



Capa de Transporte

- Definición
- Sockets
- UDP
- TCP
- Rendimiento



UNIVERSIDAD
NEBRIJA

Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Definición:**
 - Proporcionar un servicio eficiente y fiable a los procesos de la capa de aplicación, utilizando los servicios de la capa de red
 - La entidad de transporte es el hardware o el software que gestiona la capa y se encuentra en el kernel del sistema operativo
 - Existen dos tipos de servicios de transporte:
 - Orientados a la conexión: establecimiento, transferencia y liberación
 - No orientados a la conexión
 - Las diferencias entre red y transporte es que la red se ejecuta en los enrutadores y la de transporte en los nodos
 - El objetivo de la capa de transporte es aislar a las capas superiores de las imperfecciones de la capa de red y la infraestructura de capas inferiores, es decir, ofrecer un servicio fiable en una red no fiable



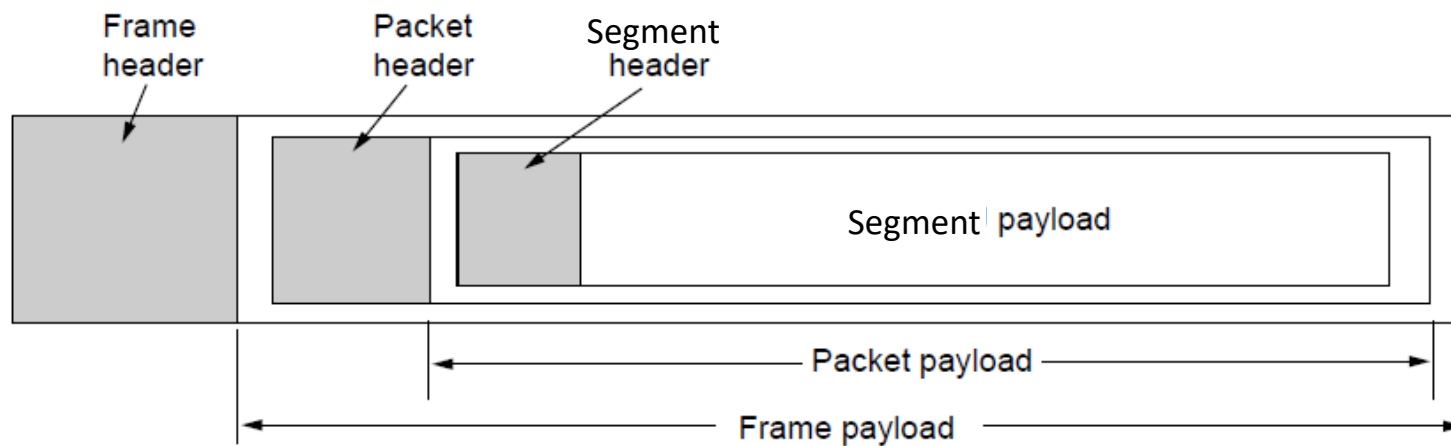
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Definición:**
 - Primitivas de un servicio de transporte sencillo:
 - Listen: se bloquea hasta que algún proceso intenta la conexión
 - Connect: intenta establecer una conexión
 - Send: envía los datos
 - Receive: se bloquea hasta que llega un paquete con datos
 - Disconnect: se libera la conexión
 - Los mensajes de la capa de transporte se encapsulan en la carga útil de los paquetes de la capa de red
 - Los usuarios de la capa de transporte no se preocupan de retransmisiones o timeouts, ya que la conexión es un conducto de bits fiable que oculta todas las capas inferiores



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- Definición:



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Sockets:**
 - Definiciones en servidor:
 - Socket: punto de comunicación con un espacio en las tablas de la entidad de transporte
 - Define el protocolo de transporte a utilizar
 - Se abre como un fichero común
 - Bind: asigna la dirección de red al socket creado. Por defecto el socket no tiene una dirección de red asociada
 - Listen: genera una cola que almacena las llamadas de los clientes (no bloqueante)
 - Accept: bloque el nodo en espera de una conexión entrante. Cuando llega una petición se crea un socket con las mismas propiedades. Esto permite ramificar el proceso y atender la conexión en el nuevo socket y esperar otra conexión en el viejo



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Sockets:**
 - Definiciones en cliente:
 - Socket: igual que el servidor pero sin importar la dirección de red utilizada, ya que no le importa al servidor
 - Connect: bloquea al cliente y comienza el proceso orientado a la conexión
 - Send y receive: se utiliza tanto en cliente como en servidor para una conexión full dúplex
 - Close: como la conexión es simétrica, ambos nodos (cliente y servidor) deben ejecutarla para liberar la conexión



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Sockets:**
 - Direccionamiento:
 - Puertos: puntos de los terminales en los que la conexión se encuentra a la escucha de peticiones. El nombre genérico es TSAP (punto de acceso al servicio de transporte)
 - NSAP (punto de acceso al servicio de red): análogos a los puertos, en el caso del protocolo IP, se trata de la dirección IP
 - Para asignar un TSAP, si se desconoce, se puede utilizar un proxy que tiene un servidor de procesos especial que recibe el nombre de servidor de nombres o servidor directorio
 - El usuario envía un mensaje con el nombre del servicio
 - El servidor devuelve la dirección TSAP
 - Libera la conexión con el servidor y se conecta con el servicio deseado



