

# TEMA 65

## FUNCIONES Y SERVICIOS DEL NIVEL DE RED Y DEL NIVEL DE TRANSPORTE. TÉCNICAS. PROTOCOLOS

### INDICE:

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. NIVEL DE RED .....	1
2.1. Funciones .....	1
2.2. Servicios .....	2
2.3. Técnicas.....	3
2.4. Protocolos.....	4
3. NIVEL DE TRANSPORTE.....	4
3.1. Funciones .....	4
3.2. Servicios .....	5
3.3. Técnicas.....	6
3.4. Protocolos.....	7
4. CONCLUSIÓN .....	8
5. BIBLIOGRAFÍA .....	8
6. NORMATIVA.....	8

Realizado por Cayetano Borja Carrillo

Tiempo de escritura: 1 hora y 55 minutos

## 1. INTRODUCCIÓN

En una red de comunicaciones basada en el modelo OSI (*Open System Interconnection*), el nivel de red y de transporte se sitúan en el nivel 3 y 4 respectivamente.

El nivel de red define cómo viajan los datos entre dispositivos que pertenecen a distintos dominios de difusión (distintas redes o subredes), mientras que el nivel de transporte se encarga de proporcionar una transferencia libre de errores entre el emisor y el receptor, así como de mantener el flujo de la red.

En este tema se desarrollan las funciones y servicios que ofrece cada nivel, así como las principales técnicas y protocolos que se utilizan en su implementación. Se trata de un tema de gran importancia dentro del campo de estudio de las redes de computadoras ya que, el correcto funcionamiento de estos dos niveles es fundamental para que dos dispositivos se puedan comunicar en red sin problemas.

## 2. NIVEL DE RED

En este punto se describen las funciones, servicios, técnicas y protocolos que utiliza el nivel de red para cumplir su objetivo.

### 2.1. Funciones

Las funciones que le corresponden al nivel de red son las siguientes:

#### Empaquetado

Este nivel recibe bloques de datos de la capa 4 y le añade un encabezado formando un paquete. A este proceso se le llama empaquetado.



Esquema de un paquete

El contenido del encabezado varía según el protocolo que se utilice (IPv4, IPv6, etc.). En la mayoría de los casos se incluyen las direcciones IP de los dispositivos origen y destino y el tiempo de vida o TTL (*Time To Live*), que indica la cantidad de saltos que puede dar un paquete entre *routers* antes de darse como perdido.

#### Enrutamiento

El enrutamiento, también llamado encaminamiento, es el proceso que sigue un *router* para seleccionar la mejor ruta, entre todas las rutas conocidas, por donde transmitir un paquete para que llegue a la red destino.

Las rutas que un *router* conoce están registradas en su tabla de enrutamiento, que es un documento digital que se almacena en la RAM. Cada ruta debe de incluir, como mínimo, los siguientes campos:

- Dirección IP de la red destino.
- Máscara de subred de destino.
- IP del siguiente salto (pasarela o puerta de enlace) o interfaz para su envío.
- Coste de la ruta (distancia administrativa y métrica)

Ejemplo de tabla de enrutamiento con 3 rutas registradas:

Red destino	Máscara de subred	Pasarela	Interfaz	Coste
150.1.0.0	255.255.0.0	172.120.0.1	GigaByte0	20
150.2.0.0	255.255.0.0	172.50.5.2	Serial0	1
0.0.0.0	0.0.0.0	172.120.0.1	GigaByte0	20

Como se puede observar, si se quiere transmitir un paquete hacia la red 150.1.0.0, el *router* lo enviará al *router* con dirección IP 172.120.0.1 y éste hará la misma operación.

En caso de no conocer ninguna ruta específica que lleve a la red destino, el *router* transmitirá el paquete por la ruta predeterminada, a menudo representada como la red con dirección 0.0.0.0.

### Evitar o controlar las congestiones

Otra función del nivel de red es la de prevenir y controlar las congestiones de red. Una congestión se produce cuando la red, o parte de ella, recibe más tráfico del que puede soportar, provocando lentitud en las comunicaciones, pérdida de paquetes o bloque de nuevas conexiones.

## **2.2. Servicios**

Los servicios que ofrece el nivel de red son los siguientes:

### Servicio no orientado a conexión

Cuando se usa este servicio, el emisor puede comenzar a transmitir datos sin establecer una conexión previa con el receptor. El emisor no tiene conocimiento del estado y disponibilidad del receptor ni sabe si existe alguna ruta que lleve la red destino.

