

Sistemas y Aplicaciones
Informáticas

Tema 54. Arquitectura de Sistemas
de Comunicación. Niveles.
Funciones. Servicios.

1. ÁMBITO DE DOCENCIA.	3
2. ARQUITECTURA DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.	3
2.1. MODELO DE CAPAS. DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS.	3
2.2. ARQUITECTURA DE UNA RED. PROTOCOLO Y PILA DE PROTOCOLOS.	3
3. MODELO DE REFERENCIA OSI.	3
3.1. DESCRIPCIÓN. SERVICIOS, PRIMITIVAS E INTERFACES.....	3
3.2. NIVELES DEL MODELO OSI.	4
3.2.1. <i>Nivel físico. Funciones y servicios.</i>	4
3.2.2. <i>Nivel de enlace. Funciones y servicios.</i>	4
3.2.3. <i>Nivel de red. Funciones y servicios.</i>	6
3.2.4. <i>Nivel de transporte. Funciones y servicios.</i>	6
3.2.5. <i>Nivel de sesión. Funciones y servicios.</i>	7
3.2.6. <i>Nivel de presentación. Funciones y servicios.</i>	7
3.2.7. <i>Nivel de aplicación. Funciones y servicios.</i>	8
3.3. TRANSMISIÓN DE DATOS EN EL MODELO OSI.	8
4. MODELO DE REFERENCIA TCP/IP.	8
4.1. NIVELES DEL MODELO TCP/IP.	8
4.1.1. <i>Nivel de acceso a red. Funciones y servicios.</i>	8
4.1.2. <i>Nivel de internet. Funciones y servicios.</i>	8
4.1.3. <i>Nivel de transporte. Funciones y servicios.</i>	8
4.1.4. <i>Nivel de aplicación. Funciones y servicios.</i>	9
4.2. TRANSMISIÓN DE DATOS EN EL MODELO TCP/IP.	9
5. COMPARACIÓN ENTRE EL MODELO OSI Y EL MODELO TCP/IP.	9

1. **Ámbito de docencia.**

- Implantación de aplicaciones informáticas de gestión (ASI 2).
- Sistemas informáticos multiusuario y en red (DAI 1).
- Instalación y mantenimiento de aplicaciones ofimáticas y corporativas (ESI 1).

2. **Arquitectura de sistemas de comunicación.**

2.1. **Modelo de capas. Descripción y objetivos.**

- En una red telemática se pretende comunicar aplicaciones que se ejecuten en distintos sistemas. Para ello es necesario estructurar el conjunto de elementos físicos y lógicos que permiten tal comunicación. Esto se realiza mediante la modularización, consistente en dividir el conjunto de la comunicación en subconjuntos más fáciles de entender y desarrollar.
- Estos subconjuntos se acoplan entre sí siguiendo un orden determinado, por lo que se las conoce como capas. El modelo de capas permite describir el funcionamiento de las redes de manera modular. Las ideas básicas del modelo de capas son las siguientes:
 - * La capa n ofrece una serie de servicios a la capa n+1.
 - * La capa n+1 solo utiliza los servicios que le ofrece la capa n.
 - * La capa n en un determinado sistema sólo se comunica con su homóloga en el sistema remoto, mediante una comunicación de igual a igual o 'peer-to-peer'.
 - * Dos capas adyacentes en un mismo sistema se comunican a través de una interfaz.
- Los objetivos fundamentales del modelo de capas son:
 - * *Sencillez.* Hace abordable el complejo problema de la comunicación entre ordenadores.
 - * *Modularidad.* Permite realizar cambios con facilidad a una de sus partes sin afectar al resto.
 - * *Compatibilidad.* Los componentes de red se normalizan para permitir el desarrollo y el soporte de los productos de diferentes fabricantes.

2.2. **Arquitectura de una red. Protocolo y pila de protocolos.**

- La arquitectura de una red es el conjunto de niveles con servicios y protocolos asociados que se estructuran para lograr la conectividad, interoperación y gestión de la red. Queda definida por:
 - * *La topología.* Es la disposición real de los medios de transmisión.
 - * *El método de acceso.* Es la manera en que los hosts se comunican a través del medio físico.
 - * *Los protocolos de red.* Son el conjunto de reglas y procedimientos utilizados en una red para establecer la comunicación entre los nodos de la misma.
- Un protocolo es un conjunto de normas que permiten el intercambio de información entre dos dispositivos o elementos remotos dentro de un **mismo nivel**. El conjunto de protocolos que utiliza una determinada arquitectura de red en todas sus capas se denomina pila de protocolos.

