

# TELEINFORMATICA

CATEDRA TELEINFORMATICA - DEPARTAMENTO ELECTRONICA - UTN - FRM

## Capa de Red/Transporte PROTOCOLOS TCP/IP

Gustavo Mercado

[gmercado@frm.utn.edu.ar](mailto:gmercado@frm.utn.edu.ar)

Patricia Clérigo

[pclerigo@frm.utn.edu.ar](mailto:pclerigo@frm.utn.edu.ar)

LIREDAT UTN FRM

<http://web.frm.utn.edu.ar/teleinformatica/>

<http://web.frm.utn.edu.ar/liredat/>

## Capa de Red/Transporte PROTOCOLOS TCP/IP

- ❖ Introducción
- ❖ La capa de red: Internetworking (IP)
- ❖ La capa de transporte: TCP/UDP

## Bibliografía

---

- ❖ Los principales textos de estudio son:
  - ❖ Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP, Douglas Comer, Pearson
  - ❖ TCP/IP Illustrated Vol 1 The Protocols, W. Richard Stevens, Addison Wesley
  
- ❖ También puede consultarse
  - ❖ Redes de Computadoras, Andrew Tanenbaum, Prentice-Hall
  - ❖ Comunicaciones y Redes de Computadores, William Stallings, Prentice-Hall

## Bibliografía con't

---

- ❖ Para estudiar como se implementa la pila de protocolos:
  - ❖ Interconectividad de Redes TCP/IP Vol II Diseño e Implementación, Douglas Comer, Pearson
  - ❖ TCP/IP Illustrated Vol 2 The Implementation, W. Richard Stevens, Addison Wesley
- ❖ Para estudiar aplicaciones y programación de aplicaciones
  - ❖ Internetworking with TCP/IP Vol III Client-Server Programming, Douglas Comer, Pearson
  - ❖ Unix Network Programming, W. Richard Stevens, Addison Wesley

# TELEINFORMATICA

CATEDRA TELEINFORMATICA - DEPARTAMENTO ELECTRONICA - UTN - FRM

- ❖ **Introducción**
- ❖ La capa de red: Internetworking (IP)
- ❖ La capa de transporte: TCP/UDP

Teleinformática

PROCOLOS TCP/IP

5

## Protocolo TCP/IP

- ❖ Es un conjunto de protocolos, aplicaciones y servicios para administrar y explotar redes.
- ❖ Está desarrollado para múltiples plataformas.
- ❖ Es un sistema abierto, sus protocolos son de dominio público.
- ❖ Permite interconexión de redes (interredes).
- ❖ Es la base de la Internet.

Teleinformática

PROCOLOS TCP/IP

6

## Historia

---

- ❖ 1969: ARPANET: red experimental del proyecto de investigación de DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). Es la primera red de conmutación de paquetes.
- ❖ 1975: se transforma en una red operacional.
- ❖ 1979: se forma el primer comité informal para guiar y coordinar los protocolos y arquitectura de la red. (ICCB) Internet Control and Configuration Board.

## Historia

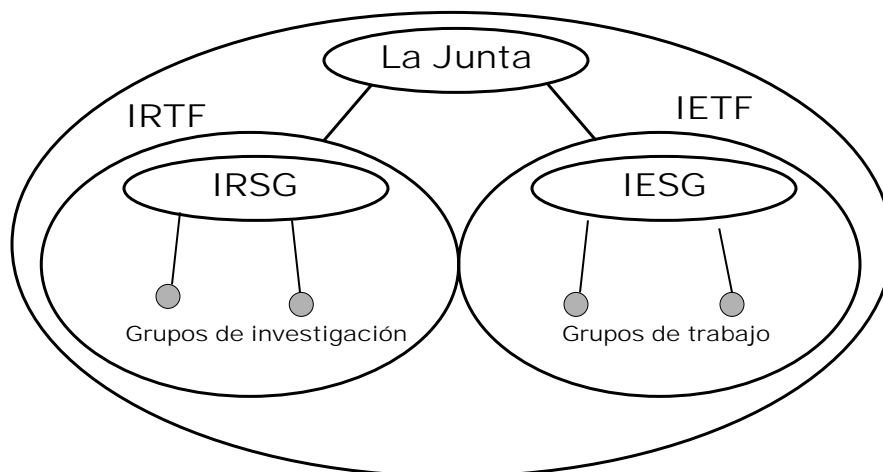
---

- ❖ 1983: se adopta el conjunto de protocolos TCP/IP como el standard de la red, y su uso obligatorio para conectarse a la red.
  - ❖ Se parte en 2 redes: una para investigación (ARPANET), y otra para fines militares (MILNET).
- ❖ 1983:
  - ❖ Comienzan los desarrollos universitarios en UNIX: Berkeley Software Distribution.
  - ❖ Red de investigación, por la acción de National Science Foundation.

## Historia

- ❖ 1986: Se transforma en el backbone NFSNET
- ❖ 1987: de unas 20.000 computadoras conectadas desde su creación se estima un crecimiento mensual del 15% y superior.
- ❖ 1990: unas 10.000 redes activas y más de 200.000 computadoras en todo el mundo
- ❖ 1997: 1.000.000 redes activas y más de 10.000.000 computadoras en todo el mundo

## Organización de la IAB



## Glosario

---

- ❖ IAB: Internet Architecture (Activities) Board
  - ❖ IRTF: Internet Research Task Force
    - ❖ IERG: Internet Research Steering Group
  - ❖ IRTF: Internet Research Task Force
    - ❖ IESG: Internet Engineering Steering Group
- ❖ IANA: Internet Assigned Numbers Authority
- ❖ interNIC: Network Information Center
- ❖ ISOC: Internet Society

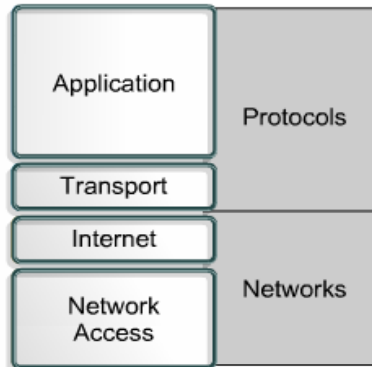
## Internet RFC's

---

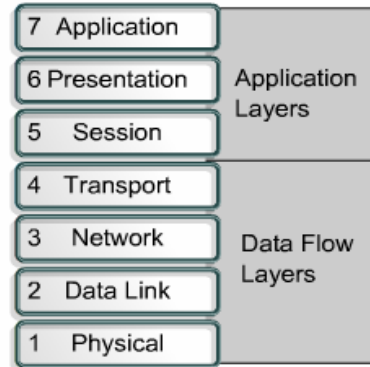
- ❖ La DCA (Defense Communication Agency) (1983) funda el grupo SRI International para mantener y distribuir la información y documentación sobre TCP/IP y de la Internet. Se conoce como el NIC (Network Information Center).
- ❖ Standards de protocolos, documentación y mejoras futuras se distribuyen por medio de las RFC's (Requests for Comments).
- ❖ El editor de las RFC's es el Deputy Internet Architect, que es miembro del IAB (Internet Activities Board).
- ❖ Las RFC's se numeran secuencialmente en orden cronológico a como fueron escritas

