

# **46. MODELO OSI. REDES LAN, MAN Y WAN. ESTRUCTURA DE REDES: TRONCAL, DISTRIBUCIÓN ACCESO. REDES PÚBLICAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS. PROTOCOLOS DE RED.**

## **Tema 46. Modelo OSI. Redes LAN, MAN y WAN. Estructura de redes: troncal, distribución acceso. Redes públicas de transmisión de datos. Protocolos de red.**

### **ÍNDICE**

#### **46.1 Modelo OSI**

##### 46.1.1 Introducción

##### 46.1.2 Conceptos generales

##### 46.1.3 Transmisión entre entidades del mismo nivel (pares)

##### 46.1.4 Conexiones

###### 46.1.4.1 Establecimiento de conexiones

###### 46.1.4.2 Liberación de conexiones

###### 46.1.4.3 Multiplexación y división

###### 46.1.4.4 Transmisión de datos

##### 46.1.5 Capas del modelo OSI

###### 46.1.5.1 Capa física (NIVEL 1)

###### 46.1.5.2 Capa de enlace de datos (NIVEL 2)

###### 46.1.5.3 Capa de red (NIVEL 3)

###### 46.1.5.4 Capa de transporte (NIVEL 4)

###### 46.1.5.5 Capa de sesión (NIVEL 5)

###### 46.1.5.6 Capa de presentación (NIVEL 6)

###### 46.1.5.7 Capa de aplicación (NIVEL 7)

##### 46.1.6 Críticas al modelo OSI

#### **46.2 Redes LAN, MAN y WAN**

##### 46.2.1 PAN

##### 46.2.2 LAN

##### 46.2.3 MAN

##### 46.2.4 WAN

#### **46.3 Estructura de redes: troncal, distribución y acceso**

##### 46.3.1 Troncal

##### 46.3.2 Distribución

##### 46.3.3 Acceso

## 46.4 Redes públicas de transmisión de datos

### 46.4.1 Conceptos generales

## 46.5 Protocolos de red

### 46.5.1 Redes de conmutación de circuitos

### 46.5.2 Redes de conmutación de paquetes

## 46.6 Bibliografía

## **46.1 MODELO OSI**

### **46.1.1 INTRODUCCIÓN**

Inicialmente, los computadores eran elementos aislados que almacenaban en sus propios ficheros y necesitaban la conexión de sus propios periféricos. La independencia era tal que, si se necesitaba imprimir un documento alojado en una máquina que no disponía de impresora, era necesario copiar el fichero en un disquete y llevarlo hasta un equipo con una impresora, conectarla e imprimirlo en este. Para evitar esto, la solución era instalar una impresora en el computador inicial, con la consiguiente duplicación de recursos y dispositivos.

Con instalaciones informáticas así, la configuración y gestión de todos los ordenadores y periféricos a ellos conectados suponía un coste y una tarea muy grandes, llegando a ser poco práctica cuando el número de computadores fue creciendo en las distintas empresas.

Por esta razón, apareció la necesidad de conectar los diferentes ordenadores entre sí e implantar métodos de comunicación y transferencia de datos entre ellos. Nace el concepto de “redes de ordenadores” y “trabajo en red”.

A mediados de los 70 diversos fabricantes desarrollan sus propios sistemas de redes locales. Sin embargo, la comunicación entre ordenadores pertenecientes a redes distintas de distintos fabricantes era imposible, debido a que los sistemas de comunicación de cada red eran propietarios. Es decir, estaban desarrollados con hardware y software propios y usaban protocolos y arquitecturas diferentes a los de otros fabricantes.

Las empresas se dieron cuenta de la necesidad de abandonar los sistemas propietarios y definir una arquitectura de red con un modelo común que permitiera conectar varias redes sin problemas.

En 1977, la Organización Internacional de Normas (ISO, International Standard Organization), integrada por industrias representativas del sector, creó un subcomité para el desarrollo de estándares de comunicación de datos que permitiera la interoperabilidad entre productos de diferentes fabricantes. Tras varias investigaciones acerca de los modelos de red, elaboraron el modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection), en 1984.

#### **46.1.2 CONCEPTOS GENERALES**

El modelo de referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos se caracteriza por:

- Se ocupa de la conexión de sistemas abiertos, es decir, sistemas que permiten la comunicación con otros sistemas.
- Consta de siete capas. Por capa se entiende una (o varias) entidad(es) que realiza por sí misma una función específica. Las entidades del mismo nivel se denominan entidades pares.
- Representa el primer paso a la estandarización internacional de los protocolos que se usan en las diversas capas.
- No es una arquitectura de red en sí, ya que no especifica los servicios y protocolos exactos que se tienen que usar en cada capa, si no que solo define lo que debe hacer cada capa.

En el modelo OSI existen tres conceptos fundamentales:

- Servicio: Capacidad de comportamiento de una capa. Cada capa presta algunos servicios a las entidades que se encuentran sobre ella, que acceden a los mismos a través de los puntos de acceso al servicio (SAP), intercambiando primitivas de servicio.
- Interfaz: Indica a los procesos de la capa superior cómo acceder a ella, especificando cuáles son los parámetros y qué resultados

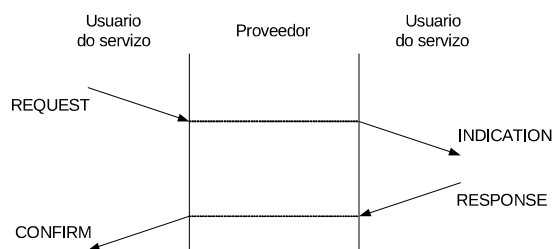
esperar. La interfaz entre dos capas en una máquina no tiene porque ser igual a la correspondiente en otra máquina.

