

Conmutación de circuitos

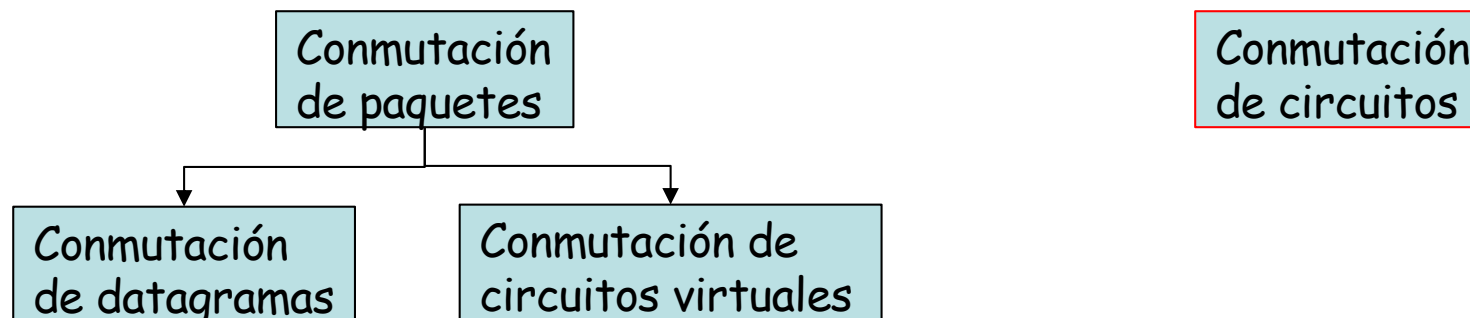
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

Conmutación: circuitos y paquetes

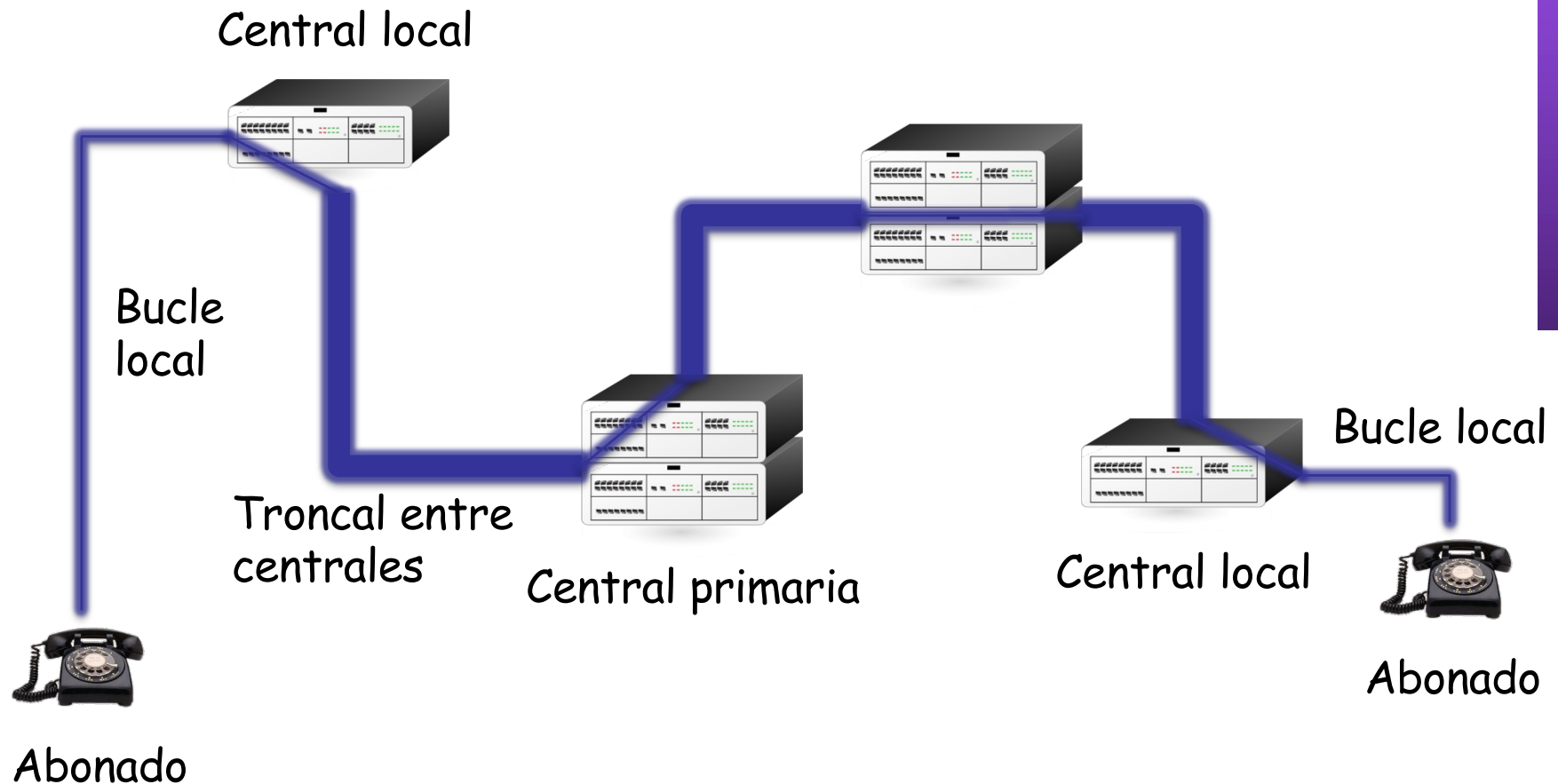
Conmutación de paquetes

- **Conmutación de datagramas**
 - El paquete contiene toda la información que necesita la red para hacerlo llegar a su destino
 - Se puede enviar el datagrama sin necesidad de acciones de control previas (esto quedará claro más adelante)
- **Conmutación de circuitos virtuales**
 - Se debe solicitar a la red que configure un camino antes de poder enviar algo al otro extremo
 - Puede proporcionar entrega en orden



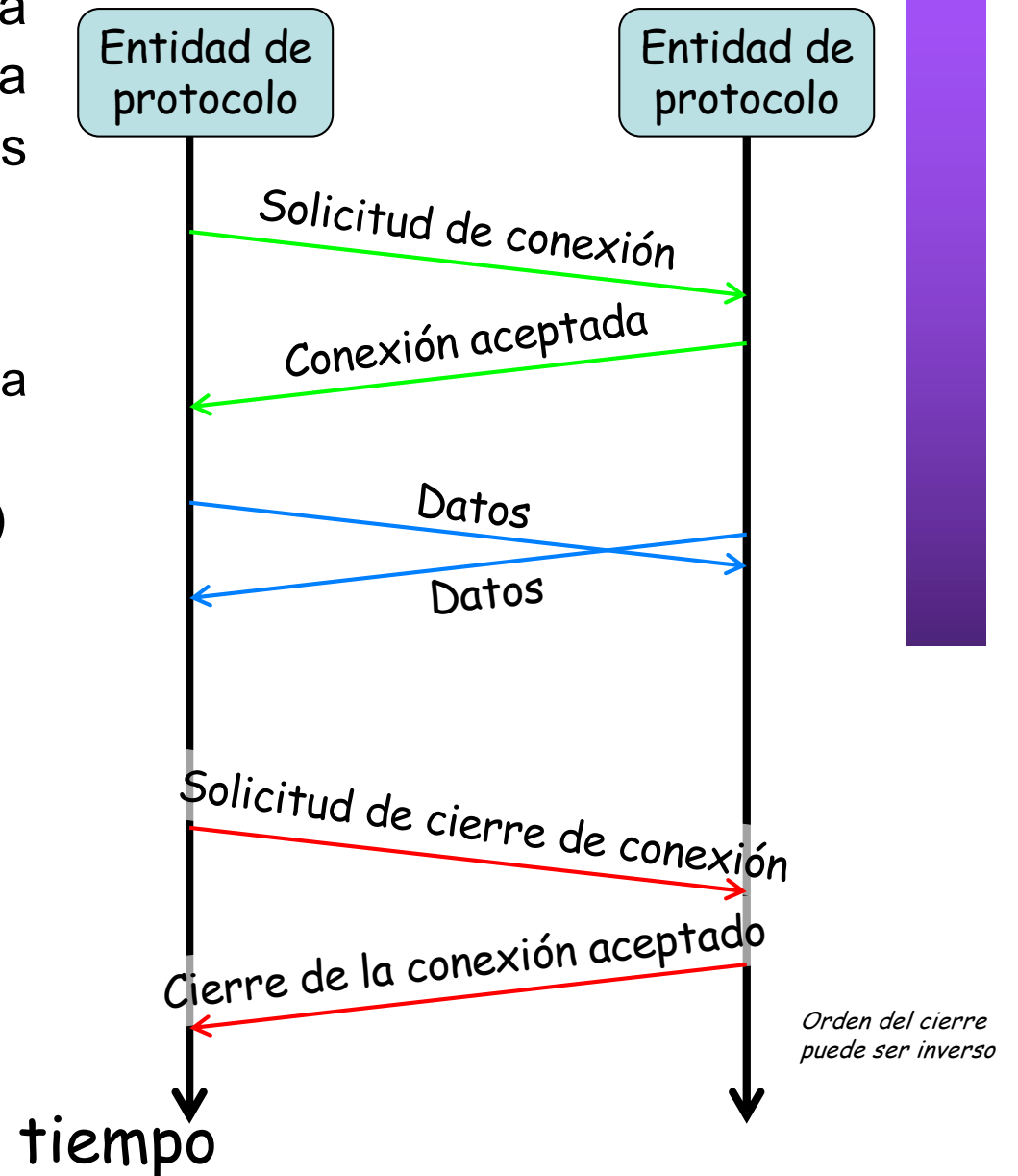
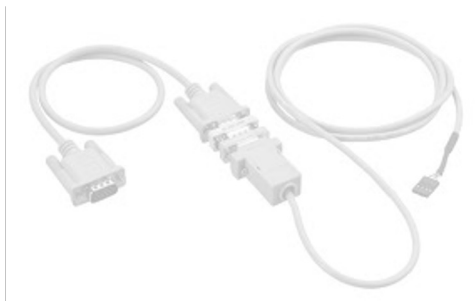
Conmutación de circuitos

- Caso típico: red telefónica conmutada (...)
- Enlaces troncales permiten cursar múltiples llamadas simultáneamente