# Protocolo TCP/IP y el modelo OSI

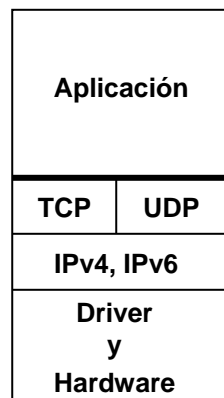
**TCP/IP Model**



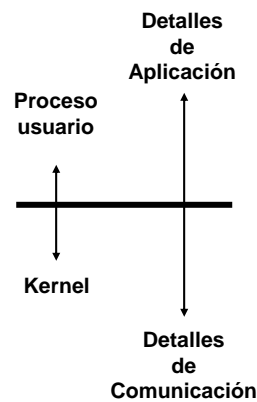
**OSI Model**



# Protocolo TCP/IP y los Sistemas Operativos



Conjunto de Protocolos de Internet



## Definiciones

- ❖ Host:
  - ❖ Computadora del usuario final que se conecta a la red
- ❖ Gateway o IP router:
  - ❖ Computadora dedicada al ruteo de paquetes
- ❖ Sistema de comunicación Internet:
  - ❖ Red subyacente por donde pasa el tráfico de Internet
- ❖ Multihomed host
  - ❖ Anfitrión que tiene conexiones a dos o más redes físicas

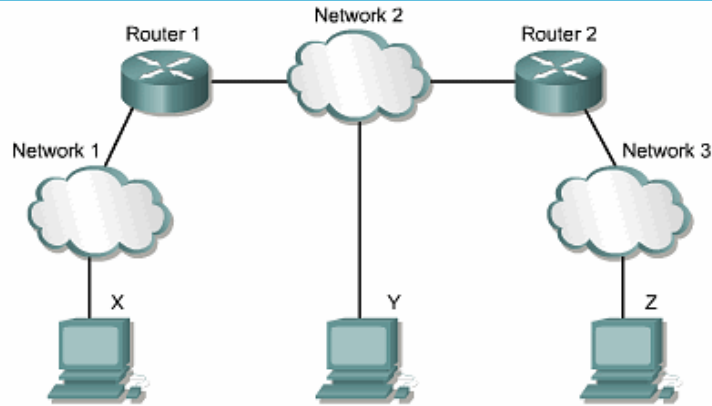
## Arquitectura Interredes (Internet)



- ❖ La Internet es una red de redes.
- ❖ Los Routers o Gateways no guardan información de estado de las conexiones
- ❖ La complejidad del ruteo debe estar en los routers.
- ❖ El sistema debe tolerar las variaciones de la Internet



## Arquitectura Interredes (Internet)



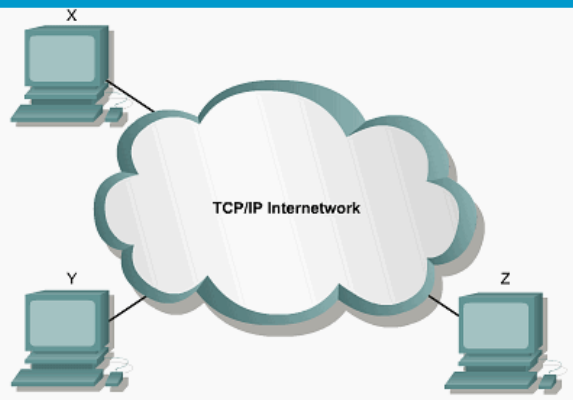
Routers conectan Redes Locales con redes Remotas

Teleinformática

PROTOCOLOS TCP/IP

17

## Arquitectura Interredes (Internet)



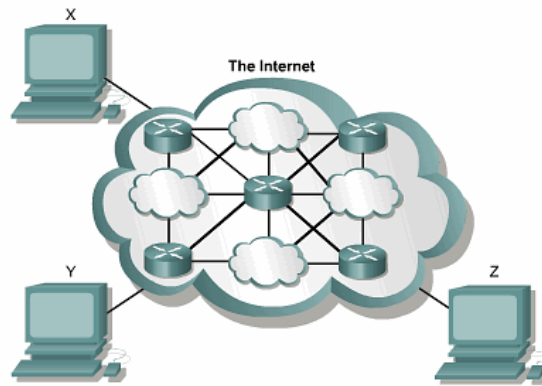
Los usuarios "visualizan" la Internet como una "nube"