- Protocolo: Conjunto de reglas que determinan el comportamiento de comunicación horizontal entre entidades pares. Se pueden cambiar los protocolos de una capa sin afectar a las demás.

#### **46.1.3 TRANSMISIÓN ENTRE ENTIDADES DEL MISMO NIVEL (PARES)**

Las entidades pares residentes en el nivel N+1 se comunican entre sí a través del nivel N, mediante el uso de primitivas de servicio. Sin embargo, existe una comunicación lógica horizontal entre entidades pares. Las reglas que regulan esta comunicación vienen reflejadas en el protocolo de pares. Por lo tanto, en la especificación de cada capa existen dos documentos:

- Especificación del servicio, que informa sobre las primitivas existentes. En la descripción de las primitivas se indica cuántos parámetros puede o debe haber y qué información contienen, pero no se especifica cómo ni con qué formato tienen que ser “pasados”. Esto es un asunto local y definir esto equivale a definir la Interfaz. Existen cuatro tipos de primitivas.
  - o De petición (REQUEST). Empleada para invocar un servicio y pasarle los parámetros necesarios para su ejecución.
  - o De indicación (INDICATION). Usada para indicar que un procedimiento fue invocado por el usuario par del servicio en la conexión y pasar los parámetros asociados o para indicar al usuario del servicio el inicio de una acción por parte del proveedor.
  - o De respuesta (RESPONSE). Empleada por el usuario del servicio para reconocer o completar algún procedimiento previamente iniciado por una indicación del proveedor.
  - o De confirmación (CONFIRM). Usada por el proveedor del servicio para reconocer o completar algún procedimiento previamente iniciado por una petición del usuario.



TEXTO: USUARIO DEL SERVICIO

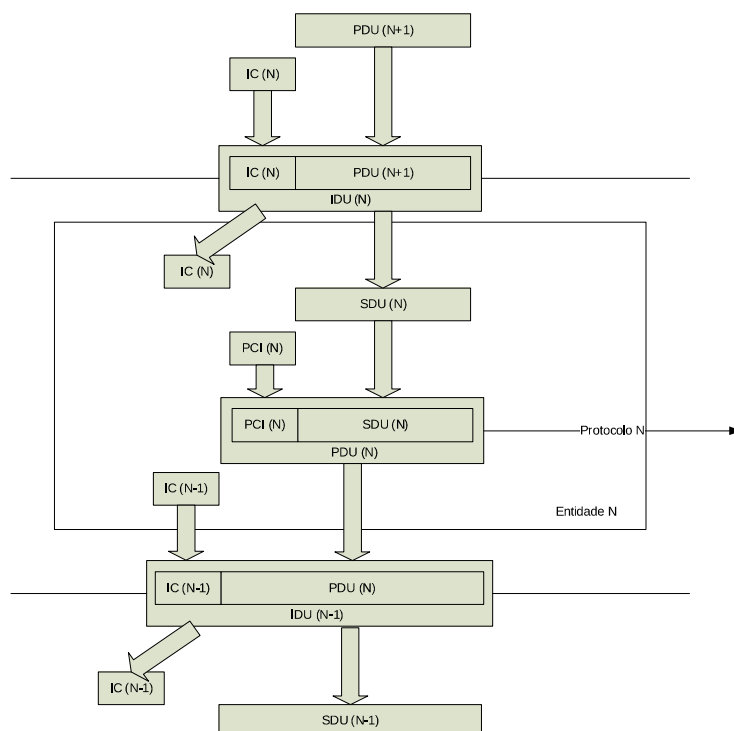
- Especificación del protocolo, que describe las PDUs (Protocol Data Units) y las reglas que determinan su intercambio entre unidades pares. Existen dos clases de PDUs:
  - o De datos, que contiene los datos del usuario final (en el caso de la capa de aplicación) o la PDU del nivel inmediatamente superior.
  - o De control, que sirve para gobernar el comportamiento completo del protocolo en sus funciones de establecimiento y ruptura de la conexión, control de flujo, control de errores, etc.
 No contienen información alguna procedente del nivel N+1.

En la siguiente figura se ilustra la nomenclatura utilizada por ISO en la pila que envía la información.

