



Arquitectura de Comunicaciones

Protocolo TCP-IP

Profesor:

- Anibal Pose



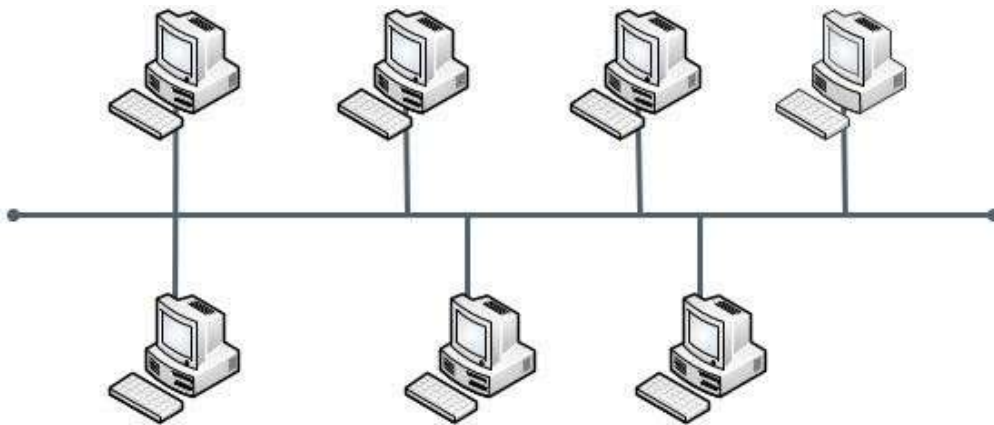


Protocolos digitales

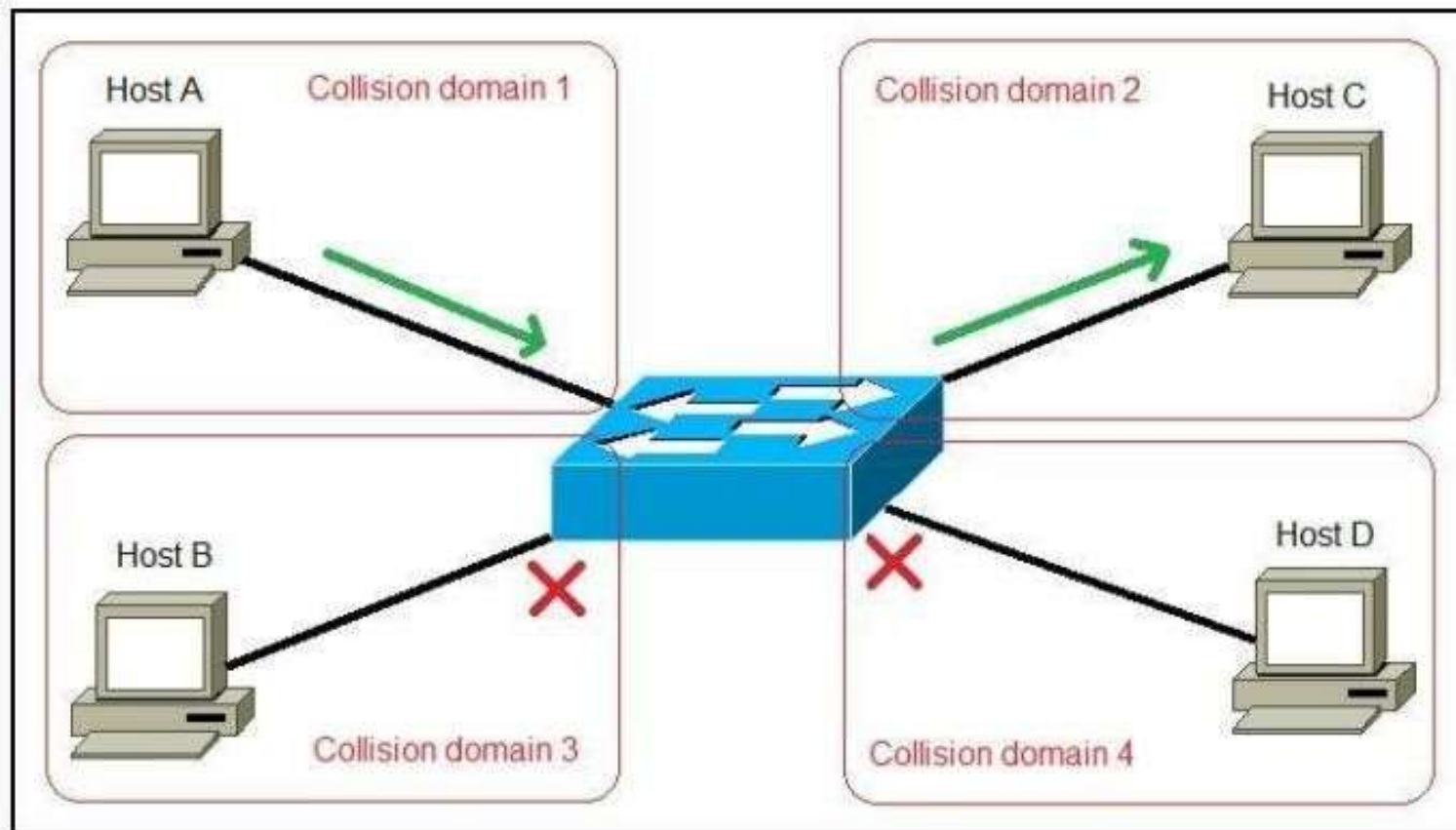
QUE ES UN PROTOCOLO ??



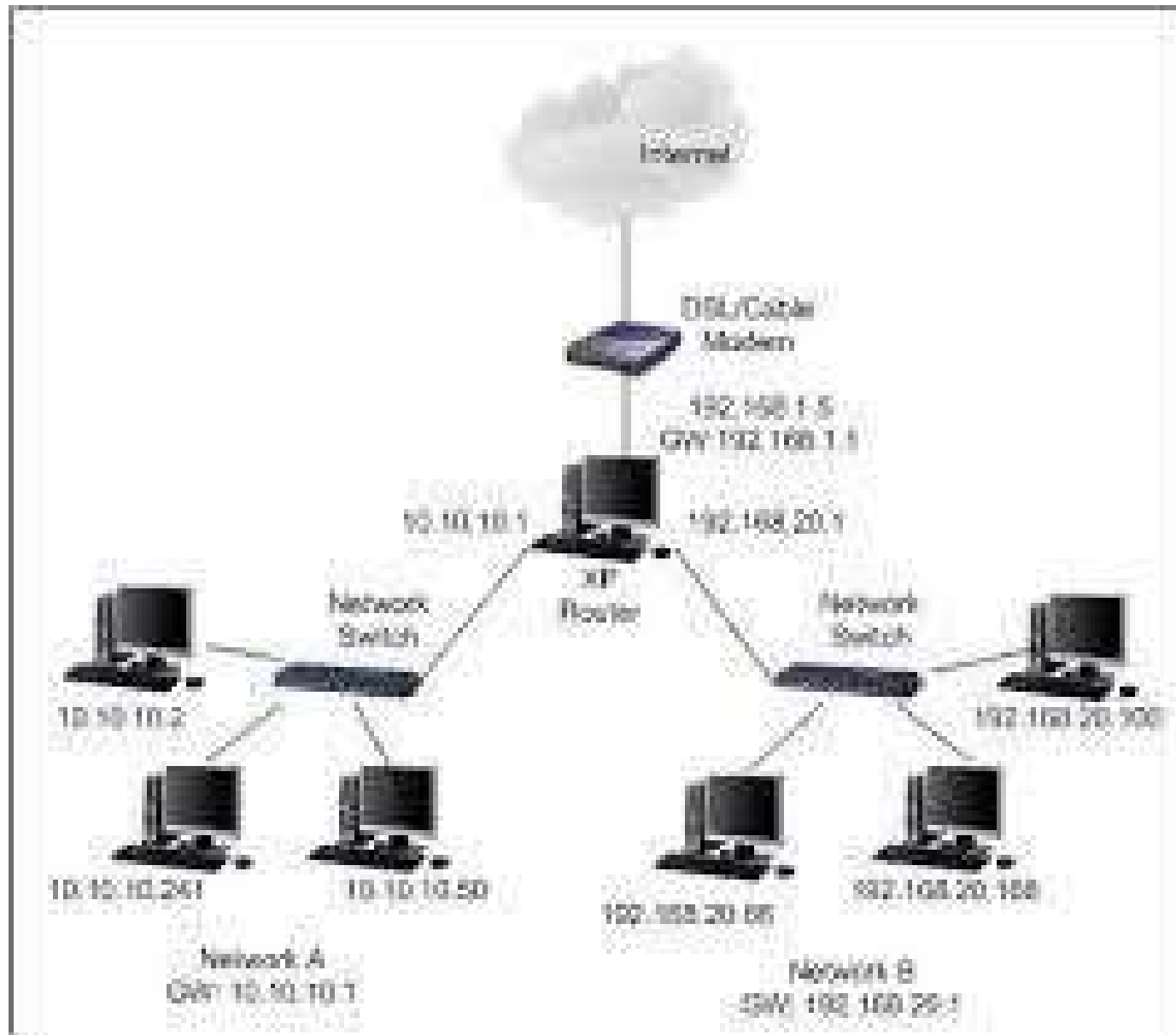
Redes - Hub



Redes LAN - Switch



Redes - Router



Switch vs Router





Conceptos previos

Tipos de envío

- Unicast
 - Uno a uno
 - Broadcast
 - Uno a todos
 - Multicast
 - Uno a varios
 - Anycast
 - Uno a alguno
-



Conceptos previos

- Servicios y redes orientados a conexión
 - Proveen garantías
 - Se pueden reservar recursos
 - Necesitan interacción entre los nodos
 - Implican un inicio y cierre de sesión
 - No orientados a conexión
 - Sin garantías pero pueden ser más eficientes
 - Cuando éstos se aplican a redes físicas, se suele hablar de:
 - Conmutación de circuitos (red telefónica)
 - Conmutación de paquetes (Internet)
-