Teleinformática

PROTOCOLOS TCP/IP

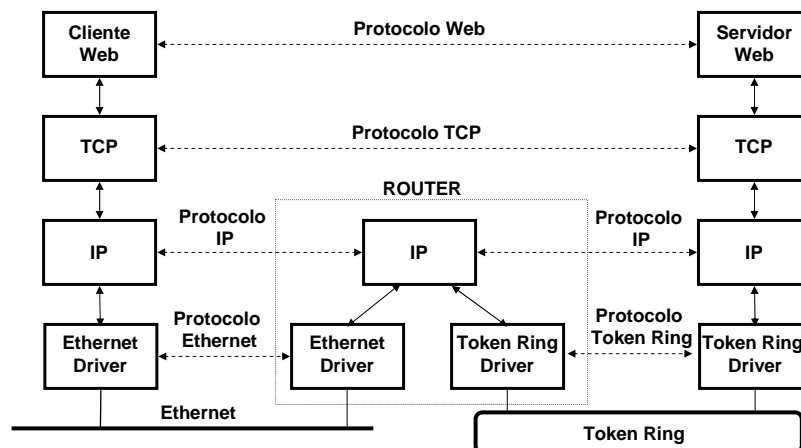
18

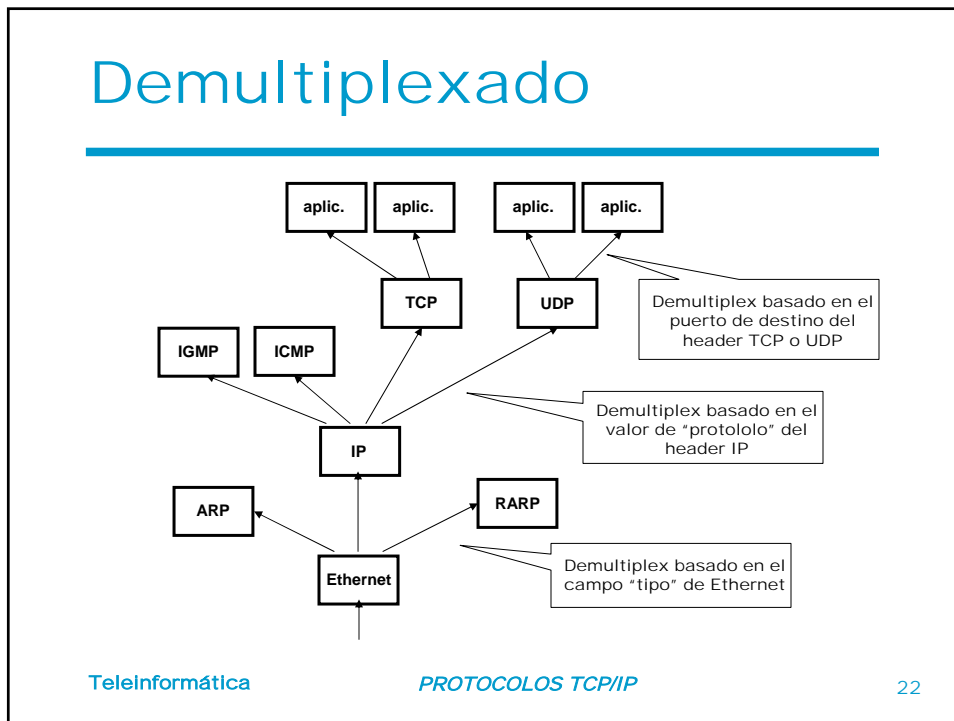
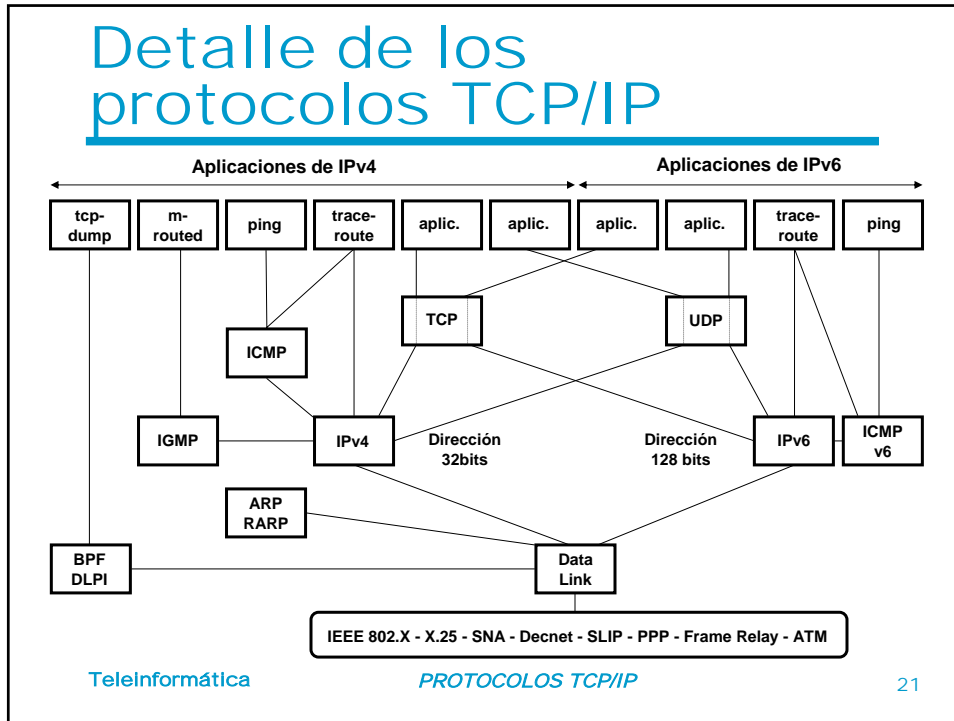
# Arquitectura Interredes (Internet)



Los detalles "físicos" están ocultos de los usuarios

# Dos redes conectadas por un router





## Protocolos en TCP/IP

---

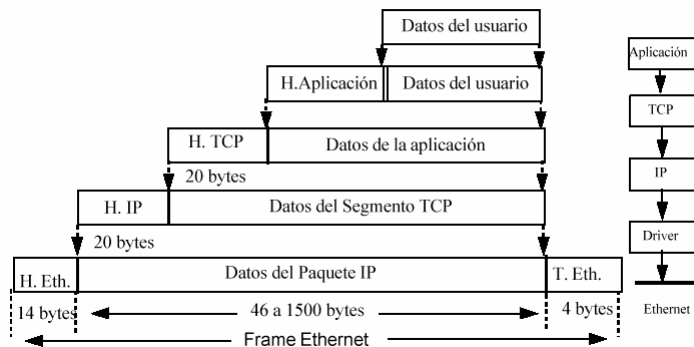
- ❖ Procesos Usuarios:
  - ❖ aplicaciones standards
  - ❖ aplicaciones desarrolladas en ambiente cliente-servidor
- ❖ TCP: Transport Control Protocol (servicio con conexión)
- ❖ UDP: User Datagram Protocol (servicio sin conexión)
- ❖ IPv4: Internet Protocol versión 4 (servicio sin conexión)
- ❖ IPv6: Internet Protocol versión 6 (reemplazo de v4)

## Protocolos en TCP/IP

---

- ❖ ICMP: Internet Control Message Protocol
- ❖ IGMP: Internet Group Management Protocol
- ❖ ARP: Address Resolution Protocol
- ❖ RARP: Reverse Address Resolution Protocol
- ❖ ICMP v6: Internet Control Message Protocol (combina la funcionalidad de ICMPv4, IGMP y ARP)

## Encapsulamiento de protocolos



## Aplicaciones Standard

- ❖ Login remoto: Permite acceder a un host remoto en la red, tal como si la terminal fuese local a ese host. Utilizan TCP.
  - ❖ telnet: Independiente del sistema operativo
  - ❖ tn3270: Emulación de terminal IBM 3270.
  - ❖ Comandos R de Berkeley: Solo para hosts que soportan estos comandos:
    - ❖ rlogin: Similar a telnet.
    - ❖ remsh o rsh (remote shell): Procesar un comando en un host remoto.
    - ❖ rexec (remote execution): Interface de programación equivalente a rsh.

## Aplicaciones Standard

- ❖ Transferencia de archivos: Transferir y administrar archivos y directorios en la red.
  - ❖ ftp (file transfer protocol): Es el más importante del grupo. Es interactivo. Es independiente del sistema operativo. (TCP)
  - ❖ bftp (batch file transfer protocol): Transferencia de archivos por agenda (en background) y entre terceras partes (TCP).
  - ❖ rcp (remote copy): Transferencia entre hosts que soportan los comandos R de Berkeley. No es interactivo (TCP).
  - ❖ tftp (trivial file transfer protocol): Transferencia de archivos públicos. Es interactivo. (UDP).

## Aplicaciones Standard

- ❖ Otras aplicaciones: Para mostrar información sobre la red y para comunicarse sobre la red:
  - ❖ finger: lista información de usuarios remotos y locales. (TCP).
  - ❖ rwho: lista usuarios en la red. (TCP).
  - ❖ ruptime: muestra el estado de un host (TCP).
  - ❖ talk: charla con un usuario de la red (UDP).
  - ❖ Comandos de administración y configuración:
    - ❖ ifconfig: para configurar interfaces de red
    - ❖ netconfig: para administración de la red

## Aplicaciones Standard

- ❖ SMTP (Simple Mail Transfer Protocol): Correo electrónico (TCP).
- ❖ SNMP (Simple Network Management Protocol): Para administración de redes. (UDP).
- ❖ NFS (Network File System): Sistema de archivos sobre la red. (UDP).
- ❖ X Windows: Sistema de terminales remotas (TCP).
- ❖ DHCP y Bootp: Carga de sistema operativo para hosts sin disco. (UDP).
- ❖ Traceroute: Determinar rutas (IP).

## Aplicaciones Standard

- ❖ Herramientas para búsqueda de recursos en la Internet:
  - ❖ Archie: Provee los directorios de los FTP servers en la red y búsqueda por nombre
  - ❖ WAIS (Wide Area Information Servers): Búsqueda por contenido del archivo
  - ❖ Gopher: Es un menu para otros servicios de internet, tales como Archie, WAIS y FTP anónimo.
  - ❖ Veronica (Very Easy Rodent-Oriented Netwide Index to Computerized Archives): Indice de títulos de ítems de Gopher.
  - ❖ WWW (Word Wide Web): Búsqueda de servicios, información y documentos usando hypertext.

