

Integración de sistemas. Medios de interconexión. Estándares. Protocolos de acceso a redes de área extensa\*.

## **TEMA 69 (61 SAI)**

\* El último apartado no figura en el temario SAI.

---

**ABACUS NT**

## *Índice*

---

### **1. Introducción**

### **2. Medios de interconexión**

#### **2.1. Repetidor**

#### **2.2. Hub (Concentrador de red)**

#### **2.3. Comutador de red (switch)**

#### **2.4. Punto de acceso inalámbrico (AP)**

#### **2.5. Puente de red (bridge)**

#### **2.1. Enrutador (router)**

#### **2.2. Pasarela (Gateway)**

### **3. Estándares de interconexión**

#### **3.1. X.75**

#### **3.2. IP**

### **4. Protocolos de acceso**

#### **4.1. Servicios comutados por circuitos (Líneas dedicadas)**

##### **4.1.1. PPP**

##### **4.1.2. HDLC**

##### **4.1.3. SDLC**

#### **4.2. Servicios comutados por circuitos virtuales**

##### **4.2.1. POTS**

##### **4.2.2. RDSI**

#### **4.3. Servicios de Redes Comutadas por paquetes (Orientados a Conexión)**

##### **4.3.1. X.25**

##### **4.3.2. Frame Relay**

##### **4.3.3. ATM**

#### **4.4. Servicios comutados por paquetes ( No orientados a conexión)**

##### **4.4.1. IPV4**

##### **4.4.2. IPV6**

#### **4.5. Servicios digitales dedicados**

##### **4.5.1. T1, T3, E1, E3**

##### **4.5.2. xDSL**

##### **4.5.3. SONET**

##### **4.5.4. WiMax**

### **5. Conclusión.**

#### **5.1. Relación con el Currículo**

### **6. Bibliografía**

## 1. Introducción

El objetivo de la Interconexión de Redes (internetworking) es dar un servicio de comunicación de datos que involucre diversas redes heterogéneas de forma transparente. El internetworking permite que se puedan ignorar cuestiones técnicas particulares al diseñar aplicaciones y servicios en distintas redes. Así, podemos integrar redes de distintos tipos y extensión, superando todas las limitaciones físicas y expandiendo el alcance de las topologías.

Los dispositivos de interconexión de redes sirven para superar dichas limitaciones físicas.

Algunas de las ventajas que plantea la interconexión de redes, son:

- Compartición de recursos dispersos.
- Coordinación de tareas de diversos grupos de trabajo.
- Reducción de costos, al utilizar recursos de otras redes.
- Aumento de la cobertura geográfica.
- Tipos de Interconexión de redes

Se pueden distinguir dos tipos de interconexión de redes, dependiendo del ámbito de aplicación:

- Interconexión de Área Local (LAN con LAN)

Una interconexión de Área Local conecta redes que están geográficamente cerca, como puede ser la interconexión de redes de un mismo edificio o entre edificios, creando una Red de Área Metropolitana (MAN)

- Interconexión de Área Extensa (LAN con WAN)

La interconexión de Área Extensa conecta redes geográficamente dispersas, por ejemplo, redes situadas en diferentes ciudades o países creando una Red de Área Extensa (WAN)

## 2. Medios de interconexión

Los medios de interconexión se pueden diferenciar dependiendo del nivel OSI en el que trabajan, siendo los elementos de la electrónica de red más habituales:

- Nivel Físico: Repetidor y Concentrador (Hub)
- Nivel de enlace: Puente de red (bridge), Comutador de red (switch) y Punto de Acceso inalámbrico (AP)
- Nivel de red: Enrutador (router),
- Nivel de transporte: Pasarela (Gateway)

## 2.1. Repetidor

La función del repetidor es interconectar dos tramos de red, regenerando la señal original.

Este dispositivo sólo amplifica la señal de la red y es útil en redes que se extienden a distancias mayores que las que permite el cableado o la señal inalámbrica.

Trabaja en el nivel físico de OSI, lo que implica que no realiza ninguna modificación sobre la señal original.