Modelo de capas

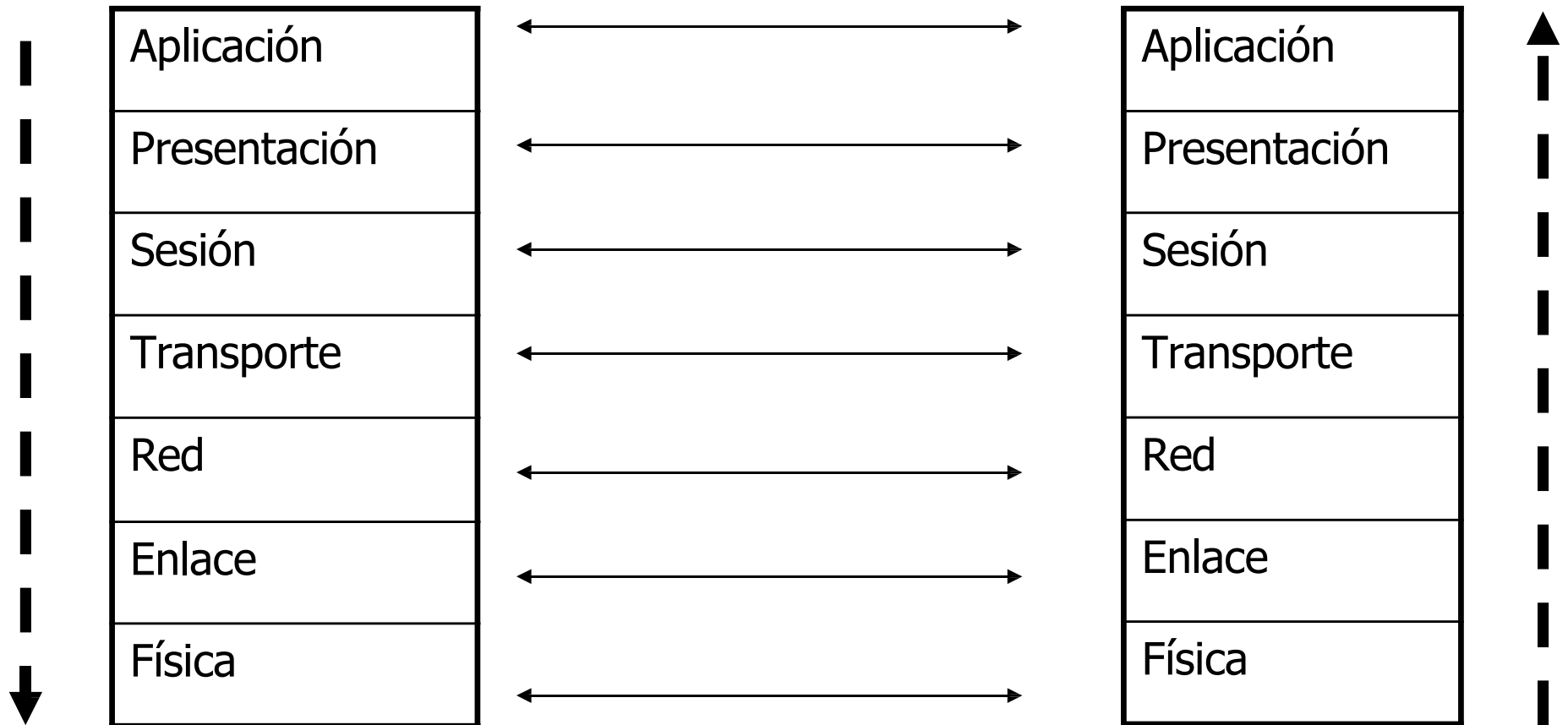


■ Modelo de referencia OSI

- Sólo un modelo, no una arquitectura de red
- Cada capa provee un servicio a la capa superior
- Cada capa dialoga con su homóloga en el dispositivo remoto
- Un protocolo es la implementación de la lógica de una capa
- Uno o más protocolos por capa

