



TEMA 11

CONMUTACIÓN DE PAQUETES

- La conmutación de circuitos fue diseñada para transmisión de voz
 - Recursos dedicados a una llamada en particular
 - Parte considerable del tiempo la conexión de datos no se usa
 - La velocidad de transferencia es constante, ambos extremos deben trabajar a la misma velocidad.
- La conmutación de paquetes se diseñó en los años 70, y es esencialmente la misma que en la actualidad.
- Se buscó una alta fiabilidad, pero implicó un alto coste.

11.1 Conmutación de paquetes. Redes de Área amplia

- Los datos son transmitidos en pequeños paquetes
 - Típicamente de 1000 octetos como límite superior
 - Si los mensajes son mas grandes, se dividen en varios paquetes.
 - Cada paquete contiene información de datos mas información de control
- La información de control contiene como mínimo información para enviar el paquete y alcanzar el destino.

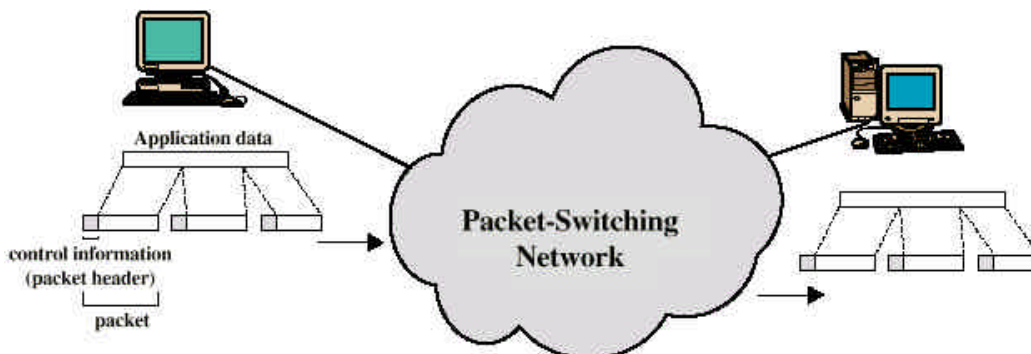


Fig. 11.1

- Los paquetes son recibidos, almacenados temporalmente (buffering) y reenviados al siguiente nodo.
- Ventajas respecto a la conmutación de circuitos:
 - Eficiencia de la línea. Se comparten enlaces formando colas. Los enlaces entre nodos pueden usarse continuamente.
 - Cada nodo se conecta a la red a su propia velocidad.
 - Los paquetes son aceptados incluso cuando la red está ocupada. Técnicas de buffering o de colas.
 - Se pueden utilizar prioridades (a mas prioridad, menos retardo).
- Técnica de conmutación
 - La estación divide los mensajes largos en varios paquetes. Tiene mucha importancia en cálculos de CIR etc.
 - La estación los envía secuencialmente
 - Los paquetes se tratan de dos maneras:



- Datagramas
- Circuitos Virtuales
- Datagramas
 - Cada paquete es tratado independientemente
 - Los paquetes pueden tomar cualquier ruta
 - Los paquetes pueden llegar desordenados
 - Algún paquete puede perderse
 - El nodo destino debe reordenar paquetes y solicitar paquetes perdidos (si la red ofrece servicio orientado a conexión).
 - Se gestiona por colas
- Circuito Virtual
 - Se establece una ruta fija antes de enviar cualquier paquete
 - Paquetes de llamada y aceptación establecen la conexión.
 - Cada paquete contiene un identificador de circuito virtual en vez de una dirección destino.
 - No se toman decisiones de enrutado para cada paquete. En datagramas sí.
 - Un paquete de liberación libera el camino.
 - No son rutas dedicadas pues se siguen utilizando colas. La misma ruta la pueden establecer distintos Circuitos Virtuales. Puede haber varios circuitos virtuales entre un mismo origen y destino.
 - Se gestiona por tablas.
- Comparación Datagramas Circuitos Virtuales
 - Circuitos Virtuales:
 - La red proporciona secuenciamiento y control de errores
 - Los paquetes se reenvían mas rápidamente (no es necesario un procesamiento de rutas).
 - Menos fiable (si un nodo falla, fallan todos los CV de ese nodo)
 - Datagramas:
 - No hay fase de establecimiento
 - Mas flexible
- Tamaño del paquete
 - El tamaño del paquete afecta a la eficiencia de la línea (enlace). Este tamaño se ve claramente afectado por el tamaño de las cabeceras de enlace.
 - Por ejemplo:
 - Mensaje entre X e Y a través de 2 nodos a y b.
 - El mensaje tiene 30 octetos
 - La cabecera de enlace tiene 3 octetos
 - a) tarda 99 $(33 * 3)$ veces el tiempo en enviar un octeto entre X e Y.
 - b) tarda 72 $[(15 + 3) * 4]$ veces el tiempo en enviar un octeto entre X e Y.
 - c) tarda 63 $[(6 + 3) * 7]$ veces el tiempo en enviar un octeto entre X e Y.



