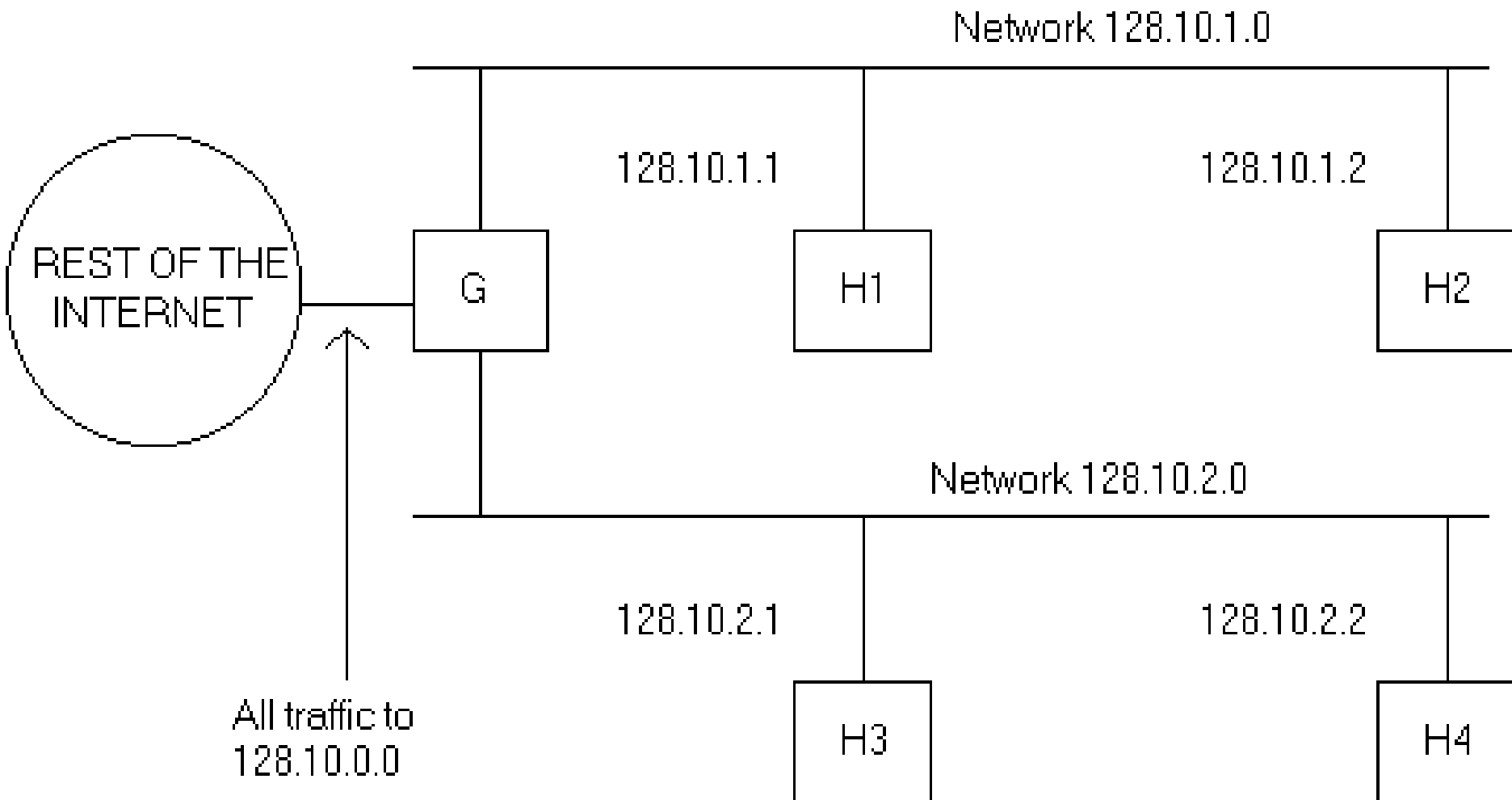
NRO DE SUBRED

10101100 00010000 00000010 00000000

172 16 2 0

IP Subnetting Example

Subnet mask = 255.255.255.0



PASOS

DETERMINAR

CANT SUBREDES

**CANT HOSTS POR
SUBRED**

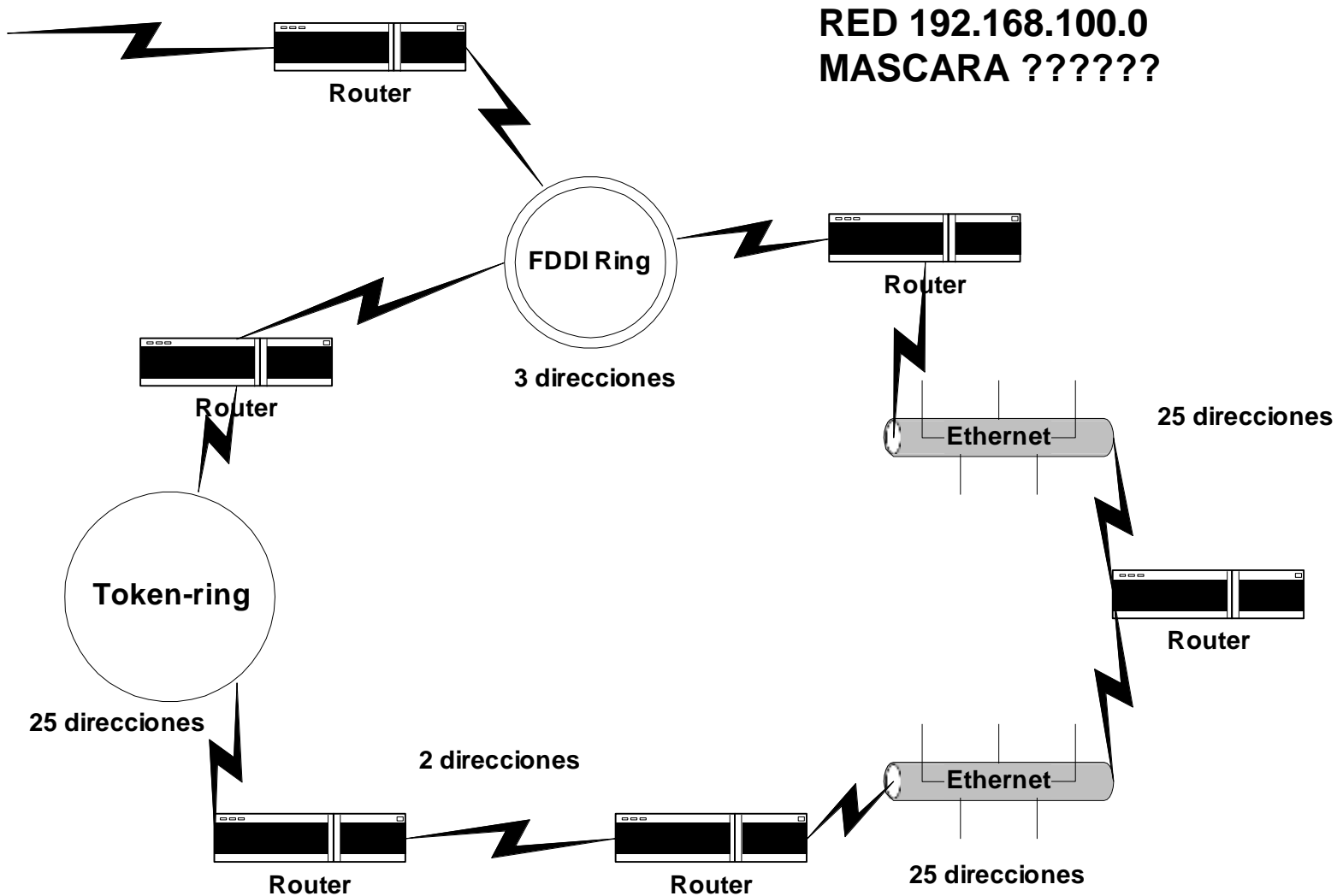
DEFINIR

**MÁSCARA DE
SUBRED**

**DIR RED ÚNICA
PARA CADA SUBRED**

**RANGO DE DIR DE
HOST VÁLIDAS**

EJERCICIO



VLSM (MÁSCARA VARIABLE)

- **PERMITE UN USO MÁS EFICIENTE ASIGNANDO DISTINTAS MÁSCARAS A LAS INTERFASES DE UN ROUTER.**

CIDR (DIRECCIONAMIENTO SIN CLASE)

- **SE ASIGNAN BLOQUES DE DIRECCIONES SIN PERTENECER A NINGUNA CLASE.**
- **USO DE MÁSCARA EN NOTACIÓN CIDR (x.x.x.x/n).**
- **SE DETERMINAN LA PRIMERA DIRECCIÓN, LA LONGITUD Y EL BROADCAST DEL BLOQUE.**

