

Redes (9359). Curso 2010-11

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (plan 2001)



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal

Pablo Gil Vázquez (Pablo.Gil@ua.es)

Grupo de Innovación Educativa en Automática

© 2010 GITE – IEA



Redes (9359). Curso 2010-11

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (plan 2001)

BLOQUE I: INTRODUCCIÓN.

Tema 1: Introducción a las redes de computadores.

BLOQUE II. NIVEL FÍSICO.

Tema 2: Transmisión de señales.

Tema 3: Codificación de la información.

Tema 4: Medios de transmisión.

BLOQUE III. NIVEL DE ENLACE.

Tema 5: Diseño del nivel de enlace y control de errores.

Tema 6: Control de flujo en el nivel de enlace.

Tema 7: Protocolos estandarizados del nivel de enlace.

BLOQUE IV. NIVEL DE RED.

Tema 8: Diseño del nivel de red.

Tema 9: Encaminamiento y control de congestión del nivel de red.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal

Pablo Gil Vázquez (Pablo.Gil@ua.es)

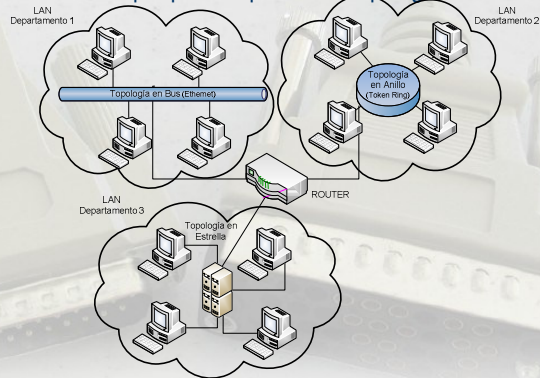
Grupo de Innovación Educativa en Automática

© 2010 GITE – IEA

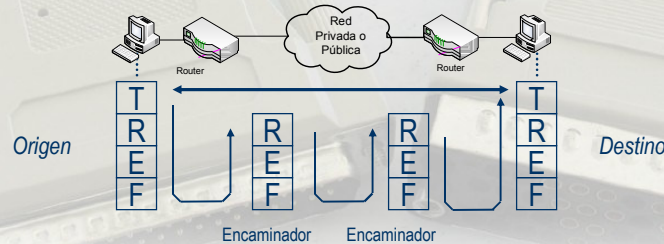


1. Introducción
2. Servicios de la capa de red
 - 2.1. Servicio no orientado a conexión
 - 2.2. Servicio orientado a conexión
3. Métodos de conmutación
 - 3.1 Conmutación de circuitos
 - 3.2 Conmutación de paquetes
4. Algoritmos de encaminamiento
 - 4.1. Encaminamiento estático o fijo
 - 4.2. Inundaciones
 - 4.3. Encaminamiento adaptativo o dinámico

- El Objetivo del nivel de red es realizar el **encaminamiento** de las estructuras de datos de ese nivel.
 - El encaminamiento (conmutación) se realiza generalmente en redes WAN (área extensa)
 - Son múltiples redes LAN unidas por punto a punto con topologías en estrella, árbol o irregulares.



- El encaminamiento debe calcular el mejor camino para ir desde un nodo origen a un nodo destino, en función de:
 - Menor número de saltos entre origen y destino.
 - Menor congestión.
 - Menor coste, etc...
- Los nodos que realizan exclusivamente la conmutación tienen implementadas funcionalidades sólo hasta el nivel de red.