- d) tarda $72 [(3 + 3) * 12]$ veces el tiempo en enviar un octeto entre X e Y.

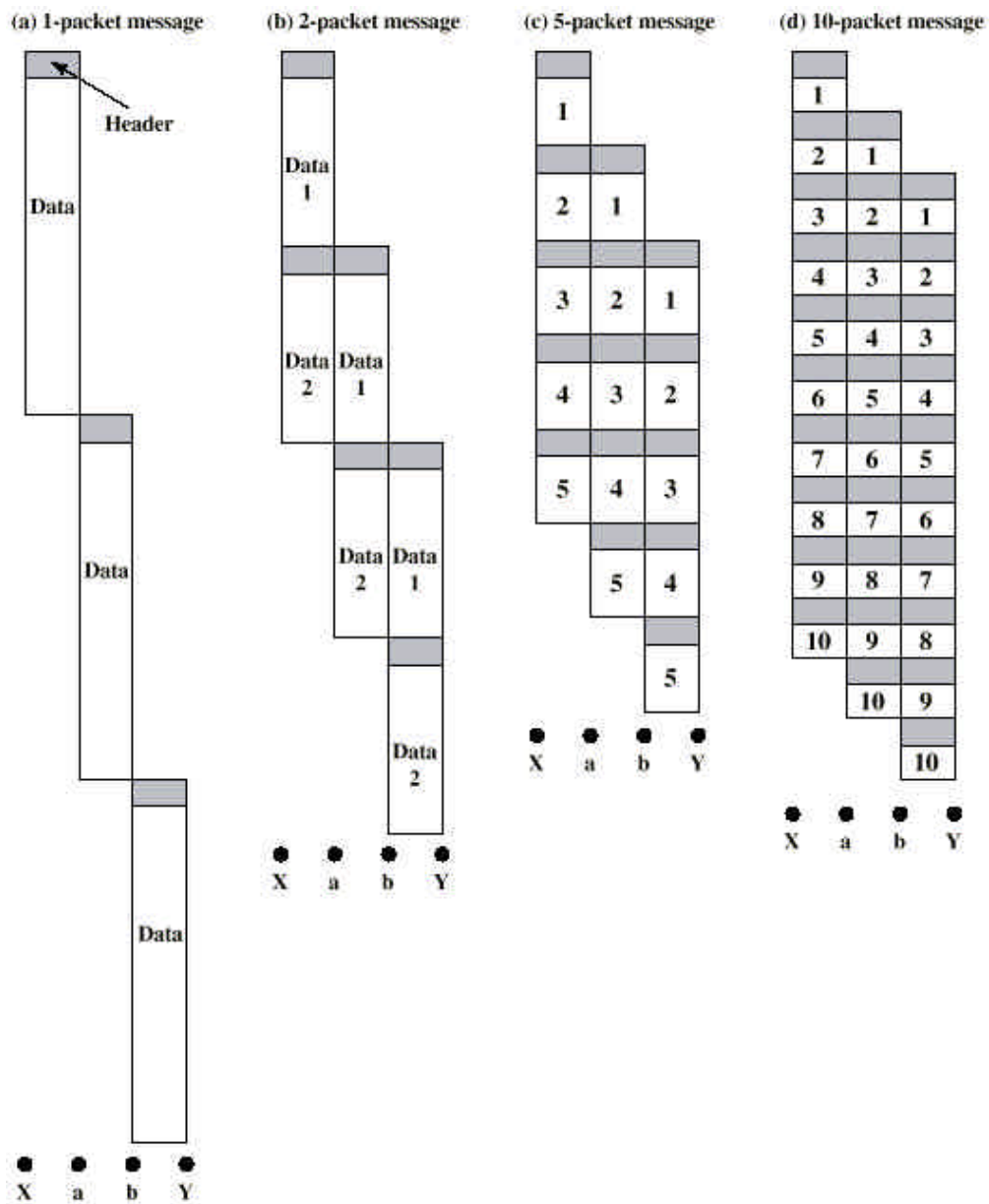


Fig. 11.2

- Comparación Conmutación de paquetes – conmutación de circuitos (datagramas, circuitos virtuales)
 - Prestaciones
 - Retardo de propagación despreciable a veces.
 - Tiempo de transmisión, tiempo necesario para la transmisión de un paquete
 - Retardo del nodo, tiempo que emplea el nodo en la conmutación. Incluye el retardo de procesamiento.

