

# Conmutación de circuitos

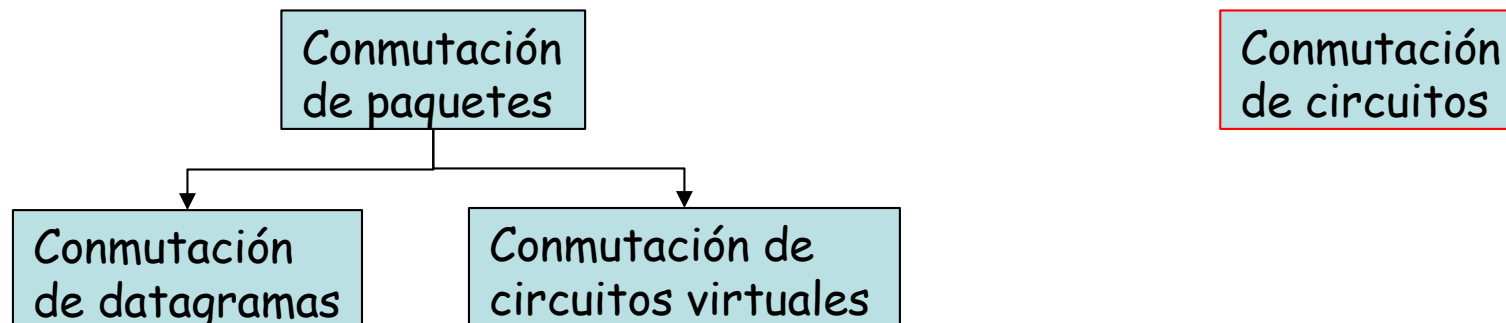
Area de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.unavarra.es>

