

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Tema 6. Nivel de Transporte

Enrique Alba Torres



Lenguajes y Ciencias
de la Computación

Universidad de Málaga (UMA)

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Servicios del Nivel de Transporte

- La tarea del nivel de transporte es la de proveer de un transporte de datos confiable con un coste mínimo entre una máquina fuente y otra destino, independientemente de la red física.
- Utiliza el servicio de **paquetes extremo-a-extremo** que le proporciona la capa de red para proporcionar a la capa de sesión un servicio de transmisión de **mensajes extremo-a-extremo**.
- Este nivel no suele estar implementado en los nodos intermedios (o si lo está no se utiliza), de forma que las entidades que se comunican a nivel de transporte son estrictamente las de origen y destino de la información.
- Suele existir mucha diversidad de capas de transporte porque en la práctica es la capa más utilizada por las aplicaciones finales. Esto es así porque redes muy extendidas como por ejemplo Internet (y por tanto **TCP/IP**) presentan interfaces de usuario a nivel de transporte (como los *sockets*, sofisticados y muy funcionales).

Tema 6.

Nivel de Transporte

Índice

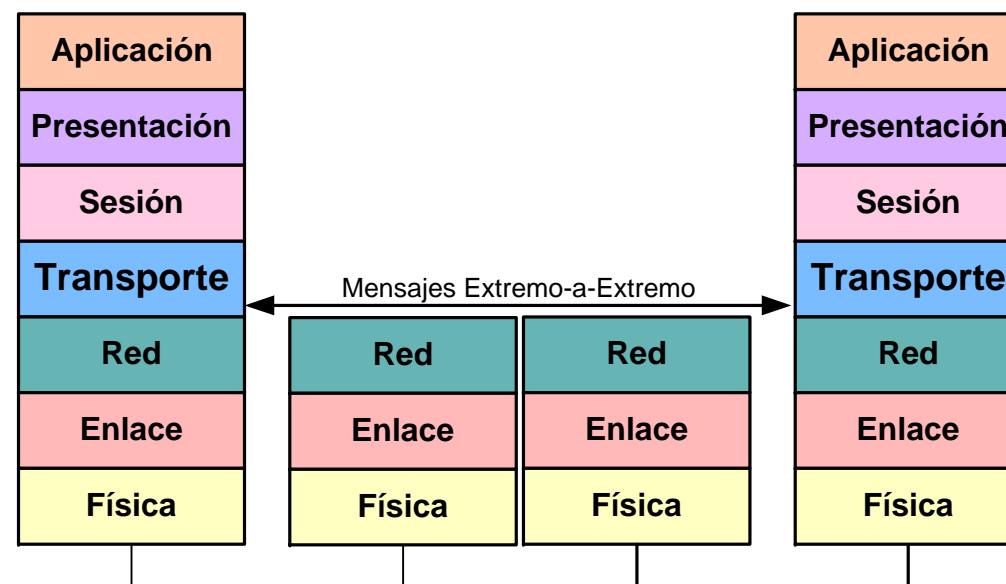
Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Servicios del Nivel de Transporte

- La nomenclatura OSI se utiliza mucho en el nivel de transporte. Asimismo, el servicio orientado a la conexión es típico a este nivel. Esto es así porque la experiencia en el campo de las comunicaciones a niveles 1, 2 y 3 existente cuando OSI apareció era muy considerable y estaba muy aceptada. No ocurrió lo mismo con el nivel de transporte, y esa es la razón de la influencia OSI a este nivel.



Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Recomendaciones ISO. X.214

- El estándar **ISO X.214** especifica el funcionamiento del nivel de transporte en el sistema OSI, es decir, especifica cómo son las primitivas para la interacción a nivel de transporte entre el host origen y el host destino.
- Existen dos **tipos de servicio** de transporte en X.214: **orientado a la conexión y sin conexión**.
- La especificación del servicio orientada a la conexión es bastante interesante porque es muy similar al protocolo TCP y permite dar un servicio real a los usuarios finales.
- Las primitivas de X.214 permiten a un usuario final o al nivel de sesión utilizar la red desde una posición de gran abstracción y flexibilidad.
- Asimismo, es muy importante el **manejo de la conexión**, sobre todo su apertura, y el estudio de todas las situaciones posibles cuando dichas acciones se llevan a cabo.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Servicios Prestados al Nivel de Sesión

- A nivel de transporte existe servicio orientado a la conexión y sin conexión . Las conexiones se manejan en **tres fases** (abrir, usar y cerrar) y el tipo de **control del flujo** es similar al de la capa de red.
- La razón de que exista una capa de transporte aún siendo tan parecida en sus funciones a la capa de red es que la capa de red pertenece (al menos en una WAN) a compañías privadas de comunicación, mientras que la capa de transporte reside en el **host del usuario**. Esto permite manipular apropiadamente cualquier servicio de red desde el equipo del usuario, y libera a las compañías de elaboradas capas de red que se pueden quedar obsoletas y ser caras de instalar y mantener.
- La capa de transporte permite la **recuperación tras un N-RESET** y puede dar el mismo servicio sobre redes notablemente distintas entre sí.
- Es muy importante porque es la capa intermedia entre el usuario del servicio de transporte y el proveedor del servicio de transporte.

Tema 6. Nivel de Transporte

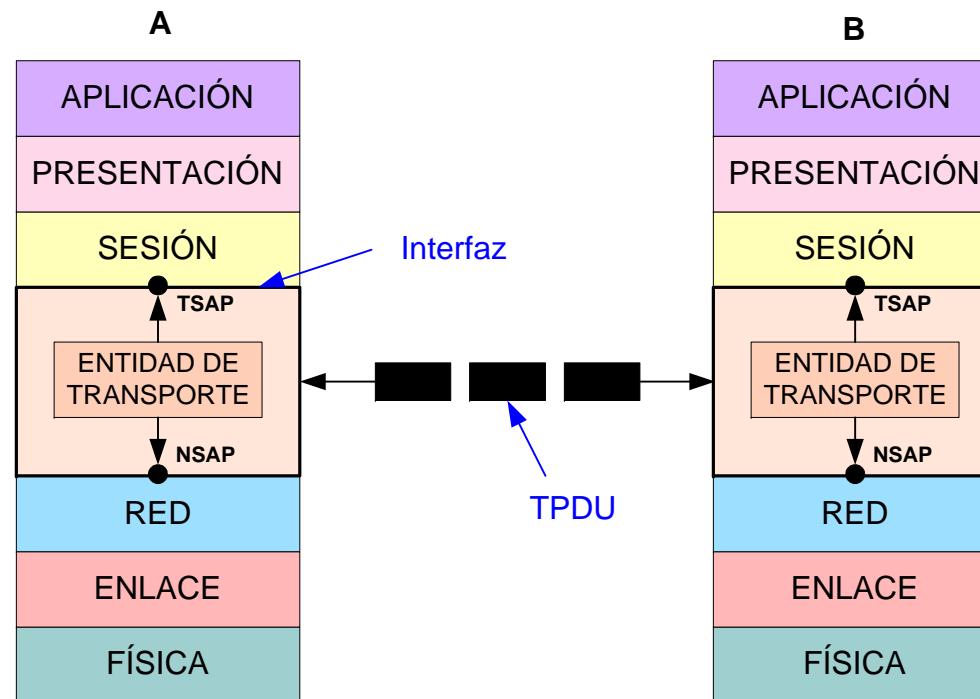
Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Servicios Prestados al Nivel de Sesión