Control de la conexión

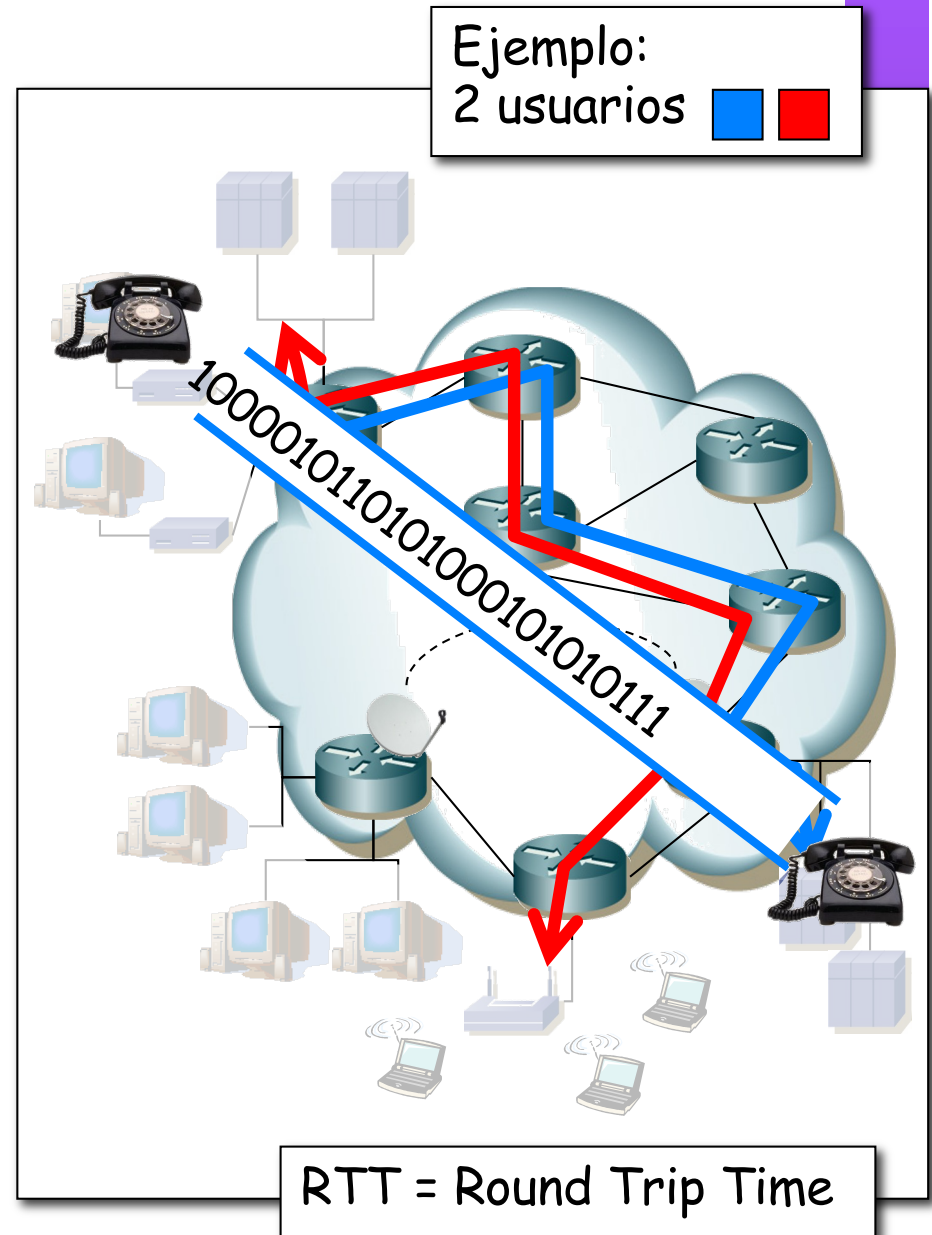
- Servicio orientado a conexión: existe una asociación lógica entre las entidades extremo
- Se dan varias fases
 - Establecimiento de la conexión (...)
 - Transferencia de datos (...)
 - Cierre de la conexión (...)



Núcleo de la red

Conmutación de circuitos

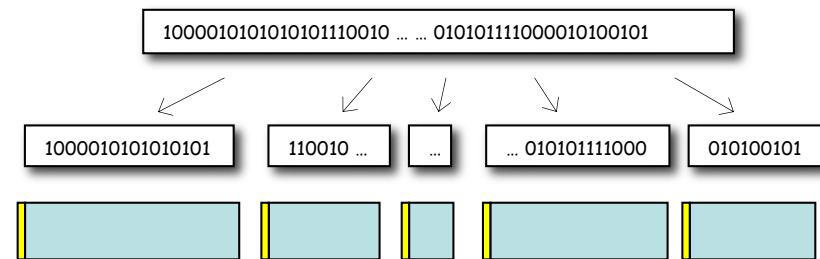
- Tres fases: Establecimiento, Transferencia y Desconexión
- RTT en el establecimiento (...)
- Comunicación transparente (...)
- Reserva de recursos:
 - Recursos “extremo-a-extremo”
 - Ancho de banda, capacidad en los conmutadores
 - Recursos (camino) dedicados: no se comparten aunque no se usen
 - Garantías de calidad
- Ineficiente
 - Capacidad del canal dedicada durante la vida del “circuito”
 - Si no se envían datos la capacidad se desperdicia



Circuitos vs Paquetes

C. Circuitos vs C. Paquetes

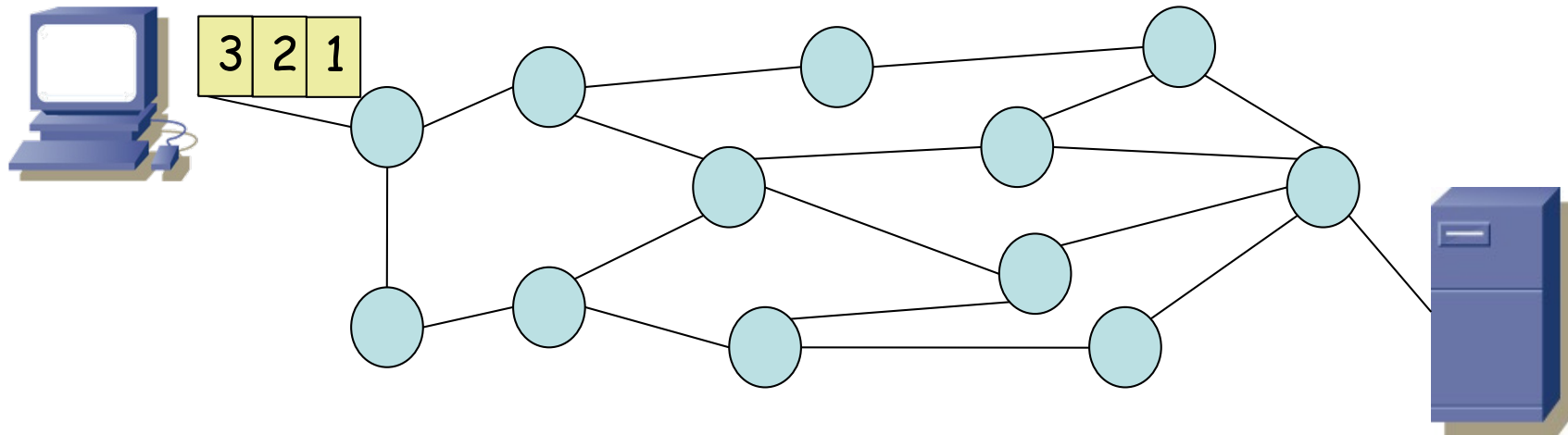
- Hemos visto redes de conmutación de paquetes
 - Los mensajes se dividen en paquetes
 - Los paquetes son transmitidos por un camino de origen a destino
 - Sin conexión (datagramas)
 - O circuitos virtuales



Conmutación de paquetes

Datagramas

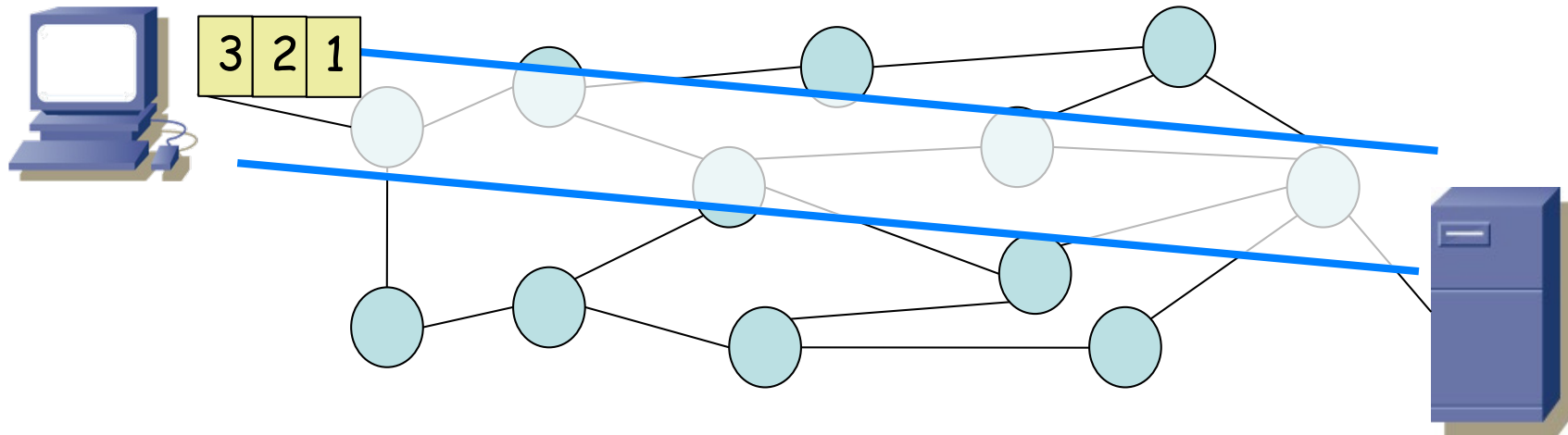
- Cada nodo toma la decisión de encaminamiento para cada datagrama (...)
- Sin conexión



Conmutación de paquetes

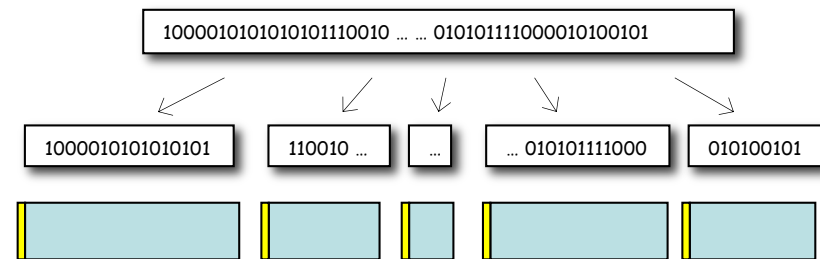
Circuitos virtuales

- “Orientado a conexión”
- Se establece un camino extremo a extremo (...)
- Los paquetes siguen el camino establecido (...)
- Intenta emular con paquetes ciertas características de la conmutación de circuitos