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

# Conmutación: circuitos y paquetes

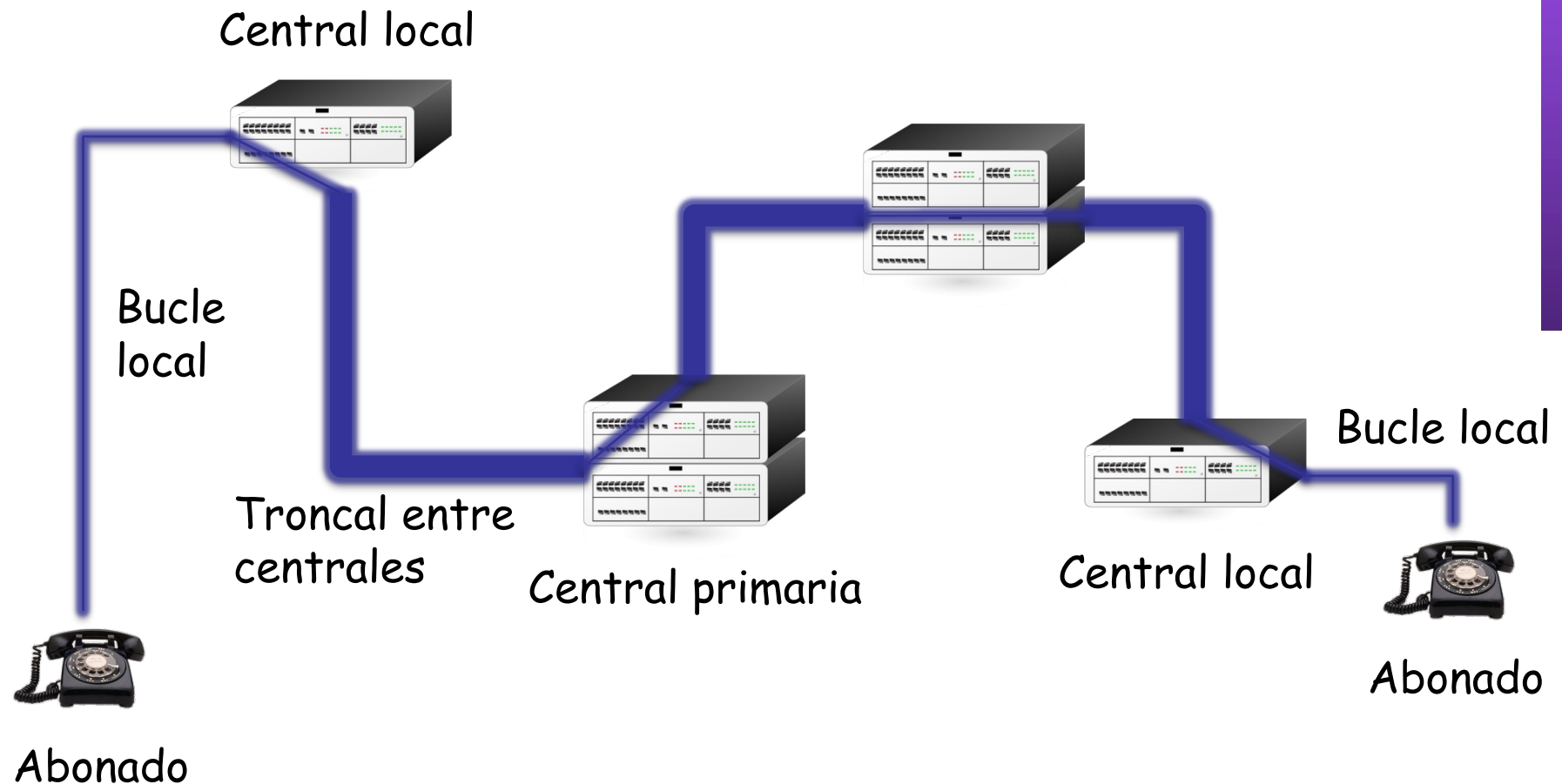
# Conmutación de paquetes

- **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



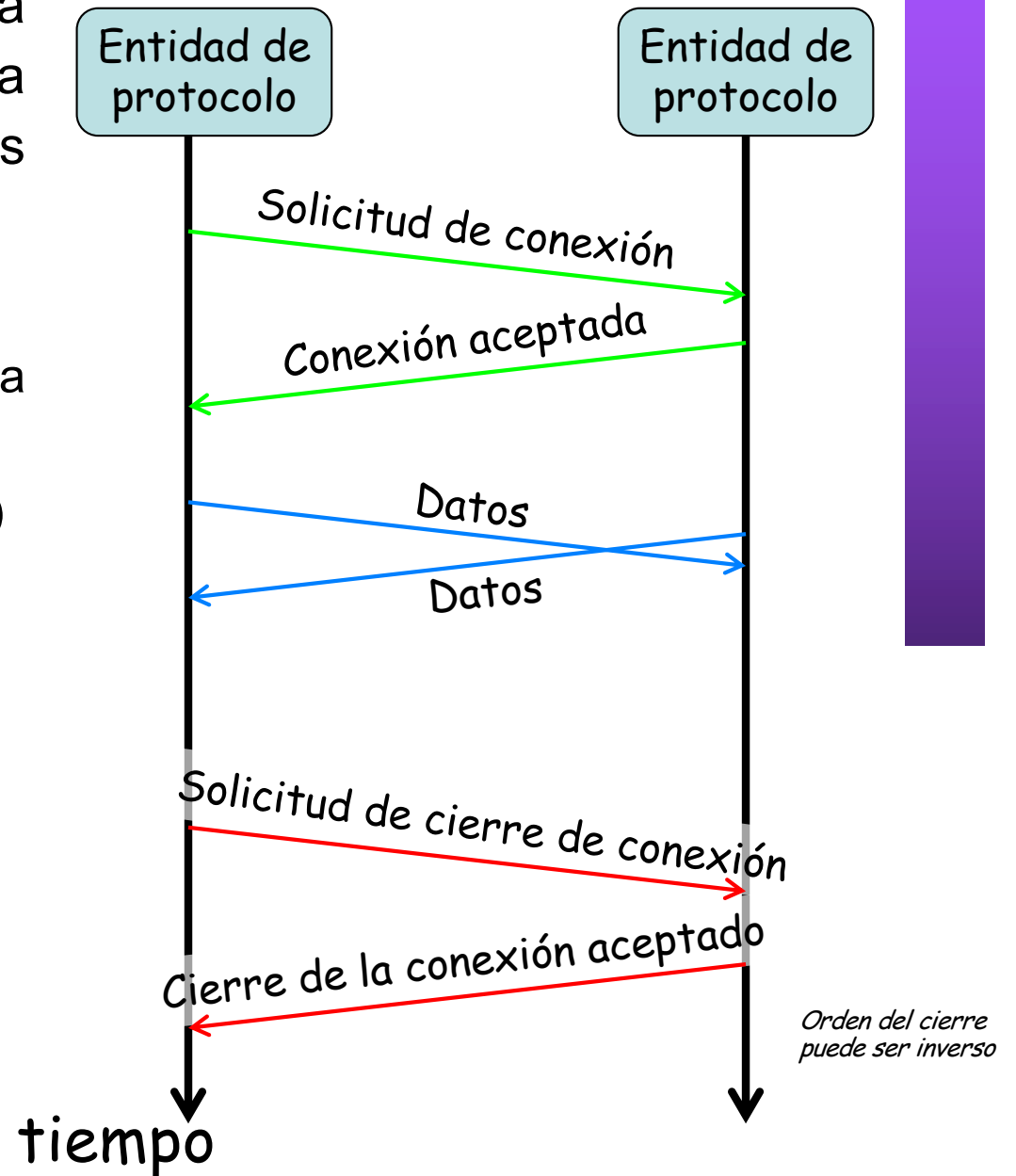
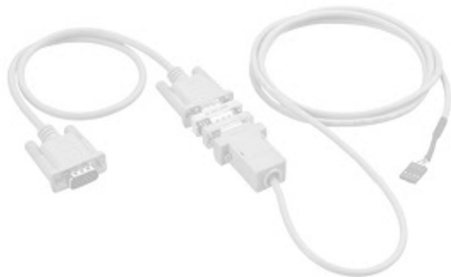
# Conmutación de circuitos