3. **Modelo de referencia OSI.**

3.1. **Descripción. Servicios, primitivas e interfaces.**

- El modelo de conexión de sistemas abiertos (OSI) publicado en 1983 por la Organización Internacional de Estándares (ISO) tiene como objetivo la normalización de las redes como entidades autónomas capaces de conectarse a otras de acuerdo a un conjunto de normas.
- Dentro del modelo de referencia OSI se establecen tres modelos de abstracción:

- * *Arquitectura*. Define los elementos básicos de los sistemas abiertos abstractos, es decir, la manera en la que debe verse un sistema desde el exterior.
- * *Especificaciones de servicios*. Definen los servicios proporcionados a los usuarios en cada nivel, en definitiva, los proporcionados por un nivel al nivel superior.
- * *Especificaciones de protocolos*. Define la información de control que se envía entre los distintos sistemas, así como los procedimientos para la interpretación de dicha información.
- Un servicio se define por un conjunto de órdenes denominadas primitivas que la capa superior puede ejecutar sobre la capa inferior. Los servicios están disponibles en los SAPs (Service Access Points). Los SAPs de cada proceso o componente hardware de la capa n son puntos con una dirección única en toda la red donde la capa n+1 puede acceder a los servicios ofertados.
- Una interfaz es el conjunto de elementos físicos y lógicos existentes entre dos niveles adyacentes, y es la manera concreta de implementar un determinado servicio. De este modo, cada servicio está asociado a un SAP que le identifica unívocamente dentro de cada interfaz, y a un conjunto de operaciones primitivas a disposición de la capa superior. La implementación particular de las distintas interfaces no forman parte de la arquitectura de red.

3.2. Niveles del modelo OSI.

3.2.1. Nivel físico. Funciones y servicios.

- Se encarga de definir las señales y las características físicas, electrónicas y funcionales que deben tener los equipos informáticos y las unidades de comunicación para su interconexión directa. El **bit** es la unidad de trabajo de este nivel, en el que se detallan los siguientes aspectos:
 - * *Mecánicos*. Se especifica la configuración de los conectores tanto desde el punto de vista físico (número de pines) como desde el punto de vista lógico.
 - * *Eléctricos*. Se indica el nivel de tensión e intensidad para la representación física de los bits.
- Los servicios proporcionados por el nivel físico son los siguientes:
 - * Establecimiento de puntos terminales de conexiones físicas.
 - * Establecimiento, sincronización y liberación de conexiones físicas.
 - * Construcción y transferencia de bits de transmisiones en serie.
- La conexión física puede ser punto a punto o multipunto. En este último caso, el nivel físico debe proporcionar al nivel superior los medios para identificar el destinatario. Muchas de las normas que existen en la capa física se refieren a la interfaz utilizada para conectar un ordenador con un módem o equivalente, como EIA RS-232-C, EIA-RS-449, ITU-T X.21 y ITU-T V.35.

3.2.2. Nivel de enlace. Funciones y servicios.

- Se encarga de transmitir los bits de información entre los equipos física y directamente conectados, detectando y corrigiendo los errores que puedan producirse en el nivel físico. Además puede realizar el control de flujo de información entre el emisor y el receptor.
- Los bits han de llegar a su destino en el mismo orden en que han salido. En algunos casos puede haber errores o pérdida de bits, pero nunca debe producirse una reordenación en el camino. Se agrupan en estructuras denominadas **tramas**, que desarrollan las siguientes funciones:
 - * Identificar cuáles son las estaciones que se comunican entre sí (direccionamiento físico).
 - * Determinar el comienzo y el fin de la comunicación entre los ordenadores.