### Servicio orientado a conexión

Cuando se usa este servicio, el emisor y el receptor sí establecen una conexión antes de transmitir datos. En este caso, el emisor conoce el estado y la disponibilidad del receptor y sabe que existe, al menos, una ruta de transmisión disponible entre los dos nodos.

### 2.3. Técnicas

Para que el nivel de red pueda cumplir con las funciones que tiene establecidas, dispone de una serie de técnicas como las siguientes:

#### Técnicas de conmutación de paquetes

La conmutación de paquetes consiste en definir cómo viajarán los paquetes de datos desde el nodo origen hasta el nodo destino. A continuación, se describen 2 técnicas de conmutación de paquetes:

- Técnica del datagrama: Cada paquete contiene la dirección IP del nodo destino y es responsabilidad de cada *router* elegir la ruta por donde redirigir el paquete. Esto hace posible que 2 paquetes que pertenezcan a un mismo mensaje puedan viajar por 2 rutas distintas.
- Circuito virtual: El emisor transmite un paquete inicial llamado "*Call Request*", que determinará la ruta que deben de tomar el resto de los paquetes que pertenecen a esa conexión. Esta técnica solo puede ser utilizada en comunicaciones orientadas a la conexión.

#### Técnicas de aprendizaje de nuevas rutas

Un *router* puede aprender nuevas rutas o actualizar las que ya conoce de 2 formas:

- De forma estática: Las rutas son introducidas manualmente por una persona, generalmente, por un administrador de sistemas. Estas rutas son fijas y no se adaptan a los cambios en el estado de la red.
- De forma dinámica: El *router* aprende nuevas rutas y/o detecta cambios en las que ya conoce mediante protocolos de enrutamiento dinámico. Algunos de estos protocolos son RIPv1, RIPv2, IGRP, EIGRP, OSPF, IS-IS, EGP y BGP.

#### Técnicas de control de congestión

El nivel de red dispone de las siguientes técnicas para evitar la congestión de red:

- Algoritmos de descarte de paquetes: Un *router* tiene la capacidad de descartar paquetes cuando su ocupación es alta (microprocesador saturado, memoria RAM llena, etc.).
- Añadir un tiempo de vida a los paquetes: Algunos paquetes incluyen un tiempo de vida o TTL que limita la cantidad de saltos entre *routers* que puede dar. Con esto se evita que aquellos paquetes que no van a llegar a su destino estén dando vueltas de un lado a otro consumiendo recursos.
- Elegir la ruta de menor coste: Si un *router* conoce varias rutas que llevan a una misma red, elegirá la que menos coste tiene, evitando así zonas congestionadas.

## 2.4. Protocolos

Algunos de los protocolos que se aplican en el nivel de red son los siguientes:

### IP (*Internet Protocol*)

IP es un protocolo que permite que diferentes redes de distinta naturaleza (redes locales, redes satelitales, redes móviles, etc.) se puedan comunicar, dando lugar a la red de redes llamada Internet. Este protocolo utiliza la técnica del datagrama para conmutar los paquetes y cada elemento (red, subred o nodo) tiene asignada una dirección IP que lo identifica.

A nivel de usuario existen 2 versiones de este protocolo: IPv4 e IPv6.

- IPv4 utiliza direcciones IP de 32 bits agrupados en 4 bloques de 8 bits (octetos) separados por puntos y expresados, generalmente, en decimal.
- IPv6 utiliza direcciones de 128 bits agrupados en 8 bloques de 16 bits separados por 2 puntos y expresados, generalmente, en hexadecimal.

IPv6 surgió para abordar el agotamiento de direcciones IPv4 y proporcionar un espacio de direcciones más amplio.

### ICMP (*Internet Control Message Protocol*)

ICMP es parte del conjunto de protocolos IP y se utiliza para enviar mensajes de error al emisor como, por ejemplo, que un nodo no puede ser localizado.

### IGMP (*Internet Group Management Protocol*)

IGMP es un protocolo que permite a un *router* informarse sobre a qué grupos pertenecen los *hosts* de esa red. De esta forma, podrá enviar paquetes *multicast* a los *hosts* que pertenezcan a un grupo determinado.