RFC REFERENCIALES

- **Nº 950 (ASIGNACIÓN DE DIR IP EN SUBREDES)**
- **Nº 1878 (HABILITA USO DE SUBREDES TODOS “0” Y “1”**

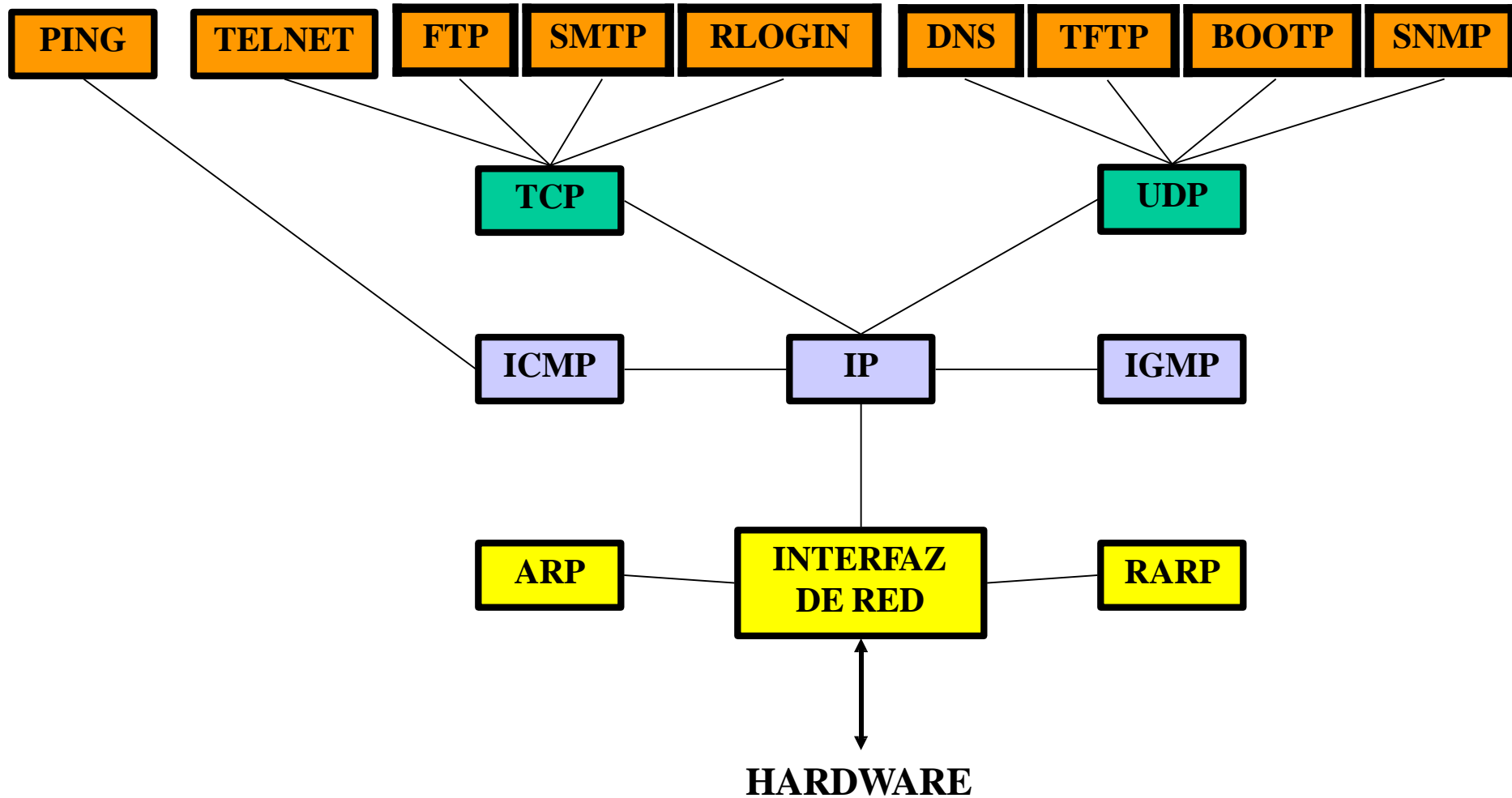
RESUMEN DE TÉCNICA DE SUBRED

- **PERMITE QUE UNA MISMA DIRECCIÓN DE RED IDENTIFIQUE A VARIAS REDES FÍSICAS.**
- **EXIGE ALGORITMOS MODIFICADOS DE RUTEO QUE CONTENGAN TABLAS CON MÁSCARA DE SUBRED.**
- **CAMBIA LA INTERPRETACIÓN DE LA DIRECCIÓN IP (RED, SUBRED Y HOST). MAYOR FLEXIBILIDAD YA QUE PUEDE SER INDEPENDIENTE EN CADA RED FÍSICA.**
- **CONCEPTO DE DIRECCIONAMIENTO JERÁRQUICO = RUTEO JERÁRQUICO. FACILITA EL PROCESO DE RUTEO.**

CONCEPTO DE SUPERRED

- **USO DE VARIAS DIRECCIONES DE RED PARA UNA MISMA ORGANIZACIÓN (VARIAS CLASE C).**
- **RUTEO: DIR IP Y NRO CONTEO (DIR CONTIGUAS).**

ESQUEMA EN BLOQUES DE LOS PROTOCOLOS



PROTOSCOLOS PARA RESOLUCIÓN DE DIRECCIONES



ARP

PROTOCOLO DE RESOLUCIÓN
DE DIRECCIÓN

PERMITE CONOCER LA
DIRECCIÓN MAC A TRAVÉS DE
SU DIRECCIÓN IP.

TRANSMITE **BROADCAST MAC**
CON LA **DIR IP** DESTINO PARA
QUE EL DESTINO RESPONDA
CON SU **DIR MAC** Y SE
REGISTRE EN LA TABLA ARP
DEL HOST.

RARP

PROTOCOLO DE RESOLUCIÓN
DE DIRECCION INVERSA

PERMITE QUE UNA MÁQUINA
CONOZCA SU DIRECCIÓN IP
MEDIANTE SU DIR MAC.

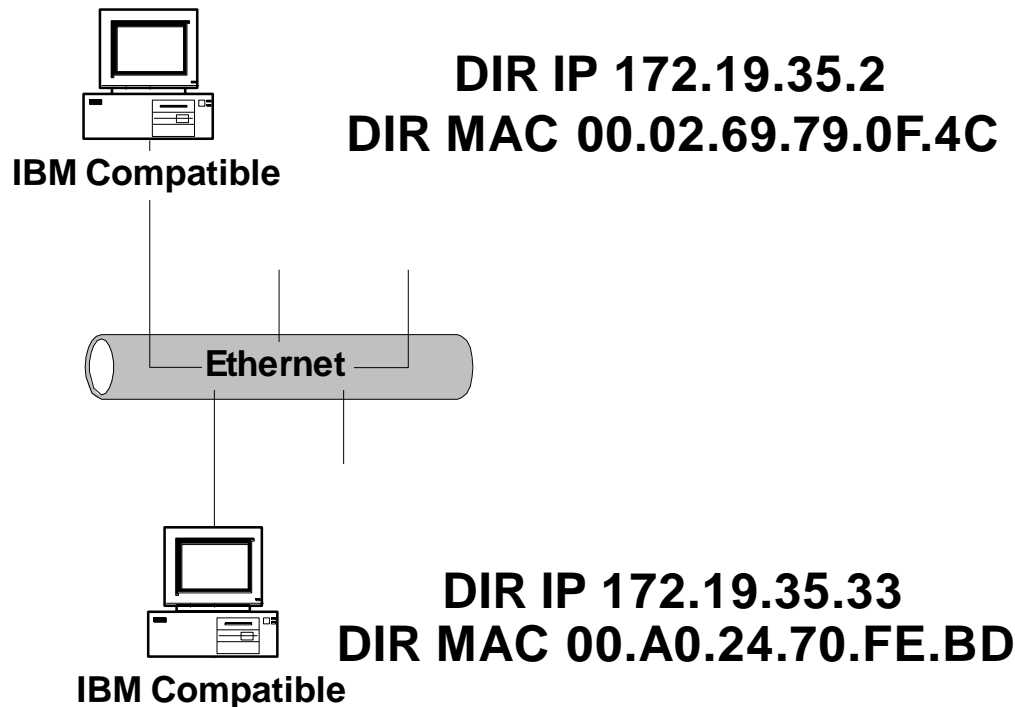
TRANSMITE **BROADCAST MAC**
DE SOLICITUD PARA QUE EL
SERVIDOR RARP DE LA **DIR IP**
CORRESPONDIENTE A LA **DIR**
MAC DE LA MÁQUINA
SOLICITANTE.

PROTOSCOLOS PARA RESOLUCIÓN DE DIRECCIONES

MENSAJE ARP / RARP

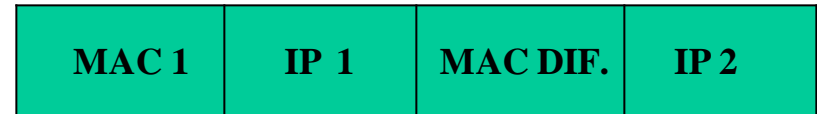


TRAMA

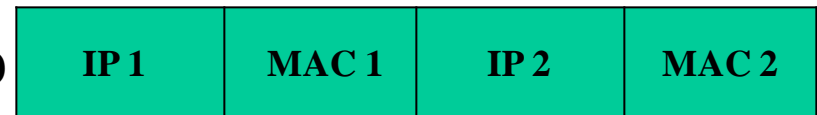


MSJ ARP

SOLICITUD DE "1" A TODOS



RESPUESTA DE "2" A "1"



COMANDO WINDOWS

The screenshot shows a web browser displaying the Cisco Networking Academy page for 'Capítulo 11: Es una red' and '11.3.4.2 Opciones del comando arp'. The page includes a sidebar with a table of contents and a main content area with text and a diagram.

Rendimiento básico de la red
Host y comandos de IOS

comando **arp** se ejecuta desde el símbolo del sistema de Windows.

Para ejecutar un comando **arp**, introduzca lo siguiente en el símbolo del sistema de un host:

```
C:\host1>arp -a
```

Como se muestra en la ilustración, el comando **arp -a** enumera todos los dispositivos que se encuentran actualmente en la caché ARP del host, lo cual incluye la dirección IP, la dirección física y el tipo de direccionamiento (estático/dinámico) para cada dispositivo.

Se puede borrar la caché mediante el comando **arp -d** en caso de que el administrador de red desee volver a llenarla con información actualizada.

Nota: la caché ARP solo contiene información de los dispositivos a los que se accedió recientemente. Para asegurar que la caché ARP esté cargada, haga ping a un dispositivo de manera tal que tenga una entrada en la tabla ARP.