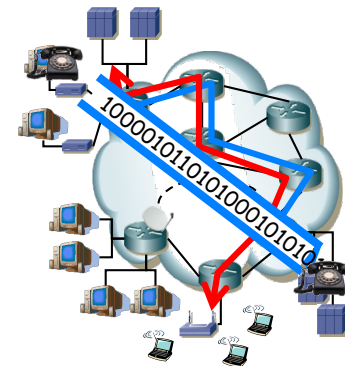


C. Circuitos vs C. Paquetes

- Hemos visto redes de conmutación de paquetes
 - Los mensajes se dividen en paquetes
 - Los paquetes son transmitidos por un camino de origen a destino
 - Sin conexión (datagramas)
 - O circuitos virtuales

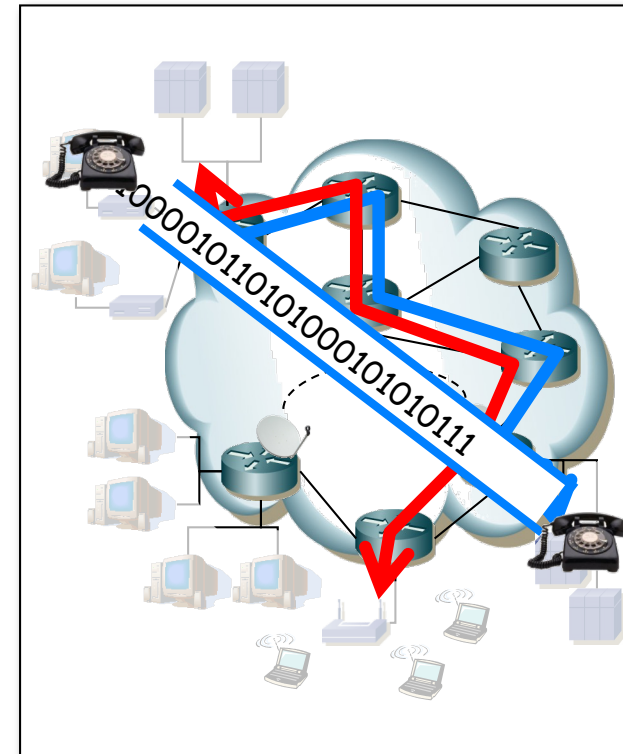
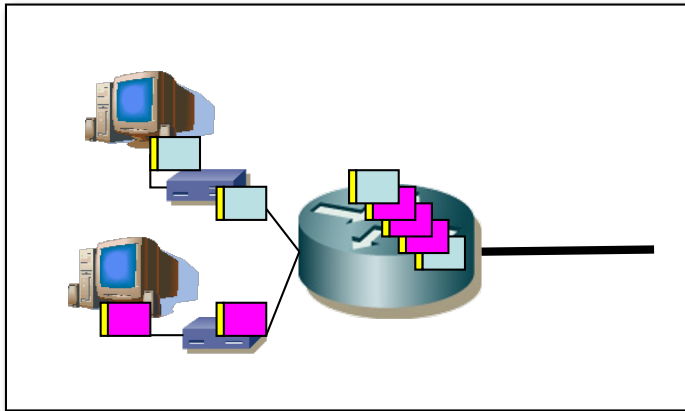


- Conmutación de circuitos
 - Se crea un circuito de la fuente al destino
 - El circuito físico real conectado queda dedicado
 - En c.c. virtuales los paquetes de diferentes circuitos comparten el servicio de transmisión
 - Conveniente para voz (retardo pequeño y fijo)
 - Establecimiento, transferencia y finalización



Multiplexación estadística

- En conmutación de paquetes, cuando no se envían paquetes de un usuario por un enlace se pueden enviar de otros
- En conmutación de circuitos, el recurso está reservado (normalmente el tiempo de uso del medio enviando)
- Mux. estadística ofrece un mejor aprovechamiento de recursos
- Pero un dimensionamiento de recursos más complicado



Problemas de redes de circuitos

- **Encaminamiento**

- Cuando se pide a la red establecer una llamada
- A partir de la dirección de destino decidir por dónde reservar enlaces desde el origen al destino.

- **Bloqueo**

- Si en algún punto la llamada necesita recursos no disponibles: no se establecerá y el usuario no recibe servicio
- “Control de admisión de conexiones” (CAC)
- Diseñar las redes de circuitos para que el bloqueo no se produzca o tenga una probabilidad baja

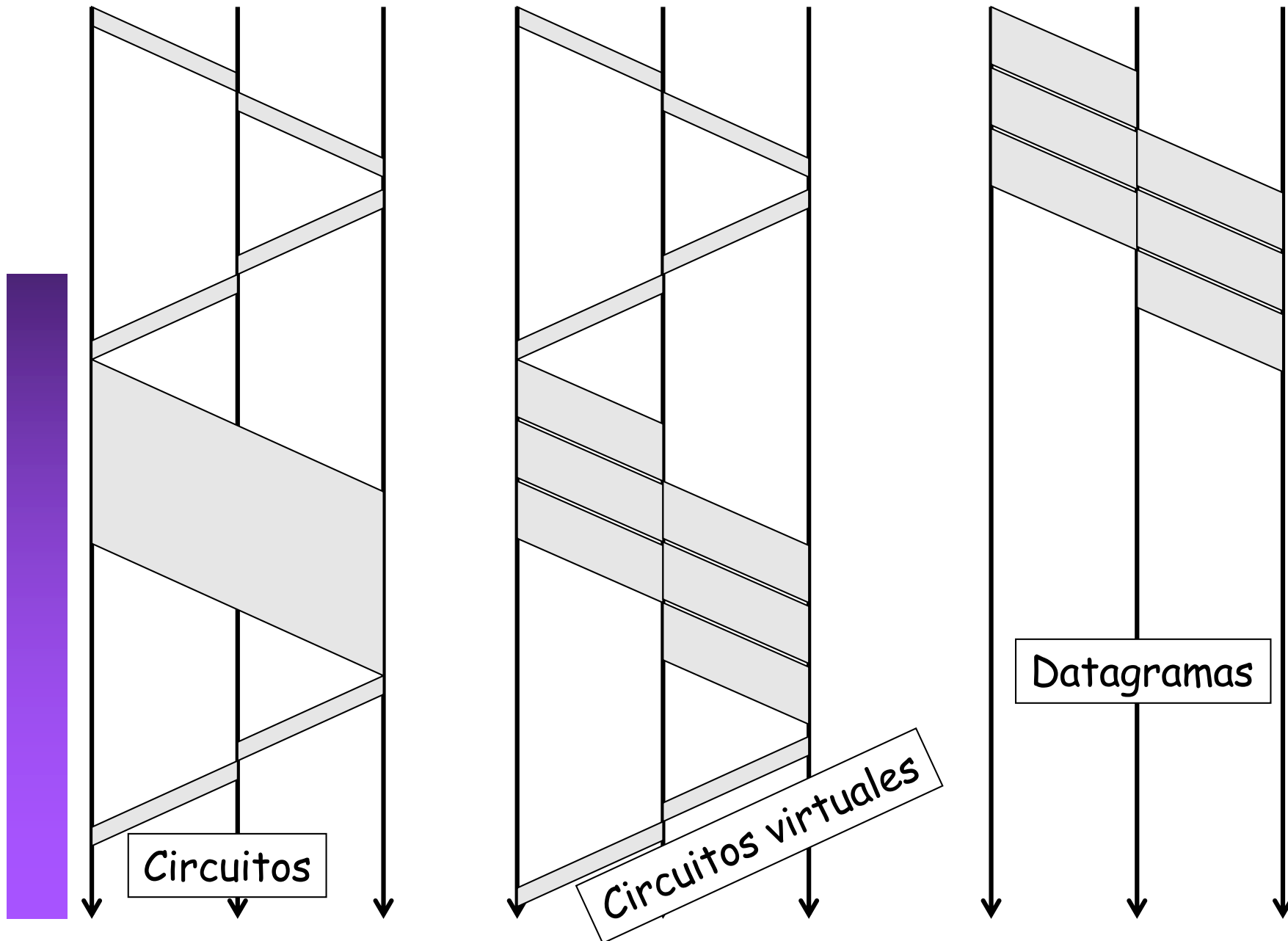
Problemas de redes de paquetes

- **Encaminamiento**
 - Por cada paquete que debe reenviar un nodo debe decidir por qué camino reenviarlo (a qué vecino entregárselo)
- **Bloqueo:** No hay, la red acepta todos los paquetes. Podríamos implementar CAC en circuitos virtuales

Nuevos problemas:

- **Transporte fiable**
 - ¿Qué pasa si un paquete no se entrega?
- **Control de flujo**
 - ¿Qué pasa si llega un paquete a un destino que está muy ocupado para aceptarlo?
- **Congestión**
 - ¿Qué pasa si la red está aceptando demasiados paquetes y el retardo de entrega crece demasiado?