## Nuevas Aplicaciones

---

- ❖ Telefonía IP
  - ❖ Gateways & Gatekeeper
- ❖ Audio & Video
  - ❖ H323, Mpeg, SIP
- ❖ Teleconferencias
- ❖ Otras
  - ❖ Multicasting
  - ❖ Educación a Distancia
  - ❖ Telemedicina

# TELEINFORMATICA

CATEDRA TELEINFORMATICA - DEPARTAMENTO ELECTRONICA - UTN - FRM

---

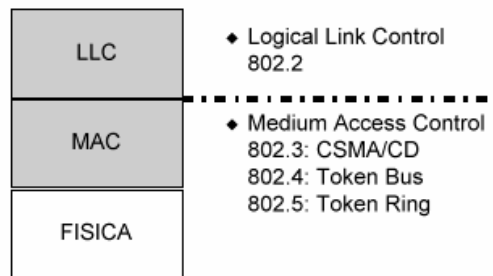
- ❖ Introducción
- ❖ **La capa de red: Internetworking (IP)**
- ❖ La capa de transporte: TCP/UDP



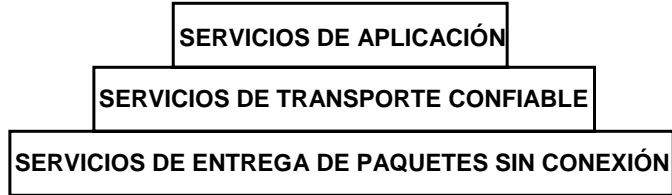
## Tecnología de subredes

- ❖ LAN:
  - ❖ Punto a Punto:
    - ❖ SLIP
    - ❖ CSLIP
  - ❖ Multipunto:
    - ❖ Ethernet
    - ❖ CSMA/CD
    - ❖ Token Ring
    - ❖ Token Bus
    - ❖ FDDI
    - ❖ Fast Ethernet
    - ❖ Wireless
    - ❖ PPP
- ❖ PDN:
  - ❖ X.25
  - ❖ Dial up IP
  - ❖ Packet Radio AX.25
  - ❖ ATM
  - ❖ Frame Relay
  - ❖ ISDN
  - ❖ ADSL
- ❖ WAN:
  - ❖ SNA
  - ❖ Decnet
- ❖ Tunneling

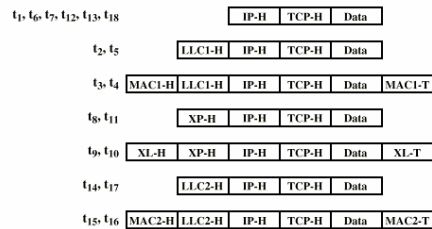
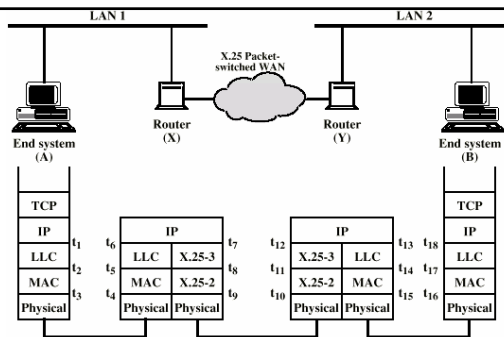
## IEEE 802



# Arquitectura Internet



# Operación IP



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

## Requerimientos de IP

---

- ❖ Para un host:
  - ❖ IP: RFC-791
  - ❖ ICMP: RFC-792
  - ❖ Subnetting: RFC-950
  - ❖ IGMP: RFC-1112
- ❖ Para un router:
  - ❖ IP: RFC-791
  - ❖ ICMP: RFC-792
  - ❖ Subnetting: RFC-950
  - ❖ IP Broadcast: RFC-922
  - ❖ CIDR: RFC-1519

## Funciones de IP en un Host

---

- ❖ Datagramas entrantes:
  - ❖ Verificar formato
  - ❖ Verificar destino
  - ❖ Procesar opciones
  - ❖ Reensamblar
  - ❖ Mensaje a capa sup
- ❖ Datagramas salientes:
  - ❖ Completar campos
  - ❖ Rutear
  - ❖ Fragmentar
  - ❖ Pasar a capa inferior.

## Parámetros y primitivas de servicio IP

- ❖ Dos primitivas de servicio con la capa superior
  - ❖ Send (envío) Solicitar transmisión
  - ❖ Deliver (entrega) Notificar al usuario de arribo de datos

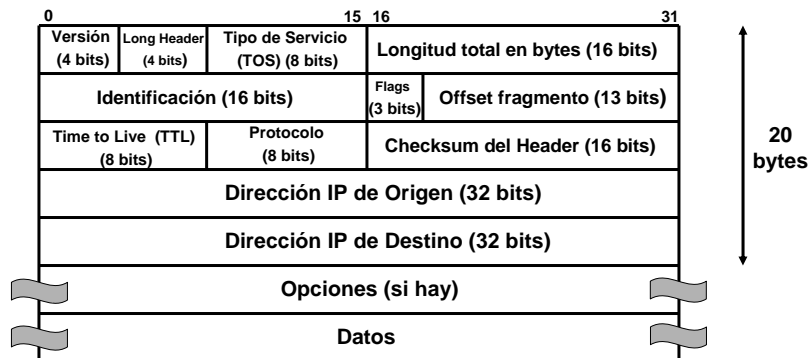
Send(

Dirección de Origen  
 Dirección de Destino  
 Protocolo  
 Indicadores de tipo de servicio  
 Identificador  
 Indicador de no fragmentación  
 Tiempo de vida  
 Longitud de datos  
 Datos de opción  
 Datos  
 )

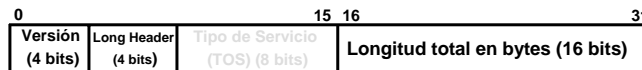
Deliver(

Dirección de Origen  
 Dirección de Destino  
 Protocolo  
 Indicadores de tipo de servicio  
  
 Longitud de datos  
 Datos de opción  
 Datos  
 )

## Datagrama IP

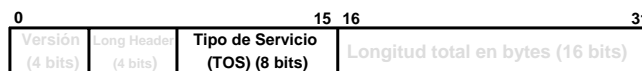


## Datagrama IP (cont´)



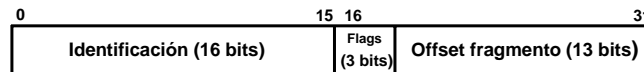
- ⌘ Versi3n: Versi3n del protocolo IP (actual v4, futura v6)
- ⌘ Longitud del Header: Número de palabras de 32 bits del header incluidas las opciones
- ⌘ Longitud Total: Longitud total del datagrama en bytes

## Datagrama IP (cont´)



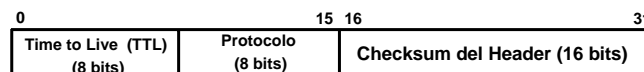
- ❖ Tipo de Servicio:
  - ❖ Precedence (3 bits) (Prioridad)
  - ❖ TOS: Minimize delay (1 bit) (Retardo)
  - ❖ TOS: Maximize throughput (1 bit) (Desempeño)
  - ❖ TOS: Minimize reliability (1 bit) (Confiabilidad)
  - ❖ TOS: Minimize monetary cost (1 bit) (Costo)

## Datagrama IP (cont´)



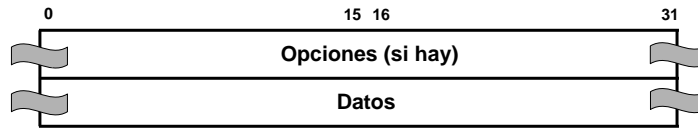
- ❖ Identificación: Identifica al datagrama inconfundiblemente
- ❖ Flags: Control de fragmentación
  - ❖ No Fragmentation (1bit)
  - ❖ More Fragments (1bit)
- ❖ Offset del Fragmento: Desplazamiento en el datagrama original de los datos que se están acarreado en el segmento (bytes)

## Datagrama IP (cont´)



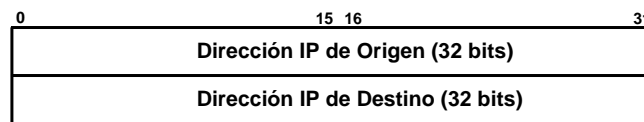
- ❖ Time to Live: Número máximo de routers que puede pasar el datagrama
- ❖ Protocolo: Tipo de protocolo que encapsulado en los datos
  - ❖ (Ej: 1: ICMP, 2: IGMP, 6: TCP, 17: UDP)
- ❖ Check Sum: Suma de complemento a uno en 16 bits del header del datagrama.