Nociones sobre los nodos de la red

c:\>arp -a

Internet Address	Physical Address	Type
10.0.0.2	00-08-a3-b6-ce-04	dynamic
10.0.0.3	00-0d-56-09-fb-d1	dynamic
10.0.0.4	00-12-3f-d4-6d-1b	dynamic
10.0.0.254	00-10-7b-e7-fa-ef	dynamic

Par de direcciones IP y MAC

- C:\Documents and Settings\usuario>arp -a
- Interfaz: 192.168.1.103 --- 0x2
- Dirección IP Dirección física Tipo
- 192.168.1.1 00-23-69-ea-9c-a2 dinámico



**MOSTRAR LA
TABLA ARP QUE SE
ENCUENTRA EN
MEMORIA**

ICMP

PROTOCOLO DE MENSAJES DE CONTROL DE INTERNET

- **PARTE DE LA CAPA IP**
- **SE EMPAQUETA DENTRO DE UN DATAGRAMA PERO NO ES NIVEL DE TRANSPORTE**
- **VERIFICA E INFORMA SOBRE EVENTOS EN RED IP**
- **MENSAJES**

DE ECO

DE RESPUESTA DE ECO

DE REDIRECCIÓN

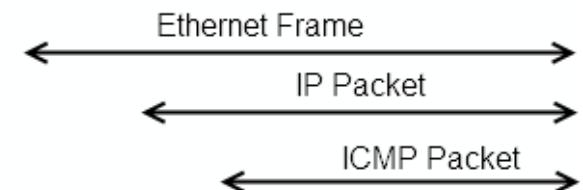
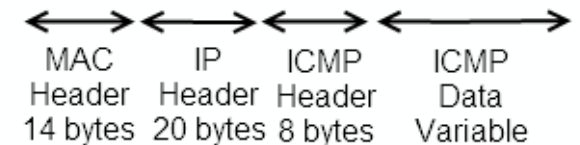
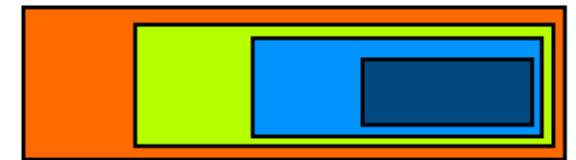
DE TIEMPO EXCEDIDO

VERIFICAR LA
POSIBILIDAD DE
CONEXIÓN A UN NODO (usa
comando PING)

MEJORAS EN RUTEO

INFORMAR SOBRE
VENCIMIENTOS DE
TIEMPO DE VIDA

ICMP Packet Overview





12:11

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\usuario>ipconfig /all

Configuración IP de Windows

    Nombre del host . . . . . : FAMILIA
    Sufijo DNS principal . . . . . :
    Tipo de nodo . . . . . : desconocido
    Enrutamiento habilitado. . . . . : No
    Proxy de WINS habilitado. . . . . : Sí
    Lista de búsqueda de sufijo DNS: fibertel.com.ar

Adaptador Ethernet Conexión de área local :

    Sufijo de conexión específica DNS : fibertel.com.ar
    Descripción. . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller
    Dirección física. . . . . : 00-1C-C0-72-C1-3F
    DHCP habilitado. . . . . : No
    Autoconfiguración habilitada. . . . . : Sí
    Dirección IP. . . . . : 192.168.1.103
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada : 192.168.1.1
    Servidor DHCP . . . . . : 192.168.1.1
    Servidores DNS . . . . . : 192.168.1.1
                             200.49.130.41
                             200.42.4.203

    Concesión obtenida . . . . . : Martes, 25 de Noviembre de 2014 09:0
0:46 a.m.
    Concesión expira . . . . . : Miércoles, 26 de Noviembre de 2014 0
9:00:46 a.m.

C:\Documents and Settings\usuario>ping 192.168.1.103

Haciendo ping a 192.168.1.103 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.103:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Documents and Settings\usuario>ping 200.42.4.203

Haciendo ping a 200.42.4.203 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 200.42.4.203: bytes=32 tiempo=8ms TTL=55
Respuesta desde 200.42.4.203: bytes=32 tiempo=9ms TTL=55
Respuesta desde 200.42.4.203: bytes=32 tiempo=11ms TTL=55
Respuesta desde 200.42.4.203: bytes=32 tiempo=9ms TTL=55

Estadísticas de ping para 200.42.4.203:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 8ms, Máximo = 11ms, Media = 9ms