- * Establecer protocolos de acceso al medio que permitan el diálogo entre las estaciones.
- * Simplificar el proceso de detección y eventual corrección de errores.
- Para el control de errores, la estrategia utilizada normalmente es la siguiente:
 - * Si la tasa de error del medio de transmisión es baja o muy baja y el canal de comunicación es half-duplex o full-duplex, se utiliza un *código detector sin reenvío de tramas erróneas*.
 - * Si la tasa de error del medio de transmisión es alta o muy alta y el canal de comunicación es half-duplex o full-duplex, se utiliza un *código detector con reenvío de tramas erróneas*.
 - * Si la tasa de error es alta o muy alta y el canal de comunicación es simplex o es una emisión broadcast/multicast o no es aceptable el retardo introducido por el reenvío de tramas (multimedia), se utiliza un *código corrector de errores*.
- Los tipos de servicio que los protocolos de enlace pueden suministrar son los siguientes:
 - * *No orientado a conexión y sin acuse de recibo*. Es apropiado cuando la tasa de error es muy baja (redes locales o fibra óptica). Cuando el receptor detecta una trama errónea, la descarta.
 - * *No orientado a conexión con acuse de recibo*. Se produce un acuse de recibo para cada trama enviada. Suele utilizarse en redes con tasas de error más altas (redes inalámbricas).
 - * *Servicio orientado a conexión con acuse de recibo*. El emisor y el receptor establecen una conexión explícita de antemano, las tramas a enviar se numeran y se aseguran ambos de que son recibidas todas correctamente en su destino y transmitidas a la capa de red una vez y sólo una. Cuando el receptor detecta una trama errónea, solicita la retransmisión al emisor. Estos protocolos se denominan ARQ (Automatic Repeat reQuest) y pueden ser:
 - **Protocolos de parada y espera**. El emisor espera un acuse de recibo (ACK) después de enviar cada trama y no efectúa el siguiente envío hasta recibirlo. El ACK puede enviarse por parte del receptor solo en una trama o dentro de una trama de datos.
 - **Protocolos de ventana deslizante**. El emisor numera por orden de secuencia las tramas y transmite varias de ellas antes de esperar el ACK. Éste indica el número de secuencia de la siguiente trama que el destinatario espera recibir. Si el receptor detecta una trama errónea, puede solicitar al emisor la retransmisión de todas las tramas a partir de la errónea (retroceso n) o sólo de la trama errónea (repetición selectiva).
- Según la tecnología de la red, existen dos tipos de protocolos de enlace:
 - * *Protocolos de redes punto a punto*. Pueden ser orientados a carácter (la longitud de la trama debe ser un número entero de bytes) u orientados a bit (cada trama puede tener cualquier longitud). Como ejemplos de este tipo de protocolos se pueden citar:
 - **HDLC (High-Level Data Link Control)**. Protocolo estándar ISO orientado a bit, es la base de la mayoría de los protocolos de enlace. Puede ofrecer servicio no orientado a conexión y servicio orientado a conexión de ventana deslizante.
 - **PPP (Point-to-Point Protocol)**. Protocolo característico de Internet orientado a carácter, soporta simultáneamente varios protocolos a nivel de red. Por defecto ofrece un servicio no orientado a conexión, pero puede negociar transmisión fiable con ACK.
 - * *Protocolos de redes de difusión*. La capa de enlace se subdivide en dos subcapas: la inferior, denominada subcapa MAC (Media Access Control) se ocupa de resolver el problema de

acceso al medio, ya que éste es compartido por todos los nodos de la red; y la superior, denominada subcapa LLC (Logical Link Control, IEEE 802.2) cumple una función equivalente a la capa de enlace en redes punto a punto. Suelen ser no orientados a conexión y sin acuse de recibo, como IEEE 802.3 (Ethernet) o IEEE 802.5 (Token Ring).