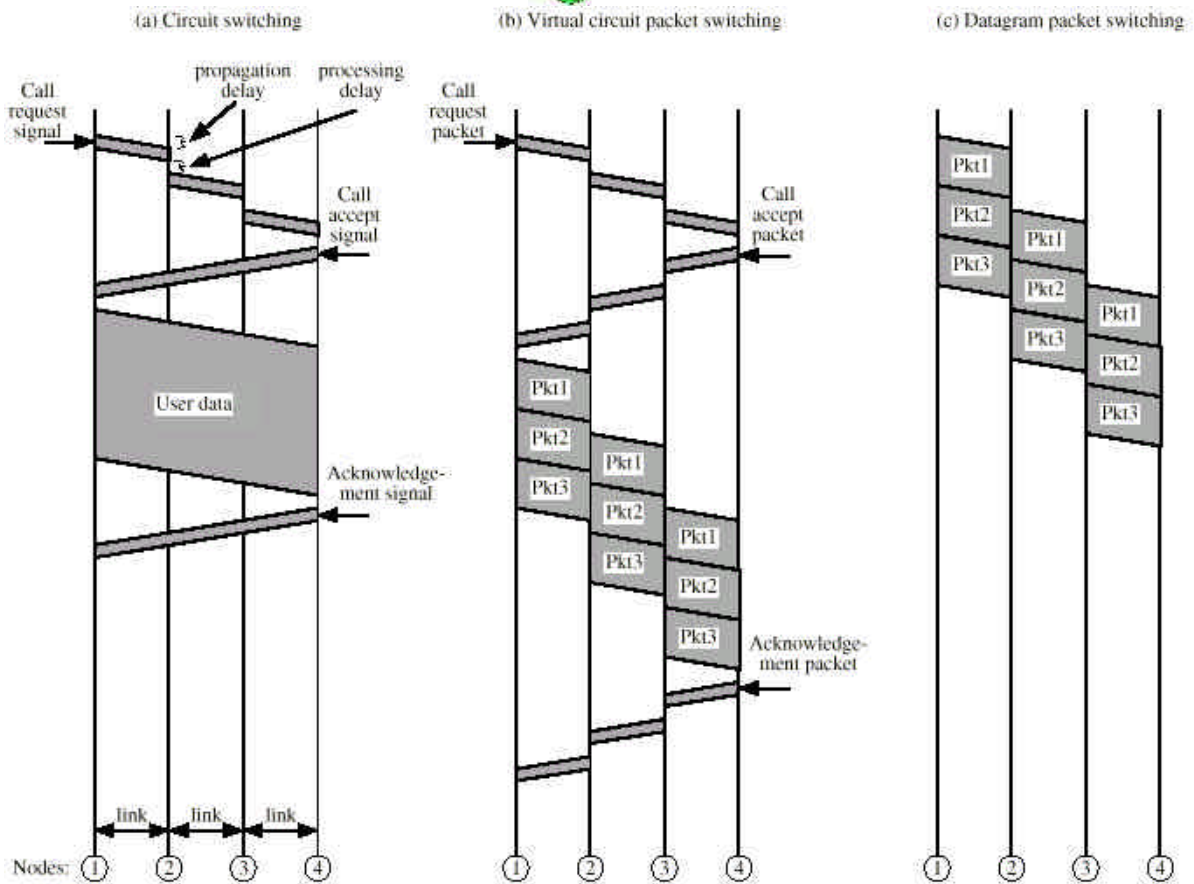


Fig. 11.3

11.2. Características

- Operaciones externas e internas
 - o En la interfaz entre usuario y nodo de la red se puede ofrecer un servicio de circuito virtual como uno de datagrama (Servicio orientado a conexión o sin conexión)