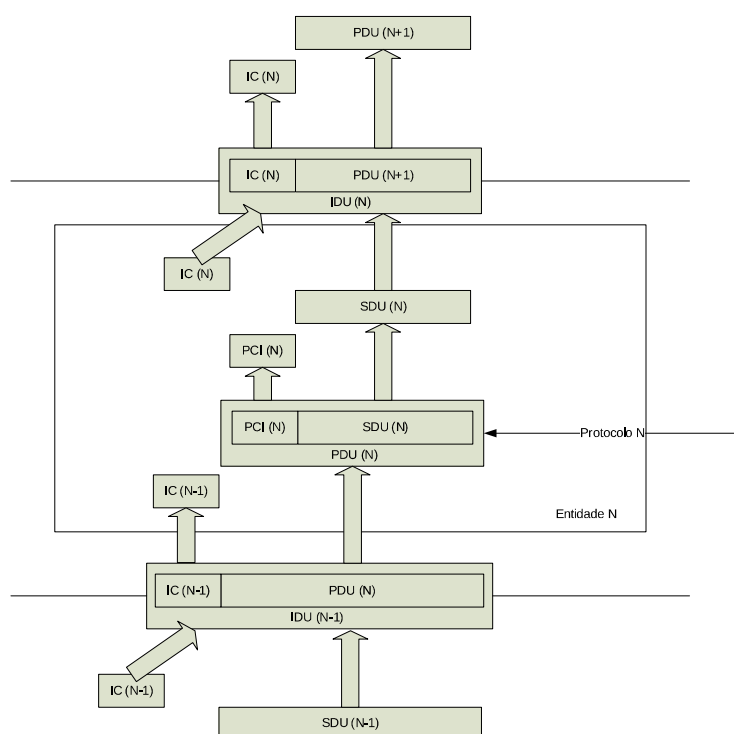
- PDU (N) -> Unidad de Datos del Protocolo del nivel N. Contiene información de control del protocolo y, posiblemente, datos de usuario. Debe estar puntual y perfectamente definida (sintáctica y semánticamente).
- ICI (N) -> Información de Control de la Interfaz del nivel N. Es transferida entre una entidad N+1 y una entidad N para coordinar el funcionamiento local conjunto. Su sintaxis y semántica son un asunto local cuando actúa como información complementaria en la transferencia de una PDU.
- IDU (N) -> Unidad de Datos de la Interfaz del nivel N. Es transferida a través del punto de acceso al servicio N. Contiene la ICI más la

totalidad (o parte) de la información de la PDU (N+1). La estructura de las informaciones de la IDU es un asunto local.

- SDU (N) -> Unidad de Datos del Servicio del nivel N. Representa la información entregada por el nivel inmediatamente superior.
- PCI (N) -> Información de Control del Protocolo del nivel N. Información generada por la entidad N para coordinar el funcionamiento conjunto con otra u otras entidades del nivel N con las que está intercambiando información “horizontal”.
- UD (N) -> Datos del Usuario. Datos transferidos entre entidades del nivel N en nombre de las entidades del nivel N+1.



En la pila que recibe la información, la relación existente entre las unidades de datos residentes en las entidades del nivel N-1, N y N+1 es similar a la representada mas arriba, solo que en lugar de añadir elementos lo que se producen son reducciones y las flechas son ascendentes, como muestra la figura siguiente.



Cuando las unidades de datos de los niveles limítrofes no tienen tamaños compatibles, se recurre a alguna de las siguientes funciones:

- Segmentación de la SDU. Cuando la SDU es demasiado grande, se reparte en más de una PDU. La función simétrica en el extremo receptor es el reensamblado, que consiste en la identificación de varias PDUs con una sola SDU. La PCI incluye, en este caso, información adicional para posibilitar el reensamblado.
- Empaquetado de la SDU. Cuando el tamaño de la SDU es más pequeño que el de la PDU, puede ser conveniente o necesario agrupar varias SDUs en una sola PDU. El empaquetado es el caso contrario a la segmentación de la SDU. La función inversa del empaquetado es el desempaquetado, que consiste en descomponer una PDU en varias SDUs. El caso de segmentación se da con más frecuencia que el de empaquetado.
- Segmentación de la PDU. Si la PDU es muy grande, puede ser necesario repartirla en más de una IDU del nivel inferior. Por eso, en la definición de IDU se dice que cuentan la ICI más la totalidad (o



parte) de la PDU. También en este caso deben existir informaciones adicionales que posibiliten el reensamblado en el extremo receptor.

- Concatenación de PDU. Si el tamaño de la SDU del nivel inferior, y como resultado, de la IDU del nivel inferior, es mayor que el de la PDU, puede ser conveniente agrupar varias PDUs sobre una sola SDU. La función inversa a esta, que se realiza en el extremo receptor, es la separación. La concatenación-separación es el caso contrario de la segmentación-reensamblado de la PDU, siendo este último el más frecuente.

#### **46.1.4 CONEXIONES**

El modelo de referencia OSI está orientado a conexión. Esto significa que, en todos los niveles, es necesario que se establezca previamente una conexión para que pueda existir intercambio de datos. Sin embargo, existen protocolos que no requieren esta condición, son los no orientados a conexión (connectionless).

En las comunicaciones orientadas a conexión se pierde tiempo y recursos en establecer y liberar la conexión entre dos nodos, pero se garantiza que el nodo remoto está escuchando. Por el contrario, en las comunicaciones no orientadas a conexión se ahorra tiempo y recursos, pero a costa de no saber si el otro extremo está escuchando.

A nivel N-1 se establece una asociación, una conexión N-1, para que dos entidades del nivel N puedan comunicarse. La conexión N-1 es un servicio ofrecido por el nivel N-1, a través del cual circulan unidades de información del nivel N.

El Punto de Acceso al Servicio (SAP) del nivel N identifica la dirección del nivel N a la que se conectan las entidades del nivel N+1. La relación entre direcciones de dos niveles consecutivos puede ser 1 a 1 (1 dirección del nivel N por cada dirección del N +1), N a 1 (Varias direcciones del nivel N por cada dirección del N +1) (no confundir con la multiplexación, que se explica más adelante) o 1 a N (1 dirección del nivel N para varias direcciones del N +1).

#### **46.1.4.1 ESTABLECIMIENTO DE CONEXIONES**

Para que dos entidades N establezcan una conexión, es necesario:

- Disponer de una conexión N-1 por debajo. Es necesario establecer previamente la conexión N-1 antes de intentar establecer la conexión N, descendiendo hasta que se encuentre una disponible a nivel físico (el nivel mas bajo). Sin embargo, en los niveles altos, se aprovecha la circunstancia de establecimiento de la conexión N para establecer, al mismo tiempo, la conexión N+1.
- Estar ambas entidades conformes con el establecimiento.