### RIPv2 (*Routing Information Protocol versión 2*)

RIP es un protocolo de enrutamiento dinámico que permite a un *router* aprender nuevas rutas a redes o actualizar las que ya conoce mediante el intercambio de información con sus *routers* vecinos (*routers* que están directamente conectados). La información que se comparte es la tabla de enrutamiento completa o parte de ella.

## 3. NIVEL DE TRANSPORTE

En este punto se describen las funciones, servicios, técnicas y protocolos que utiliza el nivel de transporte para cumplir su objetivo.

### 3.1. Funciones

El nivel 4 se encarga de realizar las siguientes funciones:

### Segmentar el mensaje

Este nivel recibe bloques de datos del nivel 5 y los fragmenta en trozos más pequeños para facilitar su gestión. A cada fragmento le añade un encabezado formando un segmento o datagrama dependiendo de si el protocolo usado es TCP o UDP.



Esquema de un segmento o datagrama

La información que contiene el encabezado varía dependiendo del protocolo utilizado, pero en todos los casos se incluye el número de puerto origen y destino.

### Reensamblar el mensaje

En el lado del receptor, el nivel de transporte se encarga de reensamblar los segmentos recibidos y de reconstruir los mensajes originales. Para hacerlo, el receptor debe de recibir los segmentos numerados en el orden correcto y sin pérdida.

Esta función solo se aplica en comunicaciones mediante el protocolo TCP, ya que los datagramas ni se reordenan ni reensamblan.

### Multiplexar las conversaciones

Otra función es la de realizar un seguimiento individual de las conversaciones (datos que fluyen entre aplicaciones) y multiplexarlas a la aplicación correcta según el número de puerto. Por ejemplo, si el puerto es 443 se trata de una petición HTTPS (página web) y si es 25 se trata de una petición SMTP (correo electrónico).

### Controlar el flujo de datos

Cuando dos nodos se están comunicando, es posible que el emisor transmita a una velocidad mayor de la que el receptor puede asumir. Este nivel puede coordinar los dos extremos y controlar la velocidad de transmisión para evitar saturar al receptor.

### Gestionar la conexión

Este nivel dispone de técnicas que permiten establecer, mantener y liberar una conexión entre 2 nodos, así como mecanismos de recuperación de caídas. Esta función se aplica únicamente en comunicaciones bajo el protocolo TCP.

## **3.2. Servicios**

Los servicios que el nivel de transporte ofrece son los siguientes:

### Servicio no orientado a conexión

El emisor y receptor se comunican sin establecer una conexión previa. Los datagramas se transmiten sin tener ningún control de errores ni de secuencialidad, es decir, el receptor no reordena los datagramas recibidos.

Este tipo de servicio es adecuado cuando una pérdida de un datagrama no afecta de forma sensible a las comunicaciones y se puede asumir su pérdida. Por ejemplo, en transmisiones en tiempo real como videoconferencias o llamadas de voz por VoIP.

### Servicio orientado a conexión

El emisor y receptor establecen una conexión antes de transmitir datos. En este caso, la capa de transporte ofrece control de flujo, de errores y de secuencialidad. Al finalizar la transmisión, se libera la conexión.

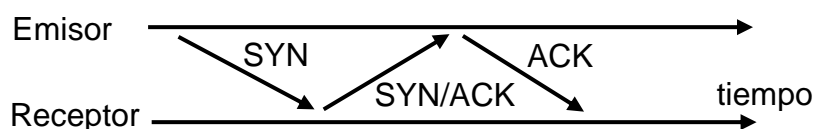
### **3.3. Técnicas**

El nivel de transporte dispone de diversas técnicas, cada una para garantizar que se cumpla una función concreta. Estas técnicas son las siguientes:

#### Técnicas de establecimiento de la conexión

Existen varias técnicas para establecer una conexión entre emisor y receptor. Una de ellas es la negociación a 3 pasos (*3-way handshake*), que consiste en lo siguiente:

1. El emisor transmite un mensaje SYN al receptor mostrando su intención de establecer conexión.
2. El receptor lee el mensaje SYN y verifica el estado del puerto al que se desea acceder. Si el puerto está cerrado, le responde al emisor con un mensaje RST rechazando la conexión. Si el puerto está abierto, le responde con un SYN/ACK aceptándola.
3. El emisor lee la respuesta y si es un SYN/ACK, responde con un mensaje ACK estableciendo la conexión.