- La **Entidad de Transporte** o *Peer Protocol Entity (PPE)* es el programa que ejecuta el protocolo.
- La **Interfaz** entre la capa de transporte y la de sesión se utiliza para abrir/usar/cerrar puntos de TSAPs. Un ejemplo de este tipo de interfaz son los *sockets*.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Calidad del Servicio de Transporte

- Una forma de concebir la capa de transporte es como un nivel de mejora para la **Calidad del Servicio** (*Quality of Service, QoS*) proporcionado por la capa de red.
- La QoS puede cuantificarse y parametrizarse. El servicio de transporte OSI permite a los usuarios establecer valores predefinidos, aceptables o inaceptables para dichos parámetros al establecer la **conexión**.
- También es posible para el **servicio sin conexión**.
- La capa de transporte inspecciona la QoS deseada por el usuario y determina si puede prestarlo según el nivel de red disponible sobre el que trabaja.
- **Negociación de opciones:**
El usuario especifica los valores *deseados y mínimos* al abrir la conexión. Su propia capa de transporte puede informarle de que no es posible en absoluto conectar o bien reduce las exigencias para que el destino pueda comunicarse. Los valores y parámetros no los especifica OSI. Si un valor mínimo no se puede satisfacer no se abre la conexión en absoluto.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Primitivas del Servicio de Transporte OSI

Hay dos tipos de primitivas según sea el servicio de transporte:
orientadas a la conexión y sin conexión.

- PRIMITIVAS ORIENTADAS A LA CONEXIÓN

T-CONNECT.request (TSAP_llamado, NSAP_llamante, EXPEDITIVOS, qos,
Datos_U)

T-CONNECT.indication (TSAP_llamado, NSAP_llamante, EXPEDITIVOS, qos,
Datos_U)

T-CONNECT.response (qos, TSAP_conectado_dest, EXPEDITIVOS, Datos_U)
T-CONNECT.confirm (qos, TSAP_conectado_dest, EXPEDITIVOS, Datos_U)

T-DISCONNECT.request (Datos_usuario)

T-DISCONNECT.indication (Razón_desconexión, Datos_usuario)

T-DATA.request (Datos_usuario)

T-DATA.indication (Datos_usuario)

T-EXPEDITED-DATA.request (Datos_usuario)

T-EXPEDITED-DATA.indication (Datos_usuario)

- PRIMITIVAS SIN CONEXIÓN

T-UNIT-DATA.request (TSAP_llamado, NSAP_llamante, qos, Datos_U)

T-UNIT-DATA.indication (TSAP_llamado, NSAP_llamante, qos, Datos_U)

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Primitivas del Servicio de Transporte OSI

- Pese a las similitudes con el servicio de red existen diferencias importantes:
 - El nivel de red modela redes reales y produce N-RESETs espontáneos, manipulando confirmaciones para evitar posibles pérdidas de datos. En cambio para el usuario de transporte el servicio está **libre de errores**, ya que el nivel de transporte recupera conexiones caídas y otros errores, ocultándolos a los usuarios.
 - Otra diferencia importante es que el nivel de red no está pensado en general para usuarios finales sino para procesos que forman parte del sistema operativo. Por tanto los servicios de red raramente los usa el usuario mientras que el servicio de transporte es bastante más usado y está más accesible al **usuario final**.

Tema 6.

Nivel de Transporte

Índice

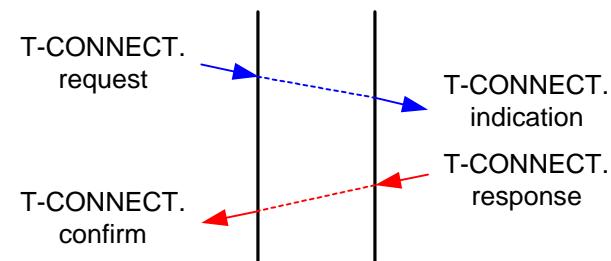
Servicios

Recomendaciones ISO

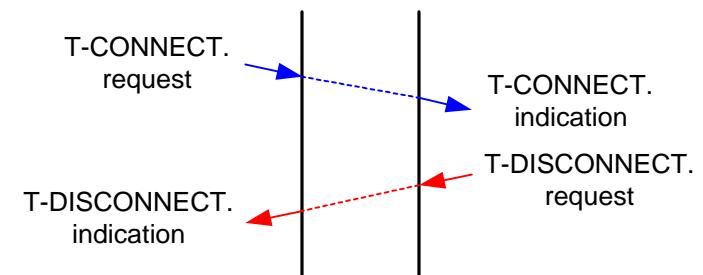
Protocolos e Industria

Escenarios Comunes

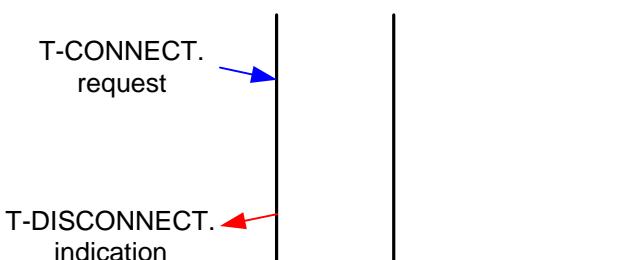
- Las secuencias válidas más comunes de las primitivas de transporte OSI son las siguientes:



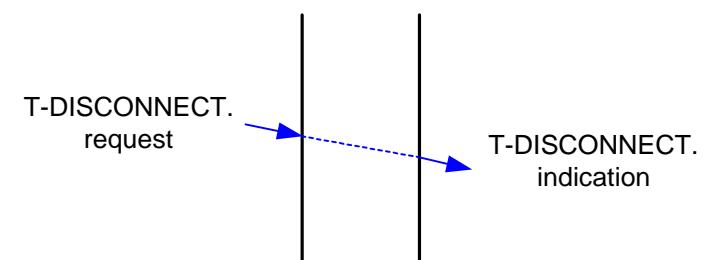
Establecer una conexión



El usuario llamado rehusa conectar



La capa de transporte rehusa conectar



Liberación normal de una conexión

Tema 6.

