

El Nivel de Red

Arquitectura de Redes de Ordenadores

Arquitectura de Internet

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones y
Sistemas Telemáticos y Computación

Universidad Rey Juan Carlos

Febrero 2017



©2017 Grupo de Sistemas y Comunicaciones.
Algunos derechos reservados.
Este trabajo se distribuye bajo la licencia
Creative Commons Attribution Share-Alike
disponible en <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.1/es>

- 1 Introducción
- 2 Modelos de Nivel de Red
- 3 Direccionamiento en el Nivel de Red
- 4 Interconexión de distintos niveles de enlace
- 5 Encaminamiento
- 6 Referencias

Contenidos

- 1 **Introducción**
- 2 Modelos de Nivel de Red
- 3 Direccionamiento en el Nivel de Red
- 4 Interconexión de distintos niveles de enlace
- 5 Encaminamiento
- 6 Referencias

Introducción

- El nivel de red se ocupa de que los paquetes que salen del emisor lleguen a su destino final, aunque el emisor y el receptor no sean “adyacentes” (es decir, no estén conectados directamente al mismo medio de transmisión).
- Esto normalmente requiere pasar a través de nodos intermedios, denominados **encaminadores** (*routers*).
- Es posible que haya varios caminos diferentes del emisor al receptor: hay que elegir la **mejor ruta**.
- RECORDATORIO: El nivel de enlace sólo se ocupa de que los datos viajen entre máquinas “adyacentes” (conectadas al mismo medio).

Misiones del Nivel de Red

- Misión fundamental: **Encaminamiento de paquetes** (*routing*).
- También se encarga de:
 - Asignación de direcciones únicas a todas las máquinas de la red, independientemente de cuál sea su tecnología del nivel de enlace.
 - Interconexión en una misma red de subredes con distinta tecnología de nivel de enlace.
 - Control de congestión en los *routers*.

Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Modelos de Nivel de Red**
- 3 Direccionamiento en el Nivel de Red
- 4 Interconexión de distintos niveles de enlace
- 5 Encaminamiento
- 6 Referencias

Modelos de Nivel de Red

Según haya o no conexiones de red:

- No orientado a conexión
- Orientado a conexión

Según se encamine cada paquete por separado o no:

- Basado en datagramas
- Basado en circuitos virtuales

Según se ofrezca o no un servicio fiable:

- Fiable
- No fiable

Nivel de Red según haya o no conexiones

Servicio No Orientado a Conexión

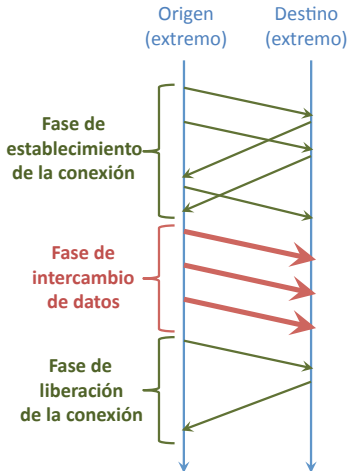
- Cada vez que el nivel superior quiere enviar datos, se compone una unidad de datos (paquete) con ellos y se envía. No hay relación con transmisiones previas o futuras al mismo destino.

Servicio Orientado a Conexión

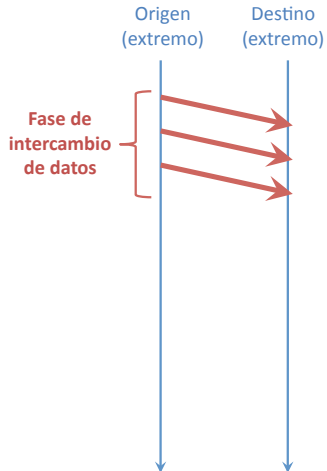
- Antes de enviar el primer byte de datos, origen y destino mantienen un diálogo inicial para establecer ciertas condiciones de la transferencia de información, que se mantienen mientras dure esta transferencia.
- Después de enviar los datos hay un diálogo final entre origen y destino para dar por terminada la comunicación.