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



# Control de la conexión

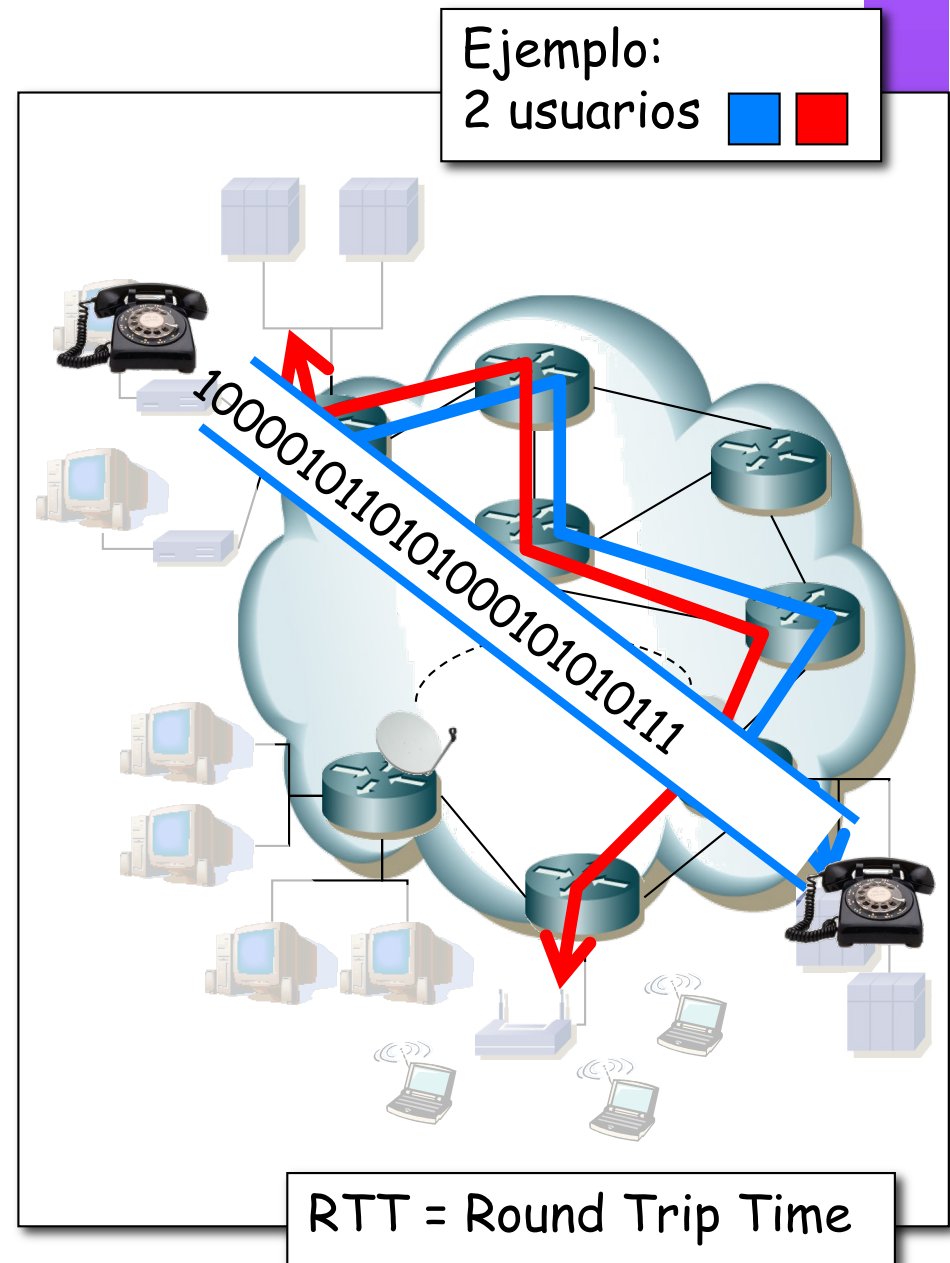
- Servicio orientado a conexión: existe una asociación lógica entre las entidades extremo
- Se dan varias fases
  - Establecimiento de la conexión (...)
  - Transferencia de datos (...)
  - Cierre de la conexión (...)



# Núcleo de la red

## Conmutación de circuitos

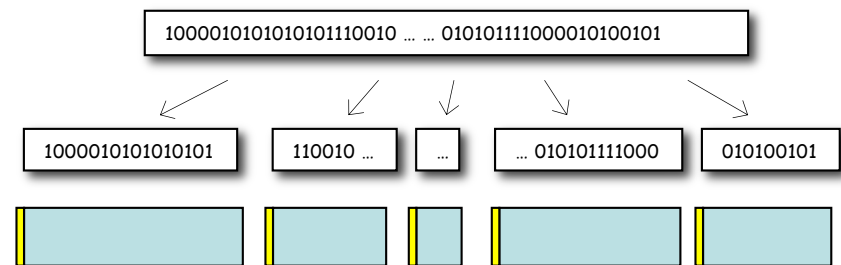
- Tres fases: Establecimiento, Transferencia y Desconexión
- RTT en el establecimiento (...)
- Comunicación transparente (...)
- Reserva de recursos:
  - Recursos “extremo-a-extremo”
  - Ancho de banda, capacidad en los conmutadores
  - Recursos (camino) dedicados: no se comparten aunque no se usen
  - 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

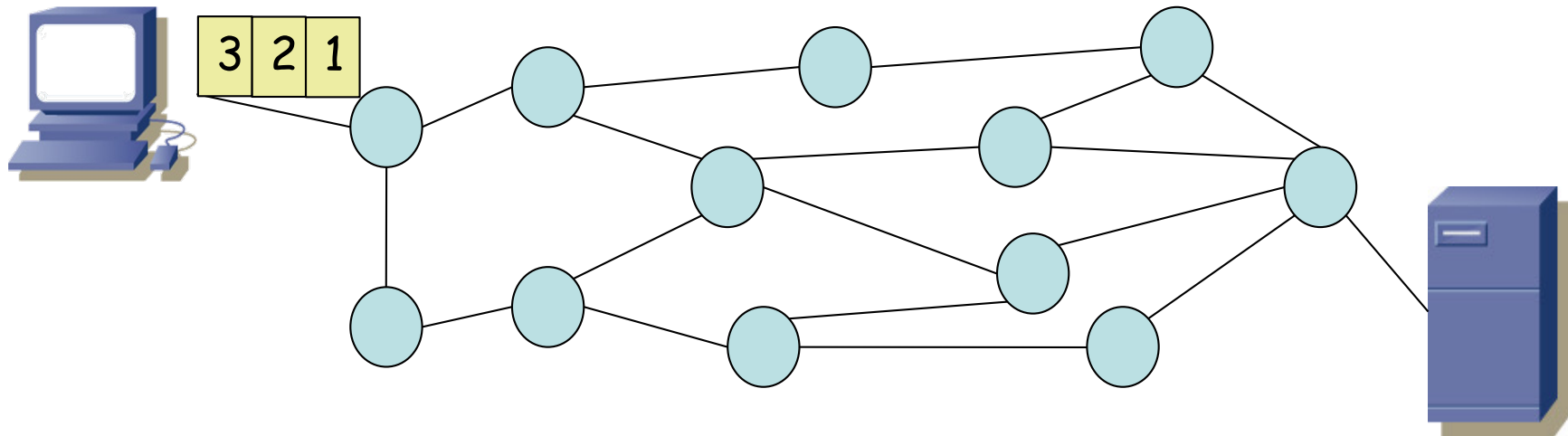
- Hemos visto redes de conmutación de paquetes
  - Los mensajes se dividen en paquetes
  - Los paquetes son transmitidos por un camino de origen a destino
  - Sin conexión (datagramas)
  - O circuitos virtuales