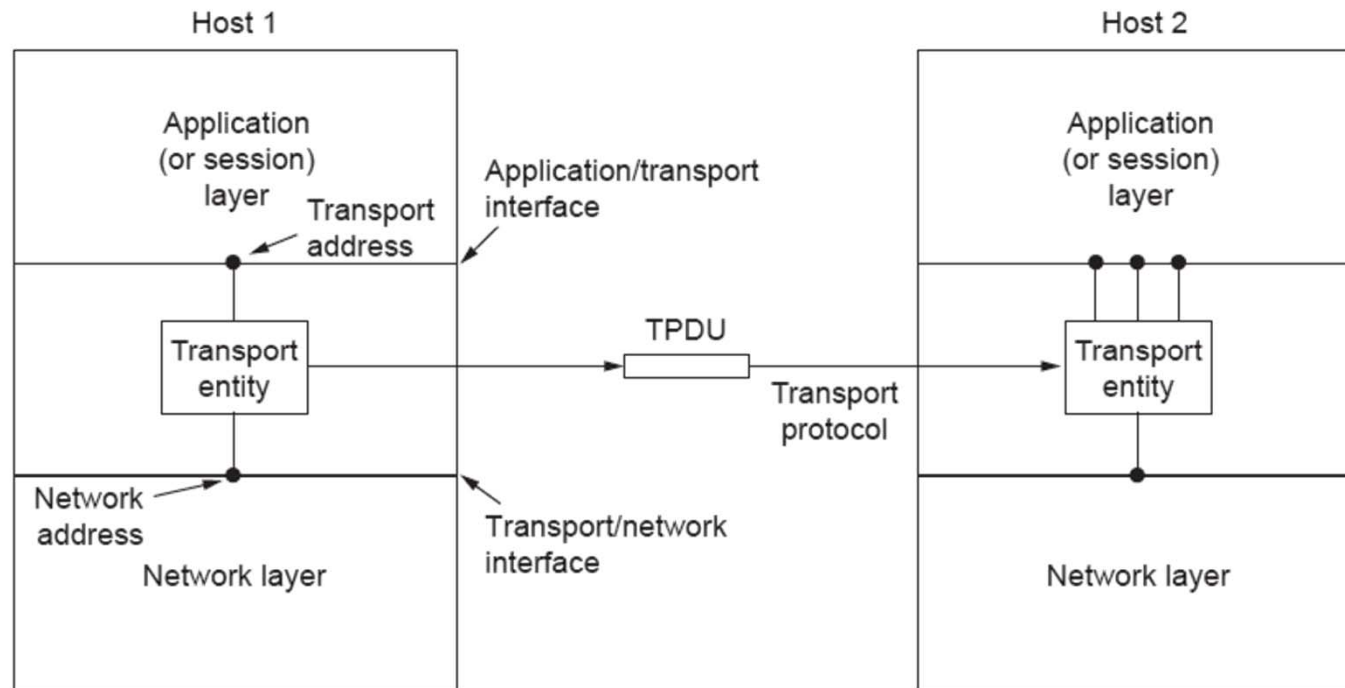
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Sockets:**
 - Multiplexación:
 - Hacia arriba: llega un mensaje y se debe asignar una conexión de red, a compartir entre varias conexiones de transporte
 - Hacia abajo: cuando se utilizan múltiples conexiones de red para una única conexión de transporte con el fin de incrementar el ancho de banda



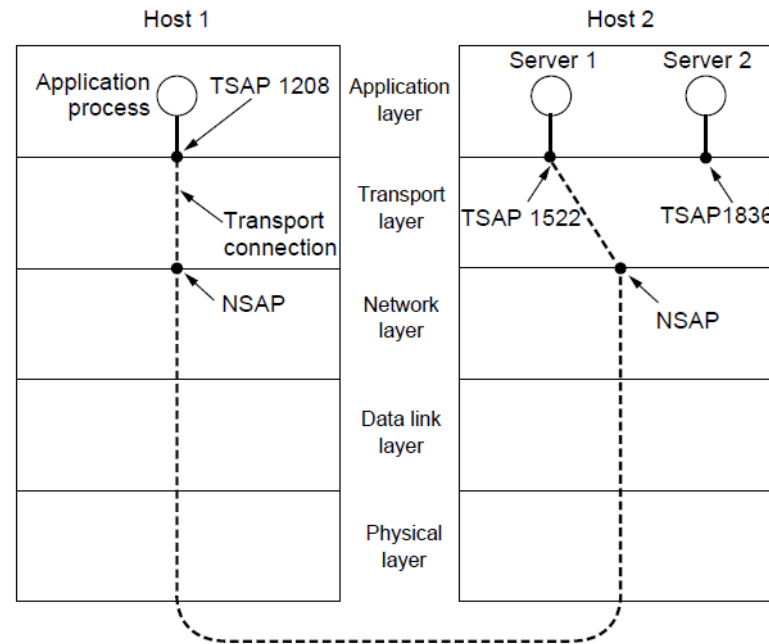
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- Sockets:



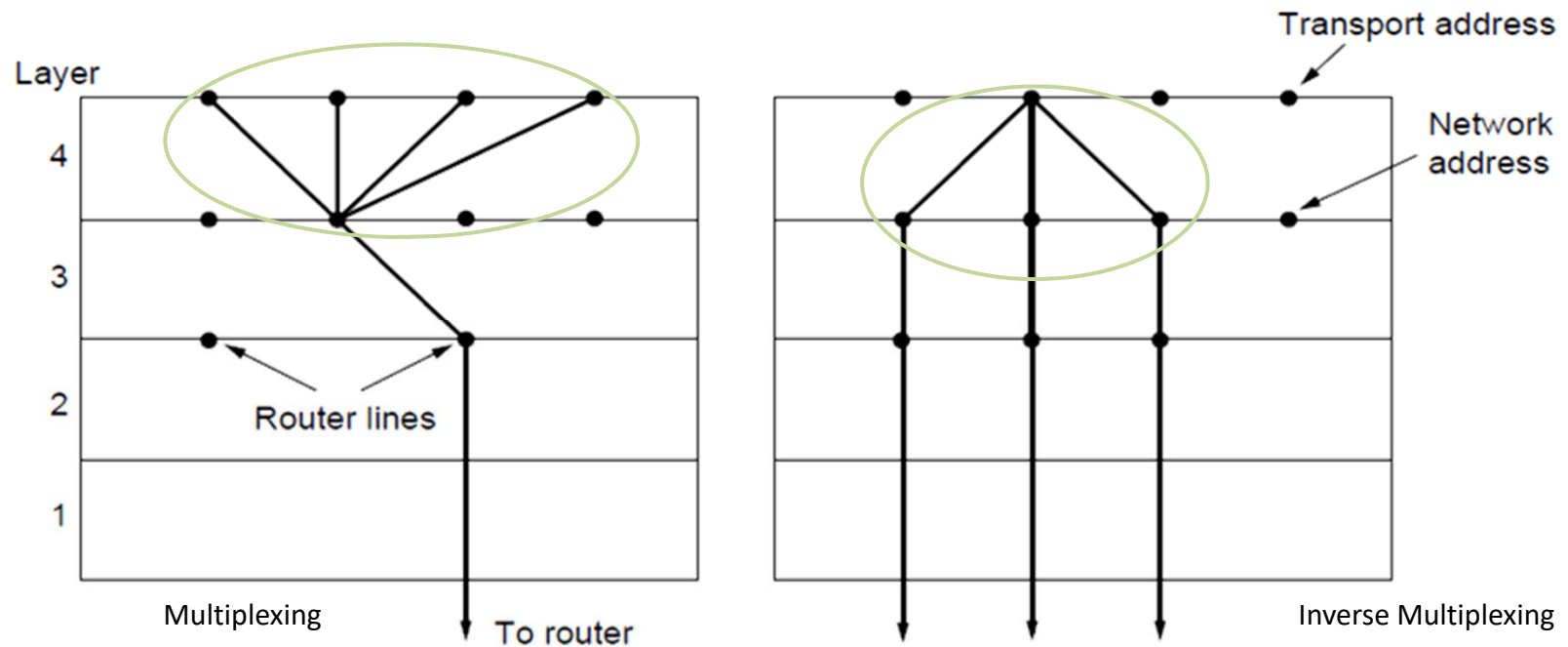
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- Sockets:



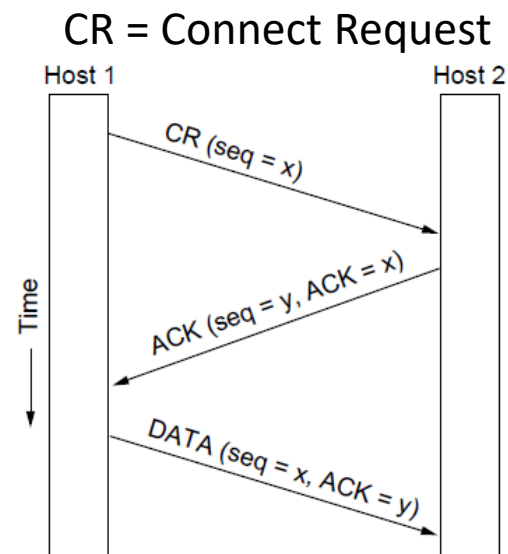
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- Sockets:



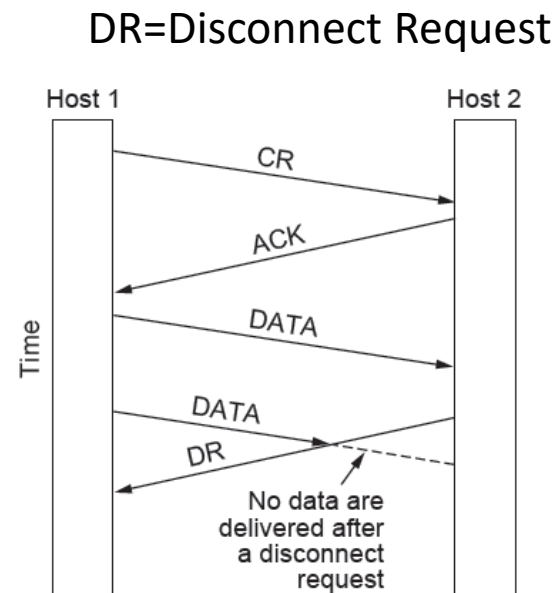
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Sockets:**
 - Establecimiento de conexión:



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Sockets:**
 - Liberar conexión:



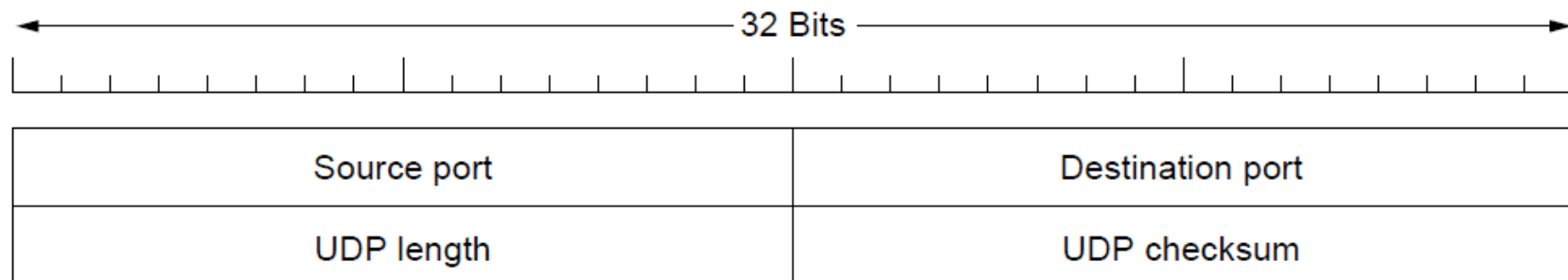
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **UDP (protocolo de datagramas de usuario):**
 - Protocolo no orientado a la conexión basado en datagramas
 - Permite que se envíen datagramas IP sin tener que establecer conexión
 - Los mensajes que transmite se denominan segmentos y poseen un encabezado de 8 bytes
 - Puerto origen: para que el receptor sepa donde enviar la respuesta
 - Puerto destino: para indicar el TSAP que recibirá el mensaje
 - Longitud UDP
 - Suma de verificación UDP: aunque opcional, importante recordar que la capa de transporte debe ser capaz de gestionar bien los errores
 - Cuando llega un mensaje UDP su carga útil se entrega al proceso que está enlazado en el puerto destino



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- UDP (protocolo de datagramas de usuario):



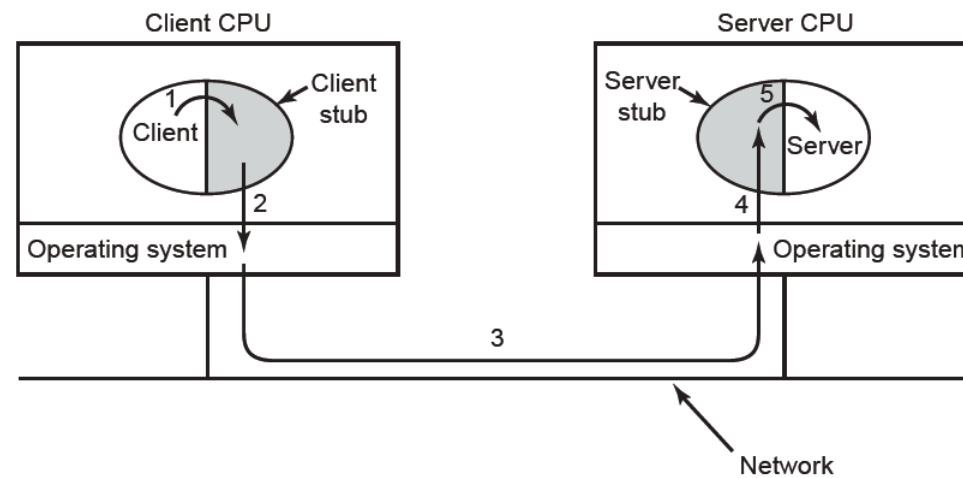
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **UDP (protocolo de datagramas de usuario):**
 - UDP no realiza control de flujo, ni corrección de errores o retransmisión con mensajes erróneos
 - Ampliamente utilizado en RPC (llamadas a procedimiento remoto), que se estudiarán con detalle en la asignatura de Sistemas Distribuidos
 - También se utiliza en protocolos de transporte en tiempo real RTP
 - Multiplexa en tiempo real los flujos y los codifica en mensajes RTP que coloca en un socket UDP
 - Los mensajes UDP se empaquetan en IP
 - Los paquetes IP se mapean en tramas Ethernet
 - RTP incluye marcas temporales para reorganizar los fragmentos, ya que se trata de un sistema real time
 - RTP permite indicar el inicio de la transmisión real time con el bit M
 - RTP puede incluir realimentación con RTCP (protocolo de control)