## 2.2. Hub (Concentrador de red)

El hub (concentrador) es el dispositivo de conexión más básico. Es utilizado en redes locales con un número muy limitado de máquinas. No es más que una toma múltiple RJ45 que amplifica la señal de la red.

En este caso, una solicitud destinada a un equipo de la red será enviada a todos los equipos de la red local. Esto reduce de manera considerable el ancho de banda y ocasiona problemas de colisión en la red.

Los hubs además se pueden interconectar entre si para formar topologías de estrella. Sin embargo no deben ser utilizados nunca para interconectar dos redes locales ya que el número de colisiones que generaría reduciría enormemente la velocidad de la red.

Los hubs trabajan en la primera capa del modelo OSI (Nivel físico).

## 2.3. Comutador de red (switch)

Es el dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más host de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección de destino de las tramas en la red y eliminando la conexión una vez finalizada esta.

Los comutadores se suelen utilizar para sustituir los concentradores, ya que evitan la ocupación innecesaria del resto de cableado de la red, y por tanto la generación de colisiones retransmitir únicamente al equipo con la de destino.

Un switch sin embargo, no es capaz de darnos conectividad con redes que estén fuera de su máscara de subred, para esto será necesario definir otros dispositivos como los puentes y los enruteadores.

Las especificaciones técnicas y de funcionamiento de los Switches están definidas en la norma IEEE 802.3 de estandarización de redes Ethernet. Son un conjunto de estándares que determinan básicamente la velocidad a la que será capaz de trabajar la conexión de red. Entre ellos son bien conocidos los estándares 802.3i (10BASE-T 10 Mbps), 802.3u (100BASE-T 100 Mbps), 802.3z/ab (1000BASE-T 1Gbps sobre fibra o par trenzado), etc.

En la actualidad estos estándares son los que siguen todos estos dispositivos, los cuales siempre utilizan una topología en estrella para conectar los nodos, siendo el equipo central el propio Switch. Mediante una serie de bocas o puertos RJ45 o SFP se conectan los nodos.

Hay dos tipos de conmutadores **dependiendo de la red**, conmutadores Ethernet y MAUs para Token Ring.

- Switch Ethernet

En Ethernet la señal llega a través de una de las puertas, el concentrador lee la dirección MAC de destino y retransmite a la puerta que tiene asociada a dicha MAC.

- Token Ring

A un concentrador Token Ring se le denomina Unidad de Acceso Multiestación (MAU) Multiestation Access Unit). Las MAUs repiten la señal de datos únicamente a la siguiente estación en el anillo.

También existen MAUs pasivas que no tienen procesamiento, son simplemente retransmisores similares a los concentradores. Las MAUs activas no sólo repiten la señal, además la amplifican y regeneran. Las MAUs inteligentes detectan errores y activan procedimientos para recuperarse de ellos.

Otra clasificación de los Switch se puede hacer atendiendo al tipo de puertos que tiene:

- **RJ45**: puerto propio para cables de par trenzado, cables UTP de 4 pares trenzados para LAN trabajando a 10/100/1000/10000 Mbps
- **SC**: puerto de fibra óptica para enlaces de alta velocidad a 1/10 Gbps.
- **Puertos SFP o GBIC**: estos se denominan puertos modulares por no tener un conector en concreto, sino un hueco en donde introducir el conector con el tipo de puerto que queremos. Este puede ser un GBIC (Gigabit Interface Converter) normalmente con puertos RJ45 integrados o los SFP/SFP+ (Small Form-Factor Pluggable), un puerto más pequeño bien con RJ45 o Fibra óptica de 10 Gbps.

La velocidad viene definida por las diferentes versiones del estándar IEEE 802.3. Actualmente encontramos Switches que funcionan a 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps y 10 Gbps.

#### 2.4. Punto de acceso inalámbrico (AP)

Un punto de acceso inalámbrico (Conocido como Access Point - AP), en una red de computadoras, es un dispositivo de red que interconecta equipos de comunicación inalámbricos, para formar una red inalámbrica que interconecta dispositivos móviles o tarjetas de red inalámbricas.