Nivel de Transporte

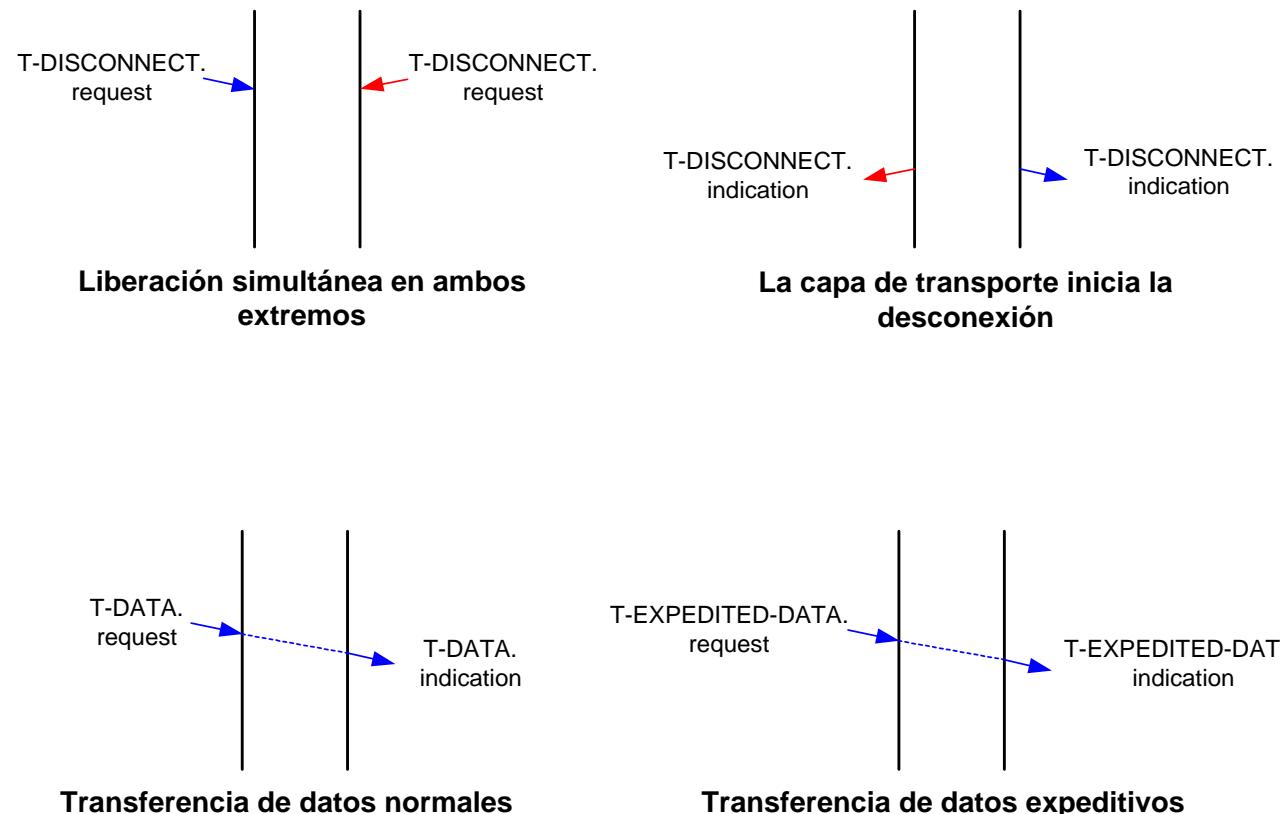
Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Escenarios Comunes



Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

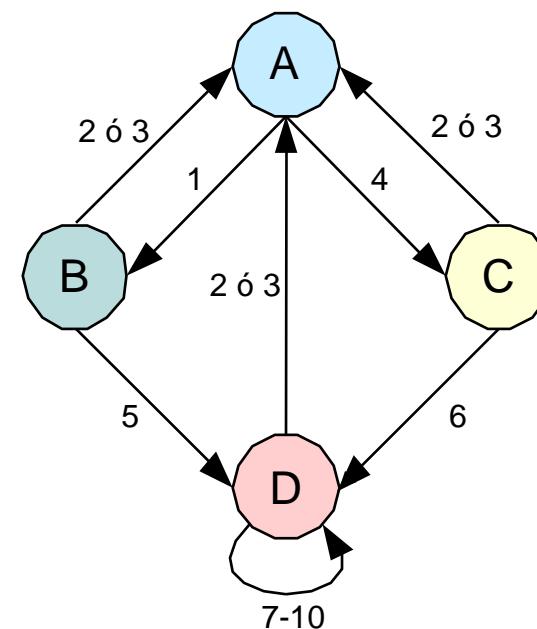
Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Máquina del Protocolo de Transporte

- Existen reglas estrictas respecto al orden en que las primitivas de transporte pueden usarse. Por ejemplo, no puede usarse la primitiva T-DISCONNECT.request si no existe una conexión establecida o en progreso de establecimiento.
- La máquina de estados X.214 especifica el funcionamiento del protocolo de forma única:



Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

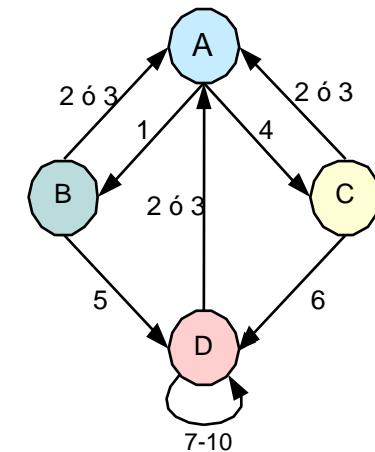
Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Máquina del Protocolo de Transporte

	ESTADO	SIGNIFICADO
A	Aislado	Ninguna conexión establecida ni en progreso
B	Pendiente de conex. al exterior	T-CREATE.request hecho y sin respuesta
C	Pendiente de conex. del exterior	T-CREATE.indication recibido y sin contestarlo aún
D	Conexión establecida	Se ha establecido una conexión válida



	SIGNIFICADO DE LA TRANSICIÓN
1	T-CREATE.request recibida desde el usuario del T-servicio
2	T-DISCONNECT.indication recibida desde el proveedor del T-servicio
3	T-DISCONNECT.request recibida desde el usuario del T-servicio
4	T-CREATE.indication recibida desde el proveedor del T-servicio
5	T-CREATE.confirm recibida desde el proveedor del T-servicio
6	T-CREATE.response recibida desde el usuario del T-servicio
7	T-DATA.request recibida desde el usuario del T-servicio
8	T-DATA.indication recibida desde el proveedor del T-servicio
9	T-EXPEDITED-DATA.request recibida desde el usuario del T-servicio
10	T-EXPEDITED-DATA.indication recibida desde el proveedor del T-servicio