Nivel de Red según haya o no conexiones

Servicio Orientado a Conexión



Servicio No Orientado a Conexión



Nivel de Red según por dónde viajan los paquetes

Servicio basado en Datagramas

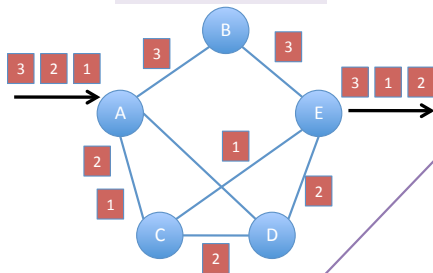
- La dirección de destino viaja en todos los paquetes de datos.
- El encaminamiento de cada paquete es independiente, por lo que varios paquetes enviados del mismo origen al mismo destino pueden viajar por diferentes rutas (y, tal vez, llegar en desorden).

Servicio basado en Circuitos Virtuales

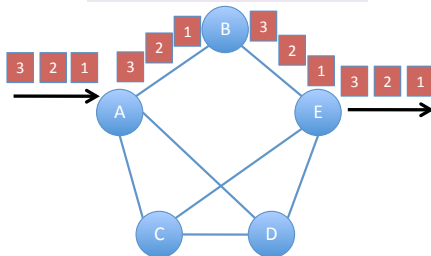
- Al principio se establece un “circuito virtual” por el que viajarán todos los paquetes de datos.
- La dirección de destino viaja sólo en los paquetes que establecen el circuito virtual. Los paquetes con datos sólo llevan un identificador del circuito virtual al que pertenecen
- Todos los paquetes pertenecientes a un mismo circuito virtual siguen el mismo camino y llegan en orden.

Nivel de Red según por dónde viajan los paquetes

Servicio Basado en Datagramas



Servicio Basado en Circuitos Virtuales



Nivel de Red según su fiabilidad

Nivel de Red que ofrece un servicio Fiable:

- Se garantiza al nivel superior que todos los paquetes llegan a su destino, y que el destino es capaz de reordenarlos si se desordenan en el camino.
- Para ello se numeran los paquetes, y se retransmiten los perdidos

Nivel de Red que ofrece un servicio No Fiable:

- No se garantiza al nivel superior que todos los paquetes lleguen a su destino: pueden perderse paquetes (típicamente por congestión).
- Algún nivel superior deberá ser capaz de detectar y recuperarse de estas pérdidas, si la aplicación lo requiere.

Tipos de Nivel de Red

- Todas las combinaciones de modelos de nivel de red son teóricamente posibles, pero no todas se dan en la práctica.
- Las combinaciones más frecuentes son:
 - Servicio Orientado a Conexión, basado en Circuitos Virtuales y Fiable (ejemplo: **X.25**).
 - Servicio No Orientado a Conexión, basado en Datagramas y No Fiable (ejemplo: **IP**).

Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Modelos de Nivel de Red
- 3 Direccionamiento en el Nivel de Red**
- 4 Interconexión de distintos niveles de enlace
- 5 Encaminamiento
- 6 Referencias

Direcciones de Red

- Se necesita un mecanismo de identificación unívoca de todas las máquinas de la red, independientemente de la tecnología del nivel de enlace de cada una.
- El Nivel de Red es el encargado de asignar **direcciones** a todas las máquinas de la red. En el tema siguiente estudiaremos las direcciones IP (direcciones del Nivel de Red en TCP/IP).
- Es posible que en el Nivel de Aplicación se establezcan nombres para las máquinas (más fáciles de recordar). Entonces un protocolo de nivel de aplicación se encargará de la correspondencia entre nombres y direcciones.

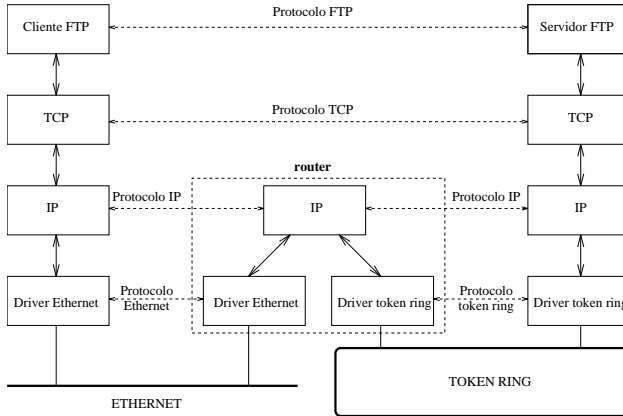
Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Modelos de Nivel de Red
- 3 Direccionamiento en el Nivel de Red
- 4 Interconexión de distintos niveles de enlace**
- 5 Encaminamiento
- 6 Referencias