Aplicación
Presentación
Sesión
Transporte
Red
Enlace
Física

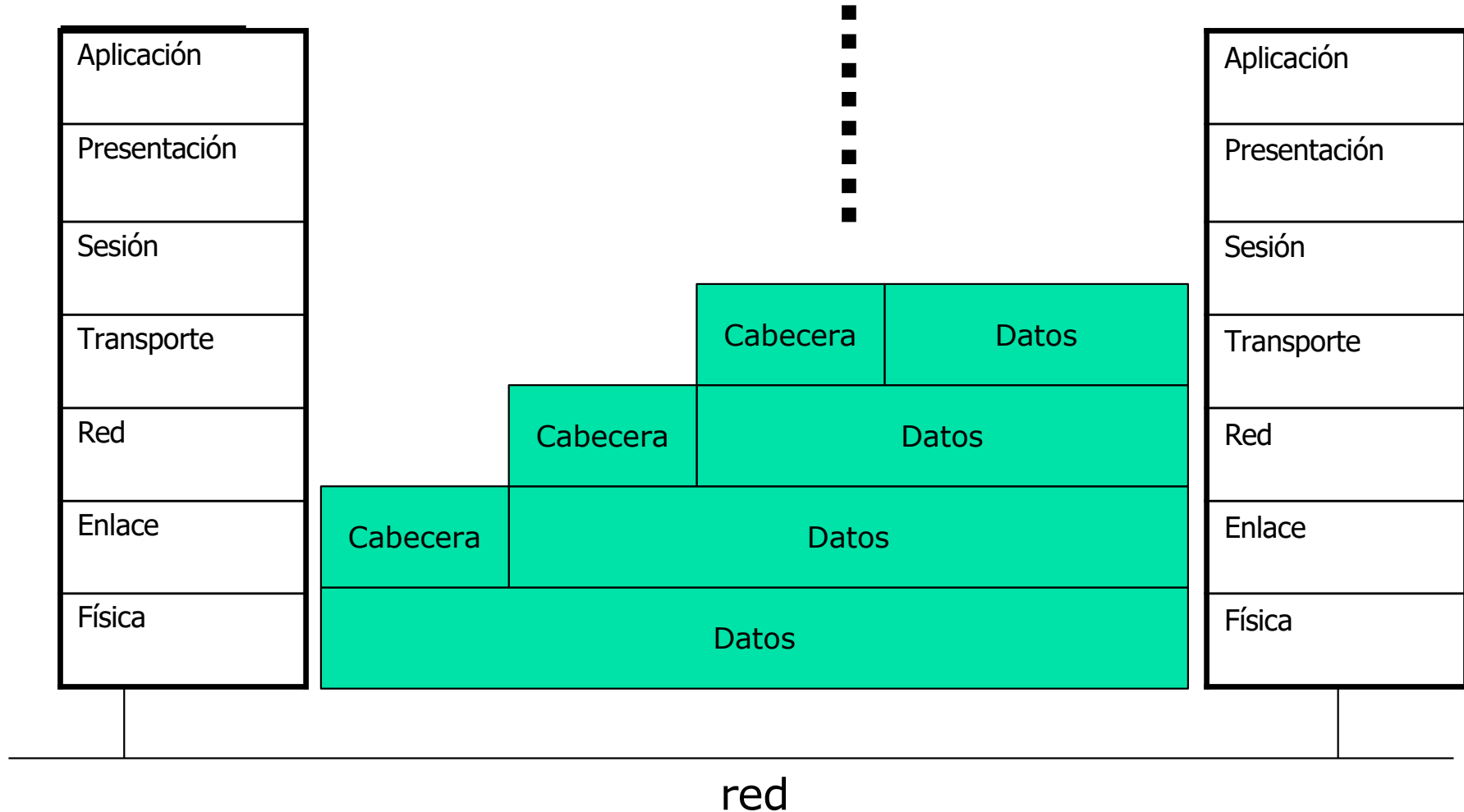
Modelo de Capas



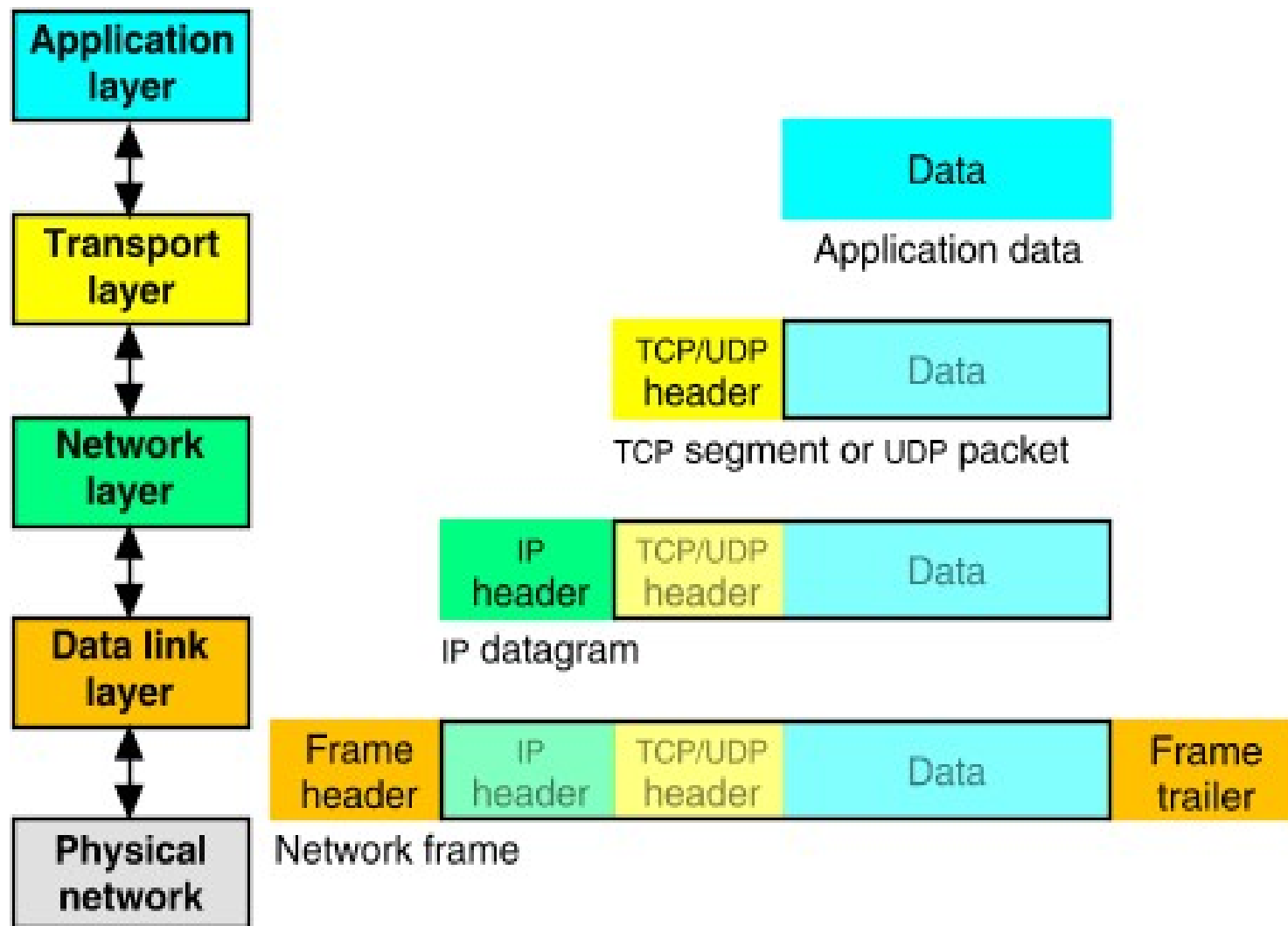
Modelo de Capas



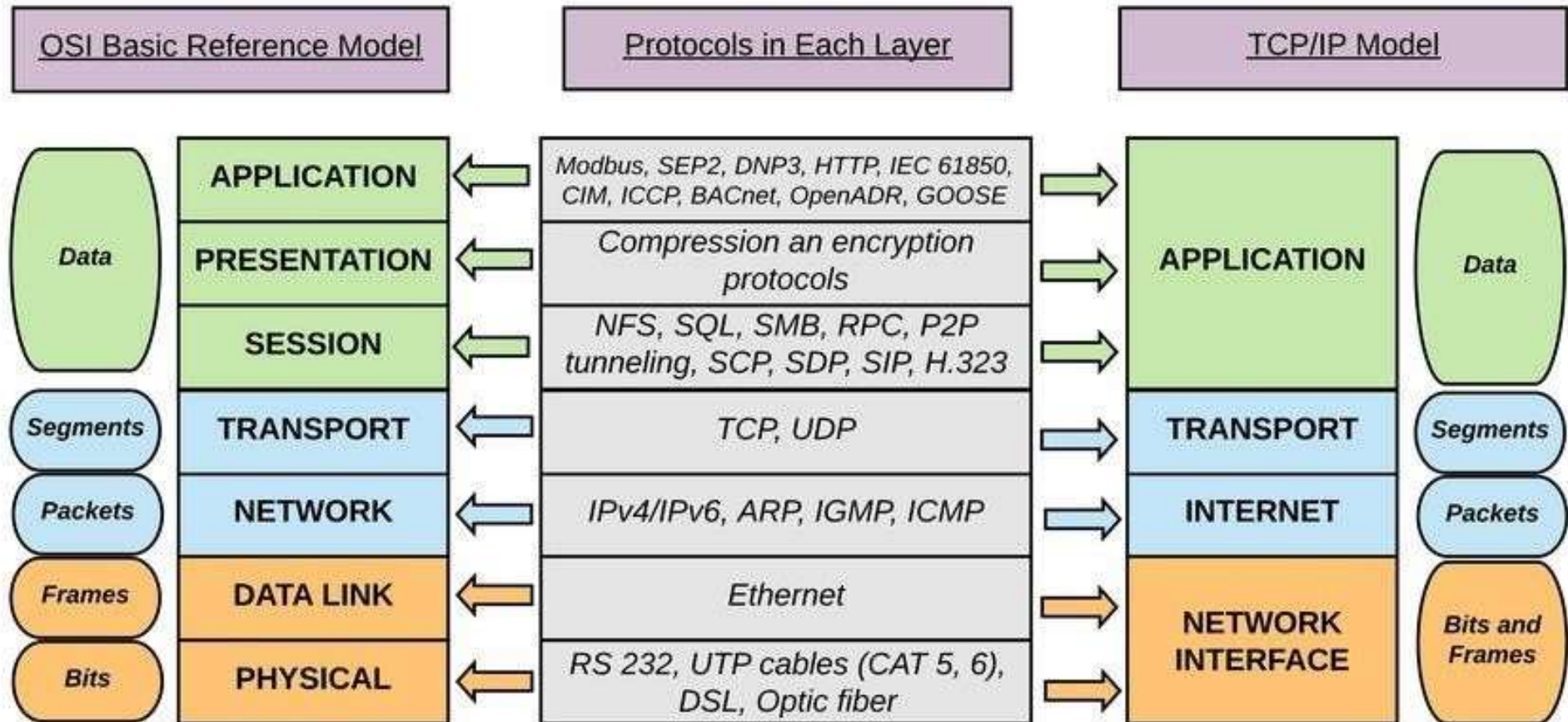
■ Encapsulación y cabeceras



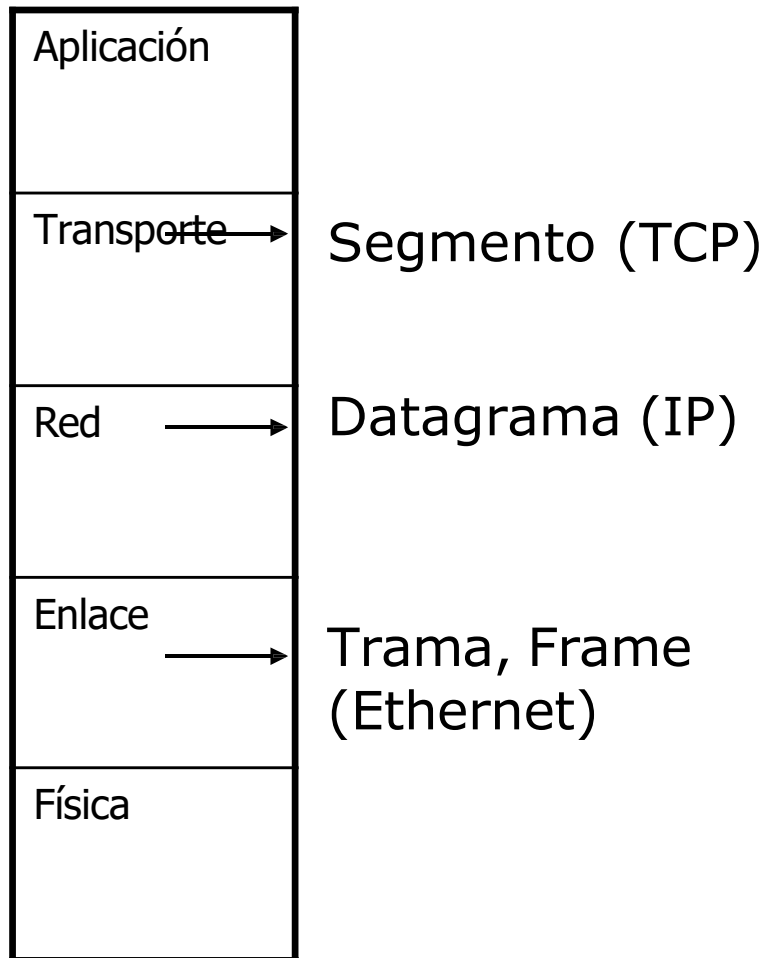
Encapsulamiento



OSI vs. TCP/IP



Terminología



- Nombres diferentes en cada capa
- No se sigue muy estrictamente. Suele hablarse indistintamente de 'paquete' en todas las capas.

Capa 1: Física



- Implementada en hardware
- Codificación de canal
 - Representación de bits, voltajes, frecuencias, sincronización
 - Códigos Manchester, AMI, B8ZS...
- Define conectores físicos, distancias, cableado



Tipos de cable

- UTP (Unshielded twisted-pair)
 - STP (shielded twisted-pair)
 - FTP (Foiled Twisted Pair- Par)
 - Fibra monomodo
 - Fibra multimodo
-

Tipos de cable



UTP



FTP

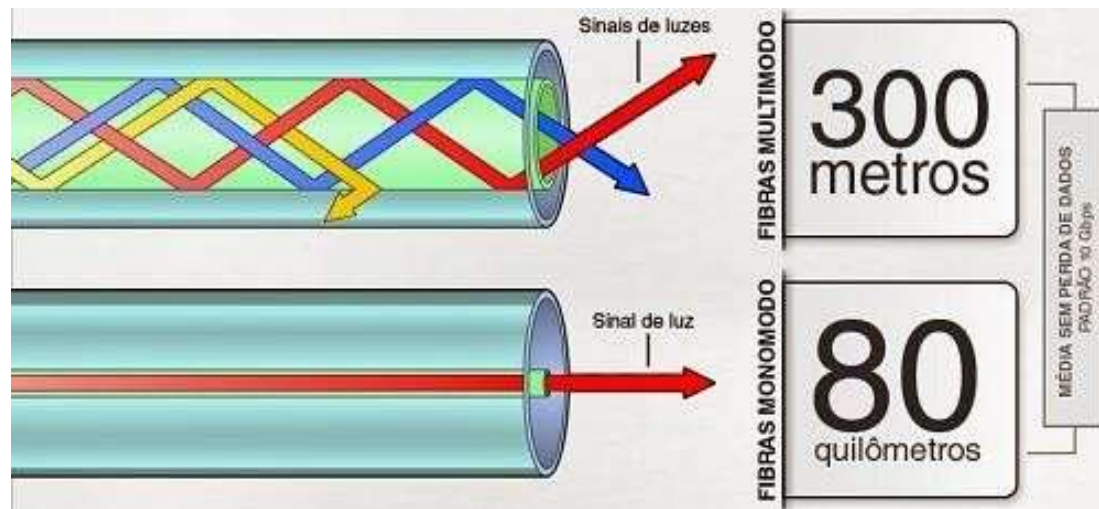


STP

PAR TRENZADO



FIBRA ÓPTICA
Monomodo vs Multimodo





Conectores



Conector RJ45



Neutrik EtherCon[®]