# Conmutación de paquetes

## Datagramas

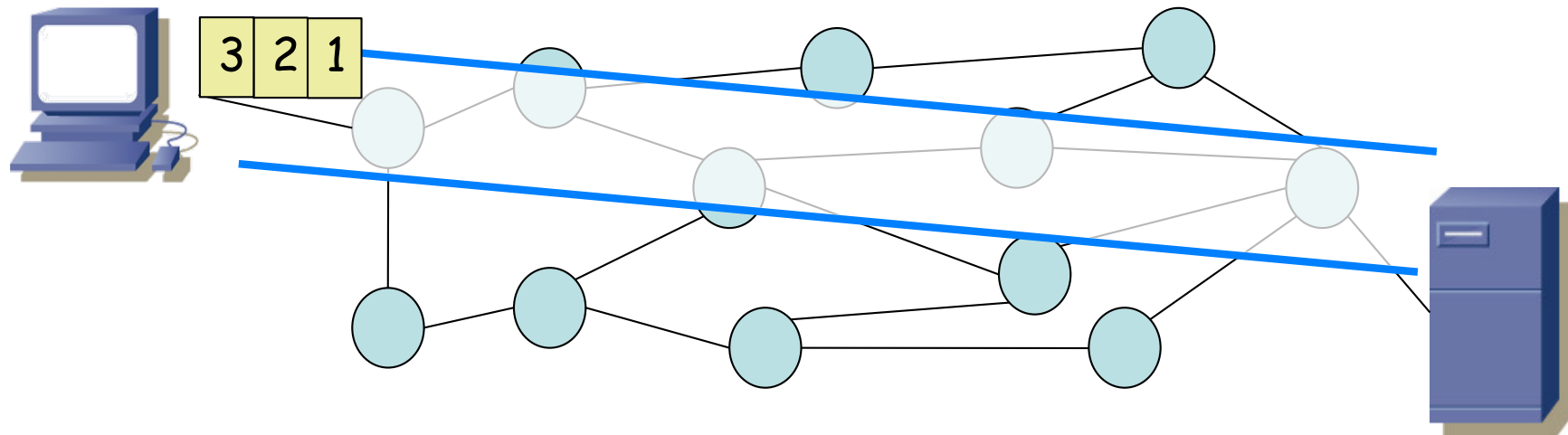
- Cada nodo toma la decisión de encaminamiento para cada datagrama (...)
- Sin conexión



# Conmutación de paquetes

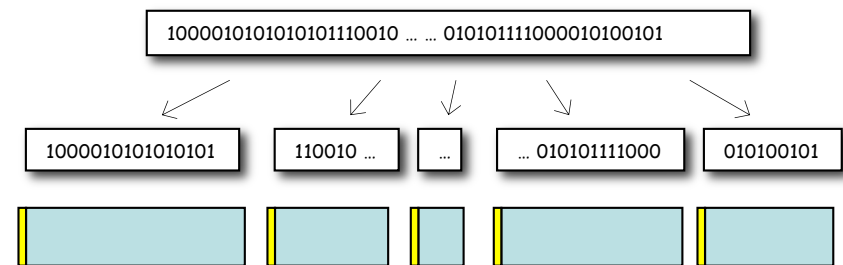
## Circuitos virtuales

- “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

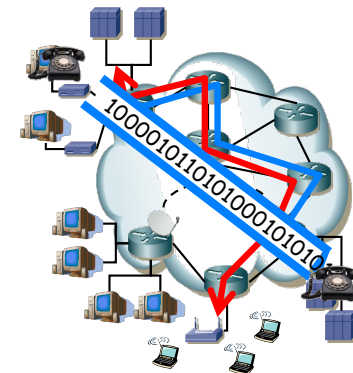


# C. Circuitos vs C. Paquetes

- 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

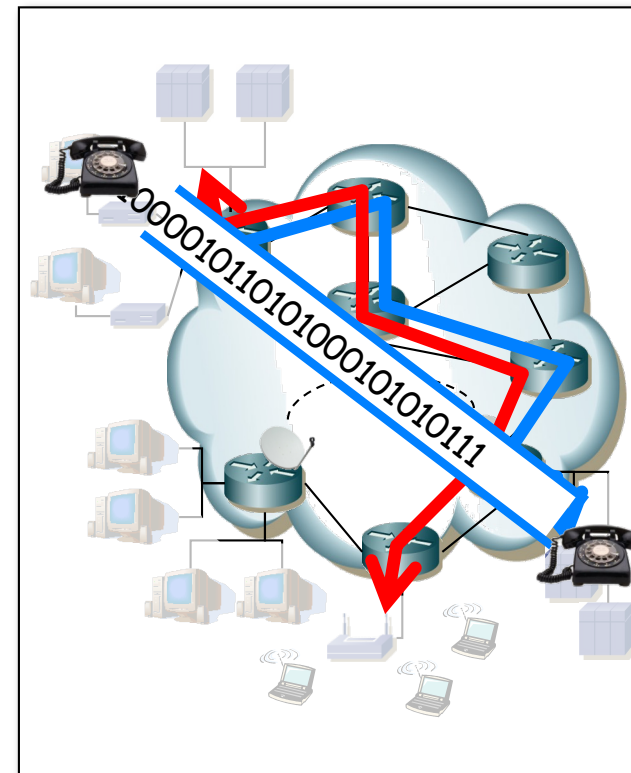
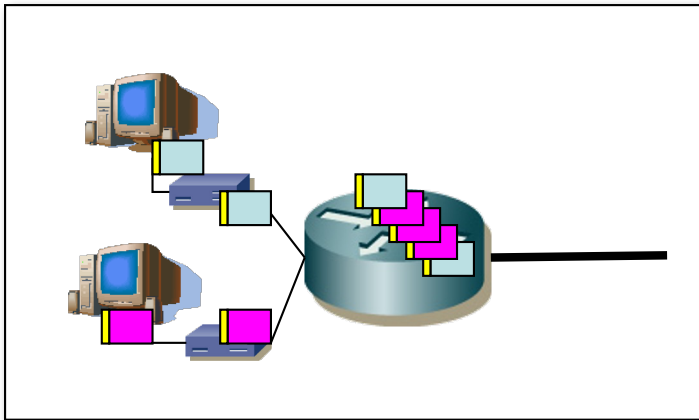