Esquema de establecimiento de conexión

#### Técnicas de liberación de la conexión

El nivel de transporte dispone de 2 formas de liberar una conexión:

- Liberación asimétrica: Se libera la conexión cuando un extremo corta la comunicación. Su funcionamiento es similar a una llamada telefónica, donde se interrumpe la conexión cuando un extremo cuelga.
- Liberación simétrica: Cada extremo le informa al otro cuando se puede liberar la conexión y, si los 2 extremos están de acuerdo, se libera.

### Técnicas de recuperación de caídas

Cuando se produce un corte inesperado de la conexión, pueden ocurrir 2 cosas:

1. Que la caída se haya producido porque un nodo intermedio ha tenido problemas. En ese caso, la conexión se reestablecerá cuando se recupere la comunicación y la transmisión continuará por donde se había quedado.
2. Que la caída se haya producido porque el emisor o el receptor ha tenido problemas. En tal caso, el equipo caído no recordará nada sobre la situación en la que se encontraba y, para recuperar su estado anterior, le enviará una petición al otro extremo solicitando que le informe de todas las conexiones abiertas.

### Técnicas de control de flujo

Para evitar que el emisor sature al receptor, se utiliza una memoria temporal llamada ventana capaz de almacenar “N” segmentos. El emisor solo puede enviar los segmentos que hay en ventana y tiene que esperar a que ésta se desplace para enviar más. Las ventanas pueden ser de 2 tipos:

- De tamaño fijo: El tamaño de ventana se establece a la hora de establecer conexión según la cantidad de fragmentos que el receptor puede recibir sin saturarse. La ventana se desplaza una posición cuando el emisor reciba el acuse de recibo (ACK) del primer elemento que hay en ella.
- De tamaño variable: Los ACK no desplazan la ventana completa, sino que la cierran por el extremo inferior. El extremo superior de la ventana, que es el que permite enviar nuevos segmentos, se desplazará solamente cuando el emisor reciba créditos.

## **3.4. Protocolos**

En el nivel de transporte se aplican los siguientes protocolos:

### TCP (*Transmission Control Protocol*)

TCP es un protocolo orientado a la conexión y fiable. Se utiliza para transmitir segmentos que tienen que ser reensamblados en el orden correcto, por lo que tienen que ir numerados. Si falta un segmento, ya sea porque ha llegado defectuoso o porque se perdió por el camino, el receptor solicitará al emisor que retransmita el segmento de nuevo.

### UDP (*User Datagram Protocol*)

UDP es un protocolo no orientado a la conexión, por lo que no proporciona ningún tipo de control de errores, ni de flujo, aunque sí utiliza mecanismos de detección de errores para descartar datagramas defectuosos.



## 4. CONCLUSIÓN

Los niveles de red y de transporte son vitales en las comunicaciones entre dispositivos en una red de computadoras basada en el modelo OSI, ya que permiten una transmisión libre de errores entre nodos que pertenecen a distintos dominios de difusión.

En este tema se ha dado un repaso a las funciones y servicios que ofrece cada nivel para garantizar una comunicación eficaz y sin errores y a diversas técnicas y protocolos que permiten lograrlo.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Prieto Espinosa, A. et al. (2006). *Introducción a la informática (4ª ed.)*. McGraw-Hill.
- Brookshear, J. G. (2012). *Introducción a la computación (11ª ed.)*. Pearson Educación.
- Stallings, W. (2004). *Comunicaciones y redes de computadoras (7ª ed.)*. Pearson Educación.
- Tanenbaum, A. S. et al. (2012). *Redes de computadoras (5ª ed.)*. Pearson Educación.
- Kurose, J. F. et al (2017). *Redes de computadoras. Un enfoque descendente (7ª ed.)*. Pearson Educación.

## 6. NORMATIVA

Para el desarrollo de este tema, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa, donde se especifican los contenidos, competencias y criterios de evaluación de los Ciclos Formativos y Bachillerato en Andalucía:

- Orden 7 de julio de 2009 (SMR). La parte correspondiente al módulo “Redes Locales”.
- Orden 19 de julio de 2010 (ASIR). La parte correspondiente al módulo “Planificación y Administración de Redes”.
- Orden 16 de junio de 2011 (DAW/DAM). La parte correspondiente al módulo “Sistemas Informáticos”.
- Instrucción 13/2022 (Bachillerato). La parte correspondiente a la asignatura “Tecnologías de la Información y Comunicación”