Una vez establecida la conexión, es cómo si la entidad dispusiera de un “tubo” a través del cual pudiera enviar datos a su entidad de comunicación correspondiente.

#### **46.1.4.2 LIBERACIÓN DE CONEXIONES**

La liberación de una conexión N es iniciada, normalmente, por una de las entidades N+1 que la está usando. Sin embargo, esta ruptura puede ser también iniciada por una de las entidades N que le dan soporte.

Al contrario de lo que ocurre en el establecimiento, la liberación de una conexión N-1 no implica la liberación de la conexión N. Esto es así para permitir que, si la conexión N-1 rompe por dificultades de la comunicación, pueda intentarse reestablecerla o sustituirla por otra.

La liberación de una conexión puede ser:

- Abrupta. Se libera de inmediato y los datos pendientes de envío se pierden.
- Suave o diferida. Antes de romper la conexión, se espera a no tener datos pendientes.

#### **46.1.4.3 MULTIPLEXACIÓN Y DIVISIÓN**

La multiplexación es la función que permite utilizar una sola conexión N-1 para soportar varias conexiones del nivel N. Todos los “tubos” de conexión N viajan por dentro del “tubo” de conexión N-1. Varias comunicaciones entre entidades pares de nivel N se realizan apoyadas en una sola conexión del nivel N-1. Es decir, las distintas

entidades utilizan un solo punto de acceso al servicio N-1. La función inversa realizada en el receptor se denomina demultiplexación. No debe confundirse el concepto de multiplexación con el de concatenación, ya explicado.

La división es la función que permite la utilización de más de una conexión N-1 por una sola conexión de nivel N. Con ello, el flujo de datos que soporta puede ser mayor. El flujo de datos del “tubo” correspondiente a la conexión N se reparte entre todos los “tubos” de conexiones N-1. En el extremo receptor, la función inversa se denomina recombinación y debe ser capaz de recuperar el orden en el que las PDUs fueron generadas por el extremo emisor. No debe confundirse el concepto de división con el de segmentación, ya explicado.

#### **46.1.4.4 TRANSMISIÓN DE DATOS**

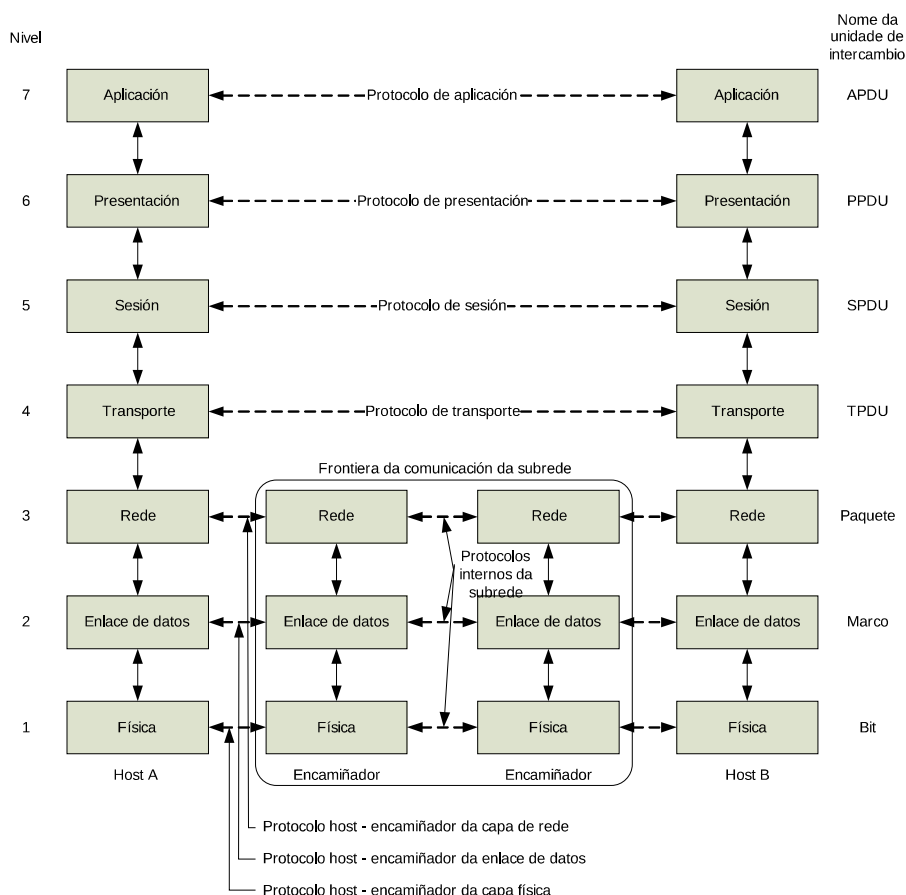
Una capa de una máquina no puede transferir los datos de forma directa a su capa par en otra máquina, sino que necesita de los servicios de todas las capas que se encuentran por debajo de ella en la jerarquía de capas, pasándose la información hacia abajo hasta llegar al nivel físico, donde se transmiten a la máquina receptora.