- Conmutación de circuitos
  - Se crea un circuito de la fuente al destino
  - El circuito físico real conectado queda dedicado
  - En c.c. virtuales los paquetes de diferentes circuitos comparten el servicio de transmisión
  - Conveniente para voz (retardo pequeño y fijo)
  - Establecimiento, transferencia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

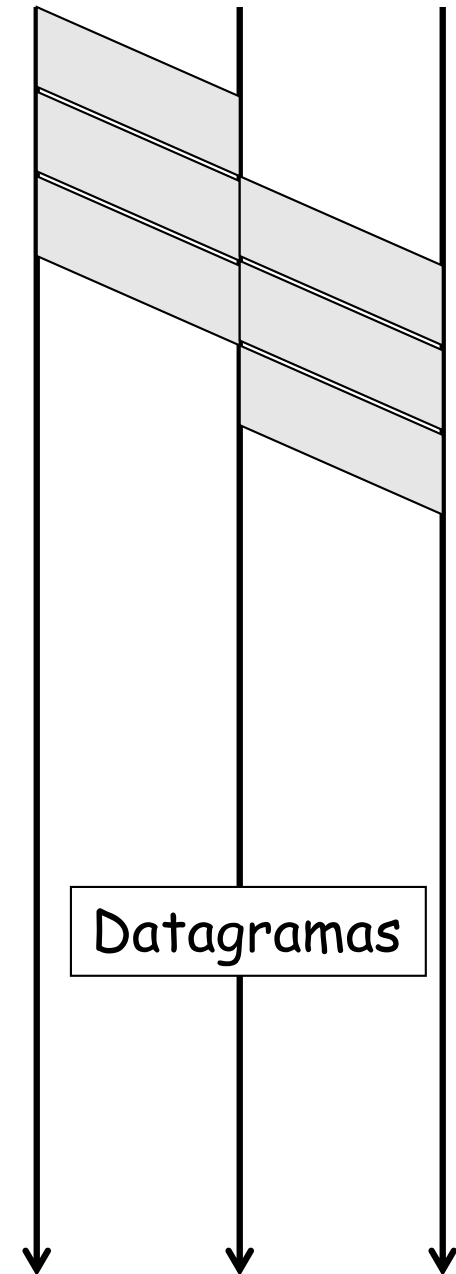
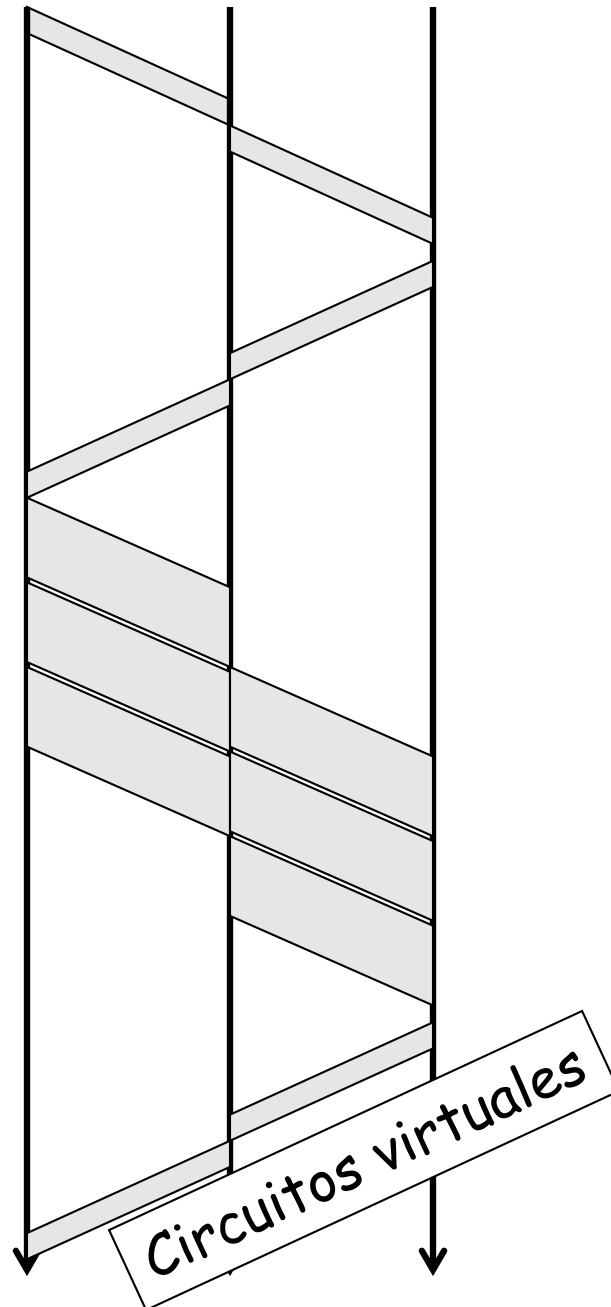
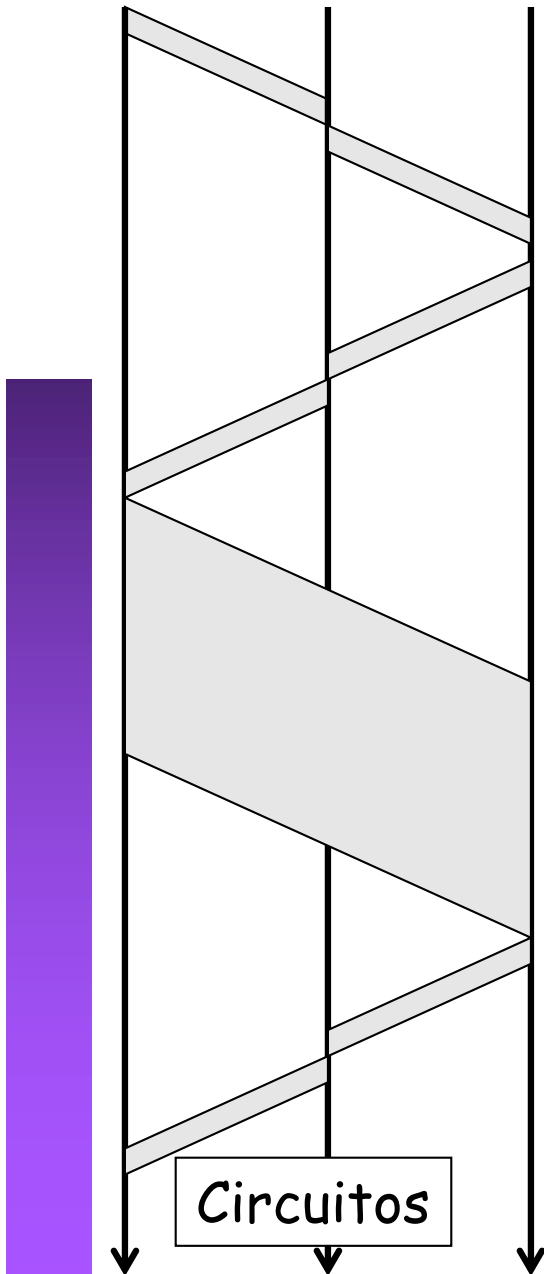
# Problemas de redes de paquetes