## Datagrama IP (cont´)



- ❖ Opciones: Información adicional
  - ❖ Restricciones de manejo y seguridad
  - ❖ Registros de ruteo
  - ❖ Marca de tiempo
  - ❖ Loose source routing
  - ❖ Strict source routing
- ❖ Datos
  - ❖ Datos provenientes de la capa superior (TCP/UDP)

## Datagrama IP (cont´)



- ❖ Dirección de Internet de host de origen de la información
- ❖ Dirección de Internet de host destino de la información

## Direcciones IP



Clase	Rango	Redes	Hosts
A	0.0.0.0 a 127.255.255.255	126*	16.777.216
B	128.0.0.0 a 191.255.255.255	16.384	65.535
C	192.0.0.0 a 223.255.255.255	2.097.152	254
D	224.0.0.0 a 239.255.255.255	-	-
E	240.0.0.0 a 247.255.255.255	-	-

\*la red 127.X.X.X esta reservada para loopback

## Direcciones Broadcast

BROADCAST	A todos los hosts de:
nnn.255.255.225	La red de Clase A nnn
nnn.nnn.255.225	La red de Clase B nnn
nnn.nnn.nnn.225	La red de Clase C nnn.nnn.nnn
255.255.255.225	A todos los hosts de la red

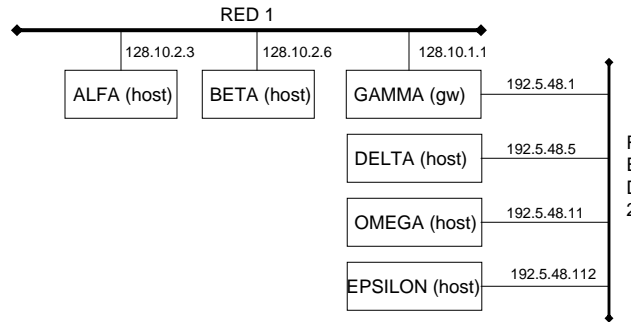
**127.0.0.1:** Dirección Loopback

**Subnet mask:** División de una red en subredes internas



# ARP (Address Resolution Protocol) RFC 826

⌘ Provee un mapeo entre 2 esquemas de direccionamiento distintos de direcciones IP de 32 bits al tipo de dirección que use la capa de enlace de la subred local.



## Ejemplo de traducción de direcciones

Caso1: ALFA quiere comunicarse con BETA

**TABLA ARP DE ALFA**

Dirección IP	Dirección Ethernet

Dirección Origen	Dirección Destino	Datos
128.10.2.3	128.10.2.3	

Dir Destino	Dir Origen	Tipo	Tipo Proto	Dir Ethernet Emisor	Dir IP Emisor	Dir Ethernet Buscada	Dir IP Destino		
ff:ff:ff:ff:ff:ff	8:0:39:0:3c:4	0806	1	0800	64	1	8:0:39:0:3c:4	128.10.2.3	128.10.2.6

**Frame Request ARP**

Labels: Tipo Hard (0806), Long Hard (1), Long Proto (0800), Operación (64), Dir Ethernet Emisor (1), Dir IP Emisor (8:0:39:0:3c:4), Dir Ethernet Buscada (128.10.2.3), Dir IP Destino (128.10.2.6)

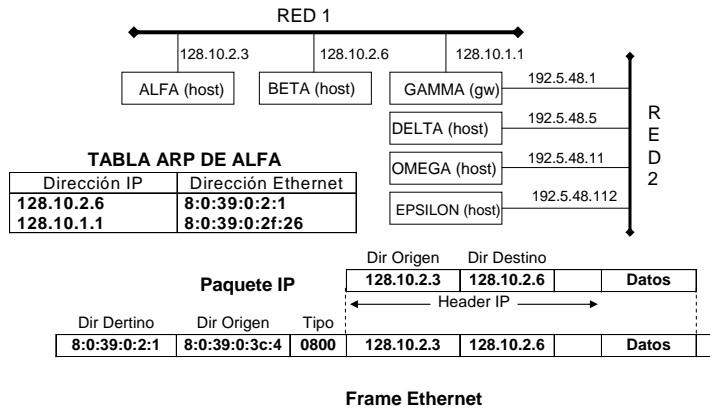
  

Dir Destino	Dir Origen	Tipo	Tipo Proto	Dir Ethernet Emisor	Dir IP Emisor	Dir Ethernet Buscada	Dir IP Destino			
8:0:39:0:3c:4	8:0:39:0:2:1	0806	1	0806	64	2	8:0:39:0:2:1	128.10.2.6	8:0:39:0:3c:4	128.10.2.6

**Frame Reply ARP**

## Ejemplo de traducción de direcciones

Caso1: ALFA quiere comunicarse con BETA (con't)



## ARP

- ❖ Para ver o modificar el ARP Cache, se utiliza el comando arp.
- ❖ Ejemplo para ver el contenido:
  - ❖ `arp -a`
  - ❖ `BETA(128.10.2.6) at 8:0:39:0:2:1`
  - ❖ `GAMMA(128.10.1.1) at 8:0:39:0:2f:26`
- ❖ PROXY ARP: un Router contesta requerimientos de ARP sobre una de sus redes, para un host de otra de sus redes.
- ❖ Gratuitous ARP: Un host envía un requerimiento de ARP, por su propia dirección.

## Funciones de IP en un ROUTER

- ❖ Recibir el paquete o datagrama
- ❖ Validar el header
- ❖ Procesar opciones
- ❖ Examinar el destino

local  
remoto  
local y remoto

### ❖ Unicast:

- ❖ Ruteo
- ❖ Permiso de forwarding
- ❖ Decrementar TTL
- ❖ Procesa Opciones
- ❖ Fragmentar
- ❖ Procesar según interface
- ❖ Pasar a capa inferior
- ❖ ICMP Redirect

### ❖ Multicast:

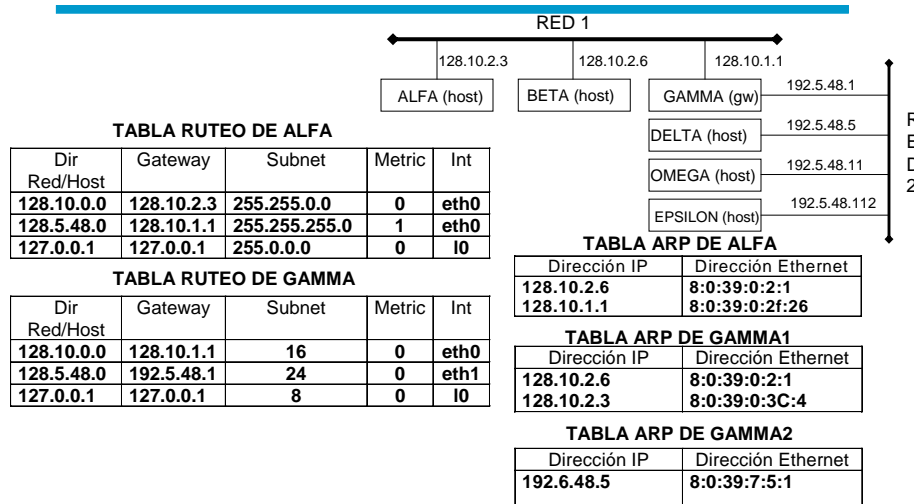
- ❖ Determinar interface entrada
- ❖ Hacer expanding ring search
- ❖ Decrementar TTL
- ❖ Procesar opciones
- ❖ Fragmentar
- ❖ Procesar según interface
- ❖ Pasar a cada capa inferior