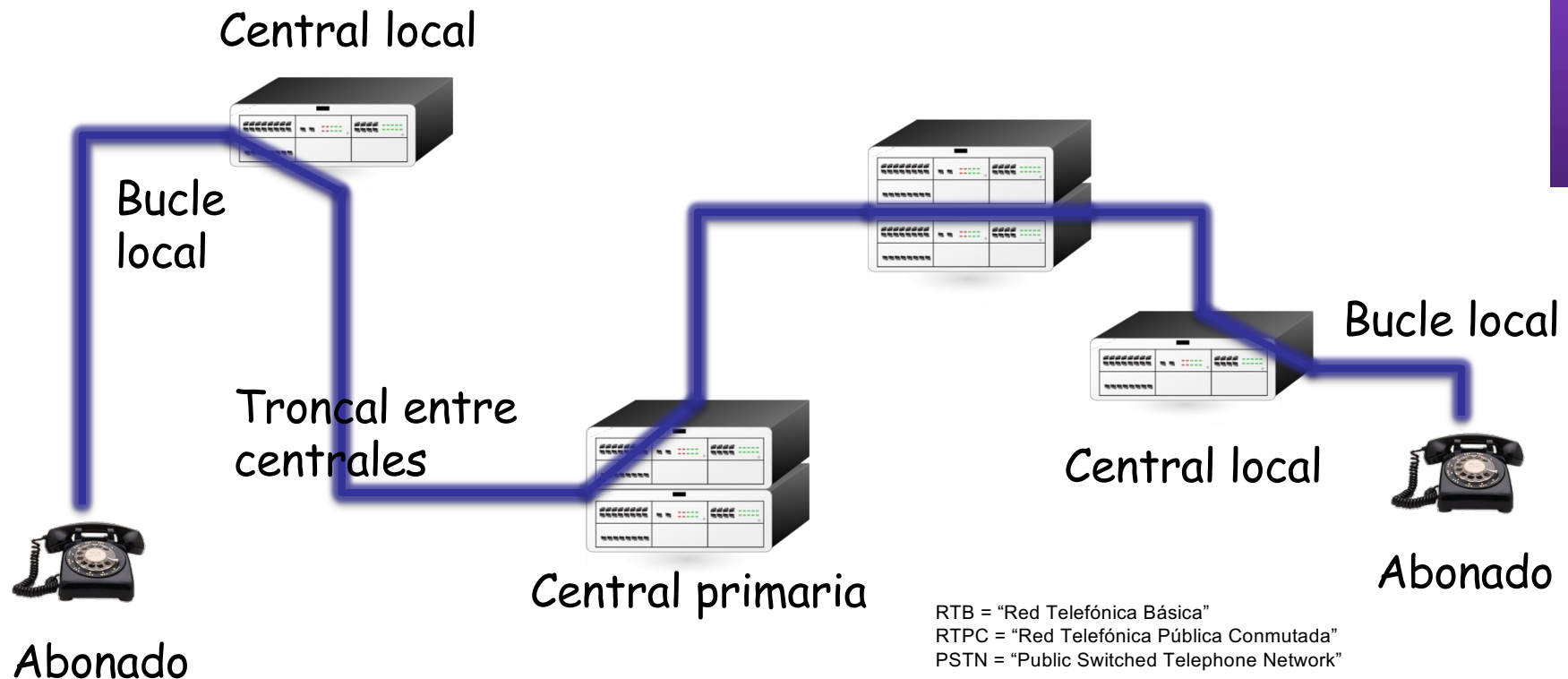
Tiempos



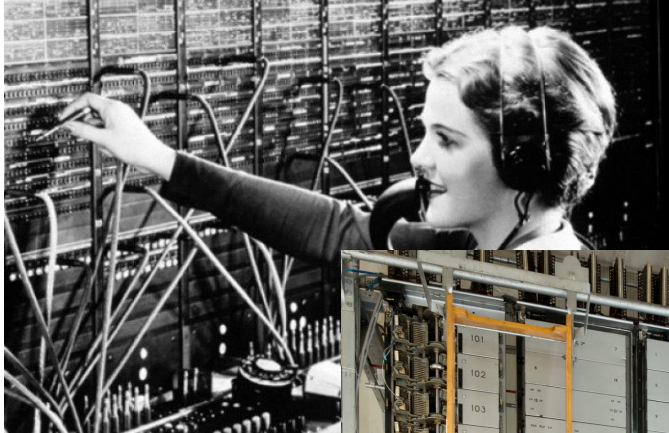
Arquitectura histórica de la RTB

Red pública telefónica conmutada

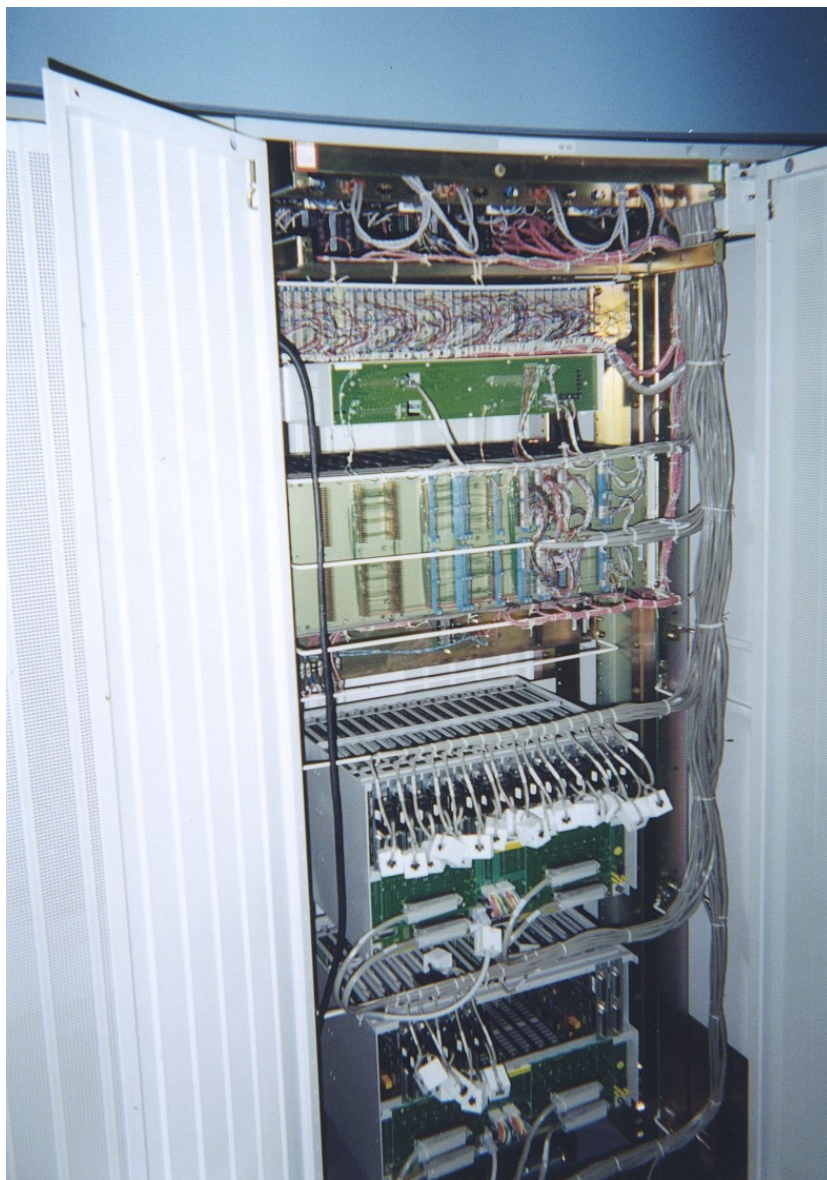
- Abonados (*subscribers*): teléfonos o modems
- Líneas de usuario (*subscriber line, local loop*): par trenzado
- Centrales de conmutación (*exchanges*)
 - Central local (*End-office*): tiene abonados (miles) de una zona localizada
- Enlaces (*trunks*):
 - En España más de 8.000 ayuntamientos: todas con todas → ¡ más de 32M enlaces !
 - Más de 700 ciudades (>10.000 habs): todas con todas → ¡ más de 200K enlaces !



Centrales de conmutación



Centrales de conmutación



Cableado



Arquitectura tradicional

- Red jerárquica
- Bastantes cambios con la “Red inteligente”
- Más cambios aún al introducir la telefonía móvil y el IMS (IP Multimedia System)
- Tradicionalmente conmutación de circuitos
- Hoy en día es demasiado heterogénea pero el servicio básico de voz sigue siendo orientado a conexión
- De momento una visión simple introductoria

RTB tradicional

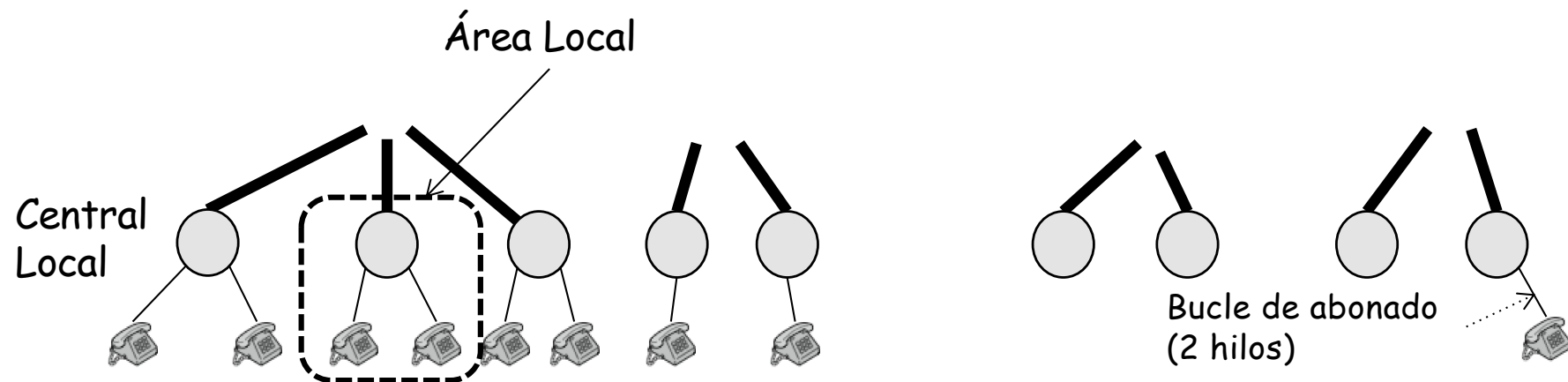
Es una red Jerárquica

- **Centrales locales** (“Central terminal”, “Central urbana”):
- **Centrales primarias**
- **Centrales secundarias**
- **Centrales terciarias**
- **Centrales Internacionales**



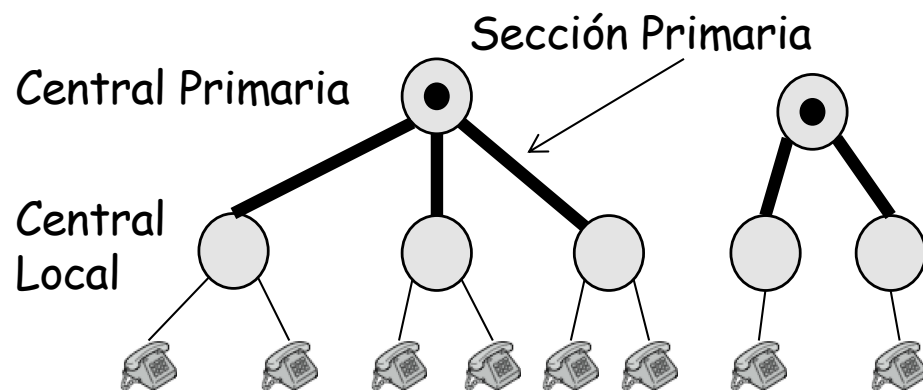
RTB tradicional

- **Centrales locales** (“Central terminal”, “Central urbana”):
 - Conectan a usuarios de esa central (área local) entre si
 - Conectan a usuarios a una de las líneas troncales
 - Llamada por línea troncal puede emplear cualquier canal libre de la misma
- **Centrales primarias**
- **Centrales secundarias**
- **Centrales terciarias**
- **Centrales Internacionales**