Conector de fibra SC



Fiberfox[®] EBC52



Neutrik OpticalCon



GBIC



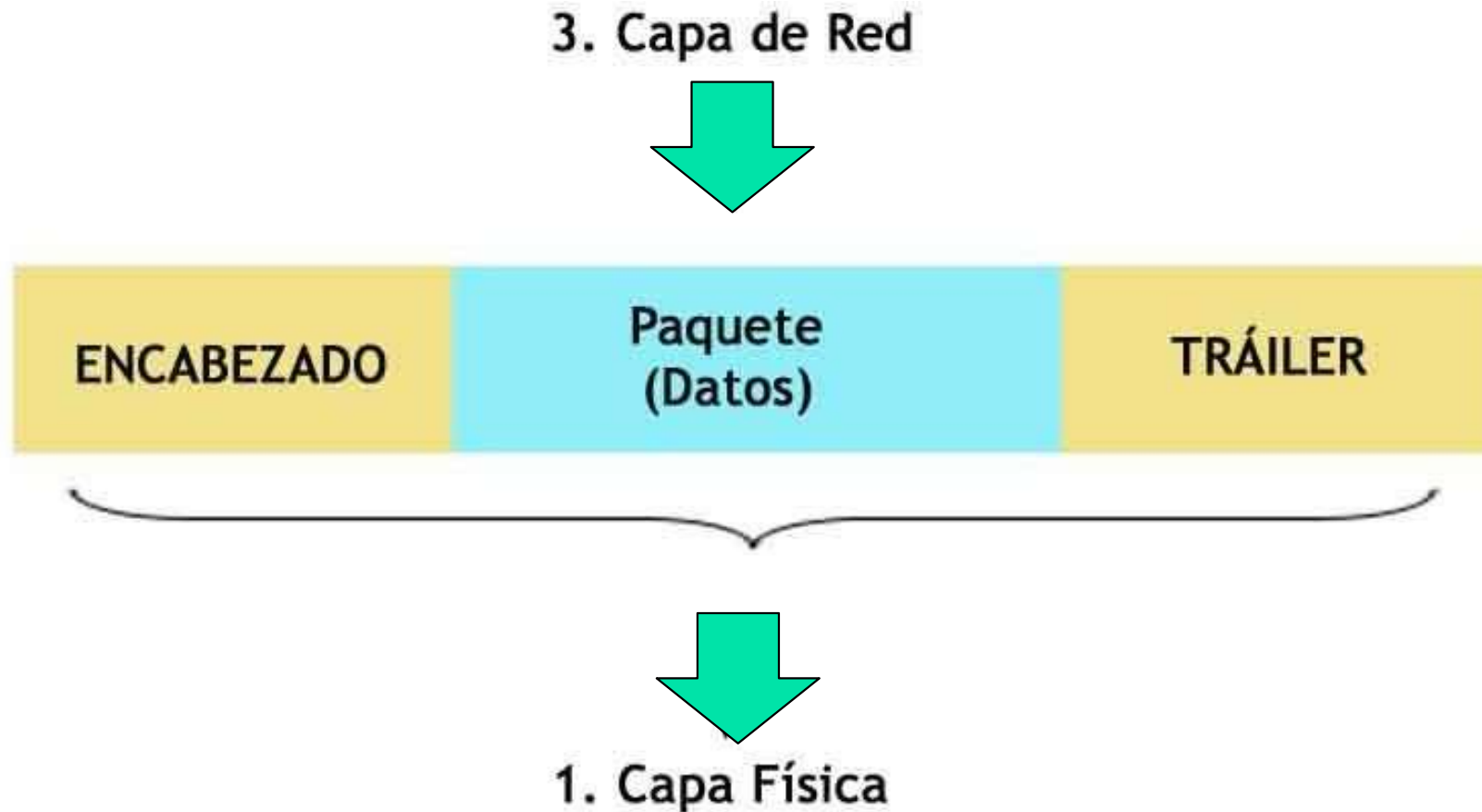
Capa 2: Enlace



- Encapsula los los paquetes en tramas para pasarlos al medio físico
 - Reconstruye las tramas originales a partir de secuencias de bits y pasa los datos a la capa de red
 - Provee
 - Control de acceso (CSMA/CD)
 - Direccionamiento (en el segmento de red local)
 - Detección de errores
 - Control de flujo
-



Capa 2: Enlace



- Datos: El paquete desde la Capa de red.
 - Encabezado: contiene información de control como direccionamiento y está ubicado al comienzo del PDU.
 - Tráiler: contiene información de control agregada al final del PDU.
-

Trama Ethernet



Preámbulo (8 bytes)	Destino (6)	Fuente (6)	Longitud (2)	Tipo (2)	Datos (46-1500)	FCS (4)
------------------------	----------------	---------------	-----------------	-------------	--------------------	------------

Máximo : 1500 Bytes

- Direcciones MAC:
 - Únicas y grabadas en el hardware de la tarjeta
 - Por eso también se llaman "direcciones físicas"
 - 6 bytes x 8 bits/byte = 48 bits
 - Suelen escribirse en hexadecimal
 - FE:D2:89:C4:4F:2E
- Tipo: 0x800 especifica que la parte de datos contiene un datagrama IP

Estándares Ethernet



802.3 - 10BT (10 Mbps)

802.3u - 100BT (100 Mbps Fast Ethernet)

802.3ab - 1000BASE-T (1 Gbps Ethernet Eléctrico)

802.3z - 1000BASE-X (1 Gbps Ethernet Óptico)

- SX: Fibra multimodo <550m

- LX: Fibra multimodo y monomodo <10 km

- EX: Fibra monomodo <40 km

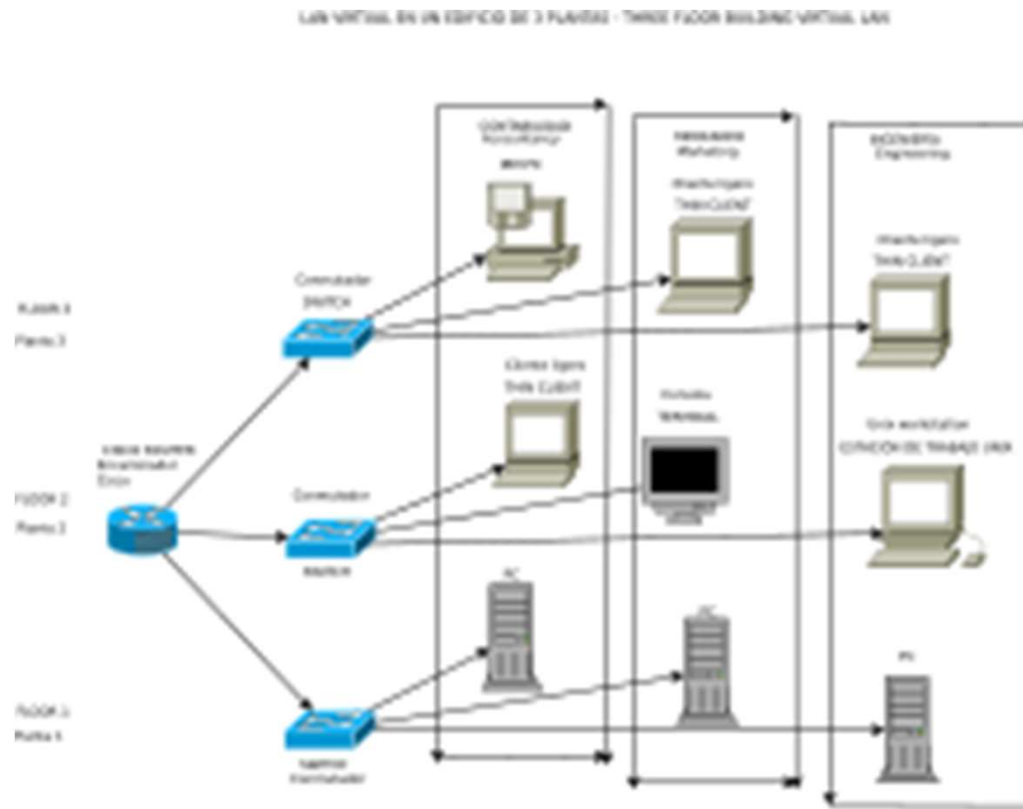
- ZX: Fibra monomodo <80 km



Concepto de VLAN



Una VLAN, acrónimo de virtual LAN (red de área local virtual), es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física.