Cada capa utiliza el encapsulamiento para colocar la PDU de la capa superior en su campo de datos y agregar cualquier encabezado e información final que la capa necesite para realizar su función. De esta forma, a medida que los datos se desplazan hacia abajo a través de las capas del modelo OSI, el tamaño del mensaje va creciendo. A nivel 3, la PDU se llama paquete e incluye las direcciones lógicas origen y destino. A nivel 2, la trama incluye las direcciones físicas. Y, finalmente, la capa física codifica los datos de la trama de enlace de datos en un patrón de unos y ceros para su transmisión a través del medio.

En la máquina receptora se realiza el proceso inverso, retirando los distintos encabezados, uno por uno, conforme el mensaje se propaga hacia arriba por la capas.

#### **46.1.5 CAPAS DEL MODELO OSI**

Como se dijo en el punto anterior, el modelo de referencia OSI se dividió en siete niveles o capas, para poder simplificar la implementación de la arquitectura necesaria.



TEXTO: Nombre de la unidad de intercambio. Frontera de comunicación de la subred. Encaminador.

Los principios que se aplicaron para llegar a estas siete capas son los siguientes:

- Se debe crear una nueva capa siempre que se precise un grado diferente de abstracción.
- A cada capa se le asigna una función bien definida o un conjunto de funciones relacionadas entre sí, tratando de resolver en cada capa un problema distinto.

- La funcionalidad de cada capa se debe elegir habida cuenta la posibilidad de definir protocolos normalizados a nivel internacional.
- La frontera de las capas será tal que se minimice el flujo de información a través de la interfaz existente entre ambas.
- El número de capas debe ser lo suficientemente grande para no reunir en un mismo nivel funcionalidades distintas y suficientemente pequeño para que la arquitectura resultante sea manejable.

#### **46.1.5.1 CAPA FÍSICA (NIVEL 1)**

La capa física está relacionada con la transmisión de bits por un canal de comunicación, de forma que sólo reconoce bits individuales, sin estructura alguna. Es decir, la PDU del nivel físico se corresponde con un bit o, dicho de otro modo, cada bit se considera una unidad de datos.

Las consideraciones de diseño tienen que ver con las interfaces mecánica, eléctrica y de procedimiento, así como con el medio de transmisión que está bajo la capa física, asegurando que cuando un lado envíe un bit con el valor “1”, se reciba en el otro extremo el valor “1”, no como el valor “0”.

La capa física proporciona sus servicios a la capa de enlace de datos. Sus principales funciones son:

- Definición de características materiales (componentes y conectores mecánicos) y eléctricas (niveles de tensión, tipo de señal) que se van a utilizar en la transmisión de los datos por el medio físico.
- Definición de las características funcionales de la interfaz en cuanto al establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace físico.
- Definición de reglas de procedimiento, es decir, la secuencia de eventos para transmitir.
- Transmisión de flujos de bits a través del medio.
- Manejo de voltajes y pulsos eléctricos para representar 1's ó 0's.
- Especificación de cables, polos en un enchufe, componentes de la interfaz con el medio, etc.
- Especificación del medio físico de transmisión (coaxial, fibra óptica, par trenzado, etc.)

- Garantizar la conexión física, pero no la fiabilidad de la misma. Es decir, no se realiza ningún control de errores en este nivel. Eso corresponde al nivel superior.

#### **46.1.5.2 CAPA DE ENLACE DE DATOS (NIVEL 2)**

Puesto que la capa física solo acepta y transmite una corriente de bits sin preocuparse por su significado o estructura, corresponde al nivel de enlace tomar el medio de transmisión en bruto y transformarlo en una línea que parezca estar libre de errores a los ojos de la capa de red.

La capa de enlace de datos puede ofrecer a la capa de red varias clases de servicio con diferentes calidades.

Algunas de las funciones más importantes de la capa de enlace son:

- Establecimiento de los medios necesarios para la comunicación fiable y eficiente entre dos máquinas de la red.
- Estructuración de los datos en un formato predefinido, denominado trama, que suele ser de unos cientos de bytes, añadiendo una secuencia especial de bits al principio y al final de la misma.
- Sincronización en el envío de tramas.
- Detección y control de errores provenientes del medio físico mediante el uso de bits de paridad, CRC (Códigos de Redundancia Cíclica) y envío de acuses de recibo por parte del receptor que debe procesar el emisor.
- Utilización de números de secuencia en las tramas para evitar pérdidas y duplicidades.
- Utilización de la técnica de “piggybacking”, consistente en el envío de acuses de recibo dentro de tramas de datos.
- Resolución de los problemas provocados por las tramas dañadas, perdidas o duplicadas.
- Control de la congestión de la red.
- Mecanismos de regulación de tráfico o control de flujo, para evitar que un transmisor veloz sature de datos a un receptor lento.
- Control del acceso al canal compartido en las redes de difusión.

#### **46.1.5.3 CAPA DE RED (NIVEL 3)**

La capa de red es una capa compleja que ofrece sus servicios a la capa de transporte. Responsable de la conmutación y encaminado de la información, sus funciones se pueden resumir de la siguiente forma:

- Conocimiento de la topología de la red, es decir, de la forma en que están interconectados los nodos, con objeto de determinar la mejor ruta para la comunicación entre máquinas que puedan estar situadas en redes geográficamente distintas.
- División de los mensajes de la capa de transporte en unidades más complejas, llamadas paquetes (NPDUs), y asignación de direcciones lógicas a los mismos.
- Ensamblado de paquetes en el host destino.
- Establecimiento, mantenimiento y liberación de las conexiones de red entre sistemas.
- Determinación del camino de los paquetes desde la fuente hasta el destino a través de dispositivos intermedios (routers):
  - o Las rutas pueden basarse en tablas estáticas.
  - o Las rutas se pueden determinar al inicio de cada conversación.
  - o Las rutas pueden ser dinámicas, determinándose con cada paquete en función de la carga de la red.
- Envío de paquetes de nodo a nodo usando un circuito virtual (orientado a conexión) o datagramas (no orientado a conexión).
- Control de la congestión.
- Control de flujo.
- Control de errores.
- Reencaminamiento de paquetes en caso de caída de un enlace.
- Con frecuencia, funciones de contabilidad, para determinar cuántos paquetes, caracteres o bits envía cada cliente y producir información de facturación.