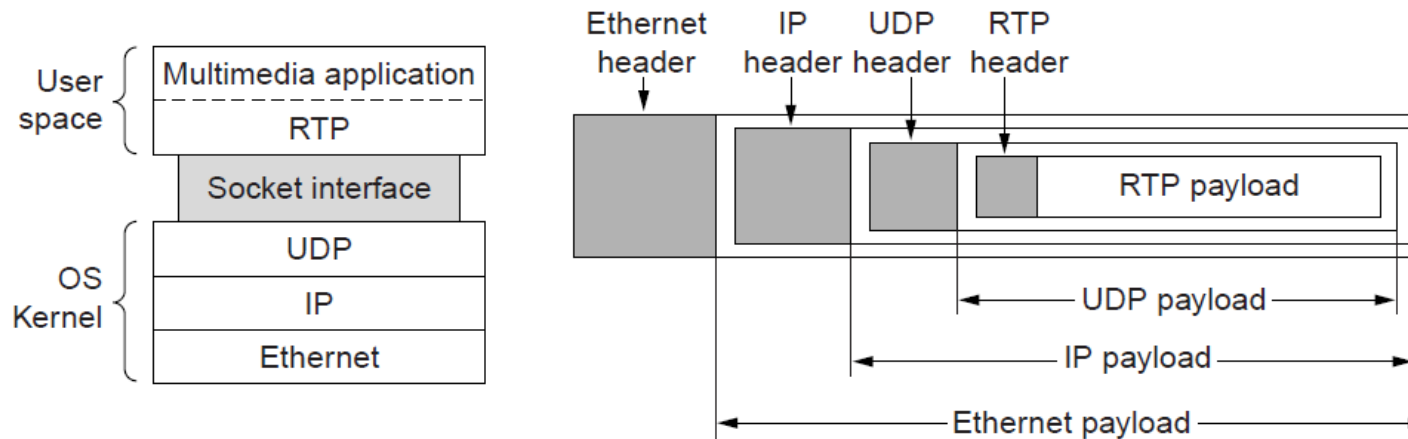
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- UDP (protocolo de datagramas de usuario):
 - RPC



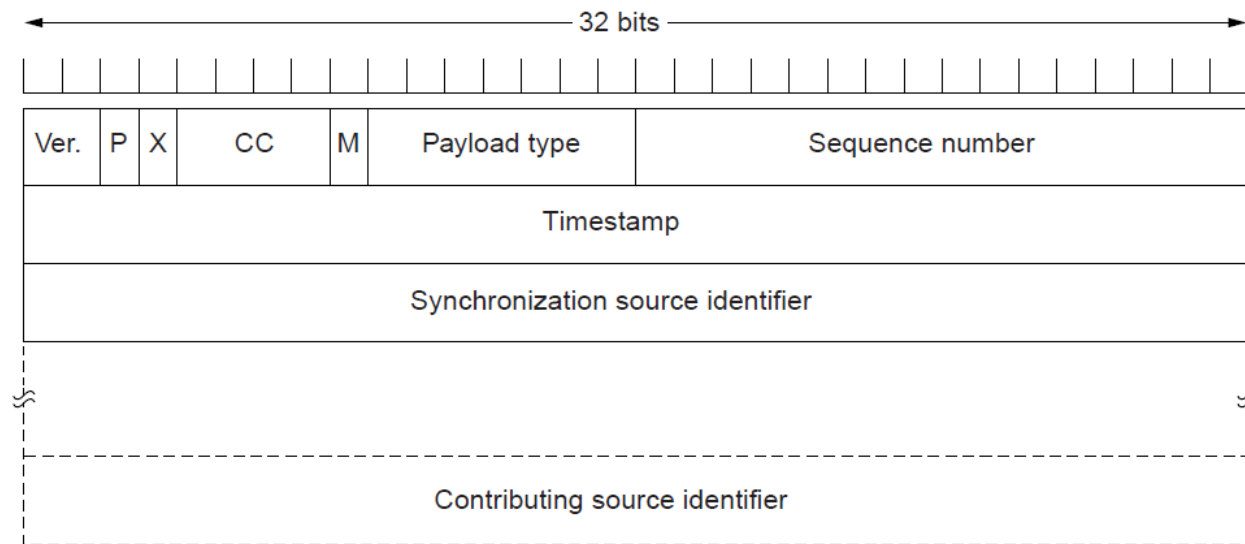
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- UDP (protocolo de datagramas de usuario):
 - RTP