3.2.3. Nivel de red. Funciones y servicios.

- Se encarga de dirigir los datos desde el origen al destino por una determinada ruta a través de los nodos de la red. Además realiza el control de congestión para evitar la sobrecarga de la red.
- Los bits de datos se agrupan en estructuras de tamaño variable denominadas **paquetes**. El nivel de red es el único que conoce la topología de la red, que está formada por dos tipos de nodos:
 - * *Nodos terminales*. Son aquellos que generan o reciben paquetes de otros nodos.
 - * *Nodos de conmutación*. Se utilizan para encaminar paquetes entre los nodos terminales.
- En una red de difusión el nivel de red es casi inexistente, todos los nodos están interconectados entre sí, por lo que no se toman decisiones de encaminamiento. Sin embargo, en todas las redes cada nodo está identificado por una dirección lógica única, que se utiliza para determinar la ruta óptima. Cuando los paquetes deben realizar un salto entre dos nodos interconectados, el nivel de red se encarga de resolver las direcciones lógicas en direcciones físicas para el nivel de enlace.
- Los tipos de servicio que los protocolos de red pueden suministrar son los siguientes:
 - * *Orientado a conexión*. Establece un circuito virtual entre los equipos que desean comunicarse a través de los nodos de conmutación en el instante de la conexión. Todos los paquetes van marcados con una etiqueta identificativa y se dirigen por el circuito virtual desde el origen al destino, llegando en el mismo orden con el que han salido. Los nodos de conmutación modifican las etiquetas de los paquetes, asignándoles la interfaz de salida y la nueva etiqueta en función de la interfaz de entrada y la etiqueta vieja de acuerdo a su propia tabla de conmutación. Puede ser con acuse de recibo (X.25) o sin él (Frame Relay, ATM).
 - * *No orientado a conexión*. Los paquetes pueden ir por caminos físicos diversos, y cada uno debe contener su dirección de destino. Cada nodo de conmutación se encarga de enrutar el paquete por el camino adecuado para que llegue a su destino. Los paquetes pueden llegar desordenados, de modo que según el tipo de red de comunicación, será misión de ésta o del receptor el ensamblaje correcto de los paquetes. Normalmente es sin acuse de recibo (IP).
- El control de la congestión se puede realizar de dos maneras:
 - * *Explícitamente*. El nodo causante de la congestión es informado, bien mediante un paquete creado explícitamente al efecto, o bien incluyendo un indicador de congestión dentro de un paquete dirigido al emisor. En algún caso (Frame Relay) también se envía al receptor del tráfico para que éste notifique del problema al emisor como crea conveniente.
 - * *Implícitamente*. Se descartan paquetes cuando se produce congestión. Esta técnica se emplea tanto en redes no orientadas a conexión (IP) como en redes orientadas a conexión (ATM).

3.2.4. Nivel de transporte. Funciones y servicios.

- Se encarga de establecer una comunicación extremo a extremo entre dos equipos que no se encuentran física y directamente conectados, multiplexando el tráfico recibido de las diversas entidades de niveles superiores en una única comunicación a través del nivel de red.

- En el emisor los datos recibidos de las capas superiores se dividen en unidades más pequeñas denominadas **TPDU** (Transport Protocol Data Unit), que se recomponen de nuevo en el receptor.
- Existen dos tipos de servicio a nivel de transporte:
 - * *Orientado a conexión.* Establece una conexión explícita entre el origen y el destino con acuse de recibo, control de errores, retransmisión de mensajes y control de flujo. Se utiliza cuando las aplicaciones requieren que se garantice la entrega de los datos al destinatario. Debido a la propia naturaleza del servicio, sólo permite conexiones punto a punto.
 - * *No orientado a conexión.* Los mensajes se envían entre el origen y el destino sin ningún tipo de acuse de recibo, control de errores, retransmisión de mensajes o control de flujo. Se utiliza cuando se desea realizar envíos multidestino, o el tipo de aplicación no puede tolerar el retardo introducido por los acuses de recibo y las retransmisiones (vídeo en tiempo real).
- El nivel de transporte se asemeja al nivel de enlace, sin embargo se diferencian en lo siguiente:
 - * El retardo en el nivel de transporte es mucho mayor y más variable que en el de enlace.
 - * En el nivel de enlace se asegura que las tramas llegarán al receptor en el mismo orden que han salido del emisor. En el nivel de transporte esto es cierto sólo cuando se utiliza un servicio orientado a conexión en el nivel de red.
 - * En el nivel de enlace el origen y el destino están directamente conectados. En el nivel de transporte la comunicación es indirecta a través del nivel de red.
 - * El tamaño de las tramas del nivel de enlace suele ser constante para una conexión física dada. El tamaño de las TPDU del nivel de transporte puede ser muy variable.

3.2.5. Nivel de sesión. Funciones y servicios.

- Se encarga de sincronizar el diálogo entre las capas superiores de los dos equipos que se comunican, y administrar su intercambio de datos estableciendo y finalizando las sesiones.
- El establecimiento de una sesión entre dos equipos se realiza de la siguiente manera:
 - * *Establecimiento de la conexión de sesión.* Se conecta a petición del usuario.
 - * *Sincronización y mantenimiento de sesión.* Para proporcionar un intercambio ordenado de datos, el nivel de sesión realiza la función de sincronización del diálogo.
 - * *Intercambio de datos.* Permite la transferencia de datos en ambos sentidos en forma de **SPDU** (Session Protocol Data Unit), que es la unidad en este nivel.
 - * *Liberación de la conexión de sesión.* Cuando la transferencia termina se desconecta.