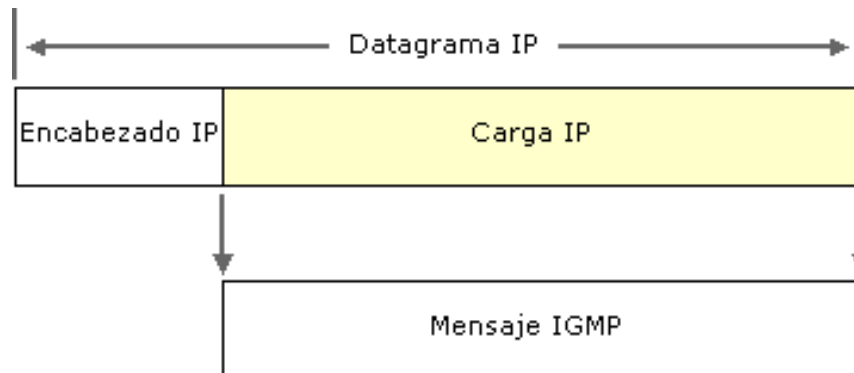
C:\Documents and Settings\usuario>
```

12:11

IGMP

PROTOCOLO DE ADMINISTRACIÓN DE GRUPO EN INTERNET

- **ES UN PROTOCOLO DE MULTIDIFUSIÓN QUE UTILIZA DATAGRAMAS PARA LLEVAR A CABO LA COMUNICACIÓN (MENSAJE IGMP). INTERCAMBIA INFORMACIÓN ENTRE ROUTERS.**
- **PARTE DE LA CAPA IP.**
- **TRANSMITE DATAGRAMAS IP A UN CONJUNTO DE MÁQUINAS (GRUPO DE MULTIDIFUSIÓN).**
- **GRUPO CON PROCESO DINÁMICO.**
- **DIRECCIÓN MULTIDIFUSIÓN ÚNICA (CLASE D). SE USAN SOLO COMO DIRECCIONES DE DESTINO.**
- **SE PROPAGA EN UNA SOLA RED FÍSICA O A TRAVÉS DE VARIAS REDES.**



UDP

PROTOCOLO DE DATAGRAMA DE USUARIO

- USA IP COMO NIVEL 3. RESIDE EN LA CAPA DE TRANSPORTE.
- ESTRECHA RELACIÓN ENTRE UDP ↔ IP.
- LA PDU SE DENOMINA **DATAGRAMA UDP**.
- TRANSMISIONES NO CONFIABLES, SIN VALIDACIONES. NO IMPLEMENTA CONTROL DE FLUJO. PUEDEN EXISTIR PÉRDIDAS, DUPLICACIONES, RETRASOS Y ENTREGA SIN ORDEN.
- LAS APLICACIONES DEBEN RESOLVER ESTOS PROBLEMAS.
- **MÁS VELOZ QUE EL TCP.**
- REALIZA MULTIPLEXADO Y DEMULTIPLEXADO DE PUERTOS. CONCEPTO DE MULTIPROCESOS.
- **ORIENTADO A LA NO CONEXIÓN.**

FORMATO DEL DATAGRAMA UDP

0	15	16	31
PUERTO ORIGEN		PUERTO DESTINO	
LONGITUD DEL MENSAJE UDP		SUMA DE VERIFICACIÓN	
DATOS			

- **PUERTO ORIGEN:** ES OPCIONAL. PUEDE VALER 0 SI NO SE UTILIZA.
- **LONGITUD:** CUENTA LA CANTIDAD DE OCTETOS (ENCABEZADO Y DATOS). VALOR MÍNIMO ES 8 Y EL MÁXIMO 65536.
- **SUMA DE VERIFICACIÓN:** ES OPCIONAL. SI VALE 0 NO SE ESTÁ USANDO. NORMALMENTE SE USA. INCLUYE LA DIR IP ORIGEN, DIR IP DESTINO Y EL CÓDIGO DE PROTOCOLO (SACADAS DEL DATAGRAMA IP) + EL ENCABEZADO Y LOS DATOS DEL DATAGRAMA UDP.

PSEUDO CABECERA UDP

bits	0 – 7	8 – 15	16 – 23	24 – 31
0	Dirección Origen			
32	Dirección Destino			
64	Ceros	Protocolo	Longitud UDP	
96	Puerto Origen		Puerto Destino	
128	Longitud del Mensaje		Suma de verificación	
160	Datos			

**PSEUDO
CABECERA
UDP**

**DATAGRAMA
UDP**

TCP

PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSMISIÓN

- TRANSFERENCIA CONFIABLE Y DE **EXTREMO A EXTREMO**.
- USO DE MENSAJES ACK / NAK. ENTREGA ORDENADA.
- USA IP COMO NIVEL 3. RESIDE EN LA CAPA DE TRANSPORTE.
- LA PDU SE DENOMINA **SEGMENTO TCP**.
- REALIZA MULTIPLEXADO Y DEMULTIPLEXADO DE PUERTOS.
- MANEJA CONEXIONES FULL DUPLEX.
- USA SUMA DE VERIFICACIÓN Y NRO DE SECUENCIA (SEGURIDAD Y ORDENAMIENTO). LA SUMA INCLUYE LAS DIRECCIONES IP DEL DATAGRAMA Y EL CÓDIGO DE PROTOCOLO (PSEUDO ENCABEZADO), EL ENCABEZAMIENTO Y LOS DATOS DEL SEGMENTO.
- **ORIENTADO A LA CONEXIÓN**.
- **CONTROL DE FLUJO (TX/RX) (EXTREMO A EXTREMO)** MEDIANTE MÉTODO DE VENTANA DESLIZANTE. PARÁMETRO DE TAMAÑO DE VENTANA **VARIABLE**.
- **CONTROL DE CONGESTIÓN (TX/RED) (EN SISTEMAS INTERMEDIOS)**.

FORMATO DEL SEGMENTO TCP

0	4	10	16	24	31
PUERTO ORIGEN			PUERTO DESTINO		
NRO DE SECUENCIA					
NRO DE ACUSE DE RECIBO					
LONG ENCAB &	RES	INDICADORES DE CONTROL +	VENTANA		
SUMA DE VERIFICACIÓN #			PUNTERO DE URGENCIA		
OPCIONES *				RELLENO	
DATOS					
.....					

(*)VARIABLE (#) INCLUYE CONTROL DIR IP ORIGEN Y DESTINO

(+6) SON BANDERAS DE 1 BIT CADA UNA (&4) MÚLTIPLO DE 32

SEGMENTO TCP

Bits de izq a der	Indicador de control
URG	Campo de puntero de urgente válido
ACK	Campo de acuse recibo válido
PSH	Solicitud de operación PUSH
RST	Iniciación de la conexión
SYN	Sincronizar n° de secuencia
FIN	Final de flujo de octetos por el emisor

OPCIONES es donde se determina por negociación el tamaño del segmento TCP. Dificultad de encontrar el tamaño óptimo evitando la fragmentación.

PUNTERO DE URGENCIA es para envío de datos fuera de banda (por ejemplo interrupción de la conexión). Indica posición dentro del segmento de fin de datos urgentes.

PUERTOS UDP Y TCP

- **UTILIZAN NÚMEROS DE PUERTO DE PROTOCOLO PARA IDENTIFICAR EL DESTINO FINAL.**
- **DEFINE PAR (DIR IP, N° PUERTO) = PUNTO EXTREMO**
- **CONEXIÓN TCP SE IDENTIFICA POR UN PAR DE PUNTOS EXTREMOS.**
- **EL N° DE PUERTO EN UNA MISMA MÁQUINA PUEDE SER COMPARTIDO POR VARIAS CONEXIONES.**