- **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?

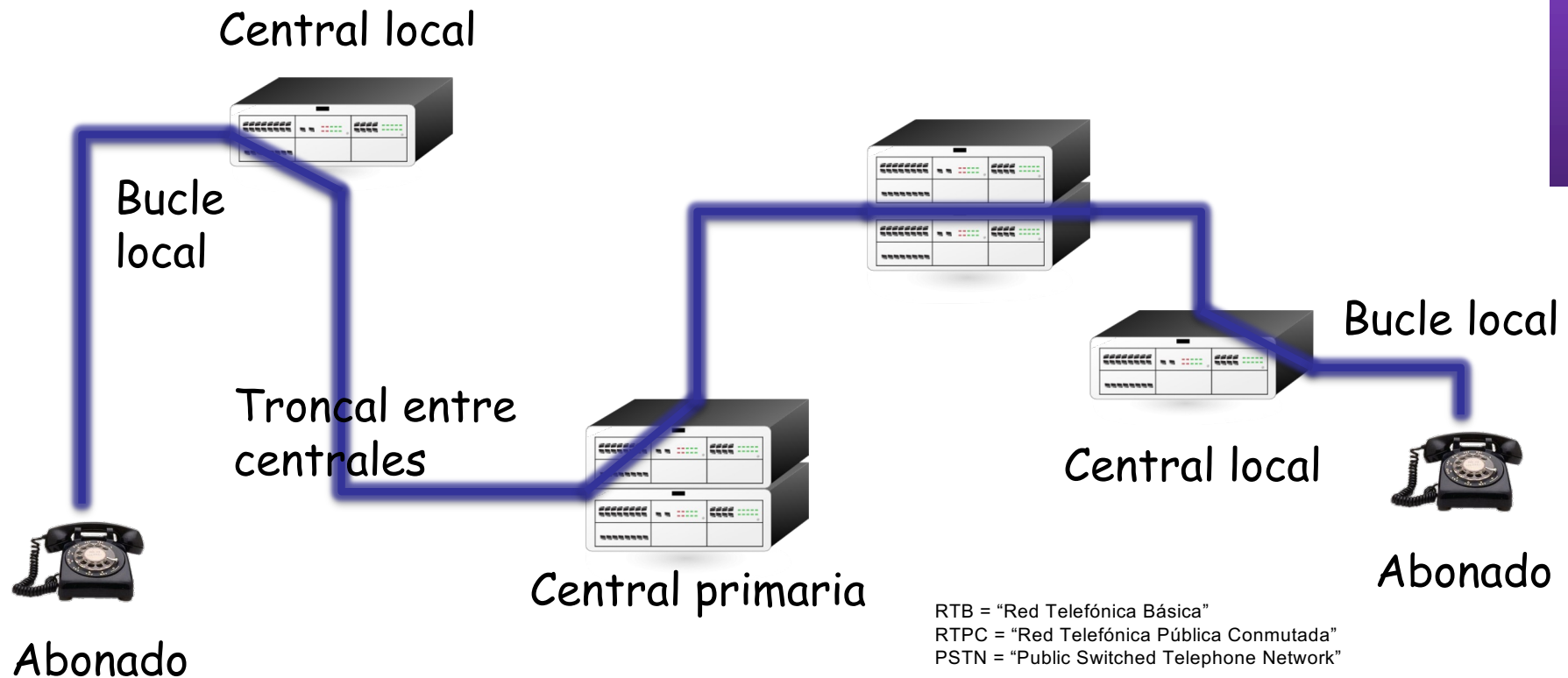
# Tiempos



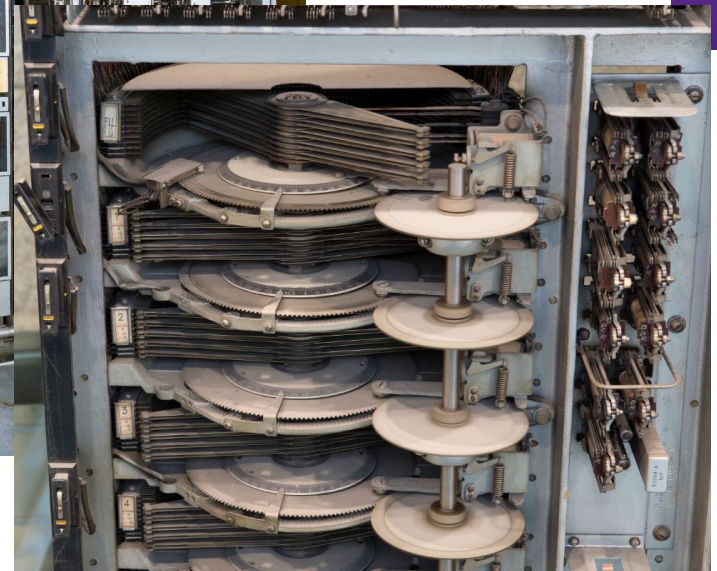
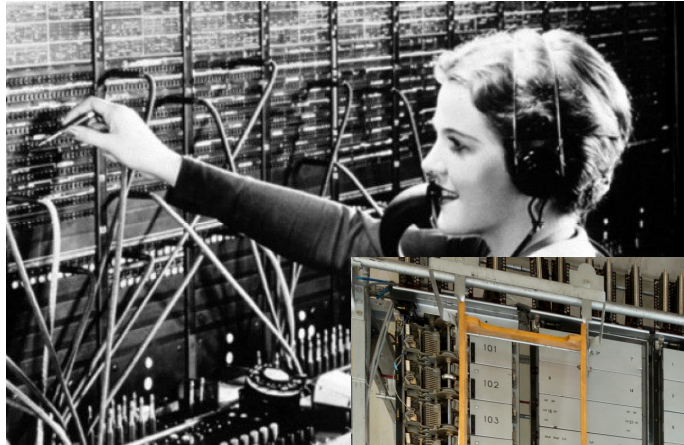
# Arquitectura histórica de la RTB

# Red pública telefónica conmutada

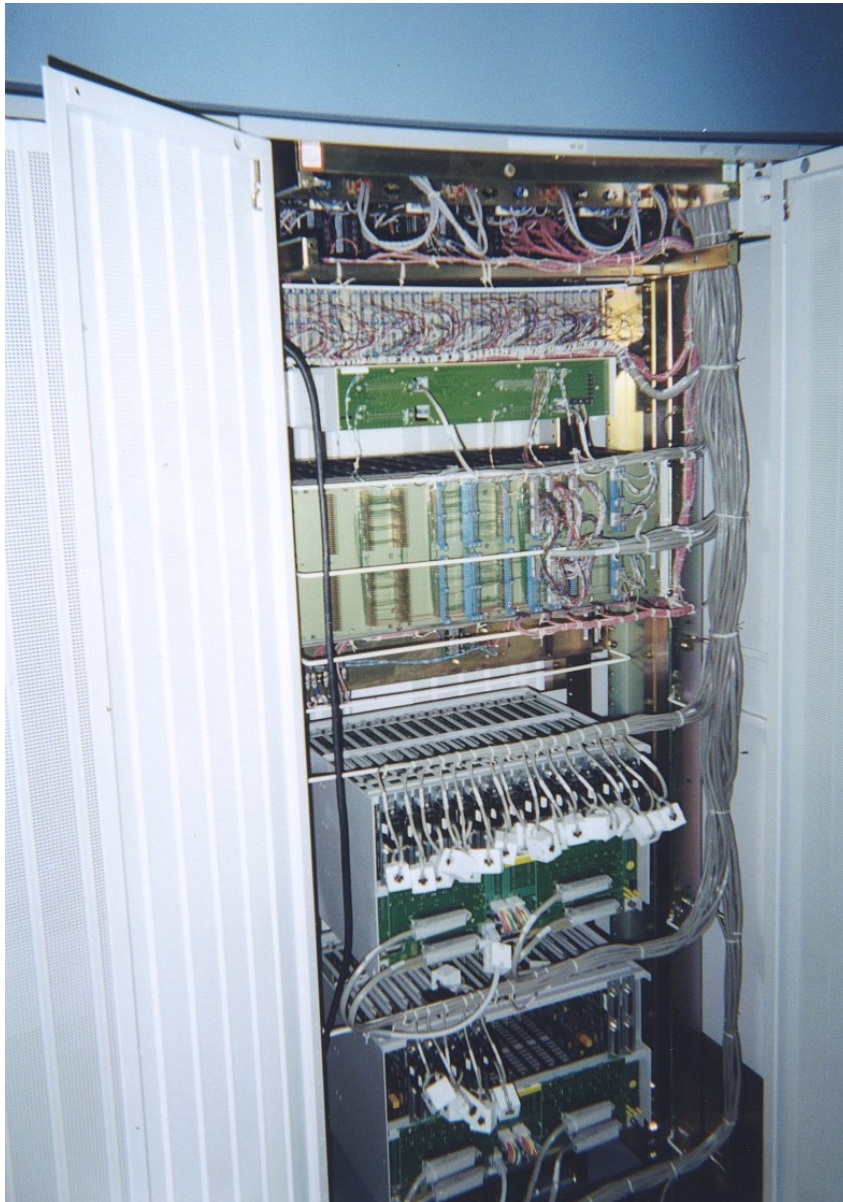
- Abonados (*subscribers*): teléfonos o modems
- Líneas de usuario (*subscriber line, local loop*): par trenzado
- Centrales de conmutación (*exchanges*)
  - Central local (*End-office*): tiene abonados (miles) de una zona localizada
- Enlaces (*trunks*):
  - En España más de 8.000 ayuntamientos: todas 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