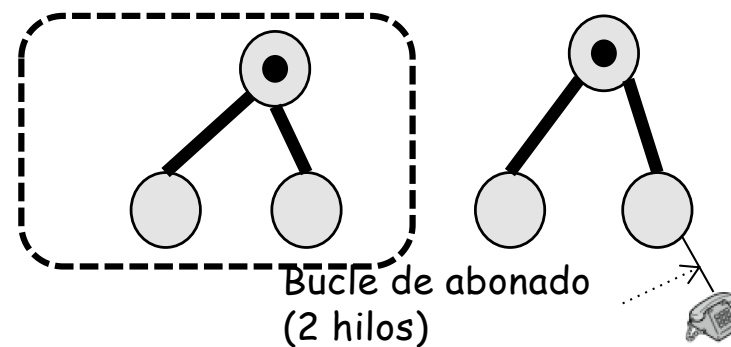


RTB tradicional

- **Centrales locales** (“Central terminal”, “Central urbana”):
- **Centrales primarias**
 - CS: “Central de Sector”. En ocasiones tiene abonados
 - Centrales locales con poco tráfico entre ellas no compensa enlace directo
 - Se hacen a través de central primaria
 - Sección Primaria: enlace entre central local y central primaria
 - Área o zona Primaria: conjunto de áreas locales que dependen de una misma central primaria
- **Centrales secundarias**
- **Centrales terciarias**
- **Centrales Internacionales**

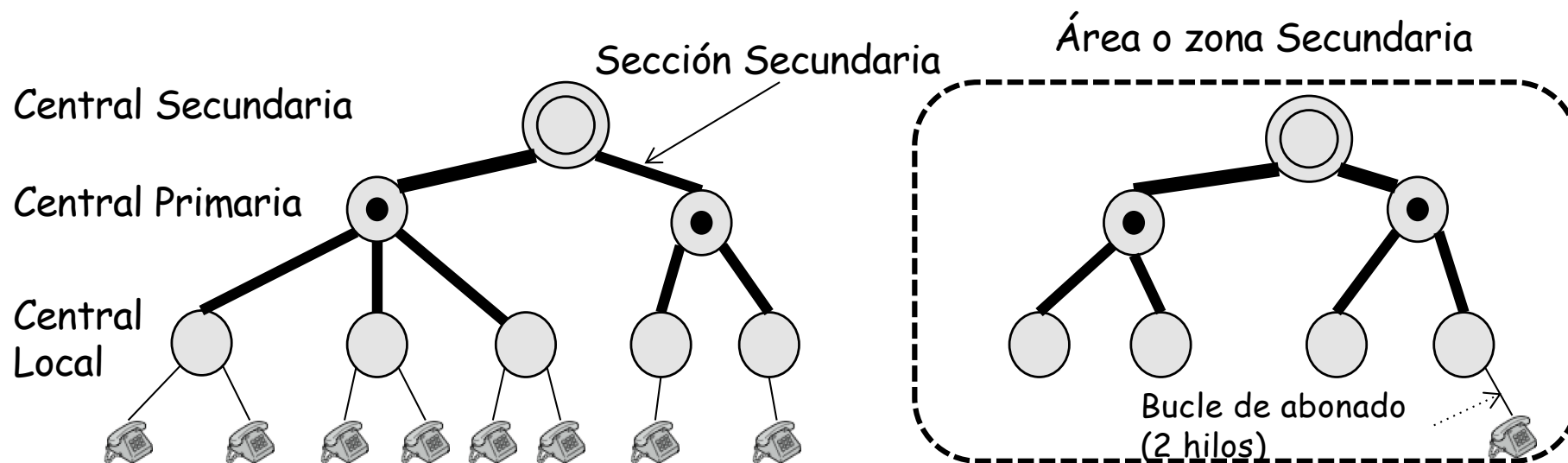


Área o zona Primaria



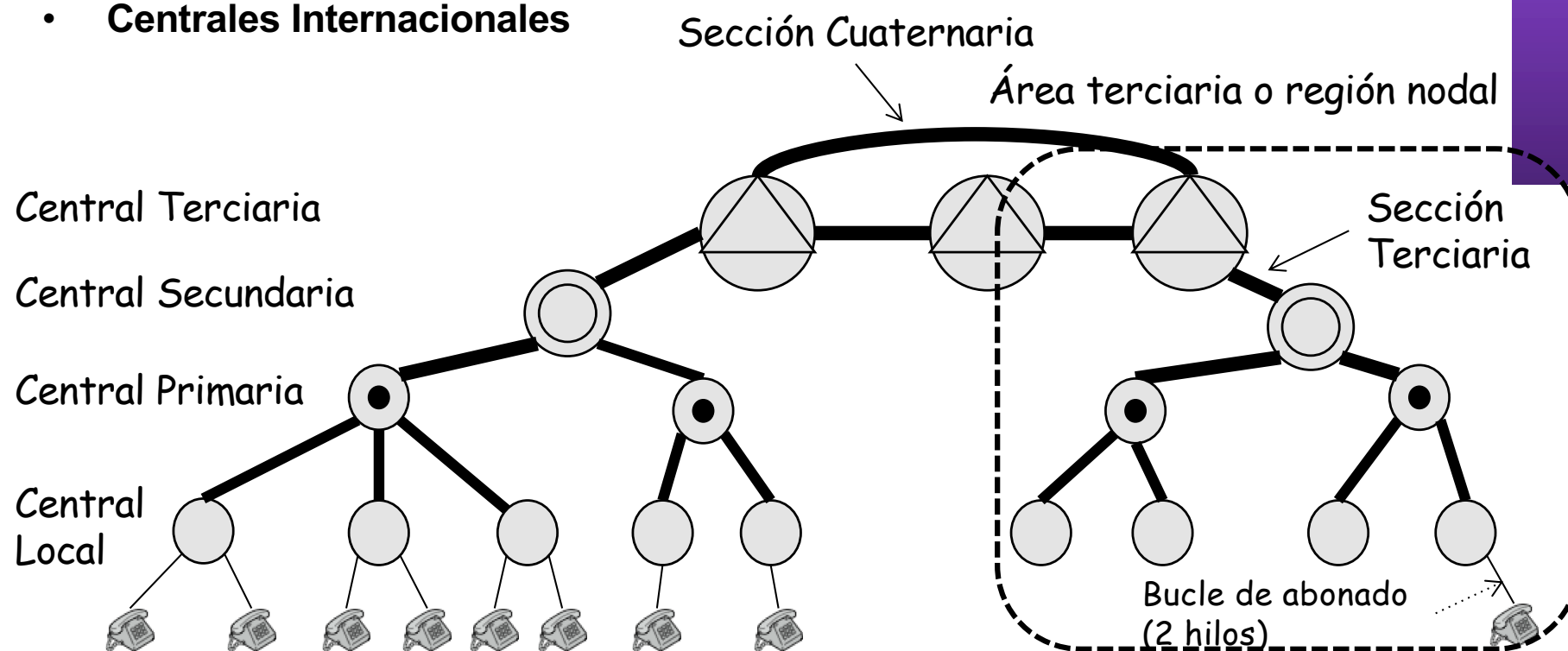
RTB tradicional

- **Centrales locales** (“Central terminal”, “Central urbana”):
- **Centrales primarias**
- **Centrales secundarias**
 - CAI: “Central Automática Interurbana”
 - Tránsito entre provincias con unión a centrales primarias y sin abonados
 - Área o zona secundaria suele cubrir una provincia
- **Centrales terciarias**
- **Centrales Internacionales**



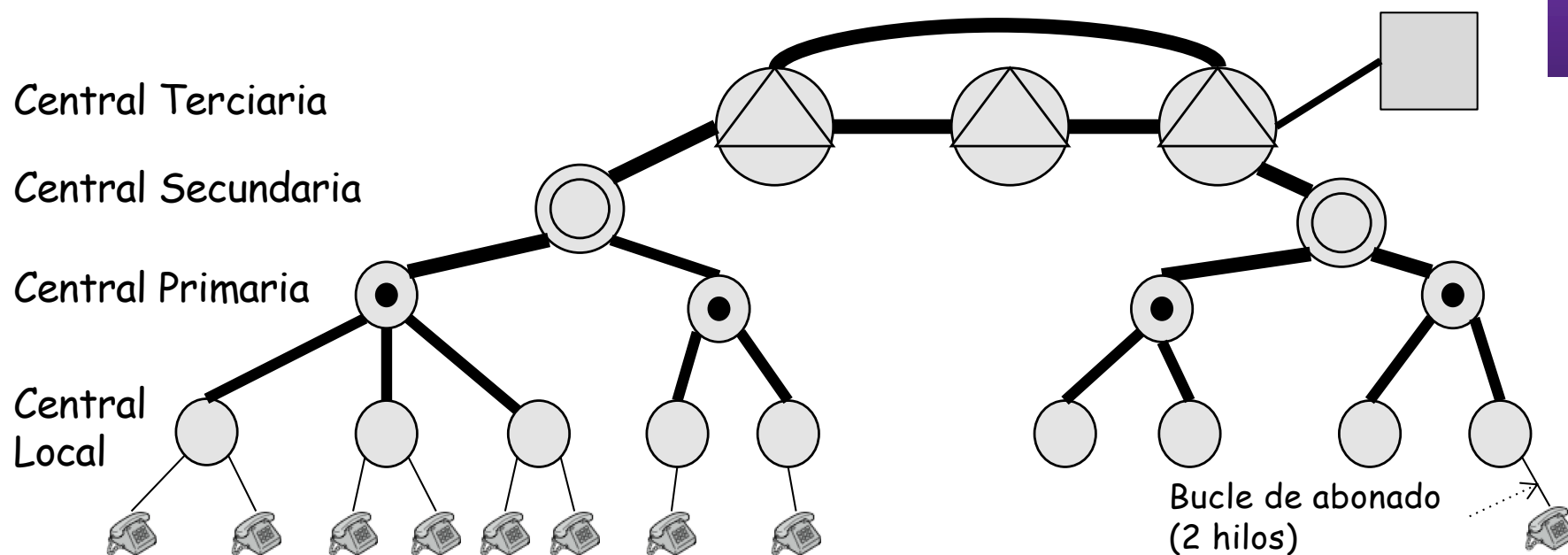
RTB tradicional

- **Centrales locales** (“Central terminal”, “Central urbana”):
- **Centrales primarias**
- **Centrales secundarias**
- **Centrales terciarias**
 - CN: “Central Nodal”
 - Cursan llamadas entre centrales secundarias de distinta área multiprovincial
 - Topología mallada
- **Centrales Internacionales**



RTB tradicional

- **Centrales locales** (“Central terminal”, “Central urbana”):
- **Centrales primarias**
- **Centrales secundarias**
- **Centrales terciarias**
- **Centrales Internacionales**
 - Cursan el tráfico entre países
 - Unidas a centrales terciarias