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

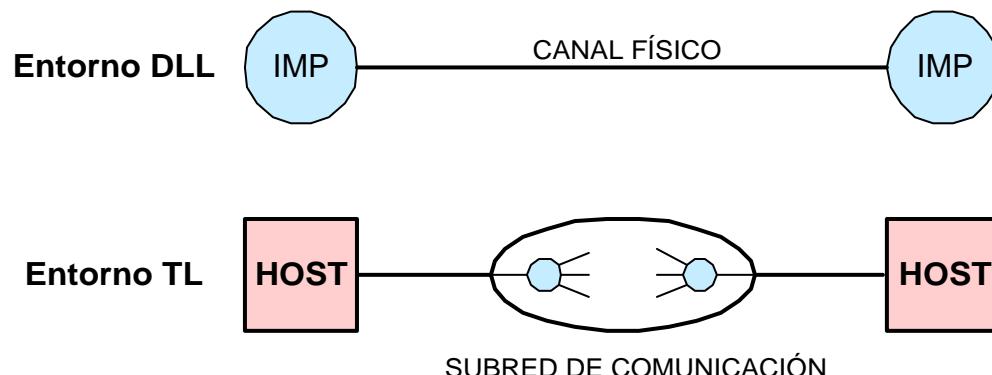
Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Protocolos de Transporte

- El servicio de transporte lo implementa un protocolo de transporte ejecutado por dos entidades de transporte cooperantes.
- El protocolo de transporte tiene **funciones similares al de enlace de datos**: ambos realizan **control de errores, secuenciamiento y control del flujo**.
- Por otro lado existen diferencias importantes entre la capa de transporte (TL) y la de enlace (DLL), debido a que en la capa de enlace la comunicación es sobre un canal físico mientras que en la de transporte se utiliza la subred.



Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Protocolos de Transporte

- Diferencias:

CAPA DE ENLACE LÓGICO (NIVEL 2)	CAPA DE TRANSPORTE (NIVEL 4)
No es necesario direccionar al destino	Se necesita direccionar explícitamente
Manipulación fácil de la conexión	Múltiples consideraciones en conexiones
Aparición-desaparición controlada de paquetes	La subred almacena paquetes inoportunos
Preasigna buffers por conexión y CdF	Demasiadas conexiones dinámicas: no preasignar recursos
Diseño orientado a la eficiencia	Más importante el servicio de red utilizado

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Tipos de Protocolos de Transporte

- Antes de clasificar los diferentes protocolos de transporte vamos a hacer una clasificación de los tipos de servicio a nivel de red:
 - **Tipo A** (LAN): Servicio sin errores y sin N-RESETs.
 - **Tipo B** (WAN): Entrega perfecta de paquetes pero pueden aparecer N-RESETs.
 - **Tipo C** (WAN radio): Servicio no confiable (pérdidas, duplicados) y N-RESETs.
- Hay 5 variantes OSI del protocolo de transporte que se denotan por TP[0..4]. El protocolo **TCP** está basado en **TP4**.

CLASE	TIPO DE RED	NOMBRE
0	A	Clase Simple
1	B	Clase de Recuperación de Errores Básicos
2	A	Clase de Multiplexado
3	B	Clase de Multiplexado y Recuperación de Errores
4	C	Clase de Mx. Detección y Recuperación de Errores

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Tipos de Protocolos de Transporte

- **CLASE 0:** Es la más simple. Establece una N-conexión por cada T-conexión pedida y asume que la N-conexión no comete errores. El T-protocolo no secuencia ni realiza control del flujo (confía en la capa de red para ello). Permite establecer y liberar conexiones.
- **CLASE 1:** Como la clase 0 pero se recupera de N-RESETs (resincronización entre T-entidades, para lo que se necesitan números de secuencia). No proporciona control de errores ni del flujo propios.
- **CLASE 2:** Igual que la clase 0 está diseñada para redes fiables (A). Se diferencia en que puede multiplexar dos o más T-conexiones sobre la misma N-conexión. Es útil cuando existen muchas T-conexiones abiertas con poco tráfico y el precio por N-conexión es alto (p.ej. Oficina de reservas de billetes de avión).
- **CLASE 3:** (1+2) Permite multiplexado y recuperación tras N-RESETs y realiza control del flujo.
- **CLASE 4:** Muy compleja. Permite transferencias correctas aunque aparezcan duplicados, pérdidas, corrupciones, N-RESETs y otros errores a nivel de red.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Establecimiento de la Conexión

- Abrir una conexión no es tarea simple. Pueden aparecer paquetes duplicados o retrasados que si no se manejan adecuadamente aparentan operaciones correctas (y, por ejemplo, hacer una extracción ficticia adicional de dinero).

SOLUCIÓN	DESVENTAJAS
No usar dos direcciones TSAP iguales. Cada vez que se necesite se genera de forma única (usando el tiempo, por ejemplo)	Es imposible así utilizar un modelo con servidor de procesos (superservidor)
Usar identificadores de conexión incrementados en secuencia. El sistema guarda pares (T-entidad, IdC-usado)	La historia de los IdC debe mantenerse indefinidamente. Si la máquina cae y olvida la historia hay inconsistencia
Imponer un tiempo de vida máximo: restringiendo la topología a una controlable, insertando el número de saltos en cada paquete o marcando cada paquete con el tiempo real	Difícil selección del tiempo de vida. Se suele elegir como un múltiplo pequeño del tiempo de vida real medio estimado de cada paquete

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Establecimiento de la Conexión

- Método **TOMLINSON**:
 - Utiliza **tiempos de vida** acotados para abrir conexiones de forma segura.
 - Cada host tiene un **reloj** (no importan las caídas pues sigue funcionando). No se necesita sincronización entre los hosts. Un reloj es un contador binario actualizado a intervalos regulares. El número de bits debe igualar o superar al tamaño de un número de secuencia.
 - Nunca existen dos TPDUs con el mismo número de secuencia a la vez. Al abrir una conexión se usan los **k bits menos significativos** del reloj como número inicial de secuencia. El periodo de repetición debe ser largo (32 bits) para que las TPDUs viejas desaparezcan antes de reutilizar el mismo número.
 - Las T-entidades pueden después **acordar el número inicial de secuencia** para sus TPDUs y controlar el flujo por ventana. Debe evitarse usar el mismo número de secuencia antes del tiempo de vida desde la última vez que usó. Otro problema es que las TPDUs de control también tienen número de secuencia y el problema es el mismo que con los datos...