3.2.6. Nivel de presentación. Funciones y servicios.

- Se encarga de realizar las conversiones necesarias para asegurar que los bits intercambiados entre dos ordenadores diferentes se presentan a cada uno de la manera esperada. Garantiza que la información que envía la capa de aplicación de un sistema pueda ser leída por la capa de aplicación de otro, traduciendo varios formatos de datos a un formato común. Está relacionado también con la compresión y el cifrado de los datos que se envían al destinatario.
- Los servicios proporcionados por este nivel son los siguientes:
 - * Transformación o conversión de código de los datos.
 - * Formateo y estructuración de los datos.
 - * Selección de sintaxis de transferencia para la capa de aplicación.

3.2.7. Nivel de aplicación. Funciones y servicios.

- Se encarga de suministrar servicios de red a procesos de aplicación de usuario que se encuentran fuera del modelo OSI a través de un conjunto de protocolos.
- Su objetivo es permitir el funcionamiento de aplicaciones por parte de los usuarios, dando las facilidades necesarias para efectuar operaciones de comunicaciones entre procesos, y ofrecer ciertas aplicaciones especializadas, como transferencia de ficheros, correo electrónico...

3.3. Transmisión de datos en el modelo OSI.

- El equipo emisor entrega los datos al nivel de aplicación, que les añade una cabecera y los entrega al nivel de presentación. Este a su vez añade una nueva cabecera, entregándose el resultado al nivel de sesión. El nivel de sesión agrega otra cabecera y se lo entrega al nivel de transporte, utilizando como unidad de datos la transacción o el SPDU.
- El nivel de transporte añade una nueva cabecera y entrega el resultado al nivel de red, usando como unidad de datos el mensaje o el TPDU. El nivel de red agrega otra cabecera y se lo entrega al nivel de enlace, utilizando como unidad de datos el paquete. El nivel de enlace añade una cabecera y una cola, y entrega el resultado al nivel físico, usando como unidad de datos la trama. En el nivel físico los datos son transmitidos a través del medio físico en forma de bits.
- En general, cada capa añade una cabecera propia a los datos recibidos de la capa superior, y construye así su PDU (Protocol Data Unit). La capa homóloga del nodo de destino se ocupará de extraer dicha cabecera, interpretarla, y entregar la PDU correspondiente a la capa superior.

4. Modelo de referencia TCP/IP.

4.1. Niveles del modelo TCP/IP.

4.1.1. Nivel de acceso a red. Funciones y servicios.

- Este nivel engloba realmente las funciones del nivel físico y el nivel de enlace del modelo OSI. Para el modelo TCP/IP este nivel se comporta como una 'caja negra'. Cuando surge una nueva tecnología de red viene acompañado de un estándar que especifica de que forma se pueden enviar sobre ella paquetes IP para que el nivel internet pueda utilizarla de manera transparente.
- Es más bien una interfaz, ya que lo único que se especifica de ella es que ha de ser capaz de transmitir paquetes IP. Se ocupa de todos los aspectos que requiere un paquete IP para realizar un enlace físico tras otro, en los que se incluyen además los detalles de tecnología LAN y WAN.

4.1.2. Nivel de internet. Funciones y servicios.

- Su papel equivale al desempeñado por el nivel de red en el modelo OSI, es decir, se ocupa de encaminar los paquetes de la manera más conveniente para que lleguen a su destino, y de evitar que se produzcan situaciones de congestión en los nodos intermedios.
- Da únicamente un servicio de conmutación de paquetes no orientado a conexión. Los paquetes pueden llegar desordenados a su destino, en cuyo caso es responsabilidad de los niveles superiores en el nodo receptor la reordenación para que sean presentados al usuario de manera adecuada. Se define aquí un formato de paquete y un protocolo, llamado IP (Internet Protocol).

4.1.3. Nivel de transporte. Funciones y servicios.

- Este nivel recibe el mismo nombre y desarrolla la misma función que el nivel de transporte del modelo OSI, consistente en permitir la comunicación extremo a extremo en la red.

- En el nivel de transporte se definen dos protocolos:
 - * *TCP (Transmisión Control Protocol)*. Ofrece un servicio orientado a la conexión fiable, por el cual los paquetes (aquí llamados segmentos) llegan ordenados y sin errores. TCP se ocupa también del control de flujo extremo a extremo, para evitar que un host rápido sature a un receptor más lento. Ejemplos de protocolos de aplicación que utilizan TCP son el SMTP (Simple Mail Transfer Program, correo electrónico) y el FTP (File Transfer Protocol).
 - * *UDP (User Datagram Protocol)*. Ofrece un servicio no orientado a la conexión no fiable, sin control de errores ni de flujo. Una aplicación que utiliza UDP es el NFS (Network File System), en la cual el control de errores y de flujo se realizan en la capa de aplicación.