Esta capa sólo es necesaria en las redes de conmutación o redes interconectadas. En redes punto a punto o de difusión existe un canal directo entre los dos equipos, por lo que el nivel 2 proporciona directamente conexión fiable entre los dos equipos.

#### **46.1.5.4 CAPA DE TRANSPORTE (NIVEL 4)**

Se trata de una verdadera capa extremo a extremo, desde el origen hasta el destino. La comunicación en los niveles inferiores es entre máquinas adyacentes.

La capa de transporte proporciona sus servicios a la capa de sesión, efectuando la transferencia de datos de manera transparente entre dos entidades de sesión.

El nivel 4 tiene la interfaz más sencilla de todo el modelo OSI, siendo la que tiene menos primitivas. No tiene primitivas de confirmación, pues se considerara a todos los efectos que es un nivel fiable.

Su función mas importante es la aceptación de datos de la capa de sesión, división en unidades más pequeñas, si es preciso, denominadas segmentos, y envío de esta información a la capa de red, asegurando que todas las partes lleguen correctamente al otro extremo de forma eficiente, donde son reensambladas.

Otras funcionalidades son:

- Establecimiento, mantenimiento y terminación adecuados de los circuitos virtuales (conexiones que se establecen dentro de una red). Cuando se inicia la conexión se determina una ruta desde la fuente hasta el destino, ruta que es usada para todo el tráfico de datos posterior.
- Determinación, en el momento del establecimiento de la sesión, del tipo de clase de servicio de transporte que se proporcionará a la capa de sesión:
  - o Canal punto a punto libre de errores, que entrega los mensajes o bytes en el orden en que se envían.
  - o Mensajes aislados sin garantía respecto a la orden de entrega.



- o Difusión de mensajes a múltiples destinos.
- Control de flujo, que desempeña un papel clave en esta capa. El control de flujo entre nodos es distinto del control de flujo entre encaminadores, que tiene lugar en la capa de red. Los datos pueden ser normales o urgentes. Estos últimos saltan los mecanismos de control de flujo.
- Detección y recuperación de errores de transporte.
- Control de la congestión.
- Numeración de los segmentos para prevenir pérdidas y doble procesamiento de transmisiones.
- Garantía de recepción de todos los datos y en el orden adecuado, sin pérdidas ni duplicados.
- Asignación de una dirección única de transporte a cada usuario.
- Aislamiento de las capas superiores de los cambios inevitables de la tecnología del hardware.
- Contabilidad a través de la red.

Lo normal es que la capa de nivel 4 cree una conexión de red distinta para cada conexión de transporte que requiere la capa de sesión. Sin embargo, es posible crear múltiples conexiones de red, dividiendo los datos entre ellas para aumentar el volumen, si se requiere un volumen de transmisión alto. De igual forma, si resulta costoso mantener una conexión de red, el nivel 4 puede multiplexar varias conexiones de transporte en la misma conexión de red para reducir el coste. En la cabecera que añade este nivel se envía la información que identifica a qué conexión pertenece cada mensaje. En cualquier caso, la capa de transporte debe hacer esto de forma transparente a la capa de sesión.

#### **46.1.5.5 CAPA DE SESIÓN (NIVEL 5)**

Esta capa proporciona sus servicios a la capa de presentación, facilitando el medio necesario para que las entidades de presentación de dos máquinas diferentes organicen y sincronicen su diálogo y procedan al intercambio de datos, mediante el establecimiento de sesiones.

Por tanto, la función principal de la capa de sesión es el establecimiento, administración y finalización ordenada de sesiones entre dos máquinas. Una sesión permite el transporte común de datos, como efectuar un login en un sistema remoto o transferir un fichero entre dos nodos, pero también proporciona servicios mejorados, útiles en algunas aplicaciones, como los que se detallan a continuación.

- Manejo del control del diálogo (quién habla, cuándo, cuánto tiempo, half duplex o full duplex). Las sesiones pueden permitir que el tráfico vaya en una única dirección, comunicaciones bidireccionales alternadas (half duplex), o en ambas direcciones al mismo tiempo, comunicaciones bidireccionales simultáneas (full duplex). En las comunicaciones half duplex, la capa de sesión ayuda a llevar el control de los turnos, mediante el manejo de fichas, también llamadas testigos o tokens. Solo el lado que posea la ficha puede efectuar la operación.
- Sincronización del diálogo, mediante la inserción de puntos de verificación en la corriente de datos (APDU), de modo que si se produce una interrupción solo es necesario repetir la transferencia de los datos después del último punto de verificación. La decisión de dónde colocar los puntos de sincronización es competencia directa del nivel de aplicación. Los puntos de sincronización pueden ser de dos tipos.
  - o Mayor. Necesita confirmación del otro extremo para seguir con la transferencia del siguiente bloque.
  - o Menor. Se intercalan entre dos puntos de sincronización mayores. No necesitan confirmación. Al confirmarse un punto de sincronización mayor se dan por confirmados los puntos menores intermedios.