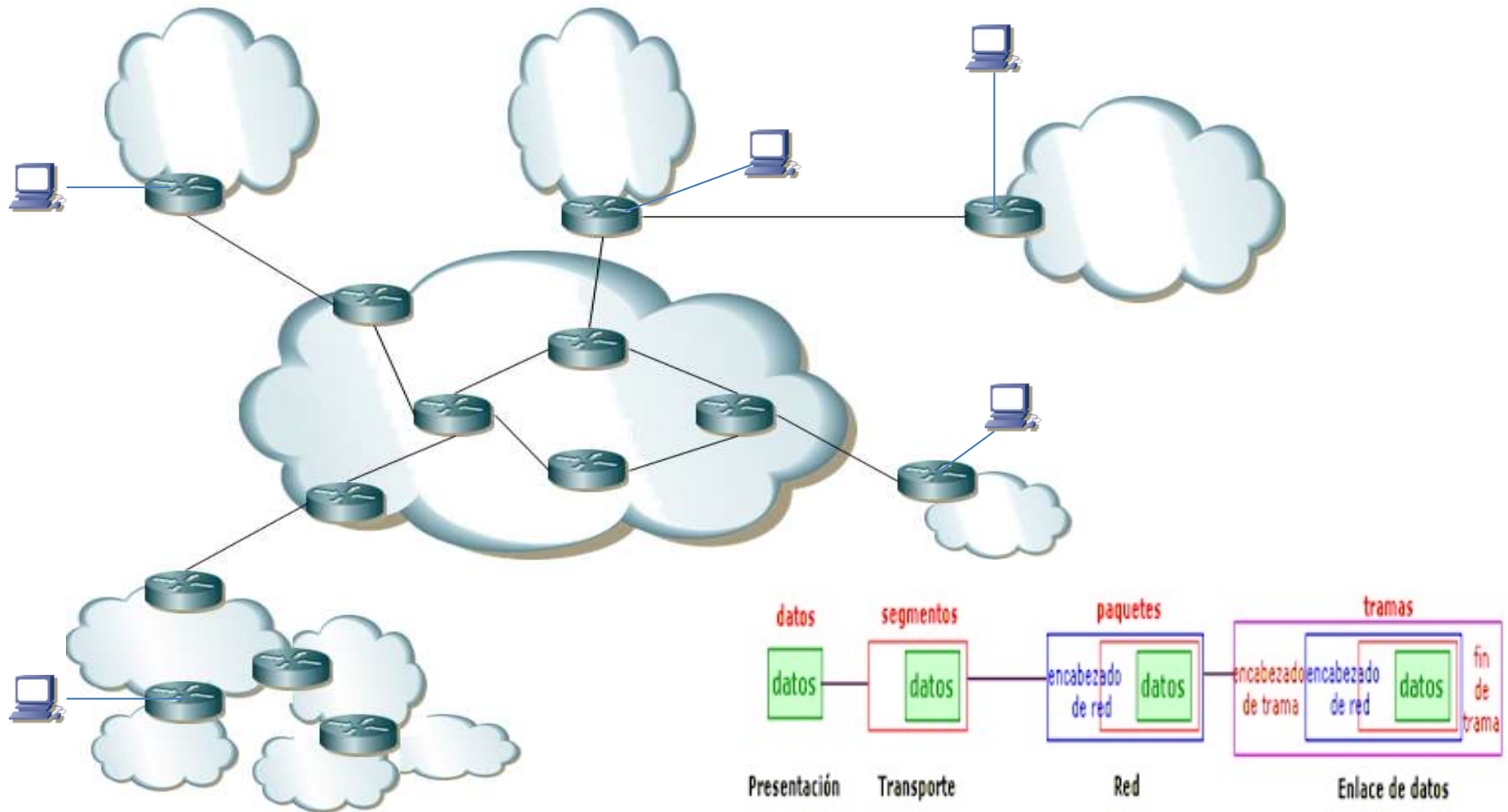




Capa 3: Red

- Provee una red virtual global
 - Esconde los detalles de las redes físicas
 - Direccionamiento global:
 - Una dirección IP es suficiente para enviar hacia cualquier red en el mundo
 - Implica que hay que mapear las direcciones físicas con las IP
 - Ofrece un servicio sin garantías (mejor esfuerzo)
 - Si se pierden o duplican paquetes, no le importa
 - Deja esa función a las capas superiores
 - Determina si el destino es local o si lo debe enviar a un enrutador
 - Provee funciones de control
 - ICMP
 - Reenvía paquetes de salto en salto, de una red a la otra
 - El trayecto completo puede constar de muchos saltos
-

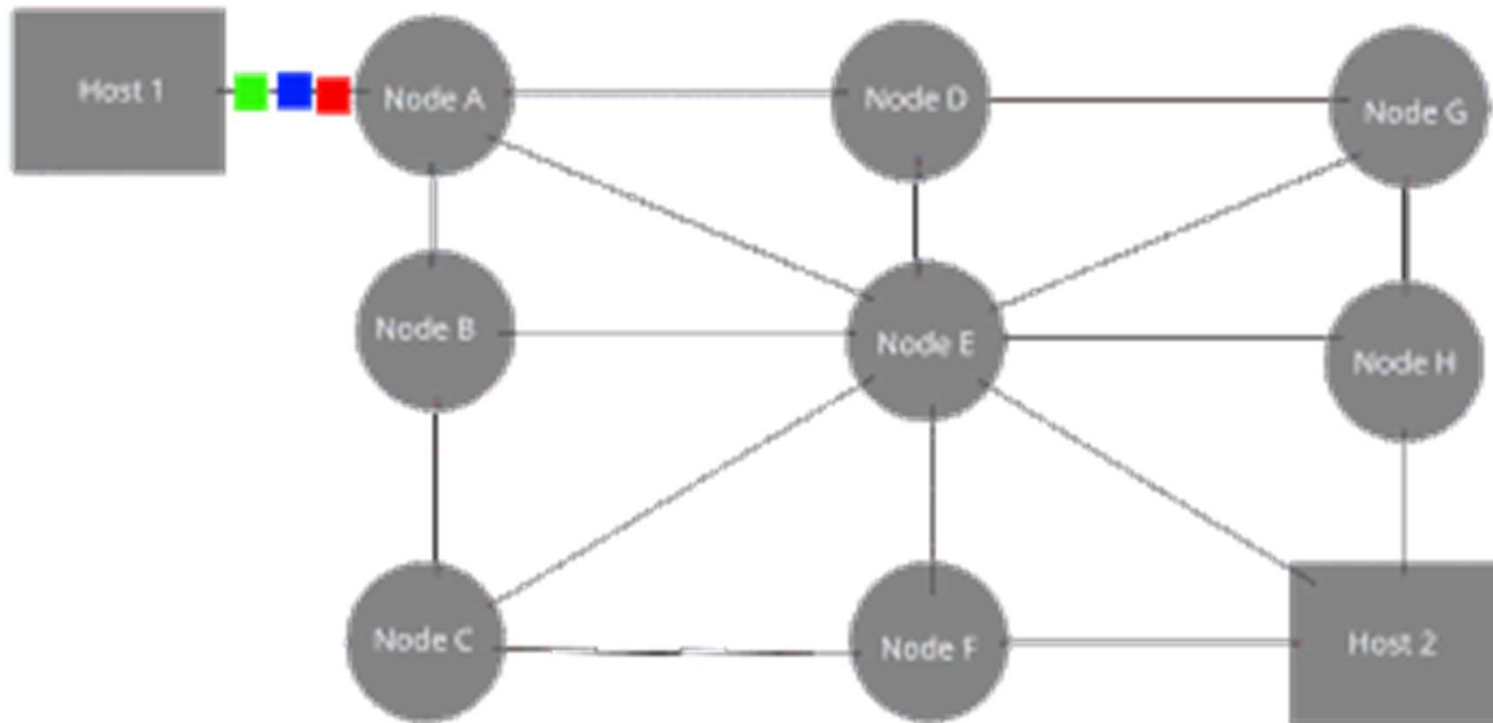
Capa 3: Traslado de paquetes



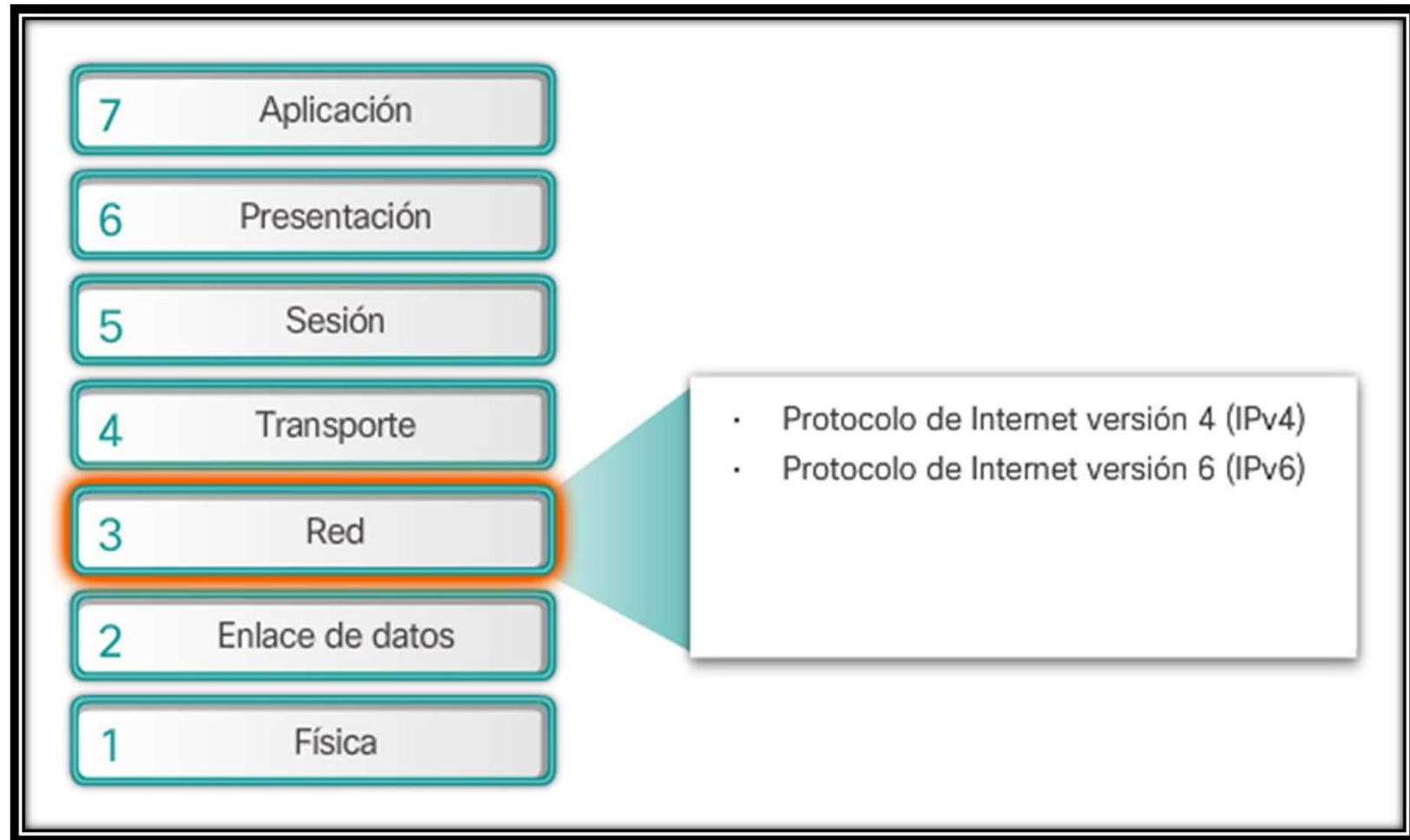
Capa 3: Traslado de paquetes



The original message is **Green**, **Blue**, **Red**.