Son dispositivos que son configurados en redes de tipo inalámbricas que son intermediarios entre una computadora y una red (Internet o local). Facilitan conectar varias máquinas cliente sin la necesidad de un cable (mayor portabilidad del equipo) y que estas posean una conexión sin limitarle tanto su ancho de banda.

Normalmente, un AP también puede conectarse a una red cableada, y puede transmitir datos entre los dispositivos conectados a la red cableada y los dispositivos inalámbricos.

## 2.5. Puente de red (bridge)

Es el dispositivo de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI.

Interconecta segmentos de red (o divide una red en segmentos) haciendo la transferencia de datos de una red hacia otra con base en la dirección física de destino de cada paquete (sin necesidad de routers).

Los Puentes se encargan de filtrar el tráfico que pasa de una a otra red según la dirección de destino y una tabla que relaciona las direcciones y la red en que se encuentran las estaciones asignadas. Las redes conectadas a través de bridge aparecen ser una única red, ya que realizan su función transparentemente; es decir, las estaciones no necesitan conocer la existencia de estos dispositivos, ni siquiera si una estación pertenece a uno u otro segmento.

Según la técnica de filtrado que implemente se clasifican en:

- STP: Spanning Tree Protocol Bridge / Transparent Protocol Bridge (Protocolo de Árbol en Expansión o Transparente, STP). Estos puentes utilizados principalmente en Ethernet, deciden qué paquetes se filtran en función de una tabla de direcciones. Su objetivo es evitar la formación de ciclos entre las redes que interconecta.
- SRP: Source Routing Protocol Bridge (Bridge de Protocolo de Encaminamiento por Emisor, SRP). Utilizado en Token Ring, el emisor es el responsable de indicar al puente cuál es el camino que ha de seguir el paquete.
- SRTP: Source Routing Transparent Protocol Bridge (Bridge de Protocolo de Encaminamiento por Emisor Transparente, SRTP). Este tipo de puentes pueden funcionar en cualquiera de las técnicas anteriores.

Los puentes son inefficientes en interconexiones de redes grandes, debido a la gran cantidad de tráfico añadido de gestión que se genera y a la saturación que puede provocar el broadcasting. Por eso, en ocasiones es necesario el uso de routers para interconectar redes.

## 2.1. Enrutador (router)

Un router, o enrutador, es un dispositivo que permite interconectar equipos, independientemente de la red en que se encuentren, direccionando los paquetes por el camino adecuado hasta el receptor y adecuando las direcciones al tipo de red (protocolos NAT y CG-NAT en TCP/IP).

Cada enrutador mantiene su propia tabla de direcciones, y la actualiza intercambiando direcciones con los demás encaminadores. De esta forma puede determinar las rutas de enlace de interconexión entre redes por las que encaminar los paquetes.

Para llevar a cabo su función, los routers disponen de un complejo firmware y pueden ser configurados vía http , o telnet/ssh.

Los routers pueden utilizar distintos protocolos de encaminamiento:

- RIP: (Routing Information Protocol) permite comunicar diferentes sistemas que pertenezcan a la misma red lógica. Tienen tablas de encaminamiento dinámicas y se intercambian información según la necesitan. Las tablas contienen las rutas hacia los diferentes destinos y el número de saltos que se tienen que implican (14 saltos máximo).
- EGP: (Exterior Gateway Protocol) permite conectar dos sistemas routers que intercambien mensajes de actualización. El camino del mensaje se establece mediante un sondeo entre los diferentes routers para encontrar el destino solicitado.
- OSPF: (Open Shortest Path First Routing) busca minimizar el tráfico de encaminamiento manteniendo una tabla de la topología de la red cercana y distribuyendo dicha tabla a su encaminador vecino. De esta forma cada equipo construye un árbol de encaminamiento óptimo.

Hay distintos tipos de routers según funcionalidades añadidas:

- Multiprotocolo: son capaces de soportar tramas con diferentes protocolos de nivel de red de forma simultánea, encaminándolas dinámicamente al destino especificado, a través de la ruta de menor coste.
- Brouter (bridging router): El Brouter funciona como un router multiprotocolo, pero si encuentra un protocolo para el que no puede encaminar, entonces simplemente opera como bridge.