 - o La red internamente puede construir (circuito virtual) o no (datagrama) una ruta fija entre origen y destino.
 - o No tienen porqué coincidir las operaciones externas e internas

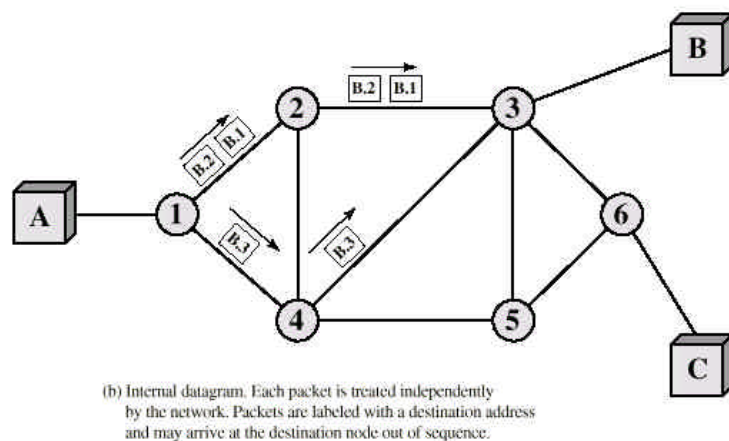
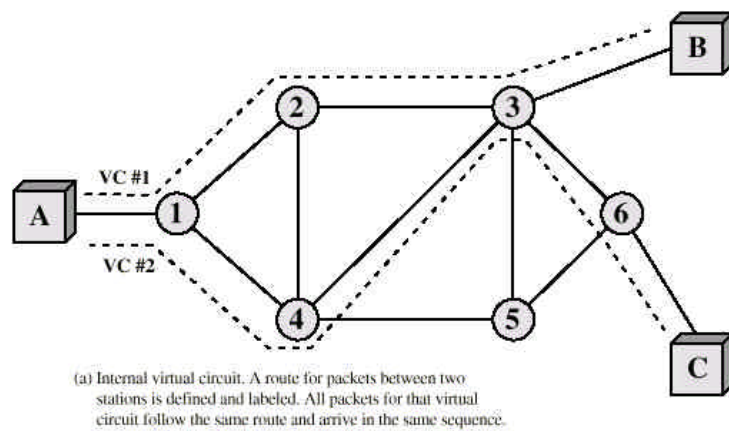
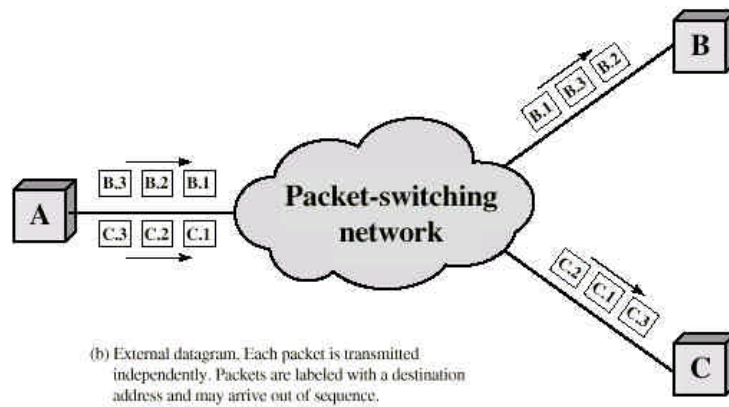
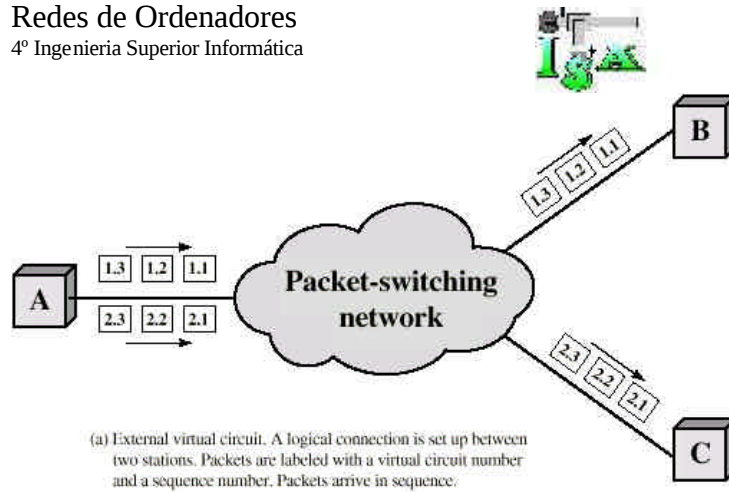