El bloque entre el primero y el último punto de sincronización mayor se llama actividad. Cuando se establece una conexión de sesión, automáticamente se abre una actividad para poder trabajar. Solo un

tipo de datos concreto puede enviarse además de una actividad, los datos de capacidades (CD), que son datos de control. Las actividades se dividen en unidades de diálogo, que es el contenido entre dos puntos de sincronización mayor consecutivos.

En esta capa la referencia a los dispositivos es por el nombre y no por la dirección. Además, es aquí donde se definen las API's (Application Program Interface).

El protocolo de nivel de sesión es orientado a la aplicación, ya que sus funcionalidades se adaptan a las necesidades de la aplicación.

Las unidades de datos del nivel de sesión, SPDUs, que regulan el diálogo, fluyen horizontalmente a través del nivel 5, pero son puestas en circulación por iniciativa de los correspondientes procesos de aplicación que residen en el nivel 7. Es decir, la capa de sesión no es un nivel autónomo que tenga capacidad para tomar decisiones sobre quien habla y quien escucha. Estas decisiones están reservadas a las entidades de la capa de aplicación. El nivel 5 sólo proporciona los mecanismos para que las entidades de aplicación puedan regular el diálogo entre sí.

En el párrafo anterior se habla como si la capa de aplicación residiera directamente encima de la de sesión. Esto no es así. Como se indica en la enumeración de capa, la capa de sesión ofrece sus servicios a la capa de presentación. Lo que ocurre es que el protocolo de nivel 6 no es un protocolo "normal". De hecho, la mayor parte de las primitivas que comunican la capa de presentación con el nivel 7 son traslación exacta de las correspondientes primitivas entre el nivel 6 y la capa de sesión.

#### **46.1.5.6 CAPA DE PRESENTACIÓN (NIVEL 6)**

A diferencia de las capas inferiores, las explicadas hasta ahora, que se ocupan solo del movimiento fiable de bits de parte a parte, la capa de presentación se encarga de la sintaxis y la semántica de la información que se transmite. Además, aísla de dichas capas inferiores el formato de los datos de las aplicaciones específicas.

Las estructuras de datos a intercambiar se tienen que definir de forma abstracta, mediante la codificación de estos datos de una manera estándar

acordada, haciendo posible así la comunicación entre computadoras con representaciones locales diferentes. La capa de presentación maneja estas estructuras de datos abstractas y las convierte de la representación de la computadora a la representación estándar de la red y viceversa.

Además de esta funcionalidad, la capa de presentación ofrece a la capa de aplicación los servicios de:

- Garantía de que la información que envía la capa de aplicación de un sistema pueda ser entendida y utilizada por la capa de aplicación de otro sistema.
- Acuerdo y negociación de la sintaxis de transferencia en la fase de establecimiento de la conexión. La sintaxis escogida puede ser cambiada durante el tiempo que dure la conexión.
- Definición del código a utilizar para representar una cadena de caracteres (ASCII, EBCDIC, etc.)
- Interpretación de los formatos de números...
- Compresión de los datos, si es necesario.
- Aplicación de procesos criptográficos, si así se requiere. Es el nivel clave para el sistema de seguridad del modelo OSI.
- Formateo de la información para su visualización o impresión.

#### **46.1.5.7 CAPA DE APLICACIÓN (NIVEL 7)**

Es la capa del modelo OSI más próxima al usuario. Difiere de las demás capas en que no proporciona servicios a ninguna otra capa OSI, sino a las aplicaciones que se encuentran fuera del modelo. Todas las capas anteriores sirven de mera infraestructura de telecomunicaciones, es decir, mantienen en buen estado el camino para que fluyan los datos. Es la capa de aplicación la que hace posible que una red se pueda usar, a pesar de estar abstraída de todas las restantes funciones necesarias para el establecimiento de la comunicación.

Las aplicaciones más importantes que hacen uso de esta capa, para que los procesos de las aplicaciones accedan al entorno OSI son, entre otras:

- Correo electrónico. Primera aplicación que se normalizó en OSI.

- Terminal virtual de red abstracta, que diferentes editores y programas puedan manejar.
- Transferencia de archivos.
- Carga remota de trabajos.
- Servicios de directorio.
- Login remoto (rlogin, telnet).
- Acceso a bases de datos.
- Sistemas operativos de red.
- Aplicaciones Cliente/Servidor...

Por supuesto, en el nivel 7 también hay cabida para aplicaciones “particulares” diseñadas por y para un núcleo reducido de usuarios, pero carecen de demasiado interés.

Las PDUs de la capa de aplicación, APDUs, son de formato muy flexible y variable. Entre dos APDUs pueden encontrarse diferencias sustanciales en cuanto a su tamaño, número de campos presentes, etc., que dependen de las necesidades de cada momento.

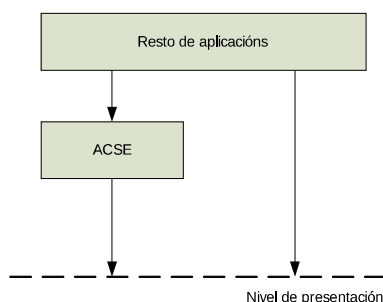
A cada una de las partes de una aplicación que se encarga de una tarea específica se le denomina Elemento de Servicio de Aplicación (ASE). El conjunto de todos los Ases que forman una aplicación concreta y la relación entre ellos forman el contexto de aplicación.