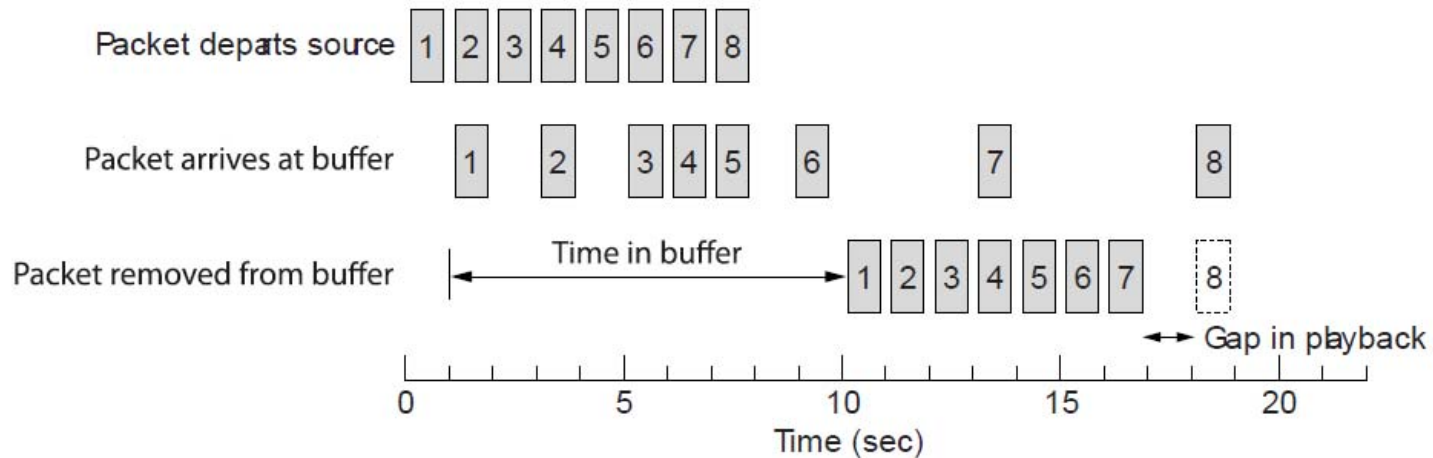
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- UDP (protocolo de datagramas de usuario):
 - RTP



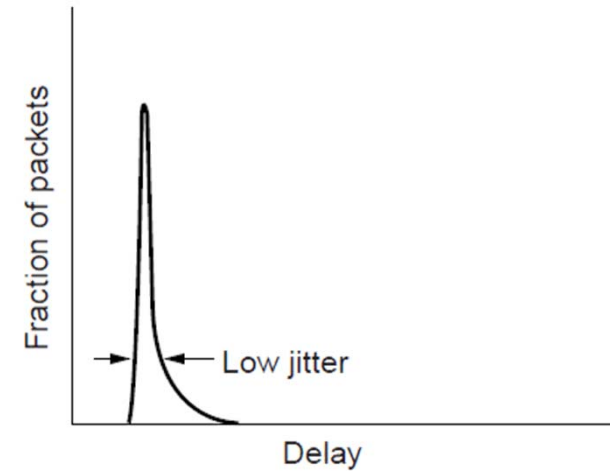
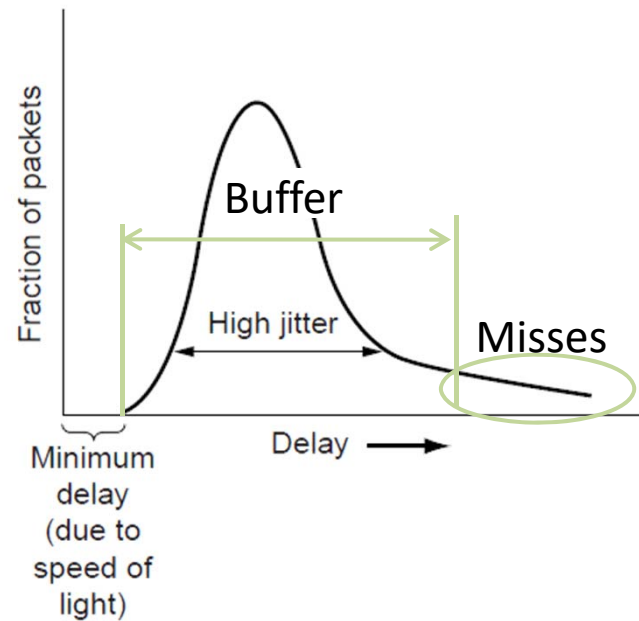
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- UDP (protocolo de datagramas de usuario):
 - RTP



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- UDP (protocolo de datagramas de usuario):
 - RTP



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **TCP (protocolo de control de transmisión):**
 - TCP proporciona un flujo de bytes fiables extremo a extremo sobre una red no fiable
 - TCP retransmite los datos si no llega confirmación
 - TCP reordena y reensambla los mensajes que llegan desordenados
 - TCP requiere establecer de manera explícita una conexión entre el socket del nodo emisor y el receptor
 - Todas las conexiones de TCP son full dúplex de punto a punto, no soporta multidifusión ni difusión
 - Aunque los mensajes se fragmentan, el usuario no puede saber el número de fragmentos, en principio es transparente
 - Los datos de los mensajes se pueden almacenar en un búfer o enviar inmediatamente con el comando PUSH