Fig. 11.4



- Circuito virtual externo, circuito virtual interno.
- Circuito virtual externo, datagrama interno. (servicio orientado a conexión a las aplicaciones)
- Datagrama externo, datagrama interno.
- Datagrama externo, circuito virtual interno.
- Encaminamiento
 - o Búsqueda de un camino a través de los nodos de la red hacia el destino.
 - o Habilidad para enviar paquetes en caso de fallos y sobrecargas.
 - o Por ejemplo la figura 11.5, los números encima de cada enlace indican su coste.

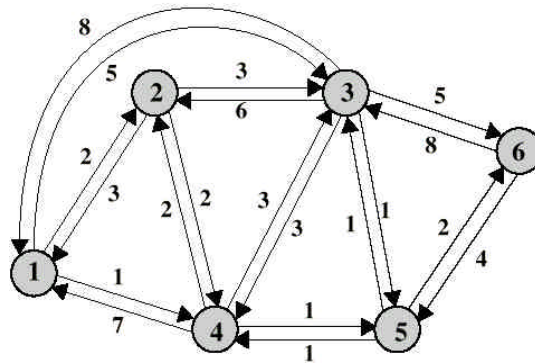


Fig. 11.5

- o Diversas estrategias de encaminamiento
 - Encaminamiento fijo:
 - Es necesario conocer la topología de red
 - Utiliza el algoritmo de Dijkstra
 - Fácil, rápido, posibilidad de poner nodos alternativos para ser mas seguros.
 - Tablas de enrutamiento fijo



CENTRAL ROUTING DIRECTORY

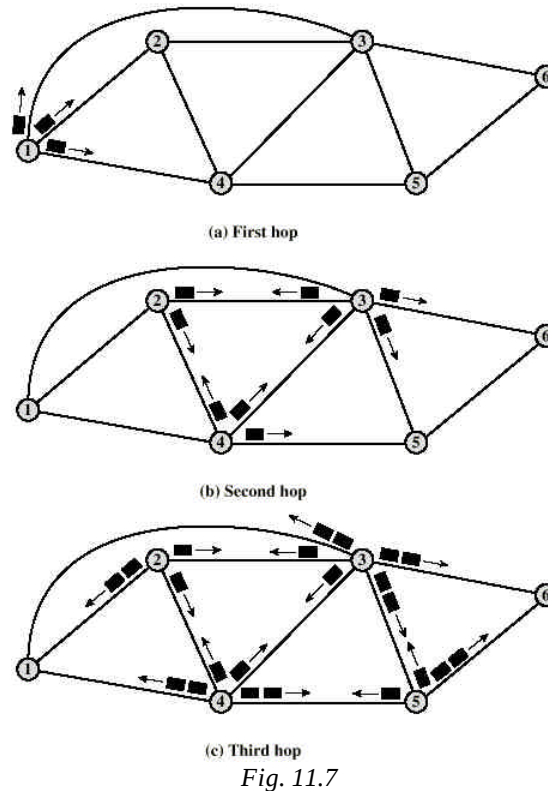
		From Node					
		1	2	3	4	5	6
To Node	1	—	1	5	2	4	5
	2	2	—	5	2	4	5
	3	4	3	—	5	3	5
	4	4	4	5	—	4	5
	5	4	4	5	5	—	5
	6	4	4	5	5	6	—