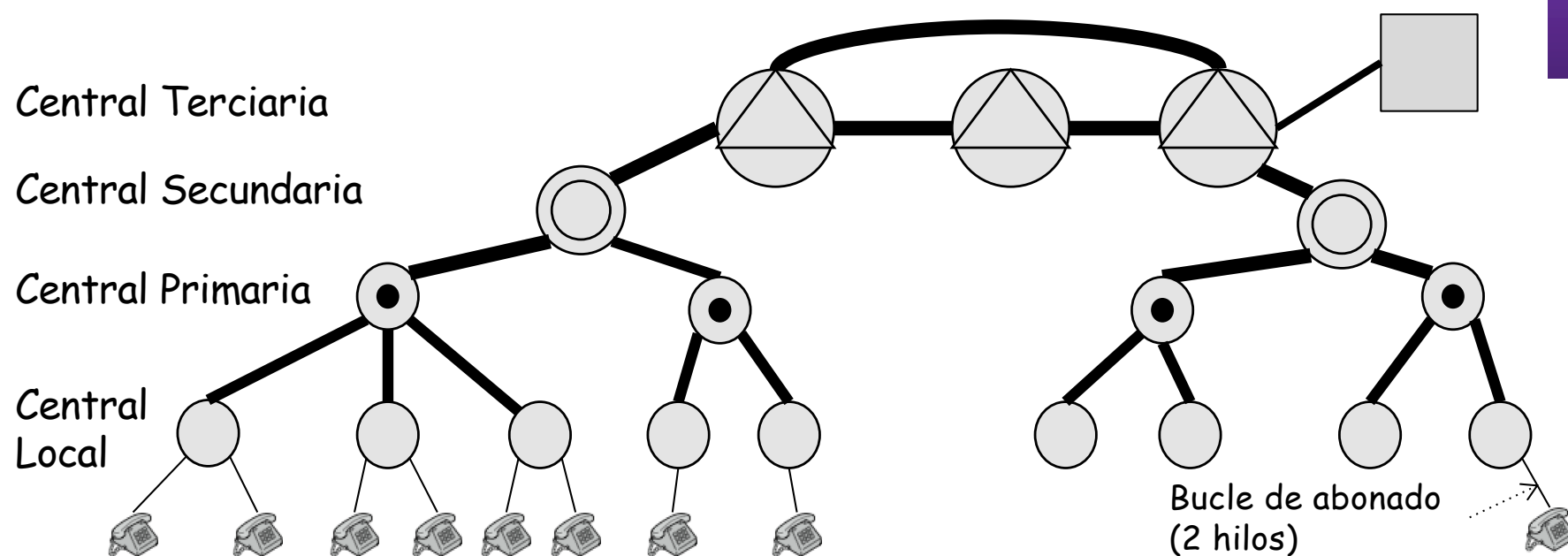


RTB tradicional

Red jerárquica

- Cada central depende de solo una central de jerarquía inmediatamente superior
- Centrales de máxima categoría en unión mallada
- Secciones finales: uniones por la red jerárquica
- Ruta final: camino de unión entre dos abonados por la red jerárquica (es único)

(...)



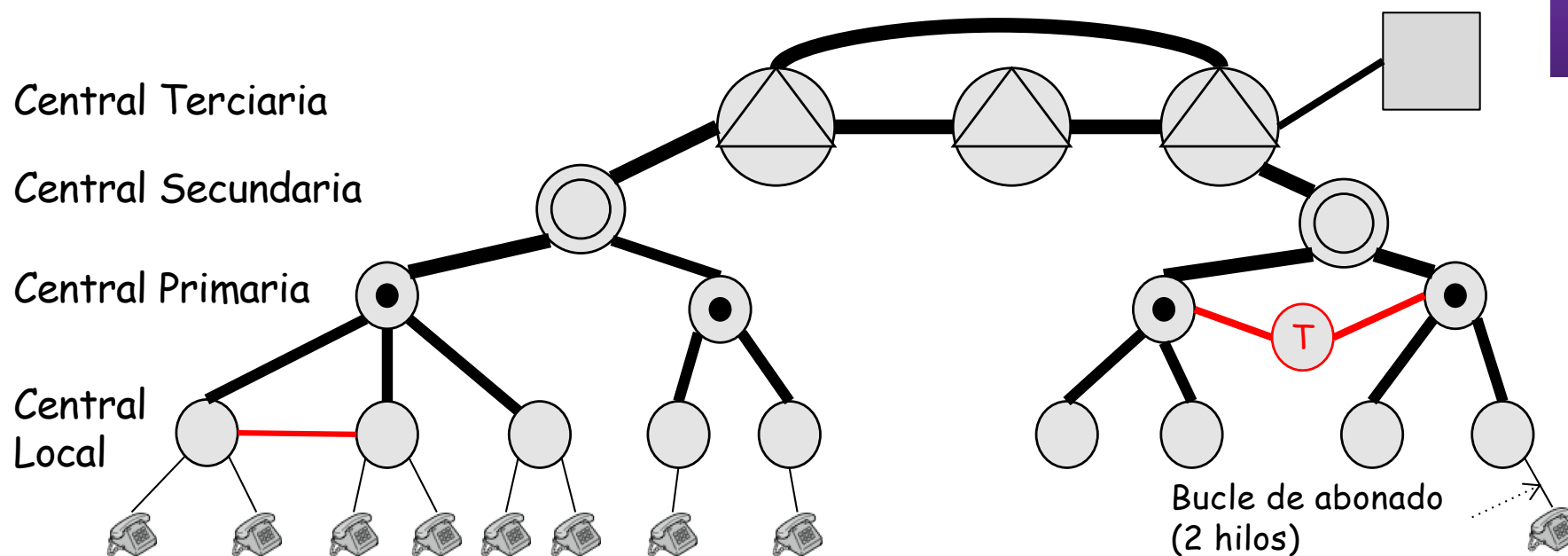
RTB tradicional

Red jerárquica

- Cada central depende de solo una central de jerarquía inmediatamente superior
- Centrales de máxima categoría en unión mallada
- Secciones finales: uniones por la red jerárquica
- Ruta final: camino de unión entre dos abonados por la red jerárquica (es único)

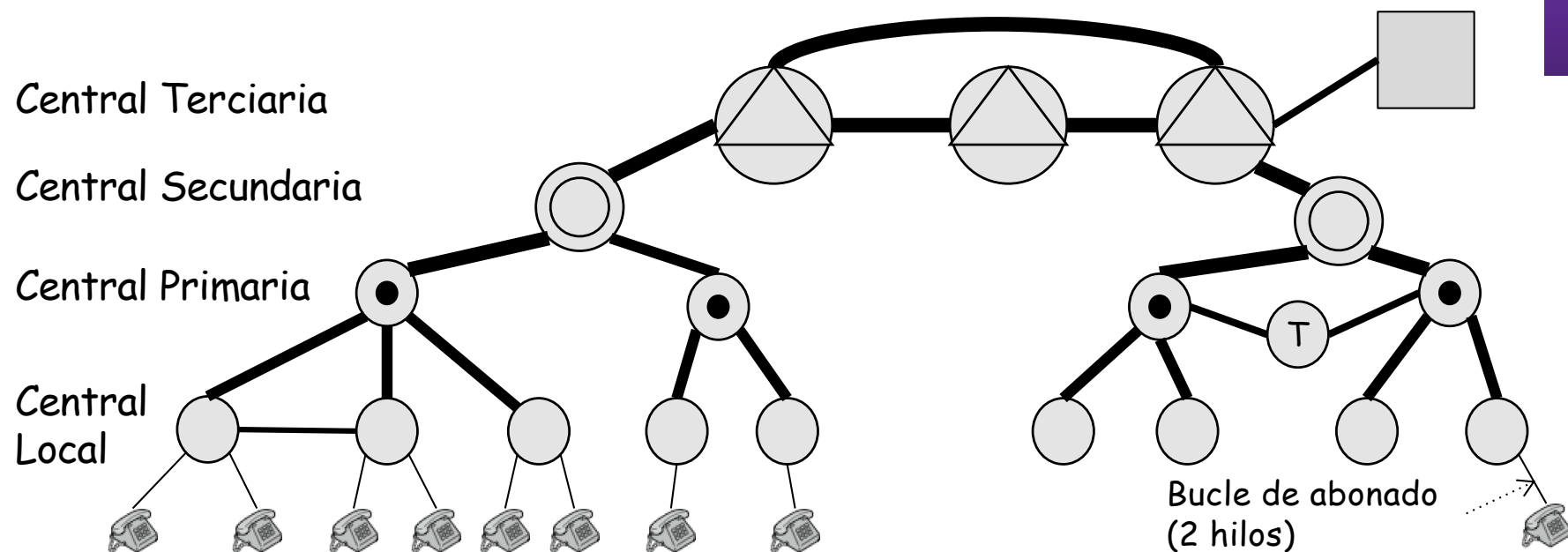
Red complementaria

- Secciones directas entre centrales con suficiente tráfico entre ellas
- Centrales separadas no más de un nivel en la jerarquía
- Centrales Tándem: centrales de tránsito sin abonados



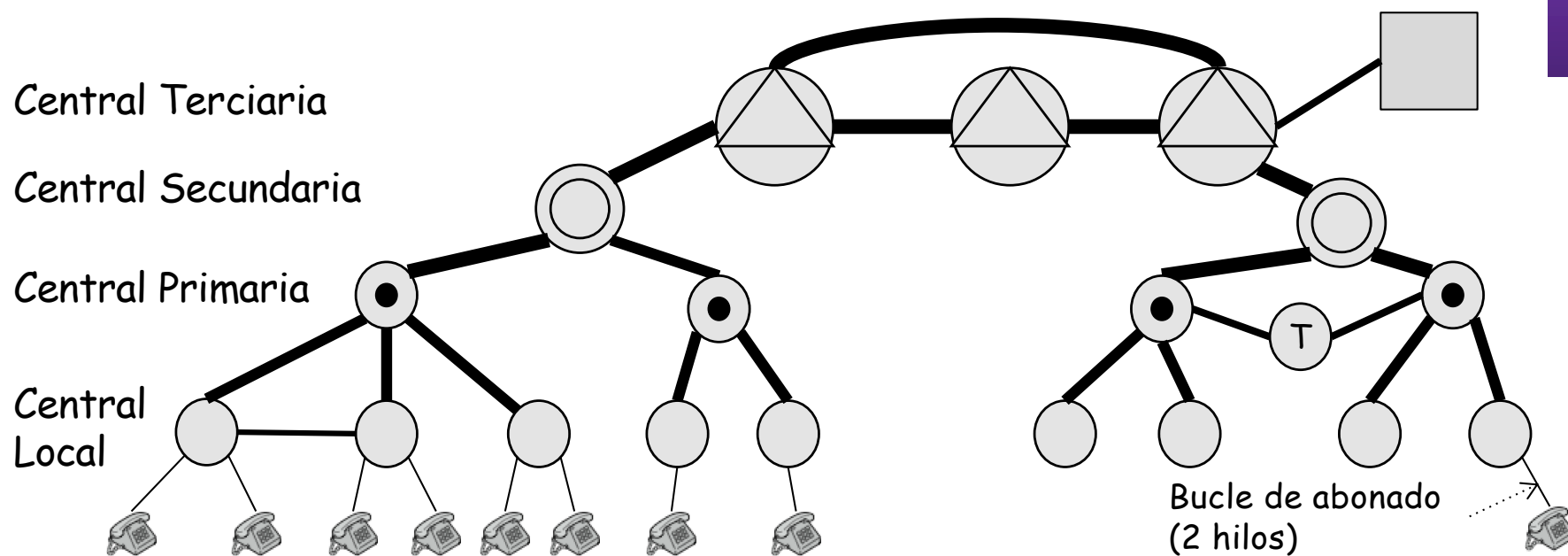
RTB tradicional

- En sus orígenes esta topología simplificaba el encaminamiento
- Hoy en día se habla solo de centrales locales o de acceso y centrales de tránsito e internacionales