APLICACIÓN		TRANSPORTE		NRO PUERTOS	
FTP	TELNET	SMTP	DNS	TFTP	SNMP
21	23	25	53	69	161
TCP			UDP		

ALGUNOS PUERTOS UDP Y TCP

- 20 (TCP), utilizado por FTP (File Transfer Protocol) para datos
- 21 (TCP), utilizado por FTP (File Transfer Protocol) para control
- 25 (TCP), utilizado por SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
- 53 (TCP), utilizado por DNS (Domain Name System)
- 53 (UDP), utilizado por DNS (Domain Name System)
- 67 (UDP), utilizado por BOOTP BootStrap Protocol (Server) y por DHCP
- 68 (UDP), utilizado por BOOTP BootStrap Protocol (Client) y por DHCP
- 69 (UDP), utilizado por TFTP (Trivial File Transfer Protocol)
- 80 (TCP), utilizado por HTTP (HyperText Transfer Protocol)
- 88 (TCP), utilizado por Kerberos (agente de autenticación)
- 110 (TCP), utilizado por POP3 (Post Office Protocol)
- 137 (TCP), utilizado por NetBIOS (servicio de nombres)
- 137 (UDP), utilizado por NetBIOS (servicio de nombres)
- 138 (TCP), utilizado por NetBIOS (servicio de envío de datagramas)
- 138 (UDP), utilizado por NetBIOS (servicio de envío de datagramas)
- 139 (TCP), utilizado por NetBIOS (servicio de sesiones)
- 139 (UDP), utilizado por NetBIOS (servicio de sesiones)
- 143 (TCP), utilizado por IMAP4 (Internet Message Access Protocol)
- 443 (TCP), utilizado por HTTPS/SSL (transferencia segura de páginas web)
- 631 (TCP), utilizado por CUPS (sistema de impresión de Unix)
- 993 (TCP), utilizado por IMAP4 sobre SSL
- 995 (TCP), utilizado por POP3 sobre SSL
- 1080 (TCP), utilizado por SOCKS Proxy
- 1433 (TCP), utilizado por Microsoft-SQL-Server
- 1434 (TCP), utilizado por Microsoft-SQL-Monitor
- 1434 (UDP), utilizado por Microsoft-SQL-Monitor
- 1701 (UDP), utilizado para Enrutamiento y Acceso Remoto para VPN con L2TP.
- 1723 (TCP), utilizado para Enrutamiento y Acceso Remoto para VPN con PPTP.
- 1761 (TCP), utilizado por Novell Zenworks Remote Control utility
- 1863 (TCP), utilizado por MSN Messenger

CONTROL DE ERRORES

IP - UDP - TCP

PROTOCOLO			
Tipo de control de error	IP	UDP	TCP
Detección	Del Header	Del datagrama UDP + Dir IP	Del segmento TCP + Dir IP
Corrección / Recuperación	No	No (a cargo de aplicaciones)	Del segmento TCP + Dir IP



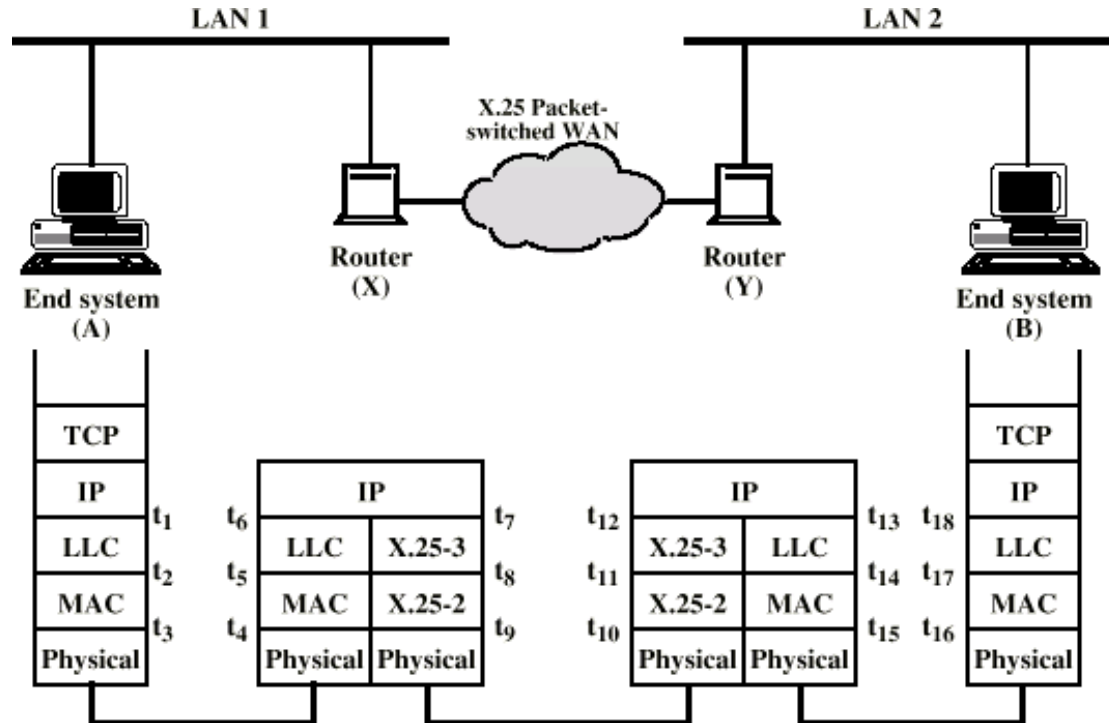
Detec UDP y detec/corr TCP

COMPARACIÓN

UDP	TCP
Servicio sin conexión; no se establece una sesión entre los hosts. UDP no garantiza ni confirma la entrega, y no secuencia los datos.	Servicio orientado a la conexión; se establece una sesión entre los hosts TCP garantiza la entrega mediante el uso de confirmaciones y la entrega secuenciada de datos
Los programas que utilizan UDP son responsables de proporcionar la confiabilidad necesaria para el transporte de datos. UDP es rápido, tiene requisitos de carga pequeños y puede admitir la comunicación punto a punto y de un punto a varios puntos.	Los programas que utilizan TCP proporcionan la seguridad del transporte de datos confiable. TCP es más lento, tiene requisitos de carga mayores y sólo admite la comunicación punto a punto.

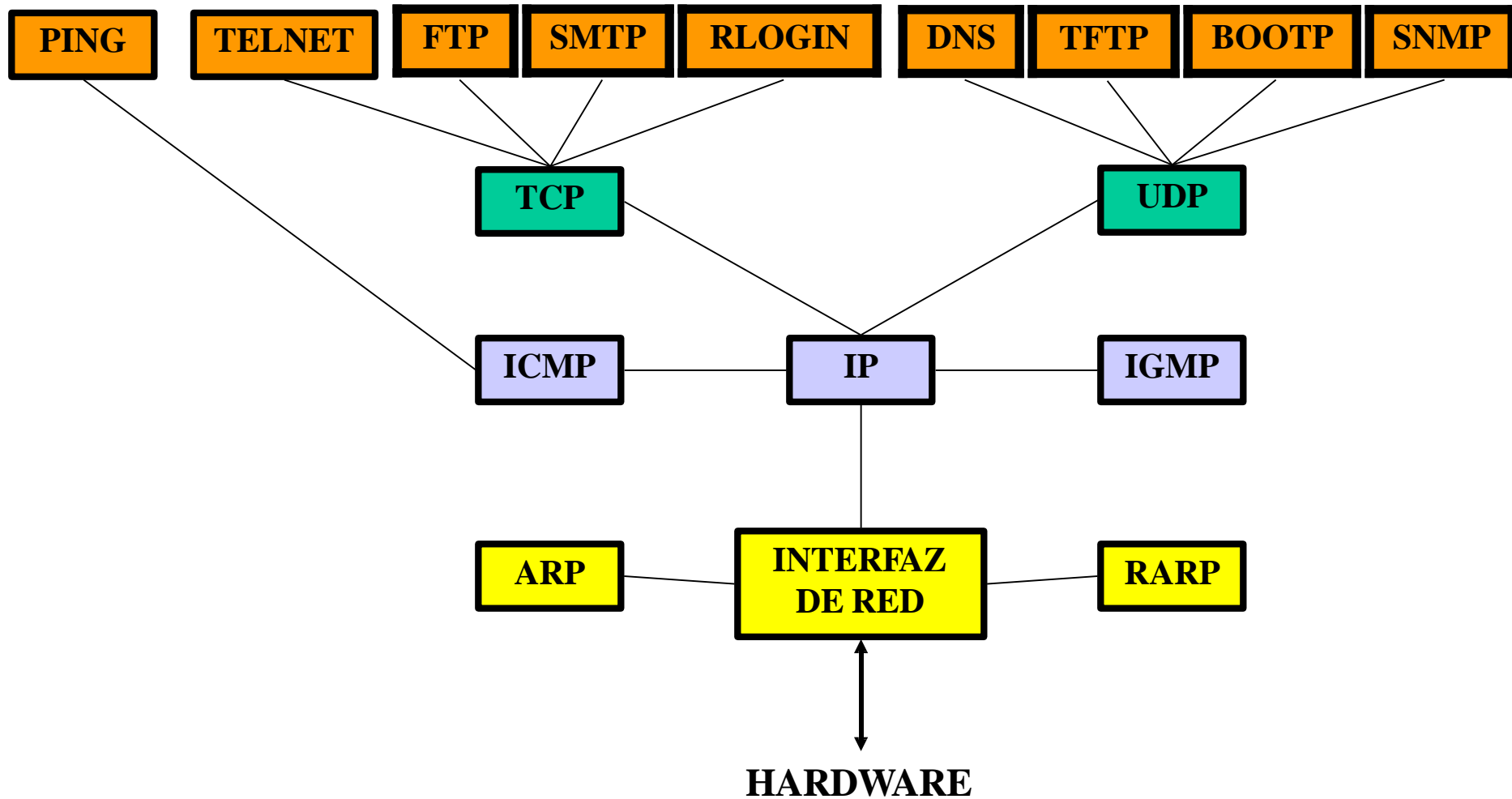
CONGESTIONAMIENTO EN TCP

- **CONGESTIONAMIENTO ES UNA CONDICIÓN DE RETRASO SEVERO CAUSADA POR UNA SOBRECARGA DE DATAGRAMAS EN UNO O MÁS PUNTOS DE CONMUTACIÓN.**
- **CONSECUENCIAS:**
 - **AUMENTO DE RETRASOS.**
 - **DESCARTE DE DATAGRAMAS POR SUPERAR LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL ROUTER.**
 - **RETRANSMISIÓN DE DATAGRAMAS POR EXCESO DE TIME OUT.**
- **SE PRODUCE COLAPSO POR CONGESTIONAMIENTO.**
- **ACCIONES PARA EVITARLO:**
 - **USO DE ALGORÍTMOS.**
 - **USO DE TÉCNICAS DE DISMINUCIÓN MULTIPLICATIVA Y ARRANQUE LENTO, RELACIONADAS ENTRE SÍ.**
 - **REDUCCIÓN EXPONENCIAL DEL VOLUMEN DE TRÁFICO.**
 - **REGULAR LA VELOCIDAD DE INCREMENTO DE TRÁFICO LUEGO DEL CONGESTIONAMIENTO.**
 - **USO DE TÉCNICA DE PREVENCIÓN DE CONGESTIONAMIENTO (LENTITUD EN LA VELOCIDAD DE INCREMENTO DE TAMAÑO DE VENTANA).**



TCP-H = TCP header