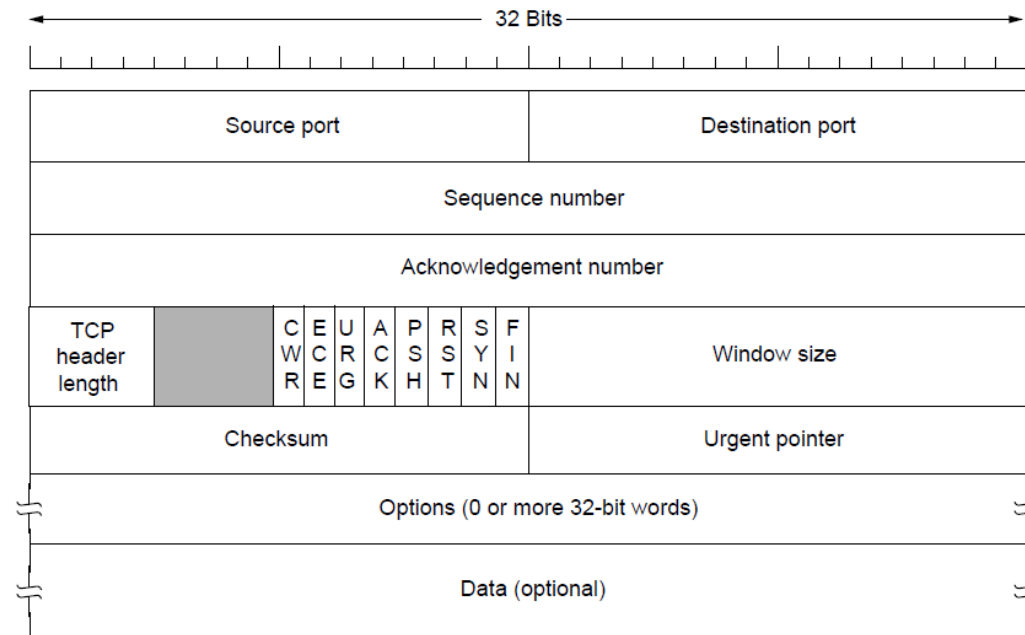
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **TCP (protocolo de control de transmisión):**
 - Un segmento TCP consiste en un encabezado fijo de 20 bytes seguido de los datos que se desean enviar
 - Puerto origen y puerto destino
 - Número de secuencia
 - Número de confirmación de recepción: siguiente mensaje esperado, no último mensaje recibido
 - Longitud encabezado
 - URG: desplazamiento del puntero para llegar a la posición de los datos urgentes
 - ACK: 0 si no es confirmación válida, 1 si es confirmación válida
 - PSH: los datos se transmiten de inmediato
 - RST: restablecer una conexión caída
 - SYN: para establecer conexión (DoS, ataque por inundación SYN)



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- TCP (protocolo de control de transmisión):



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **TCP (protocolo de control de transmisión):**
 - TCP puede acumular varios segmentos para transmitirlos juntos como propone el algoritmo de Nagle.
 - Hasta que no se recibe la primera confirmación de recepción, los siguientes envíos se almacenan en un búfer para transmitirse de forma conjunta y ahorrar ancho de banda y retardo
 - Un caso donde no sería recomendable es en aplicaciones con interfaz gráfica remota (síndrome de la ventana tonta)
 - Cada segmento debe poder integrarse en una unidad máxima de transferencia (MTU) que está marcada por el tamaño máximo de 1500 bytes
 - Una vez que se llena el búfer la ventana ya no está disponible y únicamente se aceptan mensajes que tengan el indicador de urgente activo



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **TCP (protocolo de control de transmisión):**
 - Existen otros algoritmos como el de Clark que controlan la ventana desde el receptor, que hasta que no dispone de espacio en el búfer suficientemente grande no se lo comunica al emisor con el fin de aumentar la eficiencia de cada transmisión TCP
 - Control de congestión:
 - Ley de conservación de los mensajes: no se inyecta un mensaje hasta que no salga otro
 - Se asume que la mayor parte de paquetes perdidos en la capa de red se debe a que el timeout expira por congestión
 - No puede ser por problemas de búfer ya que en TCP emisor y receptor pactan el tamaño de la ventana de transmisión
 - Para controlar la congestión se define una segunda ventana, denominada ventana de congestión



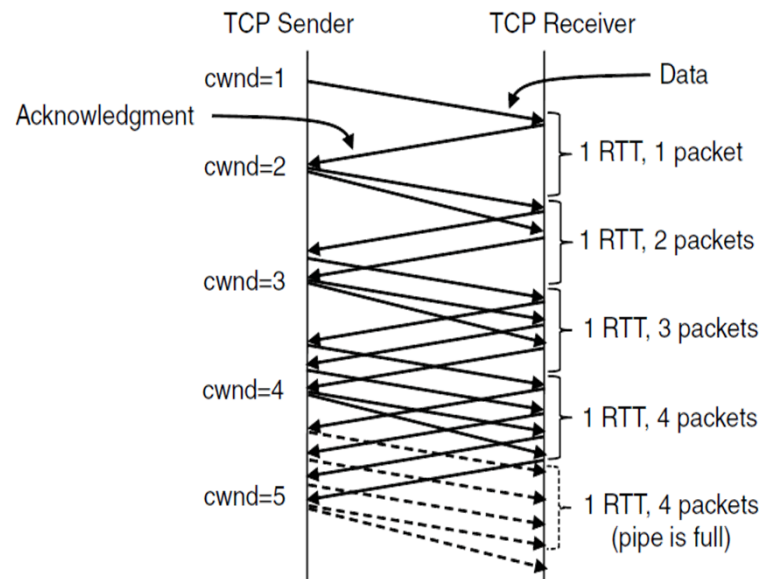
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **TCP (protocolo de control de transmisión):**
 - Algoritmo de arranque lento para cálculo del tamaño de la ventana de congestión:
 - Para definir el tamaño de la ventana de congestión, se va incrementando el tamaño de los mensajes hasta que empieza a expirar el timeout de los mismos
 - El máximo tamaño con el que no expire el timeout, será el tamaño de la ventana de congestión
 - El tamaño máximo de la ventana de congestión deberá ser siempre menor o igual que el tamaño de la ventana de recepción
 - Normalmente, se define un umbral (la mitad del tamaño máximo de la ventana anterior) para aumentar la longitud de los mensajes más lentamente