Hay ASEs válidos para varias aplicaciones:

- ACSE (Association Control Service Element). Establecimiento, manejo y liberación ordenada o abrupta de conexiones. Lo utilizan todas las aplicaciones.
- RTSE (Reliable Transfer Service Element). Garantiza la fiabilidad en la transferencia de datos, solucionando los problemas que se habían producido del nivel 4 hacia arriba. El responsable de manejar todas las funciones de nivel 5. Lo utilizan algunas aplicaciones, no todas.
- ROSE (Remote Operation Service Element). Facilita el trabajo de petición de operaciones remotas y devolución de los resultados.

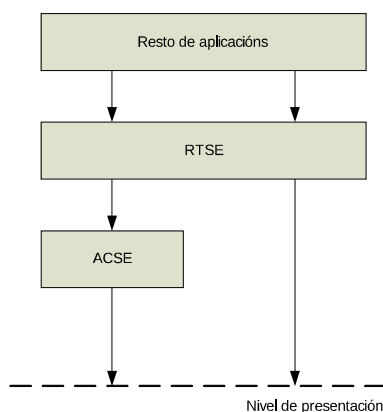
Las aplicaciones se componen de una mezcla de elementos específicos y comunes. Las siguientes figuras ilustran las relaciones entre ASEs comunes.

- Para aplicaciones que no manejan RTSE ni ROSE. Tienen que gestionar por sí mismas los puntos de sincronización, los token, etc.

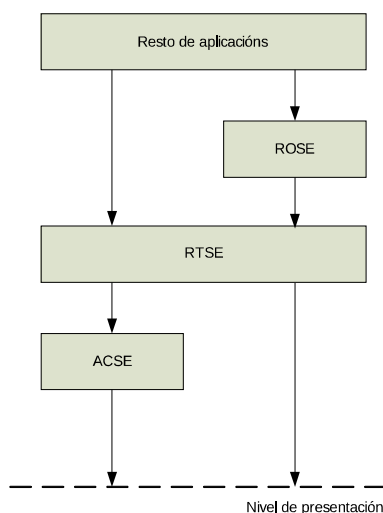


TEXTO: Resto de aplicaciones

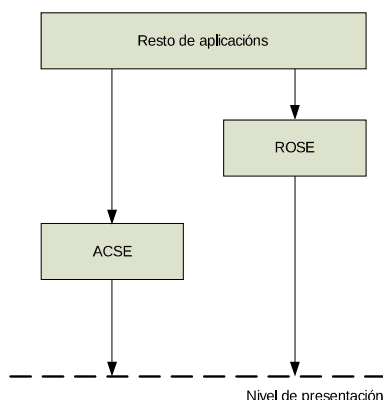
- RTSE es lo que se encarga de las RTSE actividades, los puntos de sincronización, etc. En este caso, la aplicación no maneja directamente el nivel 5, sino que lo hace a través de RTSE.



- Para las aplicaciones que hacen uso de los tres ASEs comunes.



- En este caso, ROSE trabaja directamente sobre el nivel 5.



#### 46.1.6 CRÍTICAS AL MODELO OSI

La verdadera razón de que el modelo OSI tenga siete capas es que, en el momento de diseño, IBM tenía un protocolo patentado de siete capas, llamado SNA (System Network Architecture, Arquitectura de Red de Sistemas) y, en esa época, IBM dominaba la industria de la computación. Por otro lado, el proceso de estandarización fue demasiado largo. Cuando aún se trabajaba en la definición de OSI, ya existían implementaciones completas y gratuitas de TCP/IP y aplicaciones como e-mail, telnet, ftp, etc. Algunos de los problemas o fallos que se detectaron en el modelo de referencia OSI son:

- Aunque el modelo OSI, junto con sus definiciones y protocolos de servicios, es muy completo; hay que reconocer que los estándares son difíciles de implementar e ineficientes en su operación. Las implementaciones iniciales fueron enormes, inmanejables y lentas.

- OSI se desarrolló antes de que se hubiesen inventado los protocolos. Así que los diseñadores no supieron bien qué funcionalidad poner en cada capa.
- La capa de sesión tiene poco uso en la mayor parte de las aplicaciones.
- La capa de presentación está prácticamente vacía.
- Por el contrario, las capas de red y de enlace de datos están muy llenas, hasta tal punto que llegaron a dividirse en múltiples subcapas, cada una con funciones distintas.
- Algunas funciones, como el direccionamiento, el control de flujo y el control de errores, reaparecen una y otra vez en cada capa.
- Omisión de la administración de la red en el modelo.
- Aunque en el presente documento se situó en la capa de presentación la función de cifrado y seguridad de los datos, inicialmente se dejó fuera del modelo por falta de acuerdo sobre en qué capa colocarlo.
- En la capa de red se ofrece servicio orientado a conexión y no orientado a conexión. Sin embargo, en la capa de transporte, donde el servicio es visible a los usuarios, solo se ofrece comunicación orientada a conexión.
- El modelo está dominado por una mentalidad de comunicaciones. Las computadoras son diferentes de los teléfonos. Muchas de las decisiones tomadas son inapropiadas para la forma de trabajar de las computadoras y el software. El modelo de un sistema controlado por interrupciones no se ajusta conceptualmente a las ideas modernas de la programación estructurada.

## **46.2 REDES LAN, MAN Y WAN**

Una de las formas clásicas de clasificar las redes es por su extensión física (o alcance) de la que se obtienen los siguientes tipos:

- Personal Area Network (PAN): red que conecta elementos próximos a una persona.