1. Introducción
2. Servicios de la capa de red
 - 2.1. Servicio no orientado a conexión
 - 2.2. Servicio orientado a conexión
3. Métodos de conmutación
 - 3.1 Conmutación de circuitos
 - 3.2 Conmutación de paquetes
4. Algoritmos de encaminamiento
 - 4.1. Encaminamiento estático o fijo
 - 4.2. Inundaciones
 - 4.3. Encaminamiento adaptativo o dinámico

- Los servicios de red proporcionados a la capa superior deben ser capaces de aislar a la capa de transporte de:
 - Tareas de direccionamiento e identificación:
 - A nivel de red se trabajará con un mismo esquema de direccionamiento.
 - Diferentes esquemas de red:
 - La tecnología de red puede ser diferente y esto no afectará al nivel de transporte (Independiente del tipo y número de redes conectadas)
 - Coste en la conexión:
 - Número de encaminadores necesarios de origen a destino, congestión,...
- Estos servicios pueden ser:
 - No orientados a conexión.
 - Complejidad de la comunicación recae en nodos intermedios.
 - Orientados a conexión.
 - Complejidad de la comunicación recae en los DTEs de los extremos.

- Servicio no orientado a conexión.
 - Es el servicio más básico.
 - La actual Internet es un ejemplo de este servicio.
 - La capa de red sólo se encarga de enviar y recibir estructuras de datos individuales (paquetes):
 - Cada uno circulará por la red de forma independiente, pudiendo llegar desordenados al destino. (Ordena el equipo destino).
 - Algunos paquetes pueden perderse.
 - La capa de transporte debe encargarse de todo el control de datos (flujo y errores) que no realiza la capa de red.
 - ¿Quién defiende este servicio?
 - Rapidez frente fiabilidad.

- **Servicio orientado a conexión.**

- Es un servicio más fiable que el anterior. Se caracteriza por:
 1. Antes de enviar datos, dos entidades de la capa de red (una en el emisor y otra en el receptor) establecen una conexión.
 2. Una vez establecida, se negocia el coste y calidad de servicio.
 3. Se transmiten datos de forma secuencial.
 4. Se realiza un control de flujo en la capa de red para evitar saturación.
 5. Una vez enviados los datos se libera la conexión y todos los recursos que ésta hubiera empleado.
- ¿Quién defiende este servicio?
 - Protocolos de control en red.
 - Aplicaciones que exigen alta fiabilidad.

1. Introducción
2. Servicios de la capa de red
 - 2.1. Servicio no orientado a conexión
 - 2.2. Servicio orientado a conexión
3. Métodos de conmutación
 - 3.1 Conmutación de circuitos
 - 3.2 Conmutación de paquetes
4. Algoritmos de encaminamiento
 - 4.1. Encaminamiento estático o fijo
 - 4.2. Inundaciones
 - 4.3. Encaminamiento adaptativo o dinámico

- El encaminamiento o conmutación puede implementarse con dos técnicas diferenciadas:
 - Conmutación de circuitos (Servicio orientado a conexión).
 - Conmutación de paquetes.
- Conmutación de circuitos (I):
 - Se crea una conexión física directa entre dos dispositivos, estableciéndose un circuito dedicado entre las estaciones para la comunicación.
 - Tres fases en la comunicación:
 - Establecimiento del circuito (Introduce retardos).
 - Transferencia de datos.
 - Desconexión del circuito.
 - Se emplea un camino fijo origen-destino que son establecidos tras la conexión.
 - Generalmente, nodos intermedios no realizan comprobación de errores.

- Conmutación de circuitos (II):
 - La capacidad del canal se dedica a la conexión mientras ésta dura, incluso si no se transfieren datos.
 - Una vez conectado el circuito a la red, la transferencia es transparente para los usuarios.
 - Desarrollada para el tráfico de voz o cualquier transferencia continua con flujo de información: red telefónica pública (RTB).

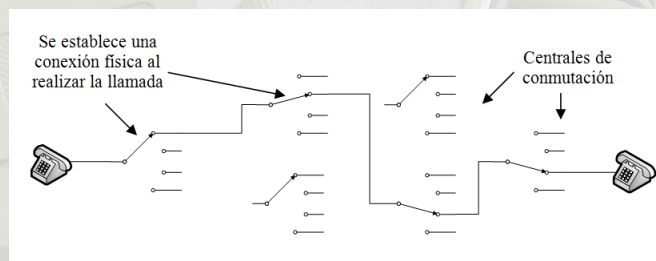


Imagen cortesía de "Redes y Transmisión de datos". P. Gil y otros. Servicio de Publicaciones Universidad de Alicante.