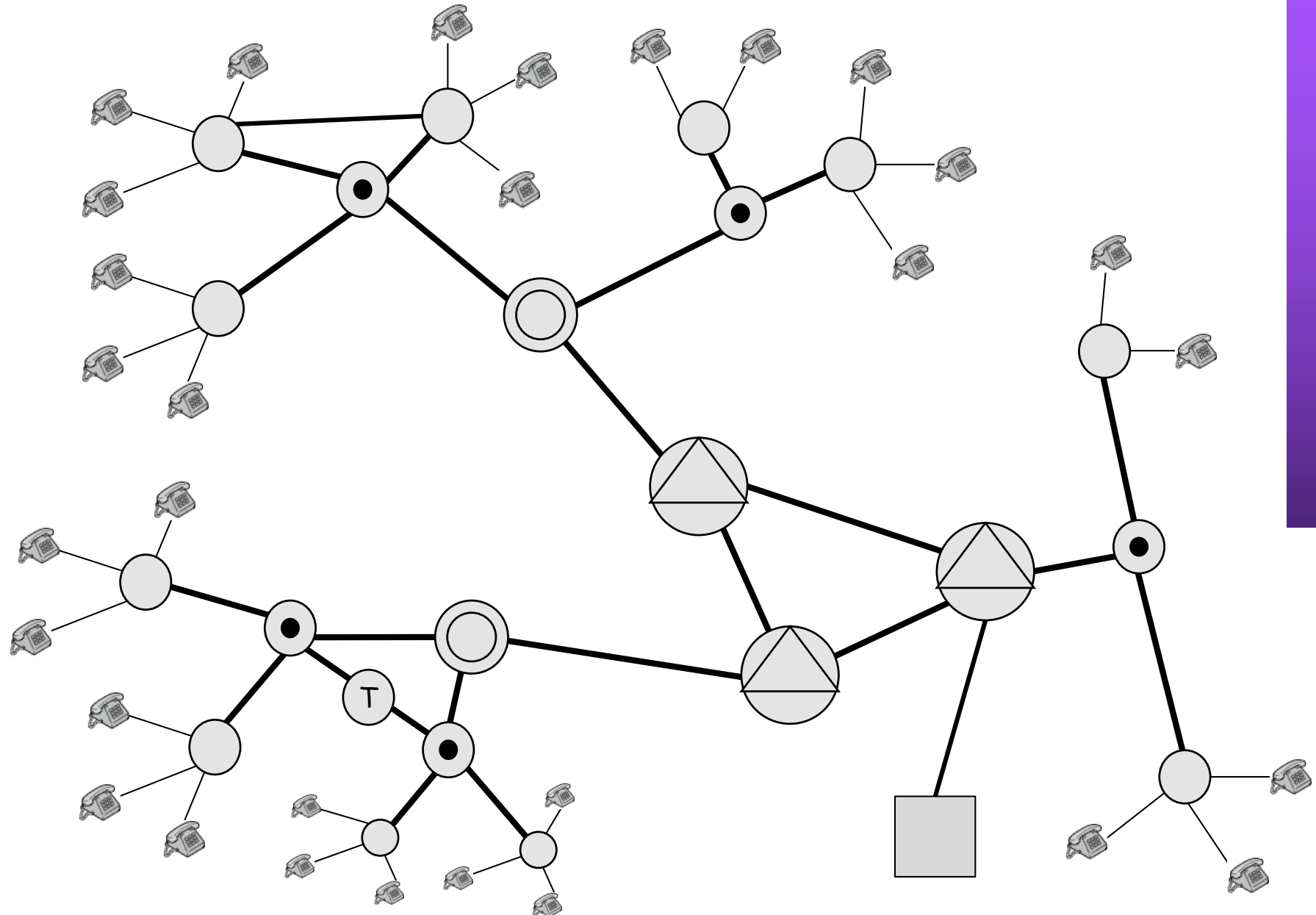


PSTN tradicional

- Bell System Hierarchy, Switch Class:
 - 1- Regional center
 - 2- Sectional center
 - 3- Primary center
 - 4- Toll center
 - 5- End office



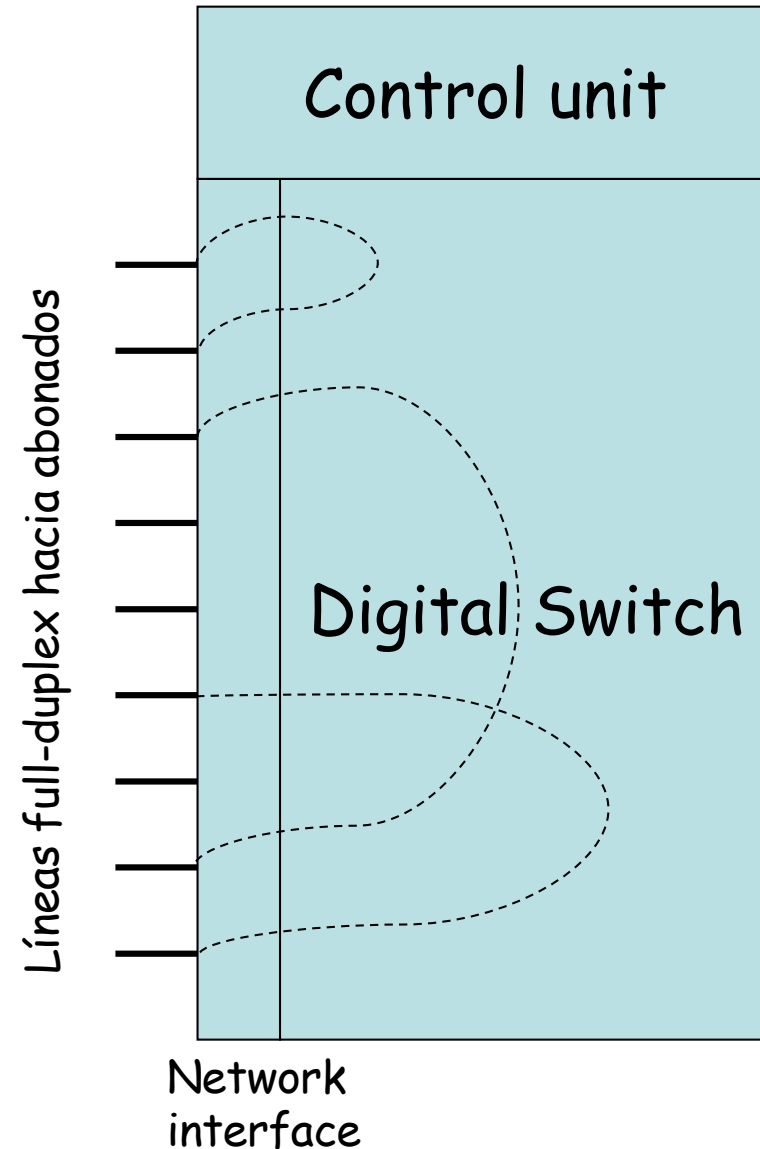
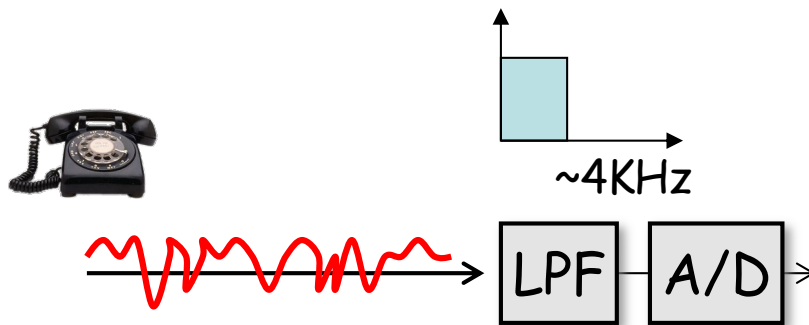
Arquitectura de la red