### ❖ Broadcast:

- ❖ Directed Broadcasts

## Ejemplo de traducción de direcciones

### Caso 2: ALFA quiere comunicarse con DELTA



## Ejemplo de traducción de direcciones

Caso 2: ALFA quiere comunicarse con DELTA

Paquete IP		Dir Origen	Dir Destino			Datos
		128.10.2.3	192.5.48.5			

FRAME DE RED 1		Dir Destino	Dir Origen	Tipo	Dir Destino	Dir Destino	Datos
		8:0:39:0:2f:26	8:0:39:0:3c:4	0800	128.10.2.3	192.5.48.5	

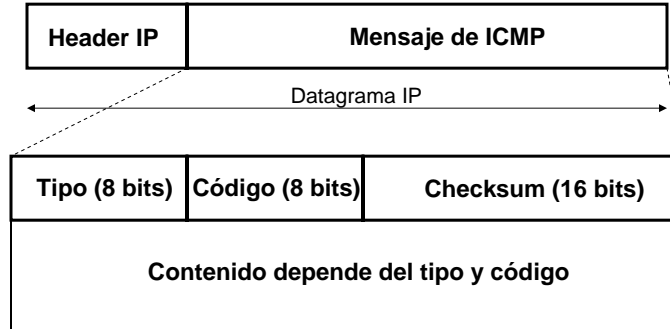
FRAME DE RED 2		Dir Destino	Dir Origen	Tipo	Dir Destino	Dir Destino	Datos
		8:0:39:7:5:1	8:0:39:0:2f:26	0800	128.10.2.3	192.5.48.5	

## Ruteo

- ❖ Para ver las tablas de ruteo, se usa el comando `netstat -rn`
- ❖ Ejemplo en ALFA:
  - ❖ `netstat -rn`
  - ❖ Routing tables
  - ❖ Destination Gateway      Flags    Refcnt    Use    Interface
  - ❖ 128.10.0.0    128.10.2.3    UGH      0      140    eth0
  - ❖ 192.5.48.0    128.10.1.1    UG       0      123    eth0
  - ❖ 127.0.0.1    127.0.0.1    UH       1      0      10
- ❖ Significado de los Flags
  - ❖ **U**: Ruta levantada                      **D**: La ruta fue creada por un *redirect*
  - ❖ **G**: Ruta a un Gateway                  **M**: la ruta fue modificada por un *redirect*
  - ❖ **H**: La ruta es a un host

# Internet Control Message Protocol ICMP

❖ Comunica mensajes de error y otras condiciones que requieren atención



## ICMP cont´

Tipo	Código	Descripción
0	0	Respuesta de eco
3	0	Destino inaccesible: red inaccesible
	1	Anfitrión inaccesible
	2	Protocolo inaccesible
	3	Puerto inaccesible
	4	Se necesita fragmentación
	5	Falla en la ruta de origen
	6	Red de destino desconocido
	7	Anfitrión de origen aislado
	8	Anfitrión de origen aislado
	9	Comunicación con la red de destino administrativamente prohibida
	10	Comunicación con el anfitrión de destino administrativamente prohibida
	11	Red inaccesible para el tipo de servicio
12	Anfitrión inaccesible por el tipo de servicio	

## ICMP cont´

Tipo	Código	Descripción
4	0	Disminución de origen (source quench)
5	0	Redireccionar: para la red
	1	Para el anfitrión
	2	Para el tipo de servicio y la red
	3	Para el tipo de servicio y anfitrión
	8	0
11	0	Tiempo excedido: Conteo de tiempo de vida
	1	Tiempo para reensablado de fragmento
12	0	Problema de parámetro: Encabezamiento IP erróneo
	1	Falta opción requerida
13	0	Solicitud de timestamp
14	0	Respuesta de timestamp
17	0	Solicitud de máscara de dirección
18	0	Respuesta de máscara de dirección



# TELEINFORMATICA

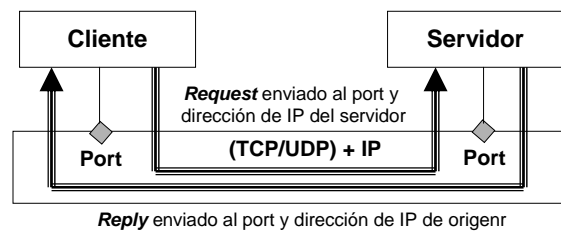
CATEDRA TELEINFORMATICA - DEPARTAMENTO ELECTRONICA - UTN - FRM

- ❖ Introducción
- ❖ La capa de red: Internetworking (IP)
- ❖ **La capa de transporte: TCP/UDP**

## Transporte en TCP/IP

- ❖ CON CONEXIÓN: TCP (Transmission Control Protocol) Similar a TP4 del modelo OSI
- ❖ SIN CONEXIÓN: UDP (User Datagram Protocol).

**Modelo Cliente Servidor**

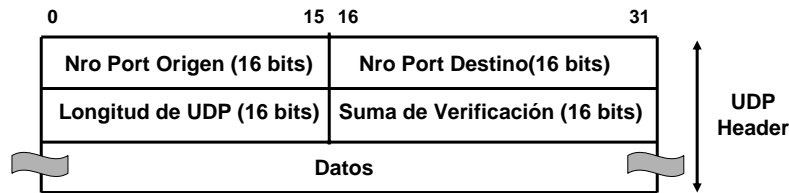


## User Datagram Protocol (UDP) RFC 768

- ❖ Servicio sin Conexión para procedimientos en el nivel de aplicación
  - ❖ No confiable
  - ❖ No se garantiza la entrega ni el control de duplicación
- ❖ En cada operación se procesa un datagrama, que se envía en un paquete de IP.
- ❖ Reducida carga de trabajo (overhead)
- ❖ Usado en por ej. Control de red

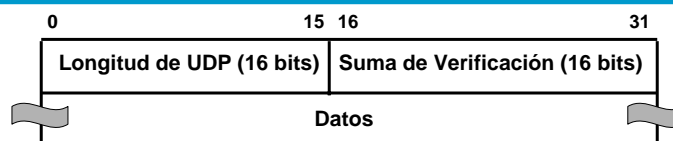
**Datagrama IP**

## Header UDP



- ❖ Port de Origen: Identifica la aplicación en el origen.
- ❖ Port de Destino: Identifica la aplicación en el destino.
- ❖ Ambos ports y los números IP respectivos identifican inequívocamente a la cada conexión

## Header UDP

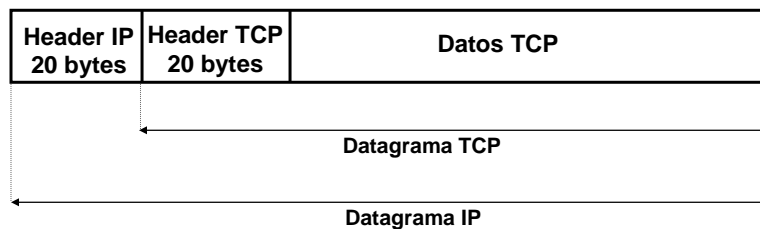


- ❖ Long de UDP: Longitud del datagrama en bytes
- ❖ Checksum: Suma de comprobación (complemento a uno) del header TCP y de los datos
  - ❖ Se utiliza el "pseudo header" para evitar confusiones en la entrega del paquete
- ❖ Datos: Información de la capa de aplicación.