▪ Conmutación de paquetes (I):

- La conmutación de paquetes está diseñada para el tráfico no continuo de información: datos frente a voz.
- Es más flexible que la conmutación de circuitos.
- Los datos se transmiten en unidades discretas de longitud variable: **paquete**.
 - Las transmisiones normalmente constan de varios paquetes.
 - Cada paquete no sólo transmite datos, sino información de control.
 - Los nodos intermedios realizan comprobaciones de error.
- La conmutación de paquetes puede realizarse mediante:
 - Circuitos virtuales.
 - Datagramas.

▪ Conmutación de paquetes (II):

- Circuitos virtuales:
 - Es la conmutación presente en los servicios orientados a conexión basados en paquetes.
 - Se mantiene la relación que existe entre todos los paquetes que pertenecen a un mismo mensaje.
 - Al comienzo del envío de datos se elige la ruta por la que circularán todos los paquetes del mensaje (Establece un camino fijo pero no exclusivo).
 - En el encaminamiento, se consulta la ruta de salida del paquete en función del identificador del circuito virtual.
 - Si hay un fallo en un encaminador del camino se pierde todo el circuito (todos los paquetes de la comunicación).
 - Los circuitos virtuales pueden ser:
 - Permanentes (entre un emisor y un receptor será siempre el mismo).
 - Conmutados (pueden variar).

▪ Conmutación de paquetes (III):

▪ Circuitos virtuales:

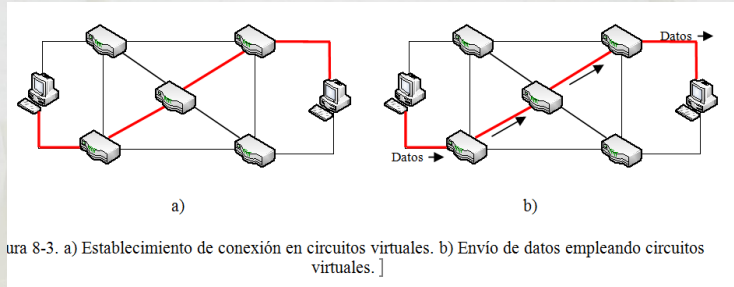


Imagen cortesía de "Redes y Transmisión de datos". P. Gil y otros. Servicio de Publicaciones Universidad de Alicante.

▪ Conmutación de paquetes (IV):

▪ Datagramas:

- Es la conmutación de los servicios no orientados a conexión basados en paquetes.
- No hay conexión ni camino fijo.
- Cada paquete de un mensaje o sesión, denominado ahora datagrama, viaja por la red de forma independiente a los demás.
- Cada paquete lleva dirección origen y destino de dónde a dónde va.
- Los paquetes pueden llegar a su destino desordenados (Destino ordena).
- Los encaminadores serán más complejos pero garantizan caminos alternativos.
- Si hay un fallo en un encaminador, sólo se perderían los paquetes que pasan por él, por lo que no habría que retransmitir todo el mensaje.

- Conmutación de paquetes (V):

- Datagramas:

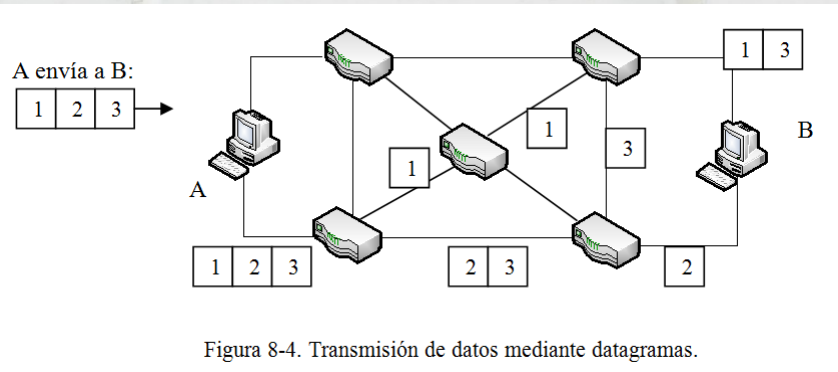


Imagen cortesía de "Redes y Transmisión de datos". P. Gil y otros. Servicio de Publicaciones Universidad de Alicante.