## 2.2. Pasarela (Gateway)

Un gateway o puerta de acceso es un dispositivo que proporciona un enlace de comunicaciones entre ordenadores o redes heterogéneos y puede efectuar la conversión entre distintos protocolos.

Las pasarelas operan en los niveles más altos del modelo de referencia OSI (Nivel de Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación): reempaquetan totalmente e incluso algunas veces reconvierten los datos que circulan entre las dos redes.

Las pasarelas conectan redes de diferentes arquitecturas procesando sus protocolos y permitiendo que los dispositivos de un tipo de red puedan comunicarse con otros dispositivos de otro tipo de red. Por tanto, las pasarelas tienen mayores capacidades que los routers y los puentes porque no

sólo conectan redes de diferentes tipos, sino que también aseguran que los datos de una red que transportan son compatibles con los de la otra red.

Los routers añaden información de direccionamiento a los paquetes o tramas que trasladan y no cambian el contenido del mensaje. Los gateways cambian a menudo el formato del mensaje para que se acomode al programa de aplicación del extremo receptor.

Normalmente un gateway consiste en un software que se instala en un equipo servidor, debido a la complejidad de su labor y a la necesidad de procesamiento; no obstante, al realizar diversas funciones de conversión, el gateway puede formar un cuello de botella entre las redes que interconecta.

### 3. Estándares de interconexión

#### 3.1. X.75

X.75 es un estándar de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) (anteriormente CCITT) que especifica la interfaz para interconectar dos redes X.25 mediante el establecimiento de circuitos virtuales.

El estándar X.75 es, pues, el encargado de establecer y liberar estos circuitos virtuales cuando se requiere la comunicación entre las dos redes.

X.75 es casi idéntico a X.25. La diferencia significativa es que mientras X.25 especifica la interfaz entre un suscriptor (Equipo terminal de datos (DTE)) y la red (Equipo terminal de circuito de datos (DCE)), X.75 especifica la interfaz entre dos redes (Equipo terminal de señalización (STE)), y se refiere a estos dos STE como STE-X y STE-Y.

Subiendo al nivel de enlace, el X.75 contempla el uso del denominado procedimiento multienlace (MLP), que permite disponer de varios enlaces entre distintos dispositivos STE. El procedimiento multienlace es el encargado de fijar las reglas de transmisión, gestión y reordenación de los enlaces.

#### 3.2. IP

Este estándar (Internet Protocol) se fija en correspondencia con la subdivisión que se realizó en el modelo de referencia OSI en el nivel de red, que se partió en tres subniveles:

- SNICP (SubNetwork Independent Convergence Protocol), subnivel encargado de proveer los servicios de encaminamiento y relevo necesarios para que el acceso resulte independiente de las características de la subred específica.
- SNDCP (SubNetwork Convergence Protocol), encargado de armonizar las subredes interconectadas para que ofrezcan al nivel de transporte y superiores un mismo servicio.
- SNDAP (SubNetwork Dependent Access Protocol), que es dependiente del tipo de subred empleado.

La interconexión en IP se realiza a través del SNICP. Por tanto, el protocolo IP trata aspectos relativos al transporte que sirven como base a otros protocolos.

IP es un protocolo no orientado a conexión, y por tanto, los paquetes se mandan independientemente unos de otros y no es necesario el establecimiento de una conexión previa al intercambio de información, ya que lo que se hace es reconstruir la información transmitida en el destino, reordenando los datagramas recibidos independientemente.

Por otra parte, se trata de un protocolo no fiable, ya que no implementa mecanismos que garanticen el que no se produzcan pérdidas o errores en la transmisión de los paquetes, denominados datagramas.

El protocolo IP por tanto, se encarga de la fragmentación y reensamblado de mensajes, de su encaminamiento y de algunas funciones como el control de congestión, notificación de cambio de rutas y medidas de rendimiento o direccionamiento de subredes.