Node 1 Directory		Node 2 Directory		Node 3 Directory	
Destination	Next Node	Destination	Next Node	Destination	Next Node
2	2	1	1	1	5
3	4	3	3	2	5
4	4	4	4	4	5
5	4	5	4	5	5
6	4	6	4	6	5

Node 4 Directory		Node 5 Directory		Node 6 Directory	
Destination	Next Node	Destination	Next Node	Destination	Next Node
1	2	1	4	1	5
2	2	2	4	2	5
3	5	3	3	3	5
5	5	4	4	4	5
6	5	6	6	5	5

Fig. 11.6

- Encaminamiento por inundación:
 - Se prueban todos los caminos: robustez.
 - Un paquete habrá usado el camino de menor distancia: prioridades y establecimiento de circuito virtual.
 - Todos los nodos son visitados (propaga información de encaminamiento)
 - Mucho tráfico.
 - No es necesario conocer la topología de la red.
 - Para evitar retransmisiones, que cada nodo recuerde el “id” del paquete, o incluir un contador de saltos (TTL en IP).



- Encaminamiento aleatorio
 - Se selecciona aleatoriamente una cola de salida para el paquete.
 - No es necesario conocer la topología de red.
 - Robusto, pero con gran retardo, poco seguro (seguridad de datos, espías) y poco utilizado.
- Encaminamiento adaptativo
 - El encaminamiento se adapta en función de determinada información disponible en el nodo (habitualmente fallos y congestiones)
 - Suele usar el retardo como criterio de prestaciones y lo mide el propio nodo
 - Empezó a usarse en Arpanet de segunda generación
 - El retardo promedio se mide en cada línea de salida cada 10 seg.
 - Si se mide un cambio significativo en el retardo, se envía la información a los demás nodos mediante inundaciones.
 - Cada nodo mantiene una estimación del retardo de cada enlace de la red, con la nueva información se actualiza la tabla de encaminamiento mediante el algoritmo de Dijkstra.
 - Mayor coste de procesamiento.
 - Es el mas usado, retrasa la aparición de congestiones



- Transmisión continua, Ventana de transmisión.
 - o Característica de algunos protocolos de conmutación de paquetes (X.25). En otros protocolos a veces se imita poniendo números de secuencia en los campos de datos.
 - o Será necesario para aprovechar la característica, tener un sistema de numeración de tramas (Frame Relay, X25, etc).
 - o Se trata de que el asentimiento de un paquete (desde que sale el último bit del paquete hasta que llega el asentimiento) tarde menos que el envío de toda una secuencia de tramas numeradas (o de una parte de la misma).
 - o Así se aprovecha siempre el canal y se puede realizar envío continuo.
 - o Ventana de transmisión:
 - $W_t = 1 + T_{AS}/R_t$
 - T_{AS} = Tiempo transcurrido desde que se envía el último bit de una trama hasta que se recibe el último bit del asentimiento.
 - R_t = Retardo de transmisión de una trama.
- Fragmentación y ensamblado
 - o MTU, Maximum Transfer Unit (unidad de transferencia máxima). Es el tamaño máximo de paquete que se puede dar en una capa de la arquitectura de protocolos (generalmente la capa de enlace de datos)
 - o Por tanto si algún paquete que viene de una red con un tamaño mayor que la MTU de la red actual, el gateway entre la primera y la segunda red debe adaptar el tamaño de dicho paquete a la MTU de la red actual mediante una fragmentación.
 - o La posibilidad de reensamblado es opcional en el caso en que dicho paquete vuelva a una red con una MTU mayor que la actual, pero no suele hacerse por necesitar esta opción de un procesamiento mayor.

Bibliografía:

W. Stallings "Comunicaciones y Redes de Computadores".
Andrew S. Tanenbaum "Redes de Computadoras".