Capa 3: Versiones IP



El datagrama IPv4



0	4	8	16	24	31
Ver	IHL	Service Type	Total Length		
Identifier			Flags	Fragment Offset	
Time to Live		Protocol	Header Checksum		
32 bit Source Address					
32 bit Destination Address					
Options and Padding					

- Versión actual : 4
- El protocolo se refiere al que está siendo encapsulado (tcp, udp...)
- TTL se decrementa con cada salto
- Hay fragmentación al pasar de un MTU mayor a uno menor

Datagrama IPv4



- Algunos campos importantes
 - Type of Service (TOS)
 - retardo, fiabilidad, velocidad (voz vs. datos)
 - Identificación, Flags, protocolo
 - Dirección de origen y destino
 - TTL



La dirección IPv4

- Un número de 32 bits (4 bytes)

- Decimal:

128	223	254	10
-----	-----	-----	----

- Binaria:

10000000	11011111	11111110	00001010
----------	----------	----------	----------

- Hexadecimal:

80	DF	FE	0A
----	----	----	----



Esquema de clases (Classful)

Clase	Formato	Primeros bits	Rango	Bits por nodo
A	R.N.N.N	0	1.0.0.0 - 126.0.0.0	24
B	R.R.N.N	10	128.1.0.0 - 191.254.0.0	16
C	R.R.R.N	110	192.0.1.0 - 223.255.254.0	8
D	n/a	1110	224.0.0.0 - 239.255.255.255	n/a
E	n/a	1111	240.0.0.0 - 254.255.255.255	n/a

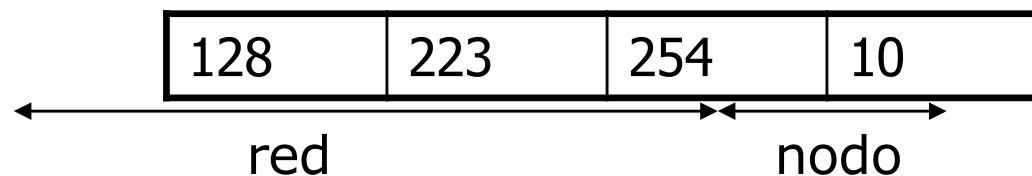
- Los límites red-nodo en la dirección son arbitrarios
- ¿Qué problema podemos prever?



La dirección IPv4

- Estructura

- Un sólo número, dos informaciones:
 - Dirección de la red (prefijo)
 - Dirección del nodo dentro de esa red



- ¿Dónde está la división?

- Al principio era implícito (clases)
- Luego más flexible (máscaras)

Máscaras



- Solución: Otro número que especifique los límites

10000000	11011111	11111110	00001010
----------	----------	----------	----------

 128.223.254.10

AND

11111111	11111111	11111111	00000000
----------	----------	----------	----------

 255.255.255.0

=

10000000	11011111	11111110	00000000
----------	----------	----------	----------

 128.223.254.0

Con esto se podían subdividir las redes A, B y C en subredes más pequeñas

Problemas con el esquema de clases



- No muy flexible
- Se perdían dos subredes en cada división
- En los 90's cambió el esquema (Classless):
 - ¡Las viejas clases A, B, C no tienen significado ninguno en el Internet de hoy!
 - CIDR (Classless Interdomain Routing):
 - Los routers ya no consideran A,B,C como /8, /16, /24
 - VLSM (Variable Length Subnet Masks)
 - Los routers no asumen que todas las subredes son del mismo tamaño

Ventajas de las subredes



- Escalabilidad, eficiencia
 - Reducir los dominios de broadcast
 - Menos uso de CPU
 - Más espacio para tráfico legítimo -> más velocidad
 - Facilitar la gestión
 - Ingeniería de tráfico
 - Implementación de políticas
 - Seguridad
 - Filtros de paquetes
-

La dirección IPv6



IPv4

Implementado en 1981

Dirección IP de 32 bits

4300 millones de direcciones

Las direcciones se deben reutilizar y enmascarar

Notación numérica con punto decimal

192.168.5.18

Configuración DHCP o manual

IPv6

Implementado en 1998

Dirección IP de 128 bits

$7,9 \times 10^{28}$ direcciones

Todos los dispositivos pueden tener una dirección exclusiva

Notación hexadecimal alfanumérica

50b2:6400:0000:0000:6c3a:b17d:0000:10a9

(Simplificada - 50b2:6400::6c3a:b17d:0:10a9)

Permite la configuración automática

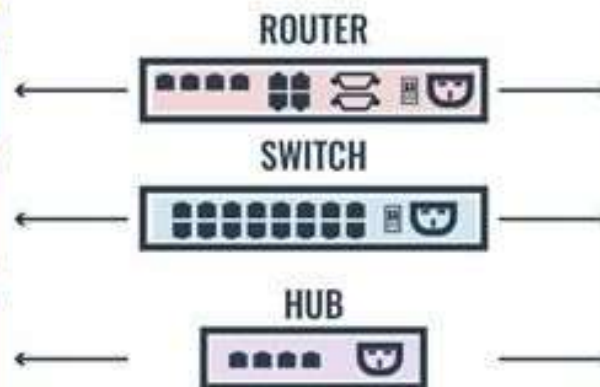
Hub vs Switch vs Router



OSI REFERENCE MODEL



TCP/IP CONCEPTUAL LAYERS





Protocolo PTP

Protocolo de precision de tiempo también conocido por las siglas PTP (Precision Time Protocol) es un estándar de telecomunicaciones utilizado para sincronizar los relojes a través de una red informática.

En una red de área local, se alcanza una precisión de reloj en la gama de submicrosegundos, adecuado para los sistemas de medición y control.

Protocolo IGMP



El protocolo de red IGMP (Internet Group Protocol) se utiliza para intercambiar información acerca del estado de pertenencia entre enrutadores IP que admiten la multicast y miembros de grupos multicast.

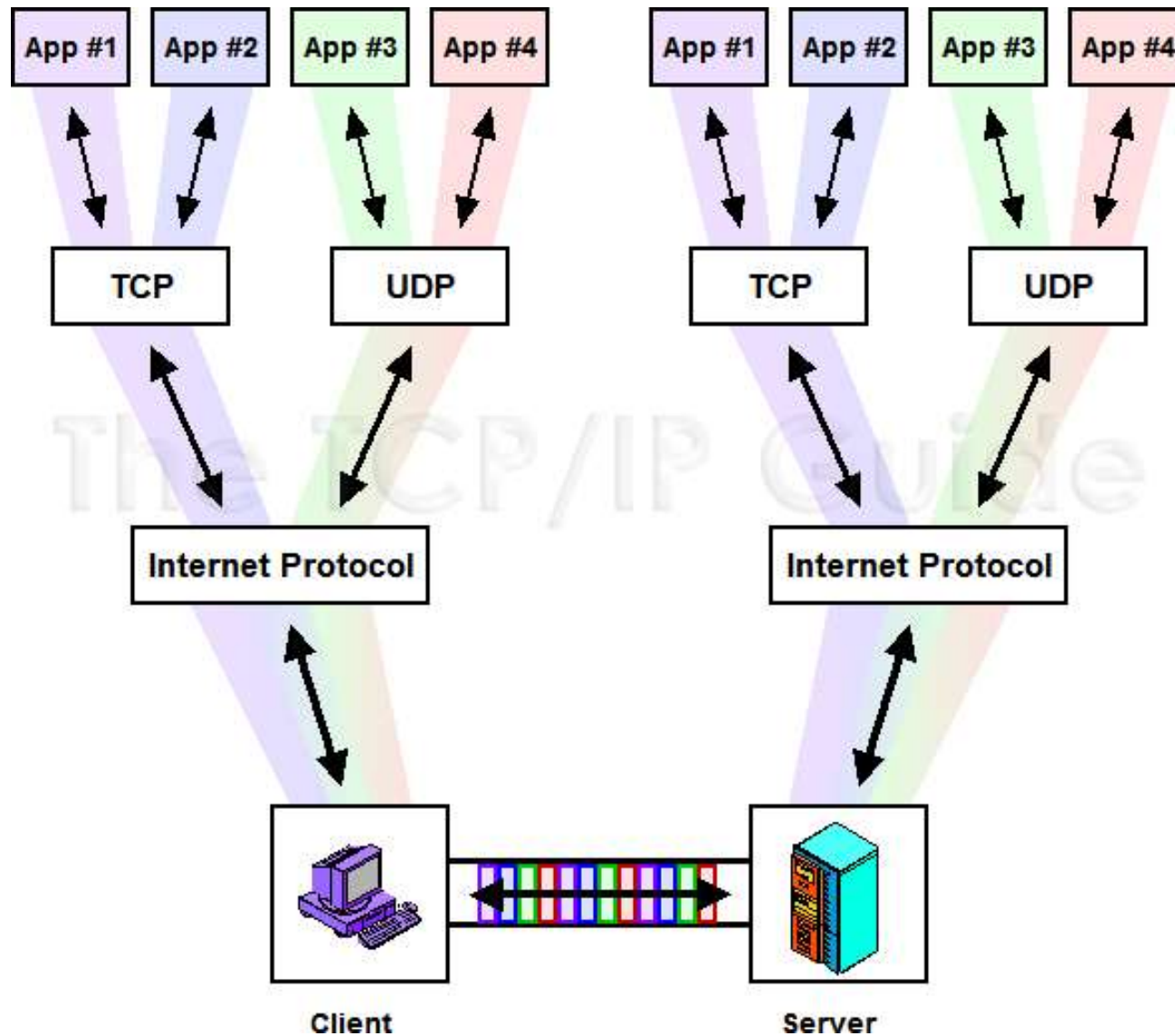
Los hosts miembros individuales informan acerca de la pertenencia de hosts al grupo de multidifusión y los enrutadores de multidifusión sondean periódicamente el estado de la pertenencia.