## Transmission Control Protocol (TCP) RFC 793

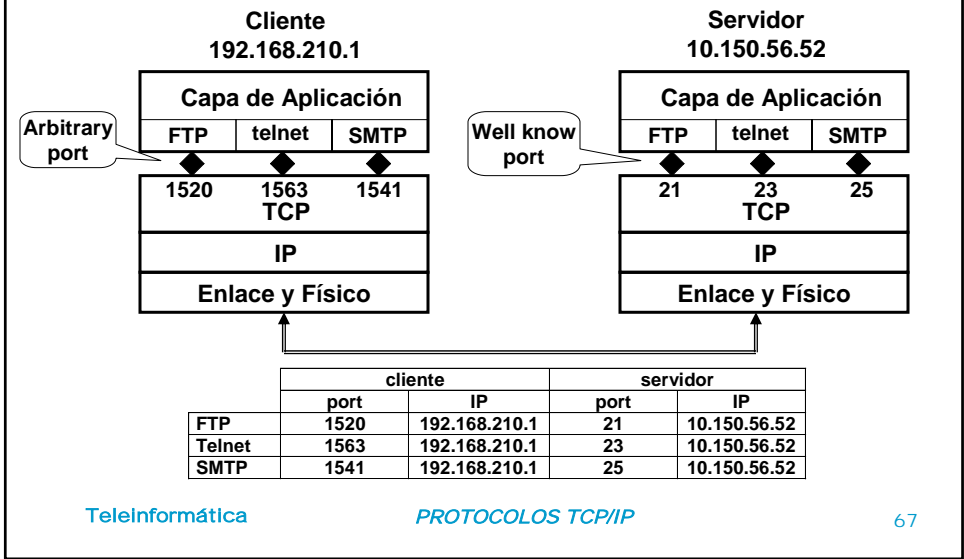
- ❖ Es un servicio con conexión, byte stream
- ❖ La conexión requiere de las tres etapas:
  - ❖ Establecimiento de la conexión
  - ❖ Transferencia de datos
  - ❖ Liberación de la conexión



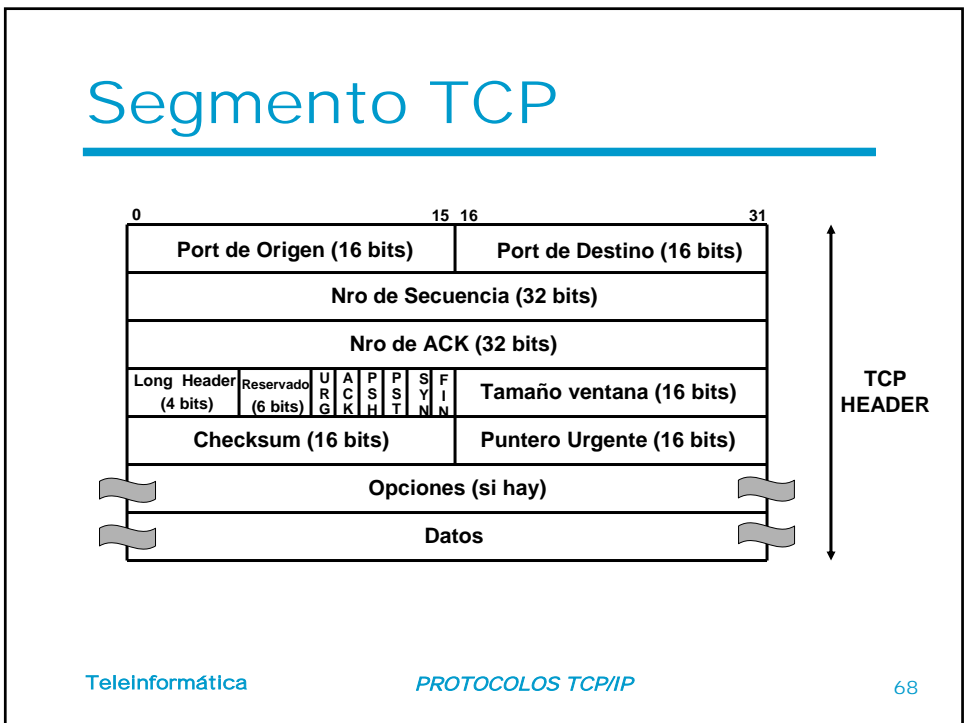
## Servicios de TCP

- ❖ Establece la conexión de extremo-a-extremo entre dos usuarios o hosts en la Internet
- ❖ Transfiere datos fiablemente a través de cualquier número de subnets algunas de las cuales puede ser de calidad pobre o inconstante
- ❖ Otra función de la capa de transporte es superar los fracasos de una red pobre

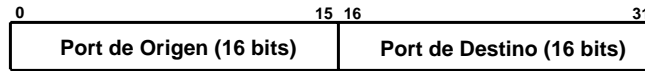
# Puertos de TCP



# Segmento TCP

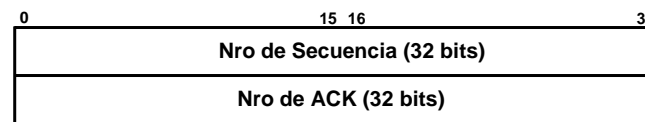


## Segmento TCP



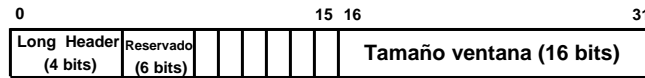
- ❖ Port de Origen: Identifica la aplicación en el origen.
- ❖ Port de Destino: Identifica la aplicación en el destino.
- ❖ Ambos ports y los números IP respectivos identifican inequívocamente a la cada conexión

## Segmento TCP



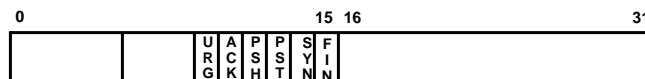
- ❖ Nro de Secuencia: Identifica (numera) al primer byte de paquete de datos.
- ❖ Nro de ACK: Identifica los datos recibidos correctamente (acknowledgment).

## Segmento TCP



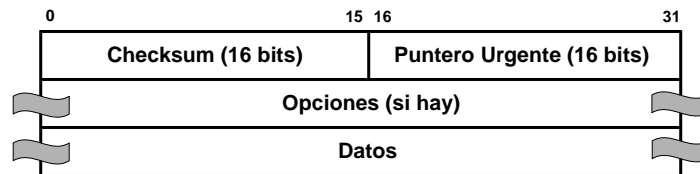
- ❖ Long de Header: Longitud del encabezamiento en palabras de 32 bits.
- ❖ Tamaño de Ventana: Número de bytes que el receptor es capaz de recibir.
  - ❖ Se usa para hacer "control de flujo".