Elementos de la RTB clásica

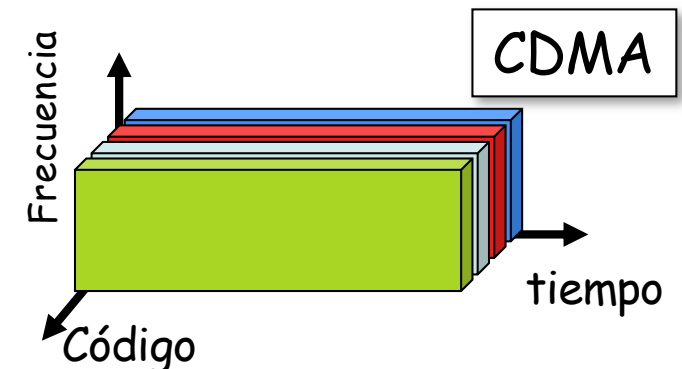
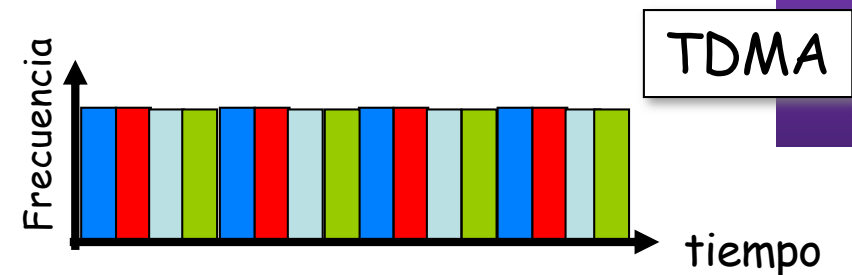
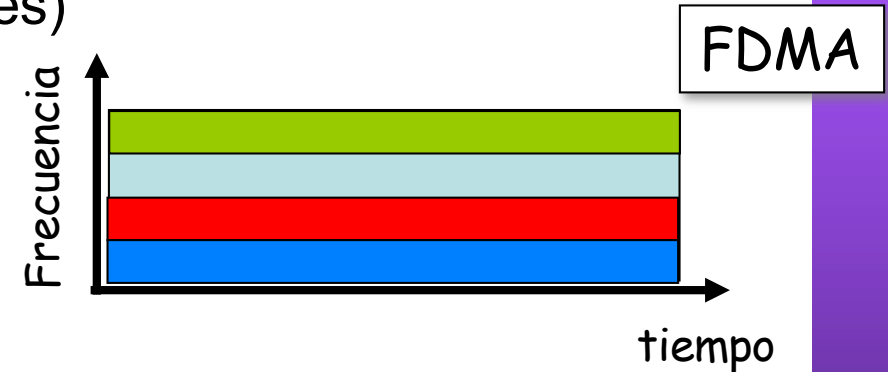
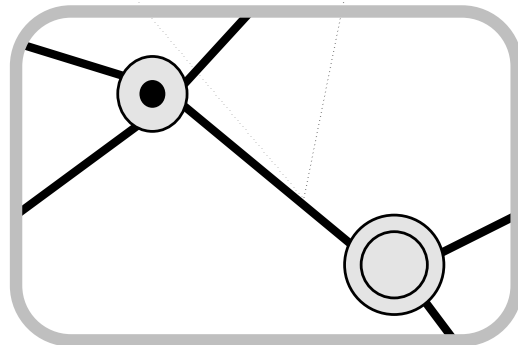
Elemento de conmutación de circuitos

- Líneas de entrada
 - Full-duplex
- Unidad de control
 - Establece, mantiene y libera caminos en el switch
- Conmutador digital
 - Conecta entre si las líneas de entrada según le indica la unidad de control



Trunks (troncales)

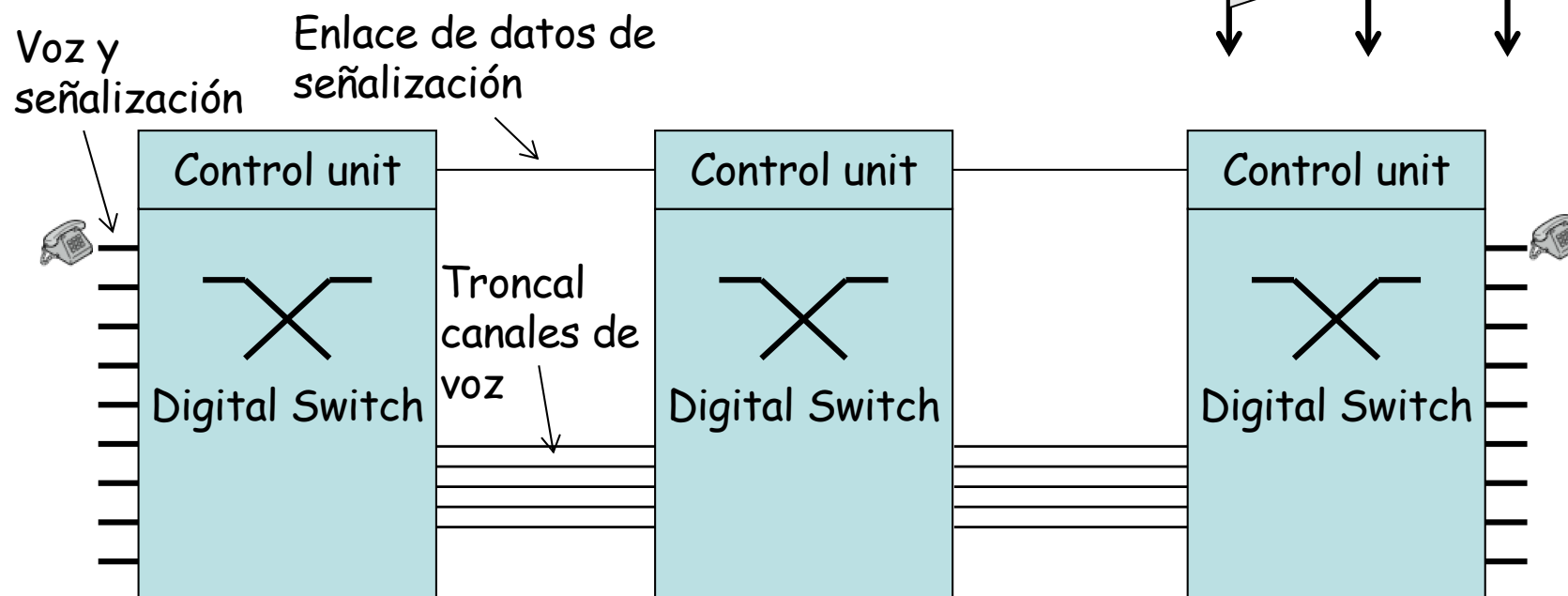
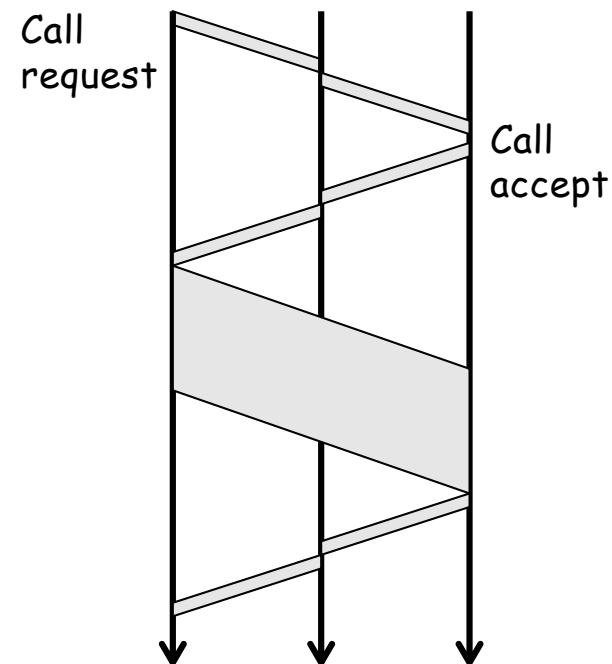
- Capacidad para múltiples circuitos simultáneos
 - Múltiples medios físicos (cables)
 - FDMA
 - TDMA
 - Etc.



Señalización

“Intercambio de información de control entre los nodos de la red y entre terminales de abonado y la red”

- Las unidades de control de las centrales se comunican entre si para
 - Establecimiento de llamadas
 - Liberación de llamadas

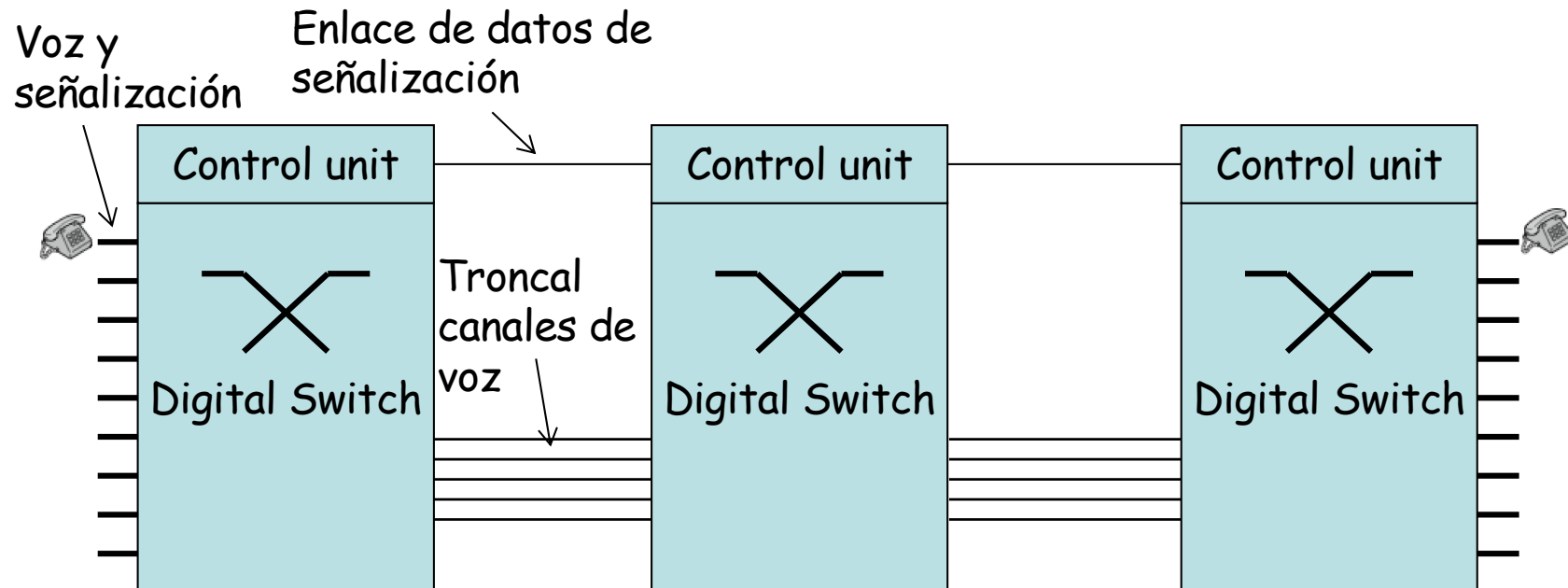


Señalización

Señalización en canal

- Usa los mismos recursos de transmisión para la voz y para la señalización
- Puede ser “en banda” o “fuera de banda” (banda de frecuencias vocal)
- Ej. en banda: tonos en el marcado. Ej. fuera de banda: continua (DC) en el bucle de abonado para detectar el descuelgue

Señalización por canal común (CCS = Common Channel Signaling)



Señalización

Señalización en canal

Señalización por canal común (CCS = Common Channel Signaling)

- Emplea un canal dedicado entre las CPUs de los conmutadores
- Puede ser CCS por “canal asociado”
- Los mensajes pasan entre los nodos de conmutación (*store-and-forward*)
- Los mensajes pueden emplear caminos diferentes a los de la voz
- Se crea así una red de conmutación de paquetes para la señalización
- El protocolo empleado hoy en día es el CCITT Signaling System No. 7 (SS7)
- Pasarelas para intercambio con redes VoIP