## 4. Protocolos de acceso

### 4.1. Servicios conmutados por circuitos (Líneas dedicadas)

#### 4.1.1. PPP

Protocolo punto a punto (PPP) (en inglés Point-to-Point Protocol), es un protocolo del nivel de enlace de datos, utilizado para establecer una conexión directa entre dos nodos de una red. Conecta dos enruteadores directamente sin ningún equipo u otro dispositivo de red entre medias de ambos. Está estandarizado en el documento RFC 1661. Puede proporcionar autenticación, cifrado de la transmisión y compresión.

PPP es usado en varios tipos de redes físicas, incluyendo: cable serial, línea telefónica, línea troncal, telefonía celular, especializado en enlace de radio y enlace de fibra óptica como SONET (Synchronous Optical Network). También es utilizado en las conexiones de acceso a Internet (publicitado como banda ancha o broadband). Los proveedores de servicios de Internet (ISP) han usado PPP para que accedan a Internet los usuarios de una línea de conmutación, ya que los paquetes de IP no pueden ser transmitidos vía módem, sin tener un protocolo de enlace de datos.

Son usados comúnmente por los ISP para establecer una línea de abonado digital (digital subscriber line, DSL) de servicios de internet para clientes.

#### 4.1.2. HDLC

HDLC (High-Level Data Link Control, control de enlace de datos de alto nivel) es un protocolo de comunicaciones de propósito general punto a punto, que opera a nivel de enlace de datos. Se basa en ISO 3309 e ISO 4335. Surge como una evolución del anterior **SDLC**. Proporciona recuperación de errores en caso de pérdida de paquetes de datos, fallos de secuencia y otros, por lo que ofrece una comunicación confiable entre el transmisor y el receptor.

### 4.1.3. SDLC

El acrónimo SDLC (del inglés Synchronous Data Link Control, controlador de enlace de datos síncrono) se utiliza para nombrar el protocolo diseñado por IBM para enlaces síncronos a través de una línea para la capa 2 del modelo OSI de comunicaciones. Como su nombre implica, es un protocolo síncrono, lo que supone la transmisión de la señal de reloj con los datos.

## 4.2. Servicios conmutados por circuitos virtuales

### 4.2.1. POTS

El servicio telefónico convencional (también, ordinario o tradicional, o telefonía básica), conocido en inglés por las iniciales POTS por plain old telephone service, se refiere a la manera en cómo se ofrece el servicio telefónico analógico (o convencional) por medio de cableado de cobre.

Se denomina Red Telefónica Conmutada (RTC) o Red Telefónica Básica (RTB).

### 4.2.2. RDSI

La red digital de servicios integrados (RDSI; en inglés: ISDN). Antes de la RDSI, el sistema telefónico era visto como una forma de transporte de voz, con algunos servicios especiales disponibles para los datos. La característica clave de la RDSI es que integra voz y datos en la misma línea, añadiendo características que no estaban disponibles en el sistema de telefonía analógica.

Se puede decir entonces que la RDSI es una red que procede por evolución de la red telefónica existente que al ofrecer conexiones digitales de extremo a extremo permite la integración de multitud de servicios en un único acceso.

#### Acceso básico

El acceso básico consiste en dos canales B full-duplex de 64 kbit/s y un canal D full-duplex de 16 kbit/s. Luego, la división en tramas, la sincronización, y otros bits adicionales dan una velocidad total a un punto de acceso básico de 160 kbit/s.

#### Acceso primario

El acceso primario está destinado a usuarios con requisitos de capacidad mayores. Debido a las diferencias en las jerarquías de transmisión digital usadas en distintos países, no es posible lograr un acuerdo en una única velocidad de los datos.

En una red RDSI es posible combinar varios accesos primarios para obtener mayor ancho de banda.

### 4.3. Servicios de Redes Conmutadas por paquetes (Orientados a Conexión)

#### 4.3.1. X.25

Es un estándar ITU-T para conmutación de paquetes, utilizado en redes WAN, orientado a conexión y trabaja con circuitos virtuales tanto conmutados como permanentes. En la actualidad se trata de una norma obsoleta con utilidad puramente académica.