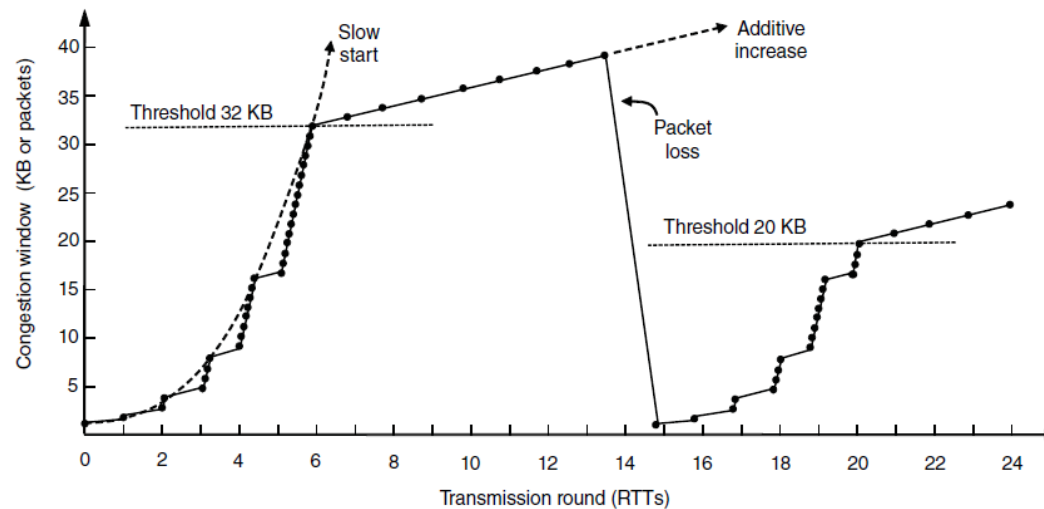
Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **TCP (protocolo de control de transmisión):**
 - Algoritmo de arranque lento para cálculo del tamaño de la ventana de congestión



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- TCP (protocolo de control de transmisión):
 - Algoritmo de arranque lento para cálculo del tamaño de la ventana de congestión



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **TCP (protocolo de control de transmisión):**
 - Temporizador de retransmisión: en la capa de transporte tiene la dificultad de tener una varianza y una media que pueden cambiar con el tiempo muy rápidamente
 - Se requiere una medida reciente del retardo que se promedia con la varianza media y un factor de amortiguamiento variable
 - Normalmente el factor de amortiguamiento es el que hace que el tiempo de retransmisión sea como mínimo cuatro veces el último retardo medido (sólo un 1% de los mensajes suelen llegar más tarde)
 - Algunos algoritmos como el de Karn, proponen no actualizar las medidas estadísticas con los parámetros de las retransmisiones a fin de asegurar que los temporizadores sean lo suficientemente grandes como para no necesitar retransmisiones



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **TCP (protocolo de control de transmisión):**
 - Temporizador de vida: cuando una conexión ha estado inactiva durante mucho tiempo, el temporizador expira si después de preguntar al otro lado de la conexión no se recibe respuesta



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Rendimiento:**
 - Problemas de rendimiento (definido como la relación BW y retardo)
 - Sobrecarga temporal de recursos que genera congestión
 - Desequilibrio en la arquitectura
 - Sobrecargas síncronas por desbordamiento de múltiples nodos al responder simultáneamente
 - Cuando hay un apagón, todos los equipos arrancan simultáneamente
 - Correcta configuración de búfers y temporizadores
 - Generará múltiples retransmisiones innecesarias



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Rendimiento:**
 - Medidas de rendimiento
 - Entender qué parámetros se miden y con qué fin
 - Asegurar que el tamaño de la muestra es lo bastante grande (más de un millón de medidas)
 - Asegurar muestras representativas (a diferentes horas y estaciones)
 - Prestar atención a la precisión de los relojes utilizados para las medidas
 - Tener en cuenta que los usos de caché no enmascaren las medidas reales
 - Precaución al extrapolar resultados en escenarios diferentes



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Rendimiento:**
 - Cuestiones a considerar para mejorar el rendimiento
 - La velocidad de la CPU es más importante que la velocidad de la red
 - Reducir el número de paquetes cortos reduce la sobrecarga
 - Es más importante reducir el retardo que aumentar el ancho de banda, se debe diseñar pensando en mejorar el retardo no el ancho de banda
 - Es preferible la prevención de la congestión que los algoritmos de control de la congestión



Introducción a las redes de ordenadores: Capa de Transporte

- **Rendimiento:**
 - TCP vs UDP
 - UDP tiene un mayor control sobre el momento en el que se envían los segmentos ya que no tiene control de congestión como TCP
 - UDP no requiere conexión preestablecida lo que reduce de manera significativa los retardos
 - UDP no necesita almacenar el estado ya que no existen conexiones persistentes
 - TCP tiene una mayor sobrecarga en las cabeceras que TCP