## Segmento TCP



- ❖ URG: Indica que el "Puntero de Urgente" es válido
- ❖ ACK: Indica que el "Nro. de ACK" es válido
- ❖ PSH: El receptor debe enviar los datos a la aplicación, lo más rápido posible
- ❖ SYN: Sincroniza los "números de secuencia" al comienzo de una conexión.
- ❖ FIN: Se ha concluido con el envío de datos

## Segmento TCP



- ❖ **Checksum:** Suma de comprobación (complemento a uno) del header TCP, datos y pseudo header.
- ❖ **Puntero Urgente:** Indica hasta donde se extienden los "datos urgentes" en el segmento.
- ❖ **Opciones:** La principal opción es "opción de máximo tamaño de segmento" que es capaz de recibir.
- ❖ **Datos:** Información de la capa de aplicación.

## Establecimiento y Terminación de una conexión

### ❖ Establecimiento :

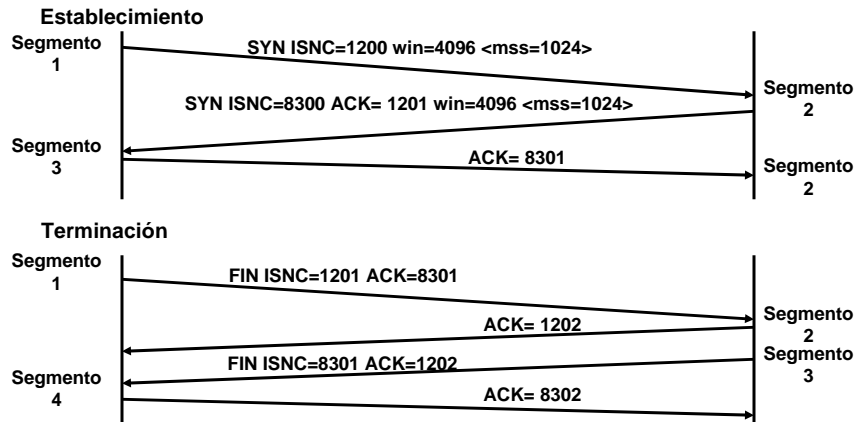
#### ❖ **three-way handshake**

- ❖ Open Activo
- ❖ Open Pasivo
- ❖ N° de secuencia inicial
- ❖ Negociación de MSS
- ❖ Open simultáneo
- ❖ Backlog
- ❖ Timeout

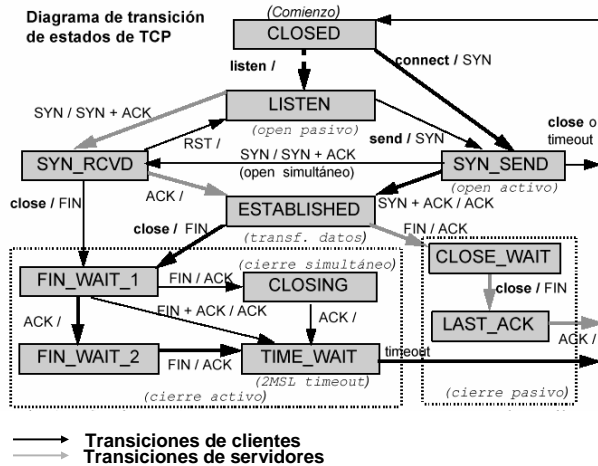
### ❖ Liberación :

- ❖ Half Close
- ❖ Estado 2MSL Wait
- ❖ Estados FIN\_WAIT
- ❖ Close simultáneo
- ❖ Timeout

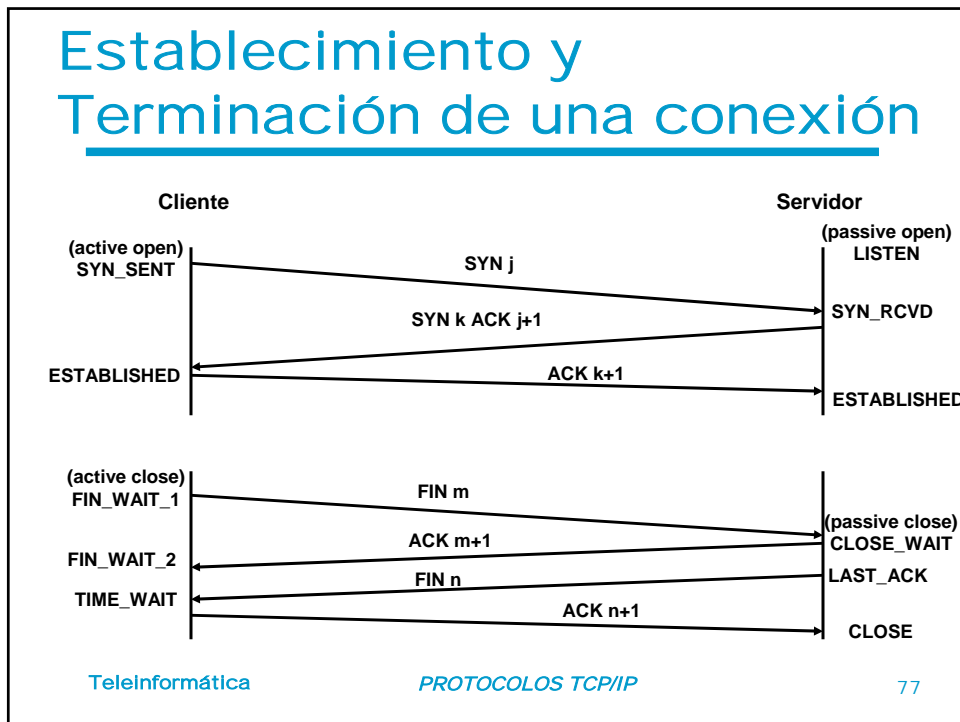
# Establecimiento y Terminación de una conexión



# Diagrama de Transición de Estados de TCP



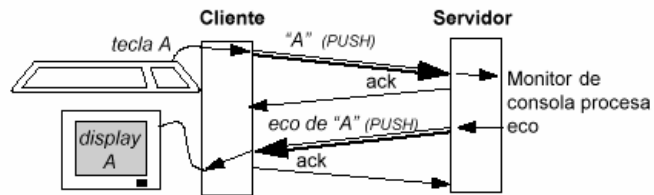
## Establecimiento y Terminación de una conexión



## Transferencia de datos

- ❖ Flujo de datos interactivo
  - ❖ Telnet y Rlogin. Por cada tecla apretada se genera un paquete TCP
- ❖ Flujo de datos masivo (Bulk data)
  - ❖ ftp, correo electrónico, etc:

## Flujo de datos interactivo



- ❖ Algoritmo de Nagle
- ❖ Deshabilitación del Algoritmo de Nagle

## Flujo de datos masivos

- ❖ Flujo de datos normal
- ❖ Control de flujo:
  - ❖ Ventanas deslizantes (sliding window)
  - ❖ Tamaño de la ventana
- ❖ Control de congestión:
  - ❖ Slow start:
    - ❖ ventana del receptor (wnd)
    - ❖ ventana de congestión (cwnd)
- ❖ Síndrome Silly Window (Clark 1982)
- ❖ Modo Urgente



# Timers

- ❖ Retransmission timer
  - ❖ Jacobson, 1988:
    - ❖  $RTT = a RTT + (1-a) M$
  - ❖ TCP usa  $b RTT$
  - ❖ Algoritmo de Karn
- ❖ Persist timer
- ❖ Keepalive timer
- ❖ Time Wait State timer

**RTT:** timeout  
**M:** tiempo último ACK  
**a :** factor de suavizado (*smoothing*) =  $7/8$   
**b:** Proporcional al desvío standard del arribo de los ACK