#### 4.3.2. Frame Relay

Es una técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas para redes de circuito virtual (normalmente permanentes), consistente en una forma simplificada de tecnología de conmutación de paquetes que transmite una variedad de tamaños de tramas o marcos ("frames") para datos.

Al contratar un servicio Frame Relay, contratamos un ancho de banda determinado (CIR, Committed Information Rate) en un tiempo determinado.

Es una buena alternativa a las líneas dedicadas.

#### 4.3.3. ATM

ATM fue diseñado para satisfacer las necesidades de RDSI aunque también se ha utilizado en redes troncales SONET/SDH. Su funcionamiento se basa en el uso de una trama de tamaño fijo denominada celda, sobre circuitos virtuales, permanentes o conmutados. Es un servicio orientado a conexión.

### 4.4. Servicios conmutados por paquetes (No orientados a conexión)

#### 4.4.1. IPV4

El Protocolo de Internet versión 4 (en inglés, Internet Protocol version 4, IPv4), es la cuarta versión del Internet Protocol (IP), un protocolo de interconexión de redes basados en Internet, y que fue la primera versión implementada en 1983 para la producción de ARPANET.

#### 4.4.2. IPV6

El IPv6 es una actualización al protocolo IPv4, diseñado para resolver el problema de agotamiento de direcciones.

### 4.5. Servicios digitales dedicados

#### 4.5.1. T1, T3, E1, E3

La serie T de servicios en los EE.UU. y la serie E de servicios en Europa son tecnologías de WAN que usan la multiplexación por división de tiempo para "dividir" y asignar ranuras de tiempo para la transmisión de datos; el ancho de banda es:

- T1: 1,544 Mbps

- T3: 44,736 Mbps
- E1: 2,048 Mbps
- E3: 34,368 Mbps

#### 4.5.2. xDSL

La línea de abonado digital o línea de suscriptor digital, Digital Subscriber Line (DSL), es una familia de tecnologías que proporcionan el acceso a Internet mediante la transmisión de datos digitales a través del par trenzado de hilos de cobre convencionales de la red telefónica básica o conmutada, constituida por las líneas de abonado: ADSL, ADSL2, ADSL2+, SDSL, IDSL, HDSL, SHDSL, VDSL y VDSL2.

En el ámbito del mercadeo de telecomunicaciones, el término DSL suele ser principalmente asociado con ADSL (línea de abonado digital asimétrica), que es la tecnología DSL instalada con mayor frecuencia. El servicio DSL se proporciona simultáneamente con el servicio telefónico en la misma línea ya que DSL utiliza bandas de frecuencia más altas para transmitir los datos.

#### 4.5.3. SONET

La red óptica sincronizada (en idioma inglés Synchronous Optical Network, cuyo acrónimo es SONET) es un estándar para el transporte de telecomunicaciones en redes de fibra óptica.

#### 4.5.4. WiMax

WiMAX, siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,5 a 5,8 GHz y puede tener una cobertura hasta de 70 km.

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El estándar que define esta tecnología es el IEEE 802.16 MAN. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados

### 5. Conclusión.

#### 5.1. Relación con el Currículo

- Bachillerato – Tecnologías de la Información y la Comunicación I (PES)
- FP Básica – Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos (PES/SAI)
- GM – SMR – Sistemas Operativos en Red GM – SMR – Servicios en Red (PES)
- GM – SMR – Aplicaciones Web (PES)
- GS – ASIR – Servicios de Red e Internet (PES)

## 6. Bibliografía

- Alberto León-García, Indra Widjaja; "**Redes de Comunicación**". Primera edición. 2001. Ed. Me Graw Hill
- William Stallings.; "**Comunicaciones y Redes de Computadores**". sexta edición. Ed. Prentice-Hall. 2000.
- Andrew S. Tanenbaum; "**Redes de computadores**". Ed. Prentice-Hall. 2003.
- Kurose, James; Ross, Heith; "**Redes de computadoras: un enfoque descendente**" Ed. Pearson 2017