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

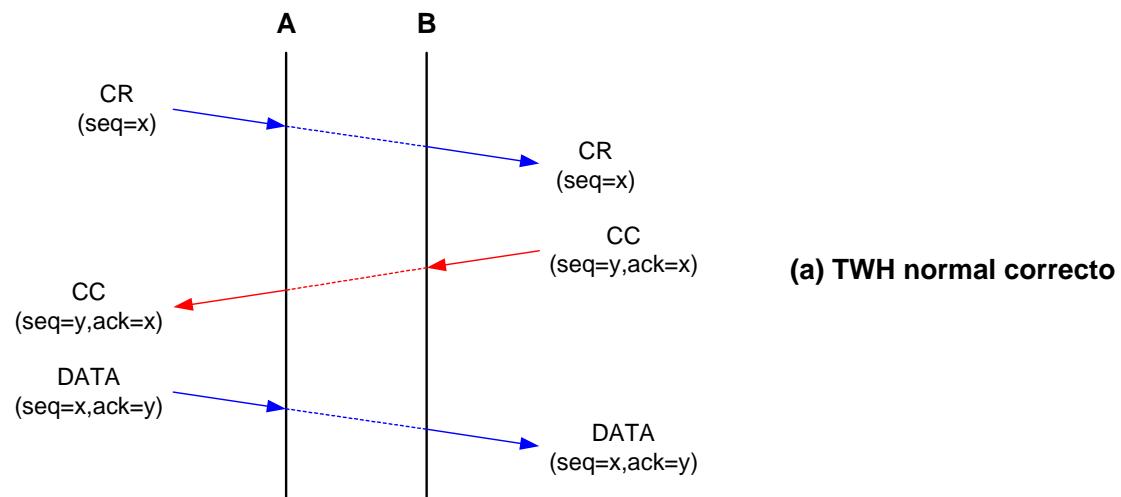
Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Establecimiento de la Conexión

- Protocolo **THREE WAY HANDSHAKE (TWH)**

- Es un protocolo a dos bandas (de ida y vuelta) que utiliza el método *Tomlinson*.
- Si una TPDU de control que lleva el número inicial de secuencia a usar en la conexión se retrasa y se envía una copia podría provocarse una apertura errónea de conexión con la entidad destino. TWH evita esos problemas.
- No se necesita que ambos extremos empiecen a enviar con el mismo número de secuencia, y por tanto puede usarse con mecanismos de sincronización no basados en un reloj global.



Tema 6.

Nivel de Transporte

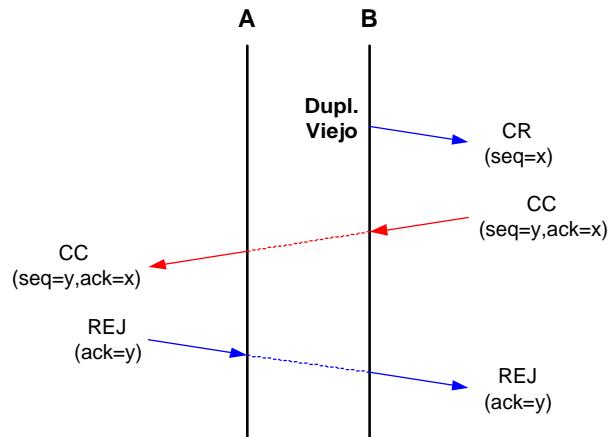
Índice

Servicios

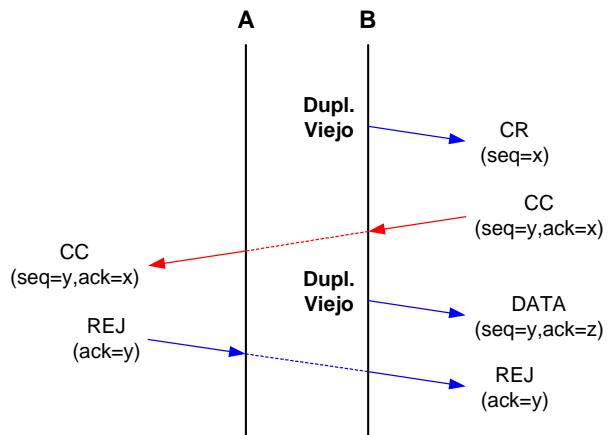
Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Establecimiento de la Conexión



(b) Cuando B intenta confirmar que A está abriendo una conexión se la niegan y se da cuenta del error



(c) Además de descubrir que A no desea conexión (reject) los datos son de otra conexión (pues ack='z' no 'y')

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Liberación de la Conexión

- Conocemos varias formas de liberar una conexión:
 - ✓ El usuario saca T-DISCONNECT.request y la capa de transporte saca la indicación apropiada en el otro extremo. Esta es la desconexión normal.
 - ✓ Los dos usuarios hacen T-DISCONNECT.request a la vez.
 - ✓ La capa de transporte saca T-DISCONNECT.indication en ambos extremos.
 - ✓ El usuario saca T-DISCONNECT.request y antes de que llegue la indicación desde el otro extremo la propia capa de transporte cierra la conexión.
- Todas estas desconexiones tienen en común que pueden provocar la pérdida de datos en tránsito (se denomina **cierre abrupto**). Véase un ejemplo en la siguiente transparencia.

Tema 6. Nivel de Transporte

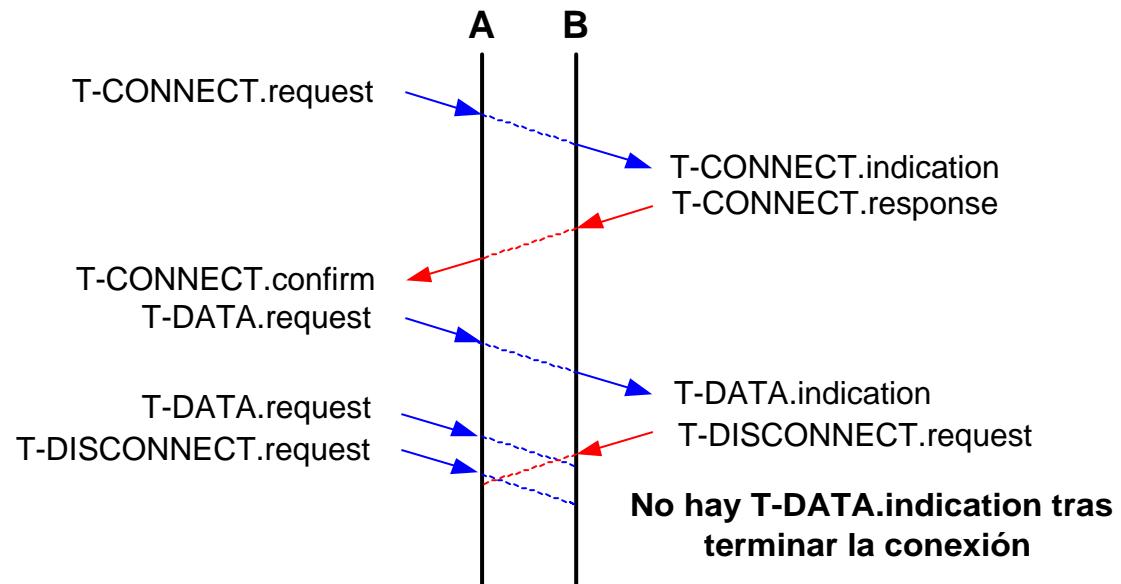
Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Liberación de la Conexión



- El protocolo de desconexión debe ser más elaborado. Una solución es que un extremo antes de desconectar se asegure de que el otro extremo recibió todos sus datos y de que dicho extremo remoto no tiene datos aún por enviar. Esto significa que el extremo local informa de que ha terminado y pregunta al remoto si ha terminado. Si es así, entonces pueden liberar la conexión.