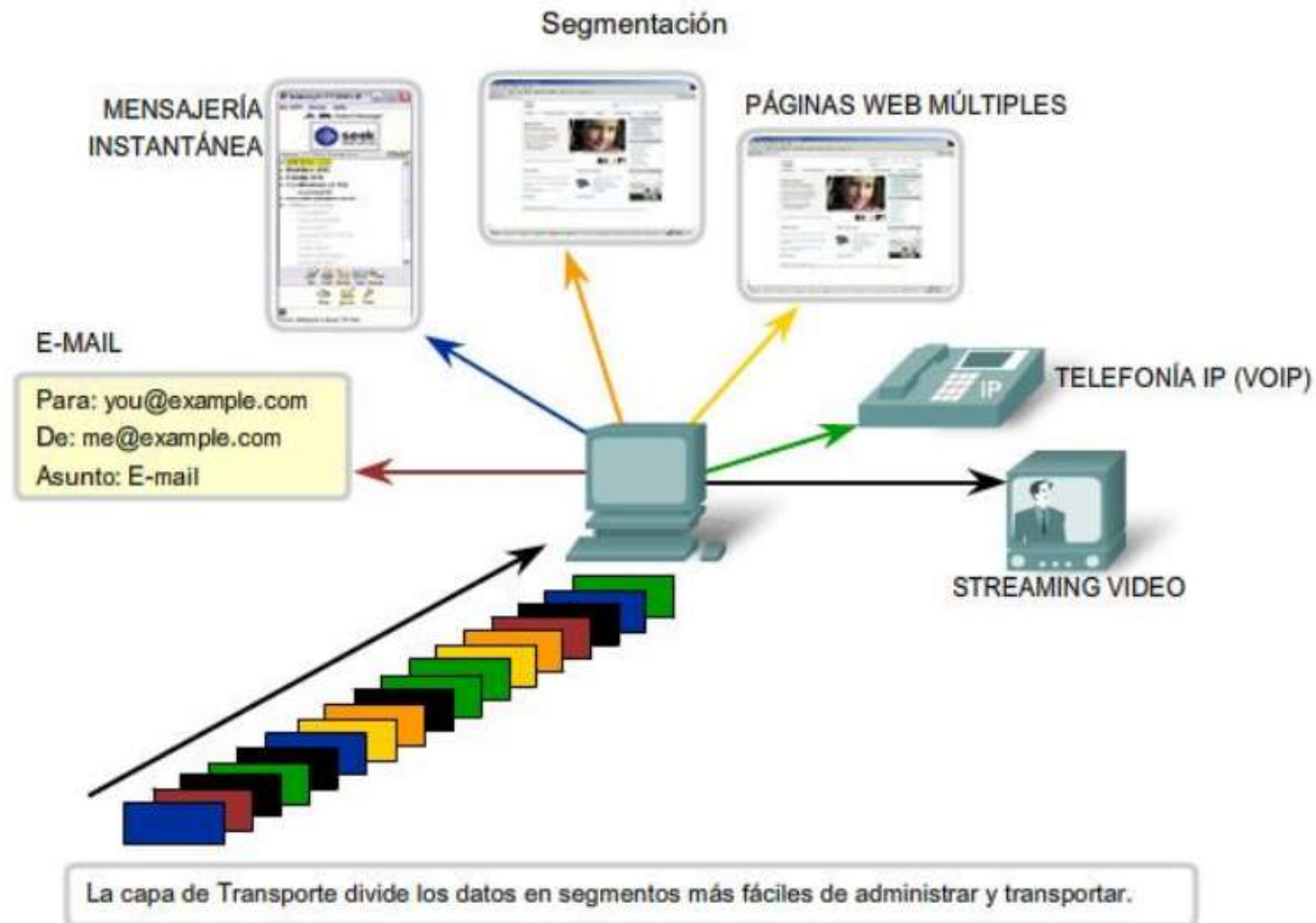
Capa 4: Transporte

- Servicio con garantías (TCP)
 - Resuelve los problemas de:
 - Pérdida de paquetes
 - Duplicación
 - Desbordamiento (control de flujo)
 - Sin garantías (UDP)
 - Mucho más simple
 - A veces no hace falta fiabilidad
 - Provee multiplexión de aplicaciones
 - Concepto de 'puertos'
-

Capa 4: Multiplexación



Capa 4: Multiplexación



Protocolos de la capa de transporte



- Existe más de un protocolo de transporte disponible para las aplicaciones
 - Internet: TCP y UDP

TCP	UDP
Orientado a conexión	No orientado a conexión
Fiable	No fiable
Agrupación en segmentos	Mensajes sin fragmentar
Rx ordena los segmentos	Datagrama de usuario
ACKs y temporizadores	Sin ACKs
Control de flujo	Sin control de flujo
Control de la congestión	Sin control de la congestión

Aplicaciones de la capa de transporte



- Puerto: identifica la aplicación
- Números de puerto:
<http://www.iana.org/assignments/port-numbers>

Protocolo de aplicación	Números de puerto	Protocolo de transporte
FTP	20, 21	TCP
Telnet	23	TCP
SMTP	25	TCP
DNS	53	UDP (TCP (*))
TFTP	69	UDP
HTTP	80	TCP
POP3	110	TCP
RIP	520	UDP

UDP

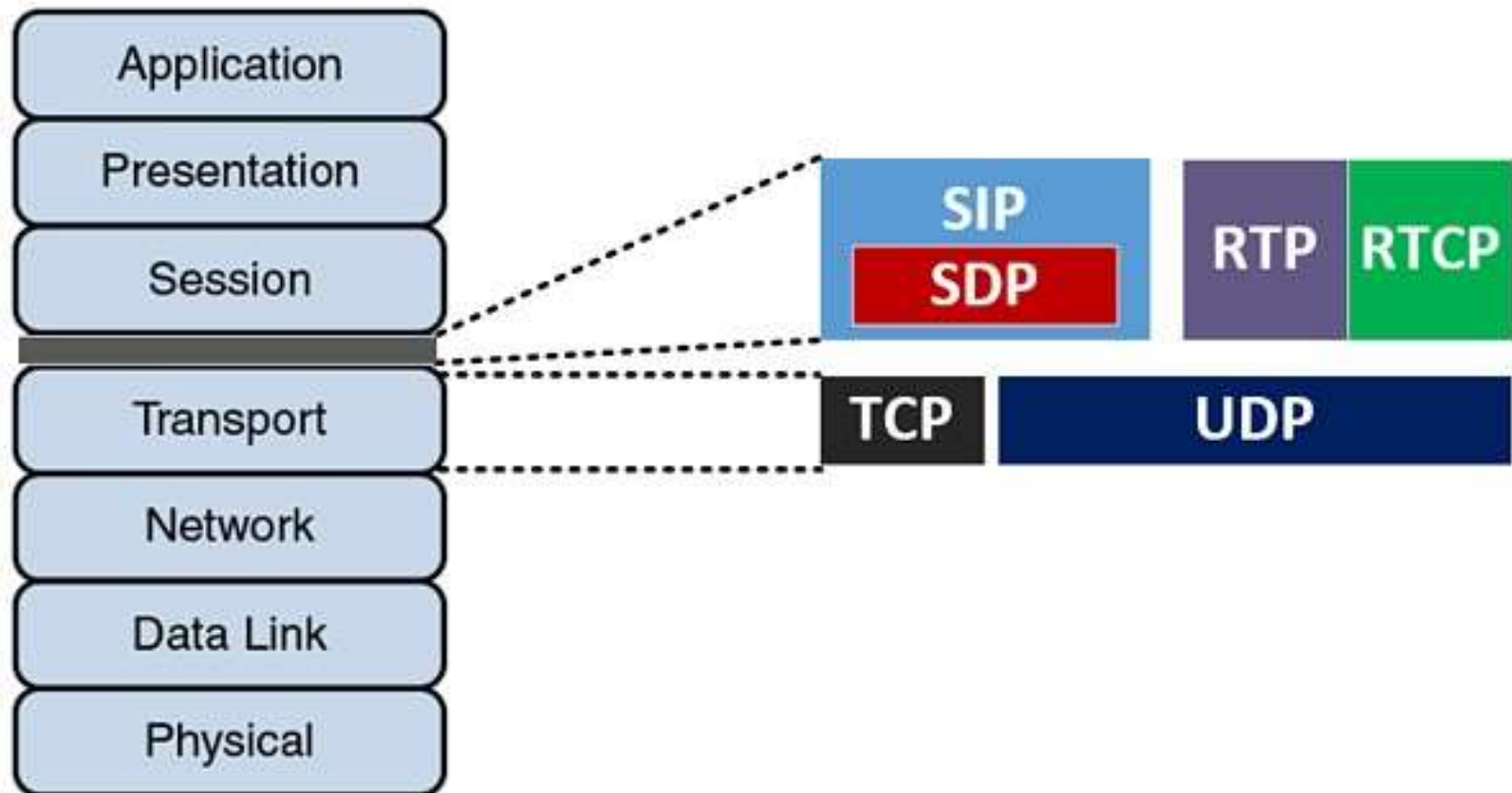


- User Datagram Protocol
 - Multiplexión de aplicaciones
 - Una dirección IP identifica una máquina
 - Los sistemas operativos son multitarea
 - Un puerto para cada servicio

Servicio no orientado a conexión

- No ofrece ninguna garantía
 - Sin acuses de recibo
 - Sin re-transmisión
 - Sin control de flujo
-

Protocolos de voz L4



Protocolos RTP y RTCP



RTP se utiliza junto con el protocolo de control de RTP (RTCP). Mientras que RTP transporta los flujos de medios (por ejemplo, audio y vídeo), RTCP se usa para supervisar las estadísticas de transmisión y calidad de servicio (QoS) y ayuda a la sincronización de múltiples flujos.

RTP es originado y recibido en número de puerto par y la comunicación asociadas a RTCP utilizan el próximo número de puerto impar superior. RTP es uno de los fundamentos de VoIP y se utiliza conjuntamente con SIP el cual ayuda a establecer las conexiones a través de la red.