 IP-H = IP header
 LLCi-H = LLC header
 MACi-H = MAC header
 MACi-T = MAC trailer
 XP-H = X.25 packet header
 XL-H = X.25 link header
 XL-T = X.25 link trailer

ESQUEMA EN BLOQUES DE LOS PROTOCOLOS



RFC 1123 (Protocolos de aplicaciones)

APLICACIONES

TELNET

TCP

**CONEXIÓN REMOTA A TRAVÉS DE INTERNET
CON AUTENTICACIÓN**

FTP

TCP

**PROTOCOLO DE TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS
COPIADO DE ARCHIVOS
CON AUTENTICACIÓN**

TFTP

UDP

**ECONÓMICO Y MENOS SOFISTICADO QUE EL FTP
SIN AUTENTICACIÓN
T (TRIVIAL)**

DNS

UDP

**SISTEMA DE NOMBRE DE DOMINIO
TRADUCE LA DIRECCIÓN IP A UN NOMBRE
SIGNIFICATIVO DE ALTO NIVEL**

APLICACIONES

PING

ICMP

ENVIA SOLICITUD DE ECO, CAPTURA LA RESPUESTA Y REALIZA ESTADÍSTICA.

BOOTP

UDP

PROTOCOLO PARA MEJORAR EL RARP.

ESPECIFICA ASPECTOS DE ARRANQUE COMO DIR IP MÁQUINA, RUTEADOR Y SERVIDOR.

DHCP

UDP

PROTOCOLO PARA CONFIGURACIÓN DE HOST DINÁMICA. ASIGNACIÓN DE DIR IP POR SERVIDOR A CLIENTES.

SMTP

TCP

PROTOCOLO DE TRANSFERENCIA DE CORREO SIMPLE. ESPECIFICA FORMATO DE MENSAJES. USA EL ASCII.

SNMP

UDP

PROTOCOLO DE ADMINISTRACIÓN DE RED SIMPLE. DEFINEN RELACIONES ADMINISTRATIVAS ENTRE ROUTERS, FORMAY SIGNIFICADO DE MENSAJES ENTRE OTROS ASPECTOS.

ROUTERS Y RUTEO

- **ROUTER** ES UN DISPOSITIVO DE NIVEL 3 DEL OSI
- POSEE PUERTAS PARA ENLACES LAN, WAN Y PARA CONSOLA.
- SU CONFIGURACIÓN INCLUYE TABLAS DE RUTEO. APRENDE DIRECCIONES IP.
- PERMITE LA SEGMENTACIÓN DE UNA LAN (IGUAL QUE EL BRIDGE Y EL SWITCH).
- PROVEE SEGURIDAD A LA RED.
- **RUTEO** ES EL ENCAMINAMIENTO DE LOS DATAGRAMAS DE UNA RED A LA OTRA, MEDIANTE RUTAS.
- LAS RUTAS PUEDEN SER **ESTÁTICAS** (INGRESADAS POR EL ADMINISTRADOR DE RED) O **DINÁMICAS** (AJUSTADAS AUTOMÁTICAMENTE MEDIANTE PROTOCOLOS DE RUTEO).
- PROTOCOLOS DE RUTEO PROVEEN INFORMACIÓN SOBRE ACCESIBILIDAD, RETARDOS Y TABLAS DE RUTEO.
- ALGUNOS PROTOCOLOS DE RUTEO: RIP, IGRP, OSPF, EGP

EJEMPLO DE RUTEO

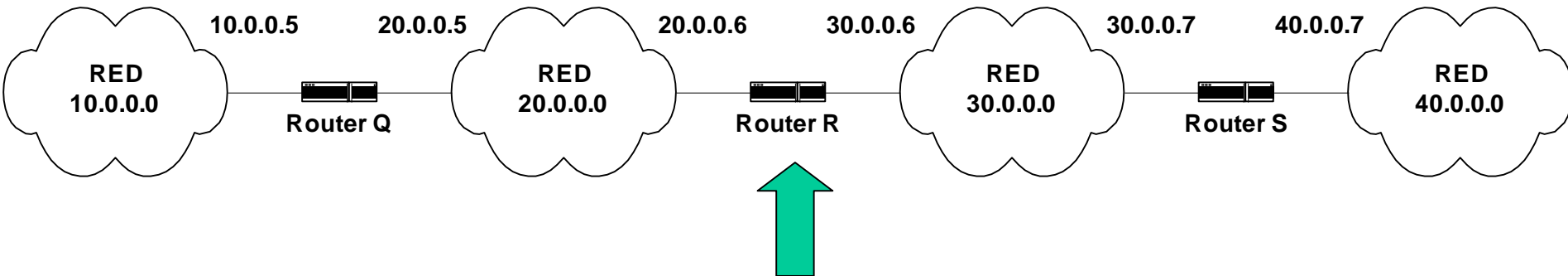


TABLA DE RUTEO EN R

PARA ALCANZAR LOS ANFITRIONES DE LA RED	RUTEAR A ESTA DIRECCIÓN
20.0.0.0	ENTREGA DIRECTA
30.0.0.0	ENTREGA DIRECTA
10.0.0.0	20.0.0.5
40.0.0.0	30.0.0.7

RUTEO

- **PROTOCOLO DE RUTEO INTERIOR (IRP):** distribuye información de ruteo dentro de un sistema autónomo (AS). Información más detallada.
- **PROTOCOLO DE RUTEO EXTERIOR (ERP):** distribuye información de ruteo entre diferentes sistemas autónomos. Más simple, información menos detallada. Ej: **BGP** (protocolo de pasarela de frontera)

ESTRATEGIAS DE RUTEO

- **POR VECTOR DISTANCIA:** intercambio de información con vecinos. Los nodos mantienen un vector de costo por enlace para cada red conectada directamente. Tx de considerable información por cada router pero menos complejo. Aplicable a los IRP. Ej: **RIP**
- **POR ESTADO DE ENLACE:** intercambio de info de costos de enlace con todos los routers. Tienen la configuración completa de la red. Aplicable a los IRP. Ej: **OSPF**
- **POR VECTOR CAMINO:** no incluye estimación de distancia ni de costo. Se puede limitar el paso por otros AS. Aplicable a los ERP.

BGP

- **Es un ERP. Usa mensajes (M) sobre TCP para intercambio de información entre routers (R). Versión actual es BGP 4.**
- **Procedimientos funcionales:**
 - **Adquisición de vecino. Entre R en diferentes AS. M de aceptación o rechazo.**
 - **Detección de vecino alcanzable. M de mantenimiento.**
 - **Detección de red alcanzable. Cada R mantiene una base de datos con redes alcanzables y rutas preferidas. R manda un M de actualización cuando cambios.**

OSPF

- **Es un IRP. Calcula una ruta a través de una interconexión de redes suponiendo el menor costo según configure el usuario (retardo, velocidad de tx, económico u otros).**
- **R mantiene una base de datos de la topología del AS.**

COMANDO TRACERT (WINDOWS)

- C:\Documents and Settings\usuario>tracert
- **Uso:** tracert [-d] [-h saltos_máximos] [-j lista_de_hosts] [-w tiempo_de_espera] nombre_destino