Tema 6.

Nivel de Transporte

Índice

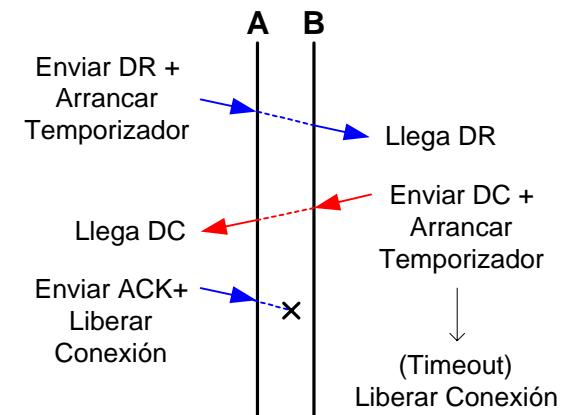
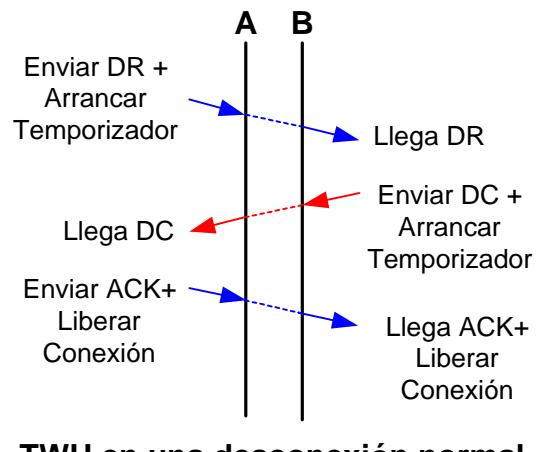
Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Liberación de la Conexión

- Se puede demostrar que en una red general una desconexión segura es imposible de conseguir. En la práctica esta situación no dura indefinidamente y en algún momento se está seguro de cerrar la conexión sin perder datos.
- **Desconexión usando THREE WAY HANDSHAKE (TWH):**
Es un mecanismo de desconexión muy usado ya que supone una mejora al mecanismo de desconexión OSI. Veamos 4 posibles escenarios de desconexión manejados correctamente:



Tema 6.

Nivel de Transporte

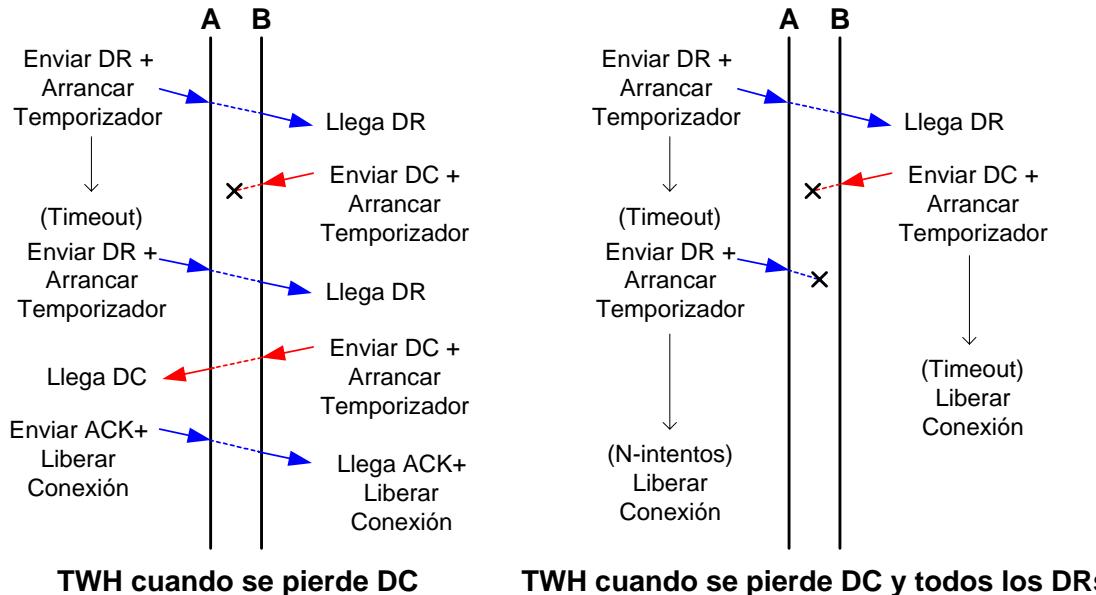
Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Liberación de la Conexión



- Liberar una conexión hace que la T-entidad borre la información sobre la conexión de su tabla de conexiones abiertas y se lo indique al T-usuario. Esto es bien distinto de un T-usuario que pide T-DISCONNECT.request.
- Se podría cerrar si no se reciben TPDUs tras un tiempo dado: el protocolo debe *mantener la línea activa* (paquetes fantasma) si pasa mucho tiempo entre envíos sucesivos de datos.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Multiplexado a Nivel de Transporte

- El multiplexado a nivel de transporte se lleva a cabo por dos razones: **ahorro de recursos y mejora de la eficiencia.**
- Si se utiliza un circuito virtual por cada conexión de transporte se consume mucho espacio en las tablas de los IMPs así como buffers de forma innecesaria y abusiva.
- Existen dos tipos de multiplexado a nivel de transporte:
 - **MULTIPLEXADO UP**
 - Múltiples T-conexiones comparten una única N-conexión.
 - Cuando se paga por tiempo de conexión lo mejor es agrupar por destinos las conexiones de transporte y multiplexarlas sobre una única N-conexión.
 - **MULTIPLEXADO DOWN**
 - Usado cuando un T-usuario necesita un gran ancho de banda.
 - El número de CVs máximo por conexión está limitado: si transmite siempre, puede ser imposible satisfacer la velocidad requerida.