Interconexión de subredes con distinto nivel de enlace

- Dependiendo de la arquitectura de red de que se trate, puede que se desee integrar en una misma red a subredes con distinta tecnología de nivel de enlace.
- Cuando así ocurre, es misión del Nivel de Red hacer esta integración
- Es necesario que el nivel de red del encaminador que une las subredes “entienda” los dos niveles de enlace. Puede tener que resolver problemas de:
 - distintos tamaños de las unidades de datos
 - distintas velocidades de las subredes

Ejemplo



Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Modelos de Nivel de Red
- 3 Direccionamiento en el Nivel de Red
- 4 Interconexión de distintos niveles de enlace
- 5 Encaminamiento**
- 6 Referencias

El problema del Encaminamiento

- Llamamos **encaminamiento** al proceso mediante el cuál se encuentra el camino entre dos puntos cualesquiera de la red
- Problemas a resolver:
 - Si hay más de un camino, ¿qué camino escoger?
 - ¿Qué formas hay de comparar caminos para ver cuál es el mejor?
 - ¿Qué ocurre si se cae un encaminador o un enlace de el camino escogido?
 - ...

Algoritmo y Protocolo Encaminamiento

- **Algoritmo de encaminamiento**: Procedimiento por el cuál los encaminadores (*routers*) alcanzan las decisiones para escoger las mejores rutas para cada destino.
- Como parte del algoritmo de encaminamiento, normalmente los encaminadores tienen que enviarse entre sí mensajes de control para conseguir toda la información necesaria.
- Muchas veces se utiliza el término **Protocolo de Encaminamiento** en vez de Algoritmo de Encaminamiento.

Tabla de Encaminamiento

- El resultado de los algoritmos de encaminamiento es generar en cada encaminador su tabla de encaminamiento.
- **Tabla de encaminamiento:** Tabla que consulta el encaminador cada vez que recibe un paquete y tiene que encaminarlo. Esta tabla tiene esta forma:

Destino final	Encaminador vecino al que enviar el paquete
D1	V1
D2	V2
D3	V3
...	...

Encaminamiento

Encaminamiento jerárquico

- Si la red es muy grande, las tablas de encaminamiento se hacen inmanejables:
 - se genera mucho tráfico de control para conseguir difundir la información necesaria para los algoritmos de encaminamiento
 - se tarda mucho en calcular los caminos óptimos
 - la tabla final tiene demasiadas entradas
- Solución: **Encaminamiento Jerárquico**:
 - Se divide la red en sistemas autónomos.
 - En cada sistema autónomo se utiliza un algoritmo de encaminamiento entre sus máquinas.
 - Los sistemas están interconectados mediante encaminadores que hacen de pasarela entre sistemas autónomos.
 - Los encaminadores que interconectan sistemas utilizan otro algoritmo de encaminamiento entre sí para alcanzar desde unos sistemas autónomos a otros.
- Para poder aplicar el encaminamiento jerárquico es necesario que las direcciones IPs de máquinas “cercanas” (topológicamente) sean “parecidas” (p.ej: comiencen de la misma manera).

Control de Congestión

Congestión: cuando el tráfico deseado/originado en los extremos es mayor del que puede encaminar el nivel de red.

- Un encaminador tiene varios enlaces de entrada y salida.
- Puede ser que lleguen paquetes más deprisa de lo que el encaminador sea capaz de darles salida.
- Si esta situación es esporádica, se resuelve con buffers.
- Los buffers son limitados: cuando se llenan se ha alcanzado la congestión.

Control de Congestión

Medidas:

- En redes basadas en circuitos virtuales, se puede hacer un **control de admisión**: Al intentar establecer un nuevo circuito virtual, los encaminadores intermedios indican si tienen recursos (buffers) suficientes para que el nuevo circuito virtual pase por ellos.
- En redes basadas en datagramas, los encaminadores **descartan** los paquetes que se reciben y no caben en sus buffers. Los niveles superiores de los extremos tendrán que detectar esta situación y aliviarla transmitiendo más despacio.

Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Modelos de Nivel de Red
- 3 Direccionamiento en el Nivel de Red
- 4 Interconexión de distintos niveles de enlace
- 5 Encaminamiento
- 6 Referencias**

Referencias

- A. Tanenbaum, **Redes de Computadores (4^a ed.)**: Cap. 5 (5.1, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.6, 5.3).
- J. F. Kurose, K. W. Ross, **Computer Networking: A Top-Down Approach (4th ed)**: Cap. 4 (4.1, 4.2).