- **Opciones:**
 - -d No convierte direcciones en nombres de hosts.
 - -h saltos_máximos Máxima cantidad de saltos en la búsqueda del objetivo.
 - -j lista-de-host Enrutamiento relajado de origen a lo largo de la lista de hosts.
 - -w tiempo_espera Cantidad de milisegundos entre intentos.
- C:\Documents and Settings\usuario>tracert <http://www.comunicacionnueva.com.ar>
- Traza a la dirección <http://www.comunicacionnueva.com.ar> [190.210.9.24] sobre un máximo de 30 saltos:
- | | | | | |
|----|-------|-------|-------|---|
| 1 | <1 ms | <1 ms | <1 ms | 192.168.1.1 |
| 2 | 8 ms | 7 ms | 7 ms | 1-1-167-181.fibertel.com.ar [181.167.1.1] |
| 3 | * | * | * | Tiempo de espera agotado para esta solicitud. |
| 4 | * | * | * | Tiempo de espera agotado para esta solicitud. |
| 5 | * | * | * | Tiempo de espera agotado para esta solicitud. |
| 6 | 10 ms | 11 ms | 12 ms | 13-165-89-200.fibertel.com.ar [200.89.165.13] |
| 7 | 9 ms | 12 ms | 28 ms | 6-165-89-200.fibertel.com.ar [200.89.165.6] |
| 8 | 31 ms | 11 ms | 11 ms | 150-165-89-200.fibertel.com.ar [200.89.165.150] |
| 9 | 11 ms | 11 ms | 16 ms | 200-42-50-110.prima.net.ar [200.42.50.110] |
| 10 | 12 ms | 10 ms | 11 ms | customer-static-210-110-233.iplannetworks.net [190.210.110.233] |
| 11 | 12 ms | 11 ms | 12 ms | customer-static-210-110-54.iplannetworks.net [190.210.110.54] |
| 12 | 9 ms | 11 ms | 11 ms | customer-static-210-110-185.iplannetworks.net [190.210.110.185] |
| 13 | 16 ms | 19 ms | 22 ms | 190.210.124.225 |
| 14 | 8 ms | 11 ms | 12 ms | hwv104.host4g.com [190.210.9.55] |
| 15 | 10 ms | 11 ms | 11 ms | ws56.host4g.com [190.210.9.24] |
- Traza completa.
- C:\Documents and Settings\usuario>

DHCP

PROTOCOLO DE CONFIGURACIÓN DINÁMICA DE HOST

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

Función	Configuración automática de parámetros de red
Puertos	67/UDP (servidor) 68/UDP (cliente)

Ubicación en la pila de protocolos

Aplicación

DHCP

Transporte

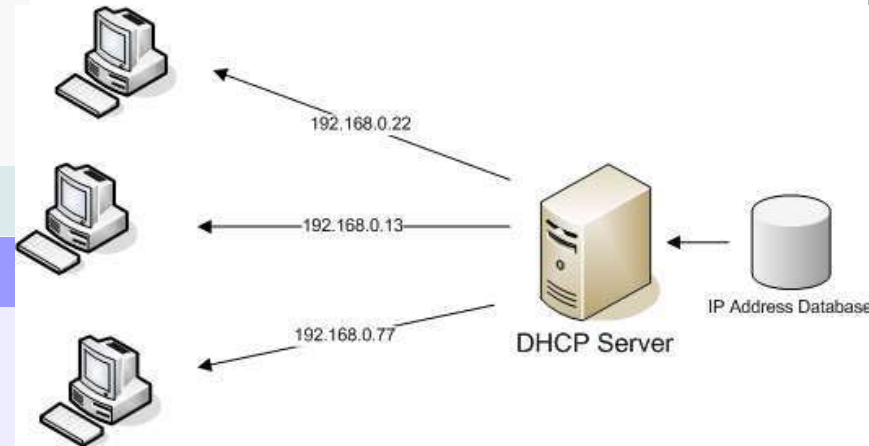
UDP

Red

IP

Estándares

RFC 2131 (1997)



Protocolo tipo CLIENTE SERVIDOR

Extensión del protocolo BOOTP

Permite al administrador supervisar y distribuir de forma centralizada las direcciones IP necesarias y, automáticamente, asignar y enviar una nueva IP si el dispositivo es conectado en un lugar diferente de la red.

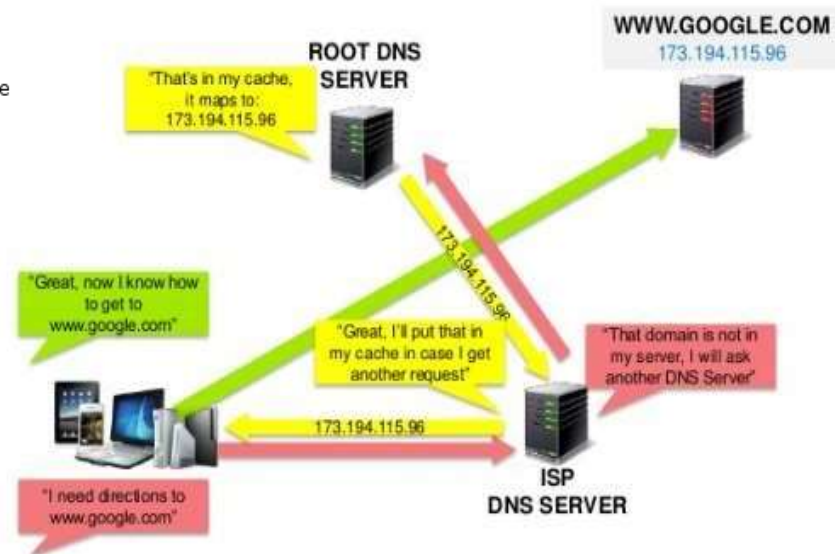
DNS

Uso de servidores que usan una base de datos con la información.

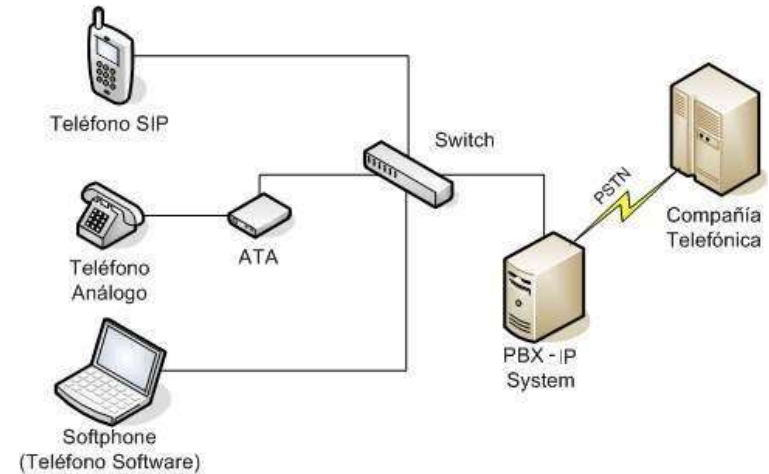
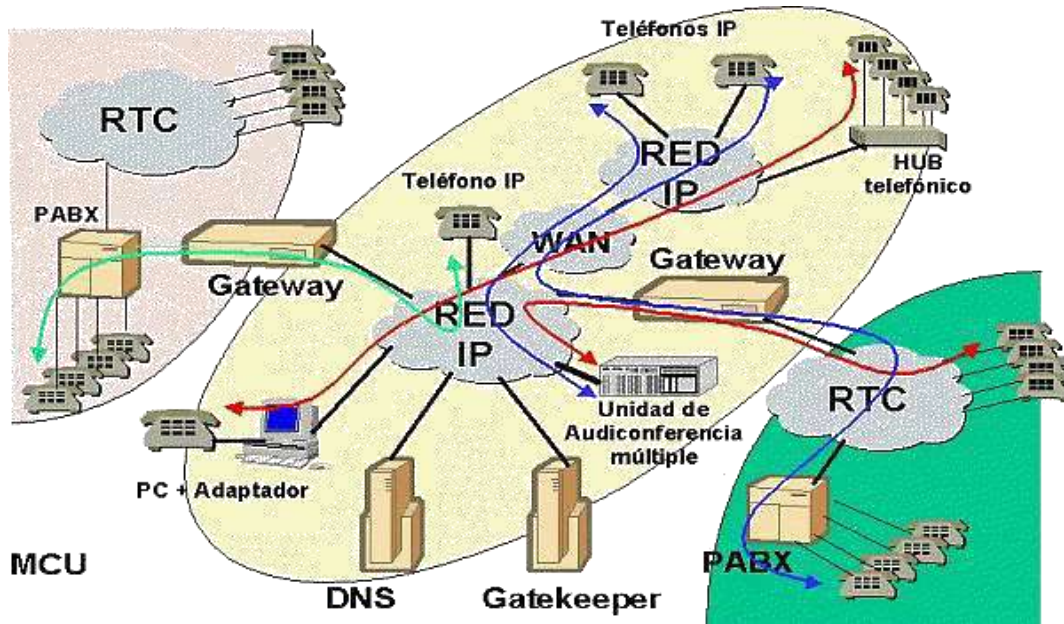
Principalmente usa el puerto 53 de UDP, pero también el 53 de TCP según el caso.



búsqueda
→ recursiva de
Servidores
DNS



VOZ SOBRE IP



Diferenciar VoIP de telefonía IP.

Cliente: usuario skype o tef IP con equipos ATA, teléfonos IP o softphones.

Servidor: conmutador IP - IP PBX (ASTERISK) o switches.

Gateway: puente de comunicación. Proveer interfaces con la telefonía tradicional.

VOZ SOBRE IP

Estándares VoIP:

H.323 (UIT-1996)

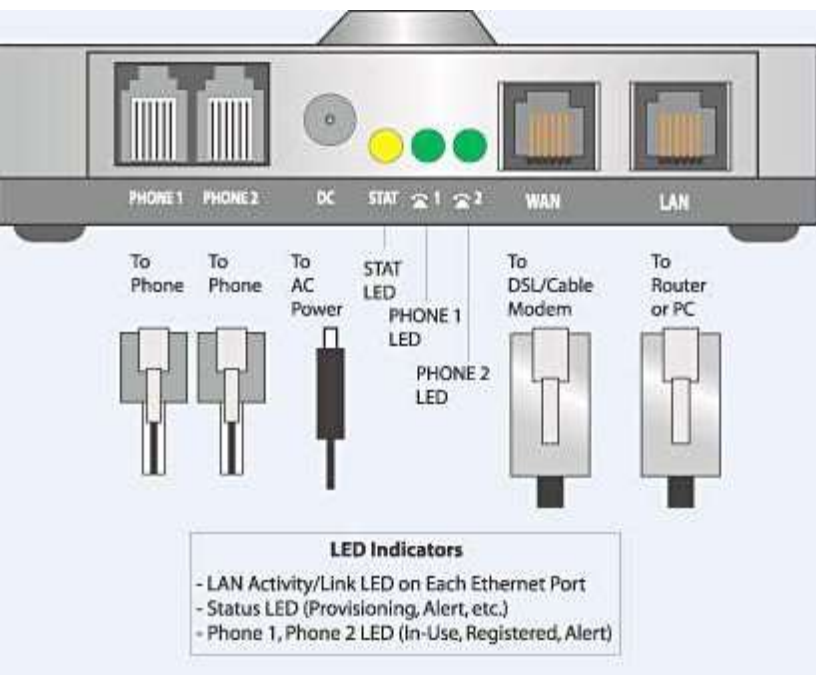
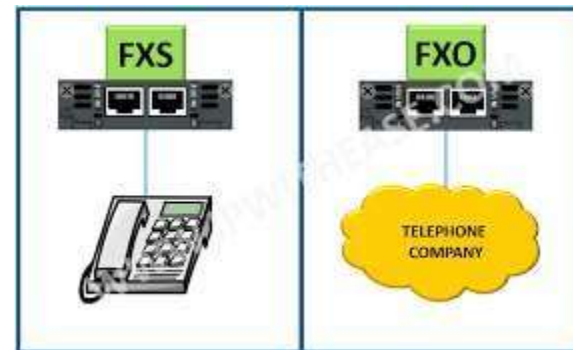
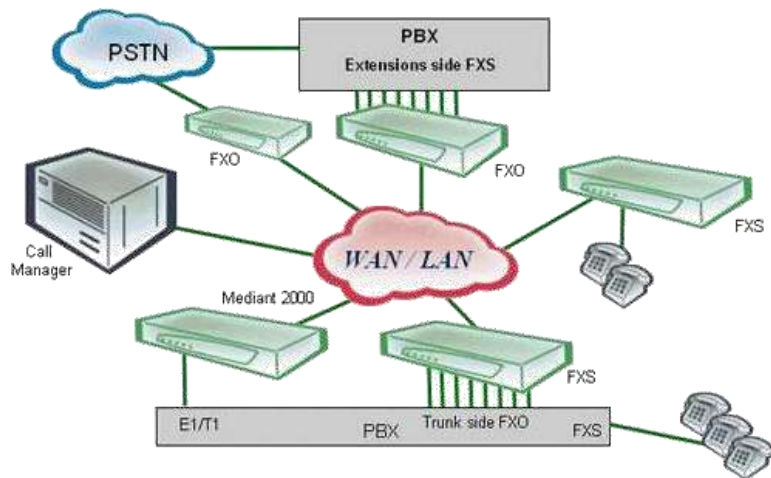
SIP (IETF) – Protocolo de Inicio de Sesión

PARÁMETROS VoIP

- CODECS. Garantizan codificación y compresión del audio y del video. Entre los codecs más utilizados en VoIP están [G.711](#), [G.723.1](#) y el [G.729](#) (especificados por la ITU-T).
- Retardo o latencia
- Calidad de servicio



Telefonía IP



<http://www.magicjack.com/lang/es/index.html>



IP v 6

CAUSAS IP NUEVA GENERACIÓN (IP NG)

- CAMPO DE DIRECCIÓN DE 32 BITS EN IP v 4.

MEJORAS DE IP v 6

- ESPACIO DE DIRECCIONES AMPLIADO. 128 BITS PARA DIRECCIÓN.
- FORMATO DE ENCABEZADO FLEXIBLE.
- MECANISMO DE OPCIONES MEJORADO.
- PERMITE CARACTERÍSTICAS ADICIONALES.
- FUNCIONALIDAD PARA LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS.

<https://ipv6.ar/ipv6/que-es-ipv6>

RFC 8200 de julio de 2017 normaliza la versión

ESTRUCTURA IPv6

Denominación de la PDU = PAQUETE (sigue siendo sin conexión)