1. Introducción

2. Servicios de la capa de red

2.1. Servicio no orientado a conexión

2.2. Servicio orientado a conexión

3. Métodos de conmutación

3.1 Conmutación de circuitos

3.2 Conmutación de paquetes

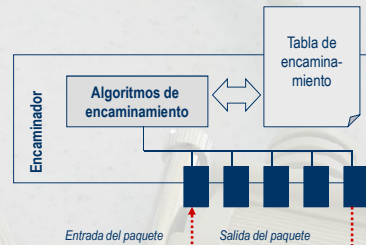
4. Algoritmos de encaminamiento

4.1. Encaminamiento estático o fijo

4.2. Inundaciones

4.3. Encaminamiento adaptativo o dinámico

- Determinan la línea de salida para los paquetes de entrada
- Deben presentar las características:
 - Simplicidad
 - Fiabilidad
 - Calidad
 - Convergencia
 - Adaptación
 - Exactitud

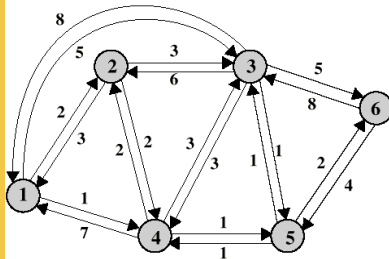


- Descripción de características:
 - Fiabilidad
 - Debe responder de forma adecuada ante errores o fallos.
 - Calidad
 - Debe llegar a soluciones óptimas.
 - Convergencia
 - Debe alcanzar la estabilidad de funcionamiento para tráfico constante.
 - Adaptación
 - Debe adaptarse a cambios de tráfico y topología de forma rápida y uniforme para que pueda funcionar en tiempo real.
 - Exactitud
 - No debe equivocarse en el encaminamiento de paquetes.

- Existen varias estrategias diferentes para implementar algoritmos de encaminamiento:
 - Encaminamiento estático o fijo:
 - En cada router se definen unas tablas de encaminamiento que informan de la dirección del siguiente router (puerta de salida) al que enviar el paquete.
 - Es una estrategia sencilla. No controla fallos ni situaciones de congestión.
 - Inundación:
 - Todo lo que entra se saca por todas las salidas. Sólo se emplea en la "puesta en marcha" de los routers y en la propagación de información de control.
 - Encaminamiento dinámico o adaptativo:
 - Además de la consulta de las tablas de encaminamiento, se adaptan a las condiciones de la red. Se mejora el rendimiento, al distribuir mejor el tráfico.
 - Es más complejo, precisa mayor capacidad de proceso en el router. Incluso las ordenes de control entre routers pueden congestionar la red.

- Consiste en crear una serie de rutas fijas para cada par de nodos origen-destino.
- Sólo es necesario conocer la identidad del nodo siguiente, no la ruta completa.
- Usa frecuentemente algoritmos de encaminamiento de coste mínimo (para el diseño de las tablas).
- No existe diferencia entre el uso de datagramas y circuitos virtuales.
- Se recomienda su uso en redes fiables de carga estacionaria, gracias a su simplicidad.

•Ejemplo



Variación de la imagen original cortesía de "Comunicaciones y Redes de Computadores" Williams Stallings. Ed. Prentice Hall. 6ª Edición (pág. 300).

MATRIZ DE ENCAMINAMIENTO CENTRAL
noao origen

	1	2	3	4	5	6
1	—	1	5	2	4	5
2	2	—	5	2	4	5
3	4	3	—	5	3	5
4	4	4	5	—	4	5
5	4	4	5	5	—	5
6	4	4	5	5	6	—