Tema 6. Nivel de Transporte

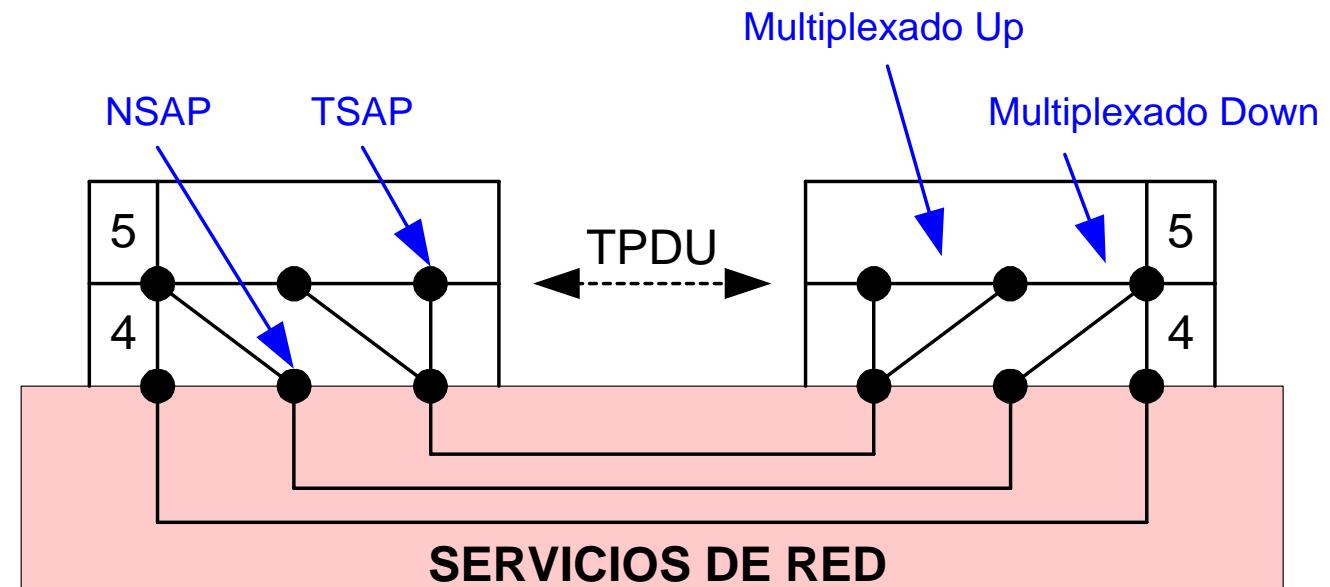
Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Multiplexado a Nivel de Transporte



Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Recuperación tras una Caída

- Si los hosts pueden caer (red no fiable) entonces las entidades de transporte deben cooperar para retomar la comunicación a partir de la última TPDU recibida correctamente en el destino.
- Según el protocolo usado pueden existir problemas para la recuperación:
 - Si la T-entidad receptora entrega cada TPDU recibida correctamente y después confirma al emisor puede ocurrir que si cae entre la entrega y la confirmación podría entregar un duplicado al T-usuario. Esto se debe a que el emisor repetirá la TPDU porque no se le confirmó.
 - Si la T-entidad receptora primero confirma cada TPDU recibida correctamente y después la entrega al T-usuario puede ocurrir que si cae entre confirmación y entrega el T-usuario no recibirá dicha TPDU. Esto ocurre porque el emisor cree que la TPDU se entregó correctamente y reanudará el envío con la siguiente TPDU de la secuencia.
- Por lo tanto, a pesar de que los protocolos son muy sofisticados, siempre existen situaciones en las que es la capa superior la que debe corregir alguno de sus errores, aunque, a medida que subimos de nivel, esto ocurre con menos frecuencia.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Protocolos de la Industria

- Los protocolos X.214 tienen una especificación cercana a la de protocolos reales como TCP y UDP. Sin embargo existen más protocolos distintos de estos mencionados:
 - ✓ **TP4**: es muy similar a TCP. La razón es que ambos suponen que la red subyacente es de clase C.
 - ✓ **TOP y MAP**: al igual que el nivel de red de TOP y MAP tiene un funcionamiento similar al de IP, el nivel de transporte es muy similar a TCP.
- Por tanto, la importancia de conocer TCP y UDP es doble, no sólo por ser los protocolos de transporte más utilizados en la actualidad, sino porque muchos otros, tanto formales como reales, tienen un funcionamiento similar.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Transmission Control Protocol (TCP)

- Originalmente usado por **ARPANET**. En sus inicios ARPANET usaba un servicio de red por C.V. perfecto y sobre él se utilizaba el *Network Control Protocol (NCP)*. Con el tiempo, al irse añadiendo redes a esta red básica, los mensajes tenían que viajar por LANs, canales de radio, satélite, etc... y la fiabilidad extremo-a-extremo de NCP se demostró insuficiente.
- Gradualmente se hicieron cambios que dieron lugar a **TCP** (*Transmission Control Protocol*), diseñado para tolerar redes no fiables (**tipo C**, en terminología OSI).
- En todas las implementaciones actuales TCP funciona sobre el protocolo de red **IP** (TCP/IP), pero nada impide que TCP funcione sobre otro nivel de red similar.
- Una entidad de transporte en TCP acepta mensajes arbitrariamente largos de los procesos de usuario, los fragmenta en trozos de no más de 64 Kbytes y envía cada trozo como un *datagrama IP* separado.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Transmission Control Protocol (TCP)

- Ya que la capa de red ofrece un servicio **no confiable**, TCP es responsable de hacer *timeouts* y de las retransmisiones necesarias. Además debe encargarse de reensamblar el mensaje en el host destino. TCP ofrece un servicio **orientado a la conexión**.
- En TCP los **TSAPs** se denominan comúnmente **puertos**.
- Las **TPDUs** se llaman **segmentos** y cada uno está formado por una serie de octetos (no se habla de bytes).
- Cada segmento posee su número de secuencia privado. El espacio de números de secuencia es de 32 bits, para asegurar que al reutilizar un número los viejos duplicados estén muertos. TCP trata explícitamente los duplicados viejos que puedan aparecer al abrir una conexión usando **Three Way Handshake** (TWH).
- Sólo existe **un formato de segmento** en TCP (a diferencia de TP4). Su longitud mínima es de 20 octetos. TCP tiene una interfaz de servicio bien definida.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Transmission Control Protocol (TCP)



- **PUERTOS ORIGEN Y DESTINO:** TSAPs que identifican los extremos de la conexión.
- **NÚMERO DE SECUENCIA Y CONFIRMACIÓN DE PIGGYBACK:** Cada octeto se numera individualmente.
- **LONGITUD DE CABECERA TCP:** N° de palabras de 32 bits de la cabecera. Necesario porque el campo de OPCIONES es de longitud variable.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Transmission Control Protocol (TCP)

- **FLAGS DE 1 BIT:**

- ✓ **URG:** vale 1 si PUNTERO URGENTE está en uso, indicando el desplazamiento respecto al nº de secuencia indicado donde encontrar datos urgentes. Es la alternativa a usar mensajes de interrupción separados.
- ✓ **SYN y ACK:** para establecer conexiones: SYN identifica CR y CC mientras que ACK los distingue. CR[SYN=1,ACK=0] y CC[SYN=1,ACK=1].
- ✓ **FIN:** para cerrar una conexión. Indica que el emisor no tiene más datos.
- ✓ **RST:** tras cerrar la conexión un proceso podría seguir recibiendo datos indefinidamente. RST resetea una conexión confusa.
- ✓ **EOM:** Indica el final de mensaje (End Of Message).
- ✓ **PUSH:** Evita que los datos se queden en buffers y no se envíen.