Cabecera de longitud fija (40 octetos)

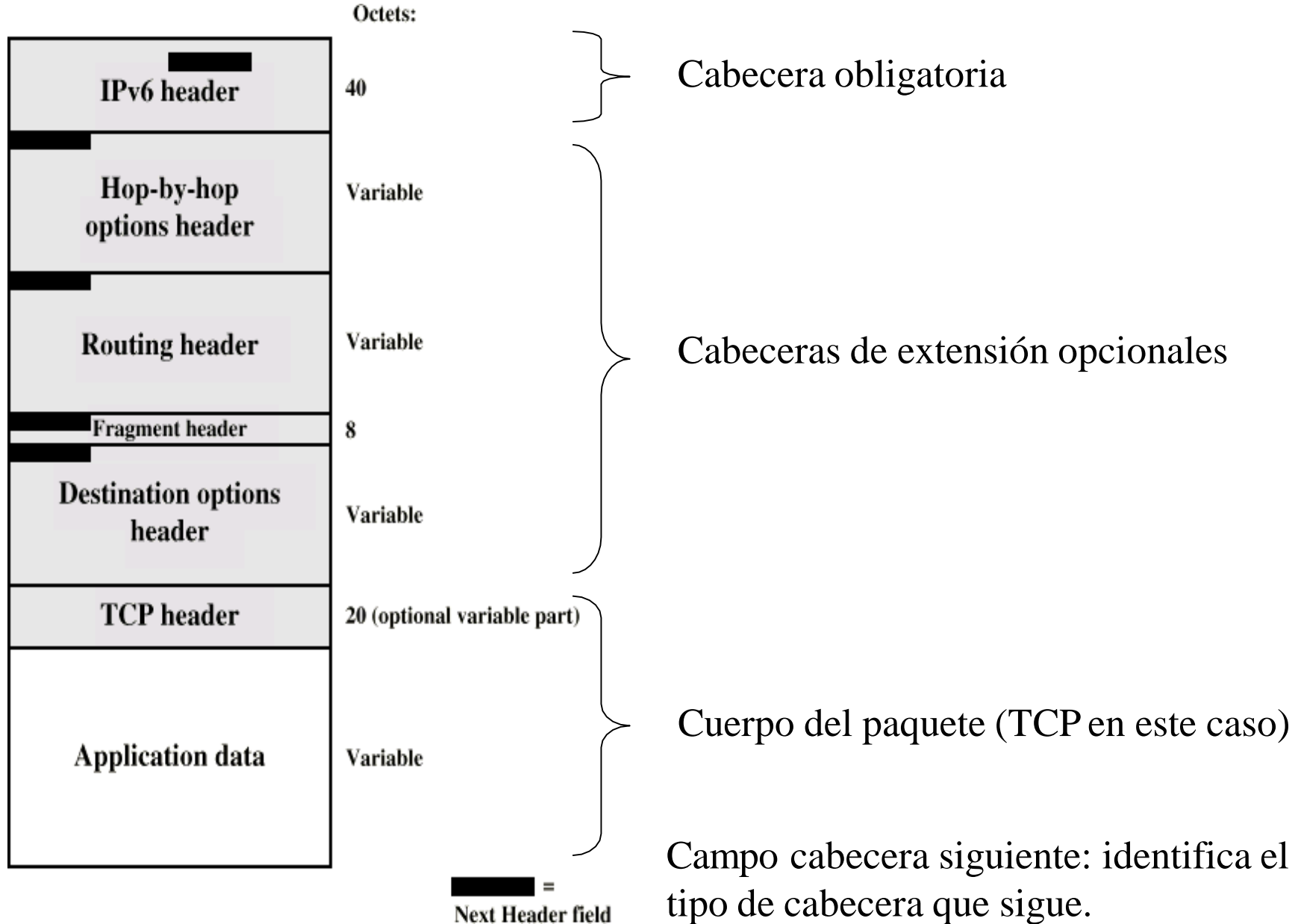
40 OCTETOS



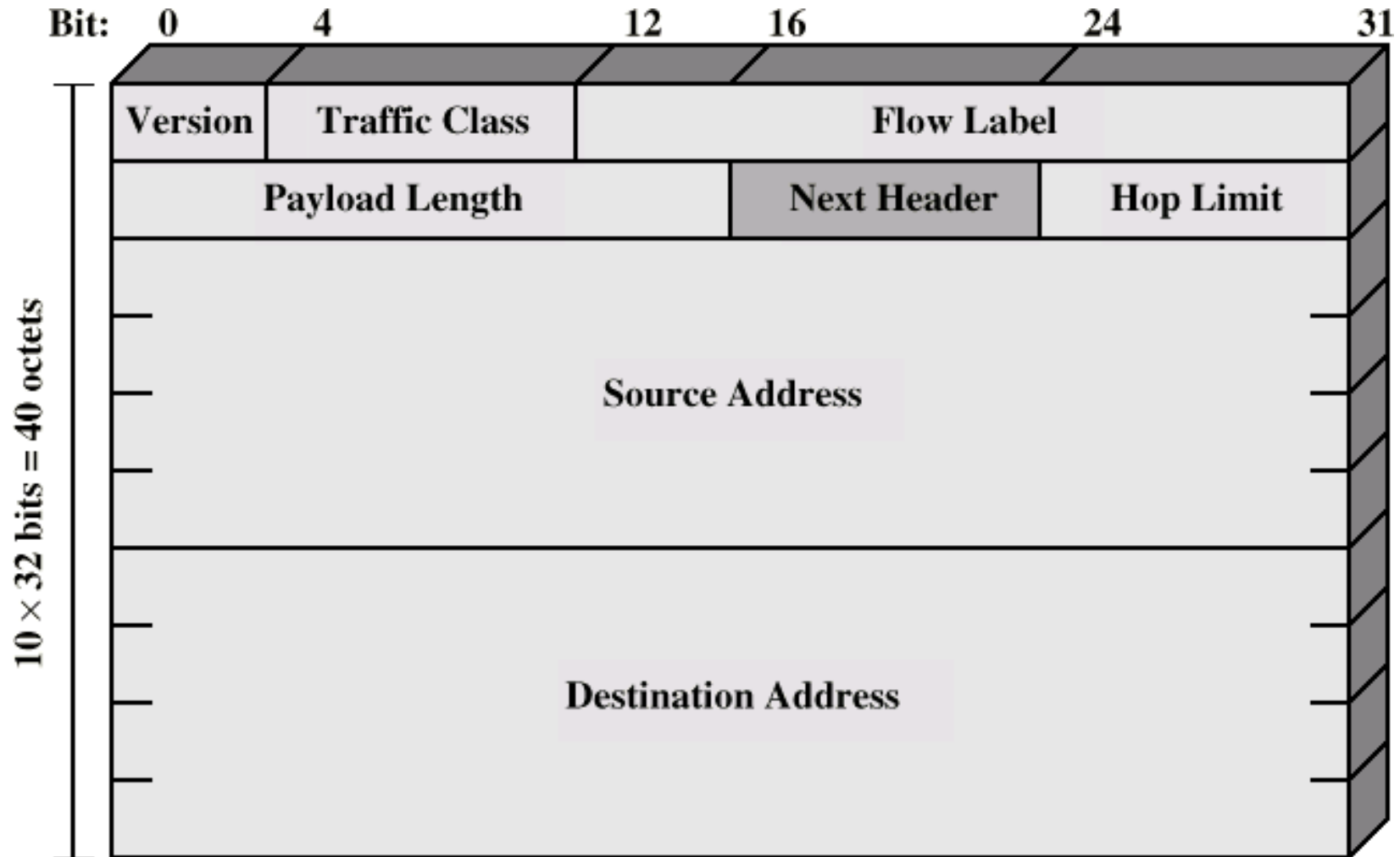
Cabeceras de Extensión en orden según recomendación de estándar

- **Opciones salto a salto**
- **Opciones para el destino (primer destino y destinos subsecuentes)**
- **Encaminamiento**
- **Fragmentación**
- **Autenticación**
- **Encapsulado de la carga de seguridad**
- **Opciones para el destino (destino final)**

EJEMPLO DE PAQUETE IPv6



CABECERA PAQUETE IPv6



10 palabras de 4 Bytes (32 bits)

Menos campos que en IPv4 = menos procesamiento por paquete

CABECERA PAQUETE IPv6

- Versión (4 b): número
- Clase de tráfico (8 b): identificar y distinguir entre clases o prioridades de paquete. Servicios diferenciados (6) y Notificación de Congestión Explícita (2).
- Etiqueta de flujo (20 b): etiquetar paquetes con tratamiento especial de encaminamiento. Flujo es la secuencia de paquetes del origen, con iguales requisitos de tratamiento.
- Longitud de la carga útil (16 b): en octetos de todas las cabeceras de extensión y la PDU de transporte.
- Cabecera siguiente (8 b): puede ser de extensión o de TCP / UDP.
- Límite de saltos (8 b): saltos permitidos para el paquete que se descuenta en 1 en cada nodo que lo reenvía.
- Dirección origen y destino (128 b): en el caso de destino puede que no sea el último deseado si está la cabecera de encaminamiento.

DIRECCIONES IPv6 (RFC 4291 feb 2006)

- Se asignan a interfaces individuales (II) de Nodos. Una interfaz puede tener múltiples direcciones asociadas y pueden identificar en forma única a un Nodo.
- Se combina dirección larga y múltiple por interfaz = eficiencia mejorada en el encaminamiento.
- Permite agrupar por jerarquía de red, proveedores de acceso, proximidad geográfica, institución, etc. Tablas de encaminamiento más pequeñas y consultas más rápidas.
- Tipos:
 - unidifusión (unicast): identificador para una II.
 - monodifusión (anycast): identificador para un conjunto de II. Se entrega a una II (la más cercana) según protocolo de enrutamiento.
 - multidifusión (multicast): identificador para un conjunto de II. Se entrega a todas las II.

DIRECCIONES IPv6

- Notación en hexadecimal con dos puntos, para facilitar el manejo.
- Son 16 Bytes, con dos números hexadecimales cada uno. Ejemplo de simplificación:

FF05:0000:0000:0000:0000:0000:0000:00B3

FF05:0:0:0:0:0:0:B3

FF05::B3

Propiedades de Protocolo de Internet versión 6 (TCP/IPv6)

General

Puede hacer que la configuración IPv6 se asigne automáticamente si la red es compatible con esta funcionalidad. De lo contrario, deberá consultar con el administrador de red cuál es la configuración IPv6 apropiada.

☐ Obtener una dirección IPv6 automáticamente

☒ Usar la siguiente dirección IPv6:

Dirección IPv6:

Longitud del prefijo de subred:

Puerta de enlace predeterminada:

☐ Obtener la dirección del servidor DNS automáticamente

☒ Usar las siguientes direcciones de servidor DNS:

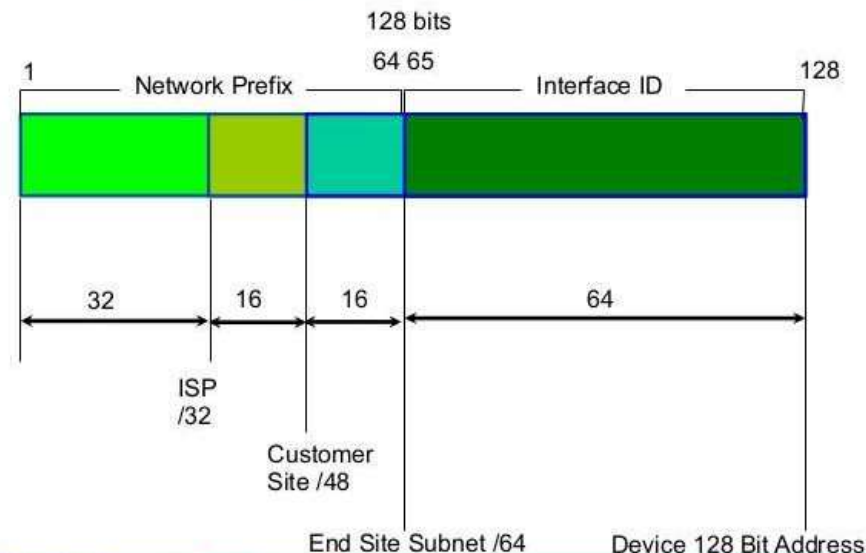
Servidor DNS preferido:

Servidor DNS alternativo:

Opciones avanzadas...

Aceptar Cancelar

IPv6 addressing structure



LO ÚLTIMO IPv6 Y GESTIÓN

- Video sobre IPv6 y QUIC (nuevo protocolo en desarrollo de nivel Transporte)

<https://youtu.be/geiSCQ2hTZE>

- LACNIC (Centro de Información de Redes – Latino América y Caribe)

<https://www.lacnic.net/>

- Control de uso de IPv6

<https://test-ipv6.com/>

- Coalición IPv6 y resumen

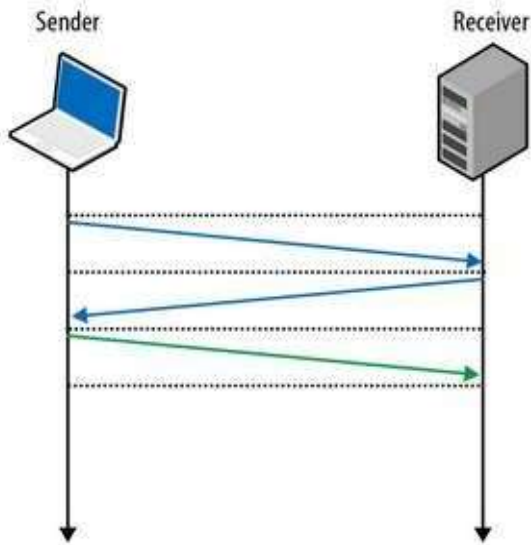
<https://www.argentina.gob.ar/jefatura/innovacion-publica/ssetic/grupo-de-trabajo/ipv6>

QUIC

Quick UDP Internet Connections

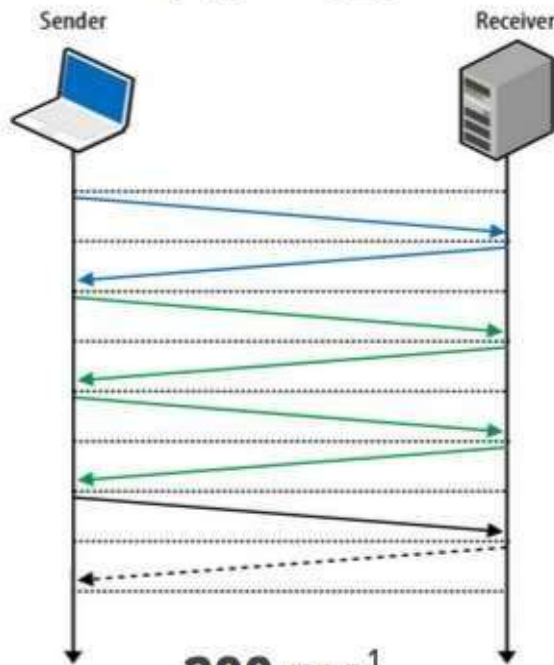
Zero RTT Connection Establishment

TCP



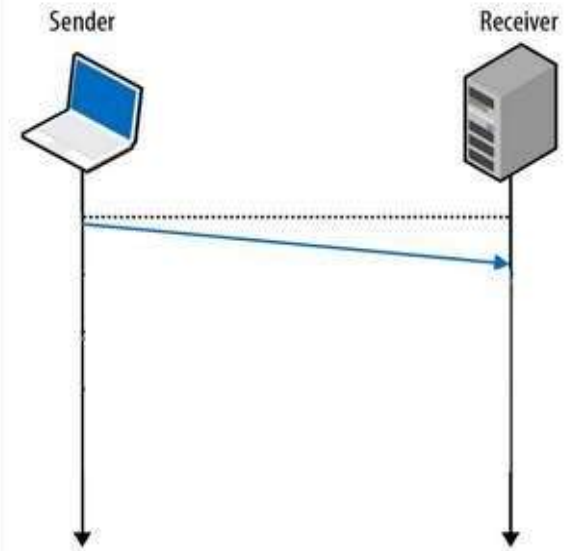
100 ms

TCP + TLS



200 ms¹
300 ms²

QUIC
(equivalent to TCP + TLS)



0 ms¹
100 ms²

1. Repeat connection
2. Never talked to server before

MODELO DE CAPAS CON QUIC

HTTP/2

TLS 1.2

TCP

IP

HTTP/3

QUIC

UDP