Nodo destino

Tabla del nodo 1

Destino	Nodo sig.
2	2
3	4
4	4
5	4
6	4

Tabla del nodo 2

Destino	Nodo sig.
1	1
3	3
4	4
5	4
6	4

Tabla del nodo 3

Destino	Nodo sig.
1	5
2	5
4	5
5	5
6	5

Tabla del nodo 4

Destino	Nodo sig.
1	2
2	2
3	5
5	5
6	5

Tabla del nodo 5

Destino	Nodo sig.
1	4
2	4
3	3
4	4
6	6

Tabla del nodo 6

Destino	Nodo sig.
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5

- El nodo envía un paquete a todos sus nodos vecinos y a su vez, este paquete se envía sobre todos los enlaces excepto por el que llegó.
- Eventualmente se recibirán varias copias en el nodo de destino.
- Cada paquete contiene un identificador único para descartar los duplicados.
- Los nodos recuerdan la identidad de los paquetes retransmitidos con anterioridad para delimitar el tráfico de la red.
- Se puede incluir un contador de saltos en cada paquete.

- Ejemplo

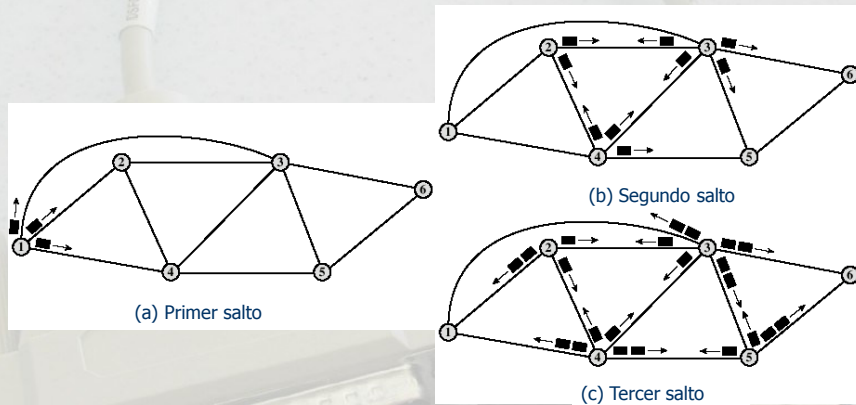


Imagen cortesía de "Comunicaciones y Redes de Computadores" Williams Stallings. Ed. Prentice Hall. 6ª Edición (pág. 301).

- Utilizado en casi todas las redes de conmutación de paquetes.
- Las decisiones de encaminamiento cambian a medida que lo hacen las condiciones de la red: fallos y congestión.
- Requiere información sobre el estado de la red.
- Las decisiones de encaminamiento son más complejas.
- Aumenta el coste de procesamiento en los nodos de la red.

Tipos:

- *Encaminamiento adaptativo centralizado.* En la red existirá un nodo intermedio que se denominará centro de control del encaminamiento. Este nodo calcula las rutas óptimas entre los nodos que constituyen la red y las transmitirá a cada uno de ellos.
- *Encaminamiento adaptativo aislado.* Las decisiones de encaminamiento sólo se basan en información propia de cada nodo.
- *Encaminamiento adaptativo distribuido.* Empleando este tipo de encaminamiento la elección de la ruta del paquete al destino se realiza obteniendo la ruta menos congestionada en una determinada vecindad de nodos.

Ejemplo

Tabla de pesos del nodo 4 para el destino 6

Nodo siguiente	Retardo
1	9
2	6
3	3
5	0

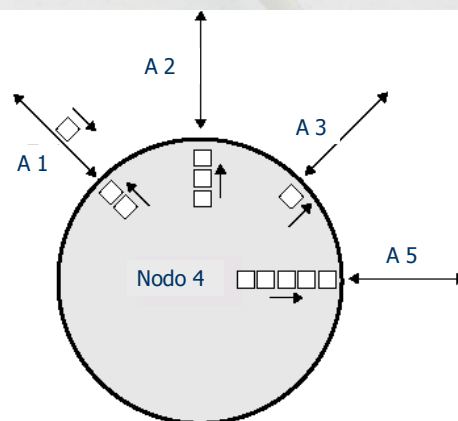


Imagen cortesía de "Comunicaciones y Redes de Computadores" Williams Stallings. Ed. Prentice Hall. 6ª Edición (pág. 304).