Protocolos RTP



s

Protocolo RTP

MPEG	H.261	JPEG
RTP/RTCP		
UDP		
IP		
Acceso a la Red		

- RTP → RTP Data Transfer Protocol
- RTCP → RTP Control Protocol

RTP permite la transferencia de datos a tiempo real entre dos o más entidades RTP a través de una sesión definida por:

- RTP Port Number (Número de port UDP Par)
- RTCP Port Number (Siguiete Número de Port UDP Impar)
- Dirección IP de los participantes (Unicast o Multicast)

Voz sobre IP

Estructura de trama desde RTP

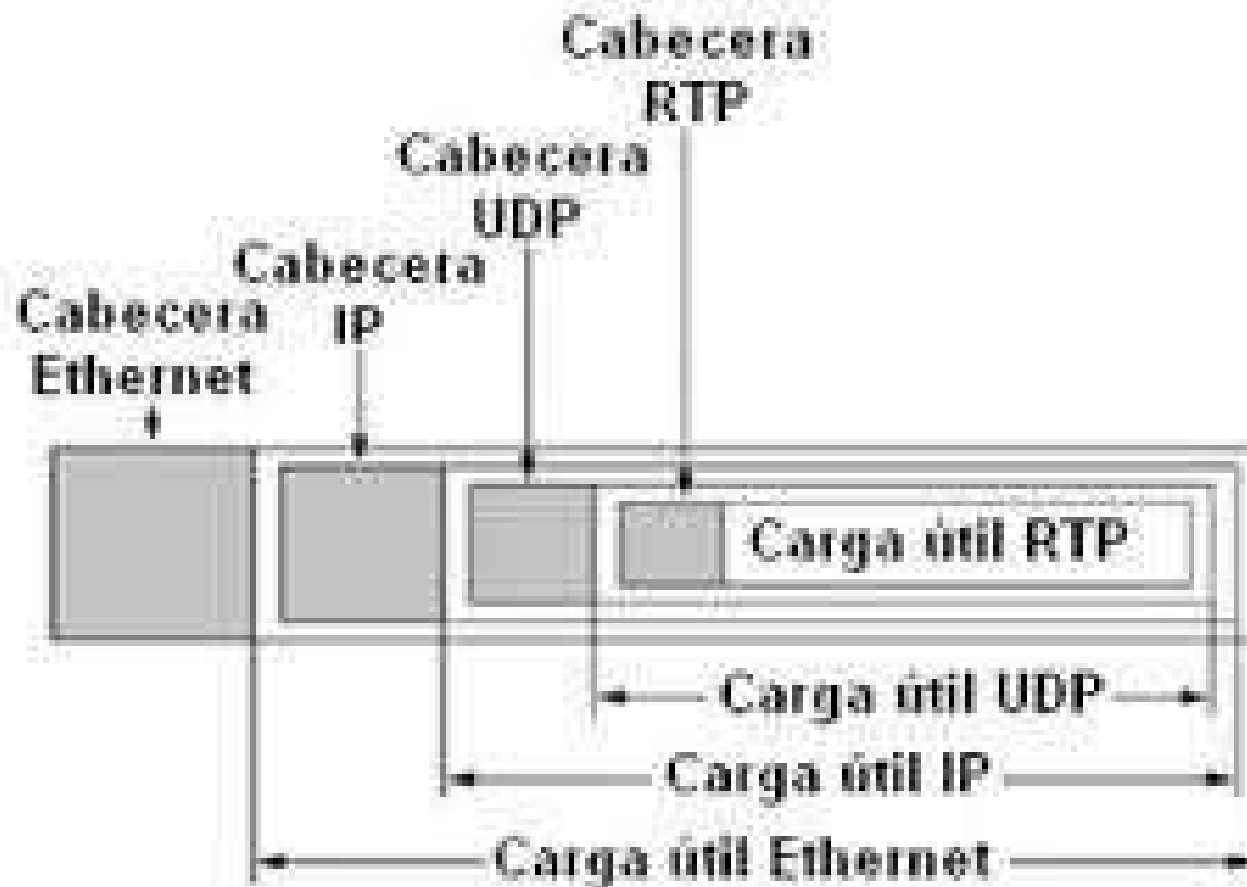
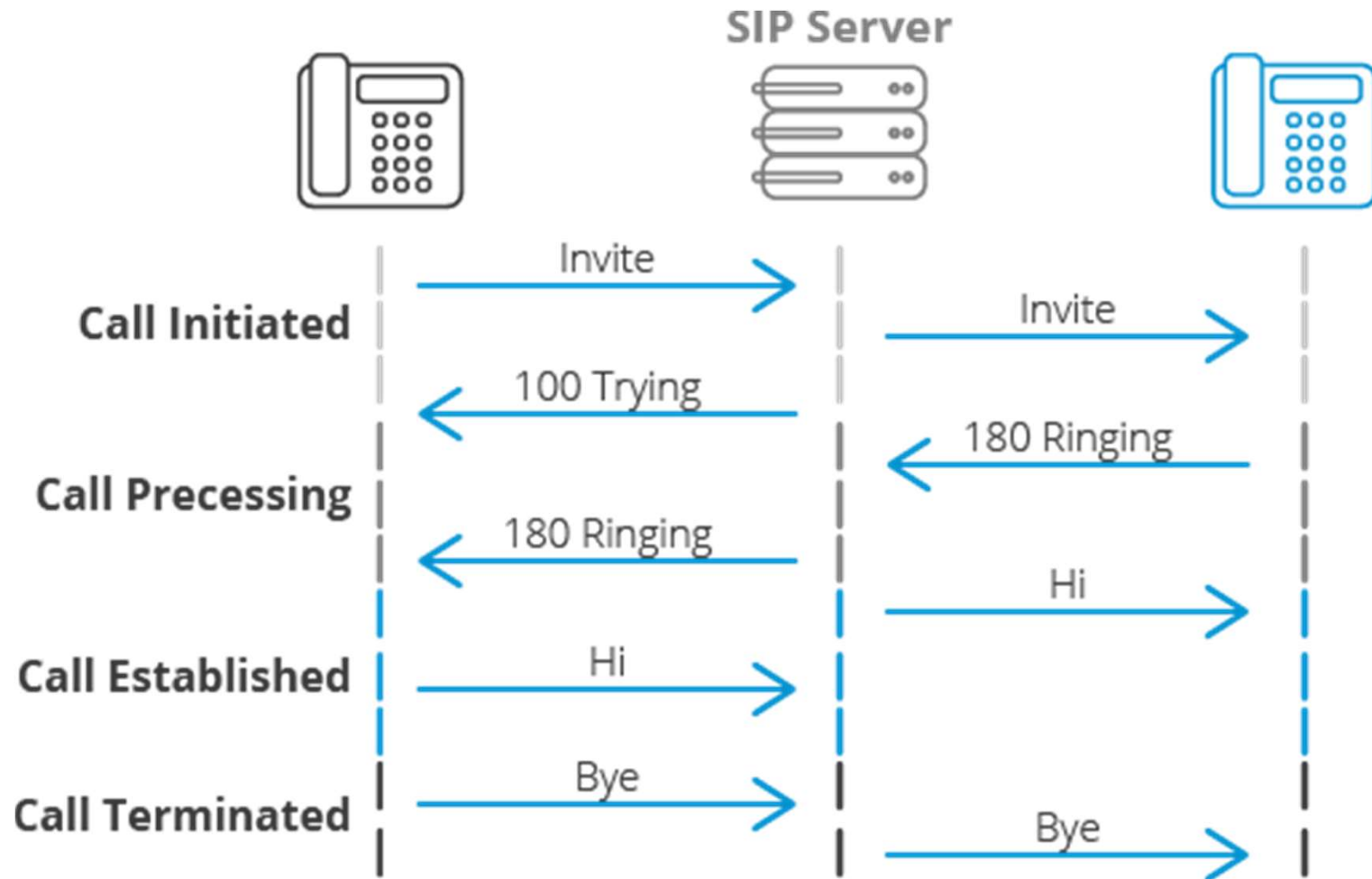
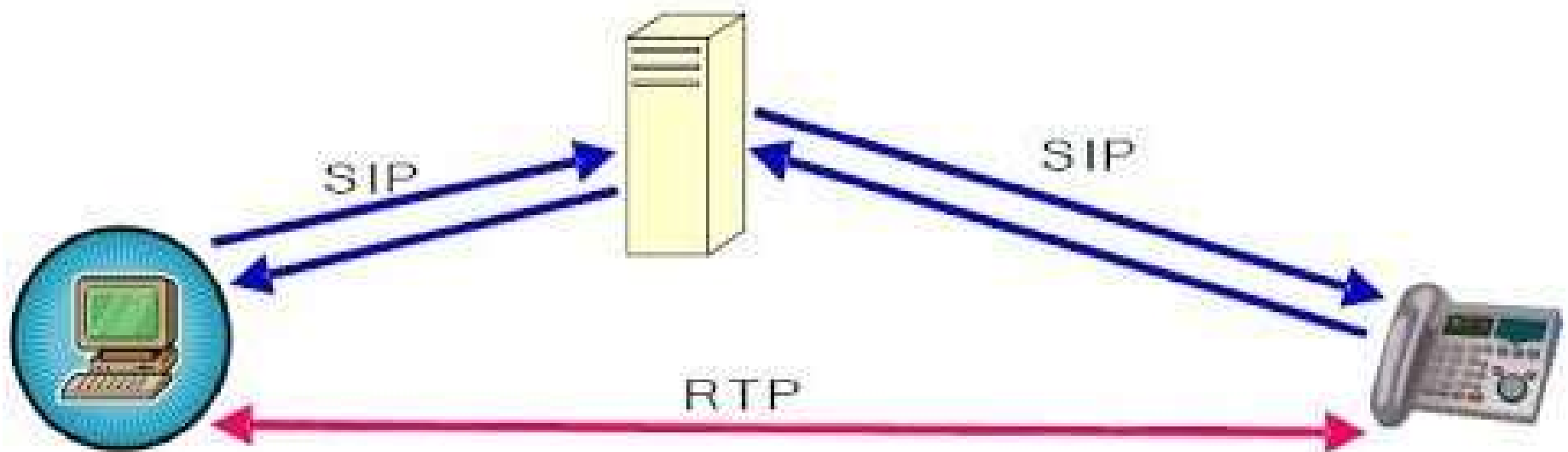


Figura 2. Estructura del paquete *Ethernet* partiendo de RTP.

Señalización SIP



Flujo de comunicación de VoIP



TCP y UDP



TCP Segment Header Format

Bit #	0	7	8	15	16	23	24	31
0	Source Port				Destination Port			
32	Sequence Number							
64	Acknowledgment Number							
96	Data Offset	Res	Flags		Window Size			
128	Header and Data Checksum				Urgent Pointer			
160...	Options							

UDP Datagram Header Format

Bit #	0	7	8	15	16	23	24	31
0	Source Port				Destination Port			
32	Length				Header and Data Checksum			

¿TCP o UDP?



- Cuándo tiene sentido uno u otro
 - FTP
 - DNS
 - SNMP
 - Voz sobre IP (H.323, SIP)
 - Multicast



Priority: “DiffServ” / “QoS”

- Servicios Diferenciados

Para proporcionar esta calidad de servicio, se clasifican los paquetes IP en diferentes clases en función de diferentes términos de QoS que tendrán especial relevancia para la conexión.

Ejemplo: paquetes utilizados en transmisiones por streaming de contenido multimedia, que requerirán un bajo ratio de pérdidas de paquetes y de latencias, y serán clasificados bajo la categoría EF (Expedited Forwarding).

Para IPv4: Se utiliza el viejo campo de TOS de 8 bits.

Para IPv6: Se utiliza un campo específico para ello denominado "Traffic Class" (Clase de tráfico) de 8 bits.