- **VENTANA:** Para control del flujo. 16 bits que indican cuántos octetos más a partir del último confirmado pueden enviarse (no cuantas TPDUs).

- **CHECKSUM:** Comp-1 de la suma de todos los datos, en bloques de 16 bits.

- **OPCIONES:** Para comunicar tamaños de buffer durante la apertura de la conexión, etc...

Tema 6.

Nivel de Transporte

Índice

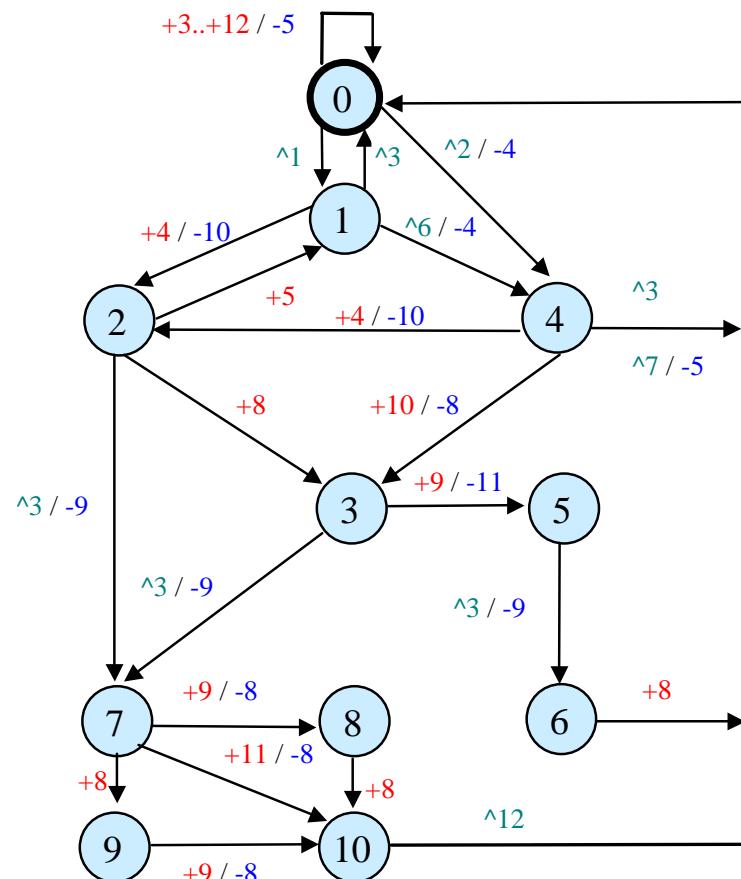
Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Transmission Control Protocol (TCP)

- En TCP la misma máquina de estados está ejecutándose en los extremos comunicantes:



- + mensajes de entrada
- - mensajes de salida
- ^ eventos (p.e. usuario)

1. `passive_open`
2. `active_open`
3. `close`
4. `syn`
5. `reset`
6. `send`
7. `time-out`
8. `ack`
9. `fin`
10. `syn+ack`
11. `fin+ack`
12. `wait`

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

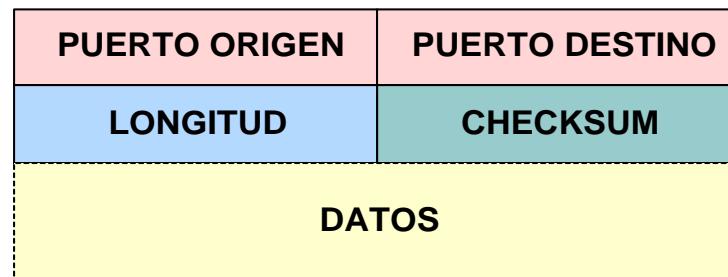
Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

User Datagram Protocol (UDP)

- Se trata de un protocolo de transporte **sin conexión**. Funciona como una interfaz de acceso a IP para el usuario.
- El formato de TPDU en UDP es el siguiente:



- La cabecera tiene una longitud fija de 64 bits, y está compuesta por los siguientes campos:
 - **PUERTOS ORIGEN Y DESTINO**: TSAPs que identifican los extremos de la conexión. Se utilizan para multiplexar datagramas entre los procesos que esperan recibirlos. El puerto origen es opcional.
 - **LONGITUD**: Nº total de octetos en el datagrama UDP, incluyendo la cabecera y los datos.
 - **CHECKSUM**: Es opcional y se rellena a ceros cuando no se quiere usar. Es la única alternativa para asegurar que los datos llegan correctos.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

User Datagram Protocol (UDP)

- Existen, como en TCP puertos asignados de forma permanente a ciertos protocolos de aplicación, como el puerto 69 usado para TFTP. También es posible la asignación dinámica de puertos a los procesos.
- Es posible usar la misma conexión de red para multiplexar múltiples flujos con origen/destino a varios puertos UDP distintos.
- El espacio de puertos de UDP y TCP son **disjuntos**, es decir, en cada protocolo cada número de puerto se utiliza para diferentes aplicaciones (potencialmente).

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Comparación entre TP4 y TCP

- Existen varias similitudes entre TP4 (OSI) y TCP:
 - Ambos aportan un servicio de transporte **orientado a la conexión** sobre una **red** que puede **perder, corromper y duplicar** paquetes (red de **tipo C**).
 - Ambos deben manejar la peor situación posible: la **subred** puede **almacenar una secuencia válida** de paquetes y **repetirla** en el futuro.
 - Ambos comparten conceptos como **abrir, usar y cerrar** una conexión y manejan situaciones de duplicados antiguos usando **TWH**.

Tema 6. Nivel de Transporte

Índice

Servicios

Recomendaciones ISO

Protocolos e Industria

Comparación entre TP4 y TCP

- Pero también existen varias diferencias:

CARACTERÍSTICA	TP4 (OSI)	TCP
Nº de tipos de TPDUs	9	1
Colisión de conexiones	Crea 2 conexiones FDX	Crea 1 conex. (falta P.D.)
Formato de direcciones	NO está definido	16 + 16 bits
Calidad del servicio	TWH al abrir la conexión	NO tiene. Usa campos IP
Datos de usuario en CR	Permitidos (se necesitan)	NO están permitidos
Stream (flujo de bytes)	Mensajes	Octetos (no separados)
Datos importantes	Expeditivos	Urgentes
Piggybacking	NO (DT+ACK en 1 paq.)	SÍ
Control explícito de flujo	A veces (TP4 o bien NL)	Siempre
Nos de subsecuencia	Para mejorar CdF	No permitidos
Liberación de la conex.	Abrupta (cierra tras DR)	TWH (no pierde datos)