4.1.4. Nivel de aplicación. Funciones y servicios.

- Desarrolla las funciones de los niveles de sesión, presentación y aplicación del modelo OSI. Contiene todos los protocolos de alto nivel que se utilizan para ofrecer servicios de red a los usuarios, entre los cuales están los ‘tradicionales’, que existen desde que se creó TCP/IP, como terminal virtual (TelNet), transferencia de ficheros (FTP), correo electrónico (SMTP) y servidor de nombres (DNS); y los más recientes, como el servicio de news (NNTP) y el Web (HTTP).
- Los diseñadores de TCP/IP crearon una capa de aplicación que maneja protocolos de alto nivel, aspectos de representación, codificación y control de diálogo. El modelo TCP/IP combina todos los aspectos relacionados con las aplicaciones en una sola capa y garantiza que estos datos estén correctamente empaquetados para la capa inferior.

4.2. Transmisión de datos en el modelo TCP/IP.

- IP se encuentra en todos los nodos de una red y se encarga de transmitir datos pasando por todos los nodos de conmutación necesarios. TCP/UDP se implementan sólo en los nodos terminales y se encargan de suministrar a IP los bloques de datos. Cada nodo de una red debe tener una dirección lógica única, y cada proceso debe tener un puerto o dirección local dentro de cada nodo terminal para que TCP/UDP entreguen los datos a la aplicación adecuada.
- En general, el nivel de aplicación entrega los datos al nivel de transporte, el cual adjunta los puertos de origen y de destino, y se los pasa al nivel de internet. El protocolo IP añade la dirección de origen y de destino, y entrega los datos a la capa de acceso a red, que añade nueva información de control y pasa los datos a la red. En recepción, el proceso es el contrario.
- Cuando un paquete llega a un nodo de conmutación, éste le quita los datos añadidos por el nivel de acceso a red y lee la dirección IP de destino para decidir cuál debe ser el siguiente nodo de conmutación. Una vez hecho esto se determina la dirección física de dicho nodo y se pasa de nuevo a la capa de acceso a red, que le añade dicha dirección y entrega los datos a la red.

5. Comparación entre el modelo OSI y el modelo TCP/IP.

- Los protocolos TCP/IP son los estándares sobre los cuales se desarrolló Internet. Las redes no se desarrollan normalmente a partir del modelo OSI, aunque sí se utiliza como referencia.
- Los protocolos basados en las normas OSI nunca llegaron a tener gran relevancia a nivel mundial, debido a los siguientes motivos:
 - * *Momento inadecuado*. Los protocolos TCP/IP estaban ampliamente difundidos cuando salieron los primeros productos OSI (finales de los ochenta).

- * *Tecnología inapropiada.* La elección de siete capas era algo forzada. La complejidad de la arquitectura OSI es considerable, y en muchos aspectos difícil de traducir en programas.
- * *Implementaciones caras.* Como consecuencia de su complejidad, los productos comerciales que aparecían basados en los protocolos OSI eran muy caros y poco fiables.
- Las diferencias más notables entre ambos modelos son las siguientes:
 - * Al contrario del modelo OSI, en TCP/IP primero se especificaron los protocolos y luego se definió el modelo como una simple descripción de los protocolos ya existentes.
 - * El modelo OSI hace una distinción muy clara entre servicios, interfaces y protocolos, conceptos que a menudo se confunden en el modelo TCP/IP.
 - * En el modelo OSI dos sistemas deben tener en la misma capa los mismos protocolos, mientras que TCP/IP permite que en una misma capa pueda haber protocolos diferentes.
 - * En OSI es imprescindible pasar de una capa a otra pasando por todas las capas intermedias, mientras que en TCP/IP es posible que una capa superior utilice cualquier capa inferior.
 - * Otra diferencia fundamental estriba en los servicios orientados a conexión (CONS) o no orientados a conexión (CLNS). El modelo OSI soporta ambos modos en la capa de red, pero sólo el modo CONS en la capa de transporte, que es la que percibe el usuario. El modelo TCP/IP en cambio soporta solo CLNS en la capa de red, pero ambos en la de transporte.