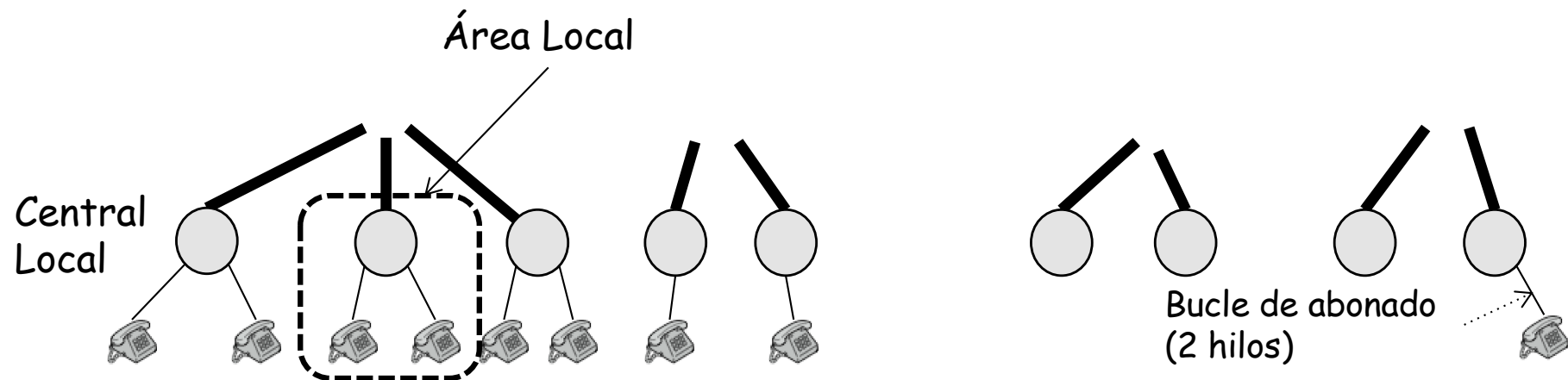
Es una red Jerárquica

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



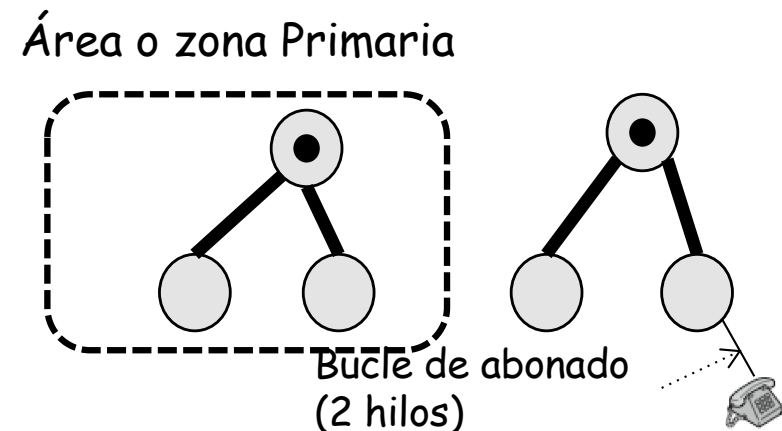
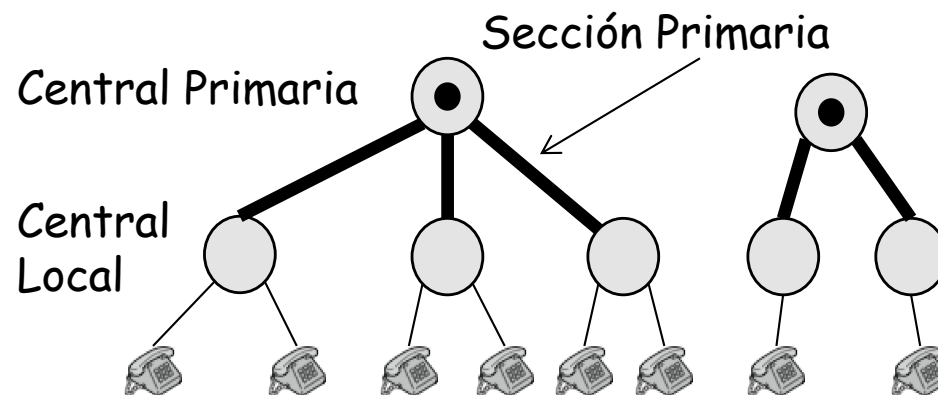
# RTB tradicional

- **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**



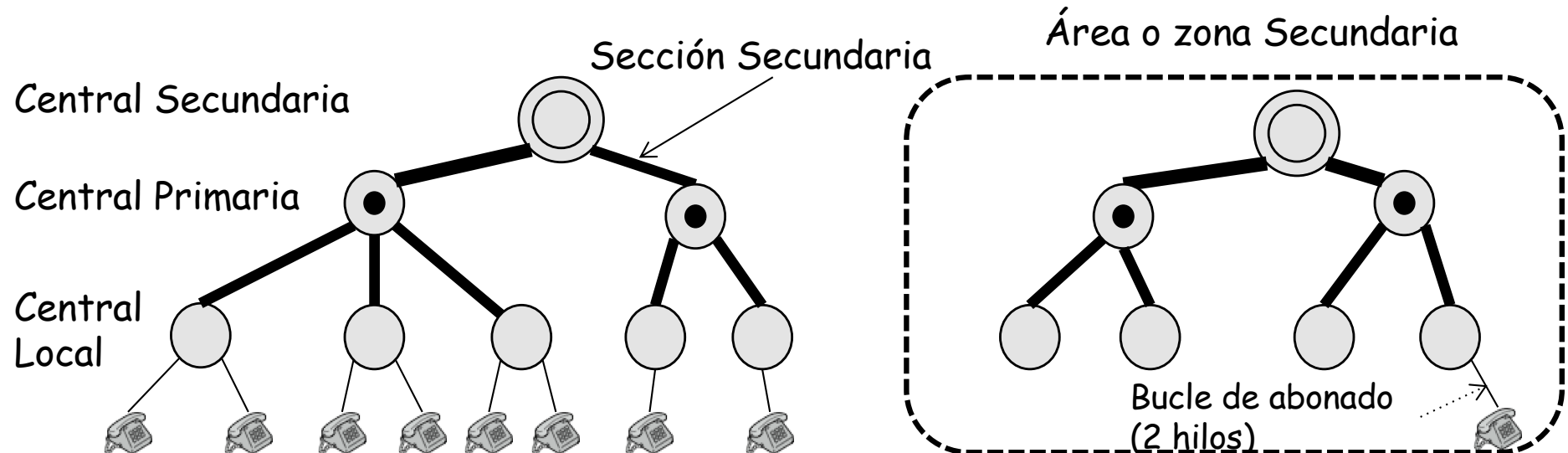
# RTB tradicional

- **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**



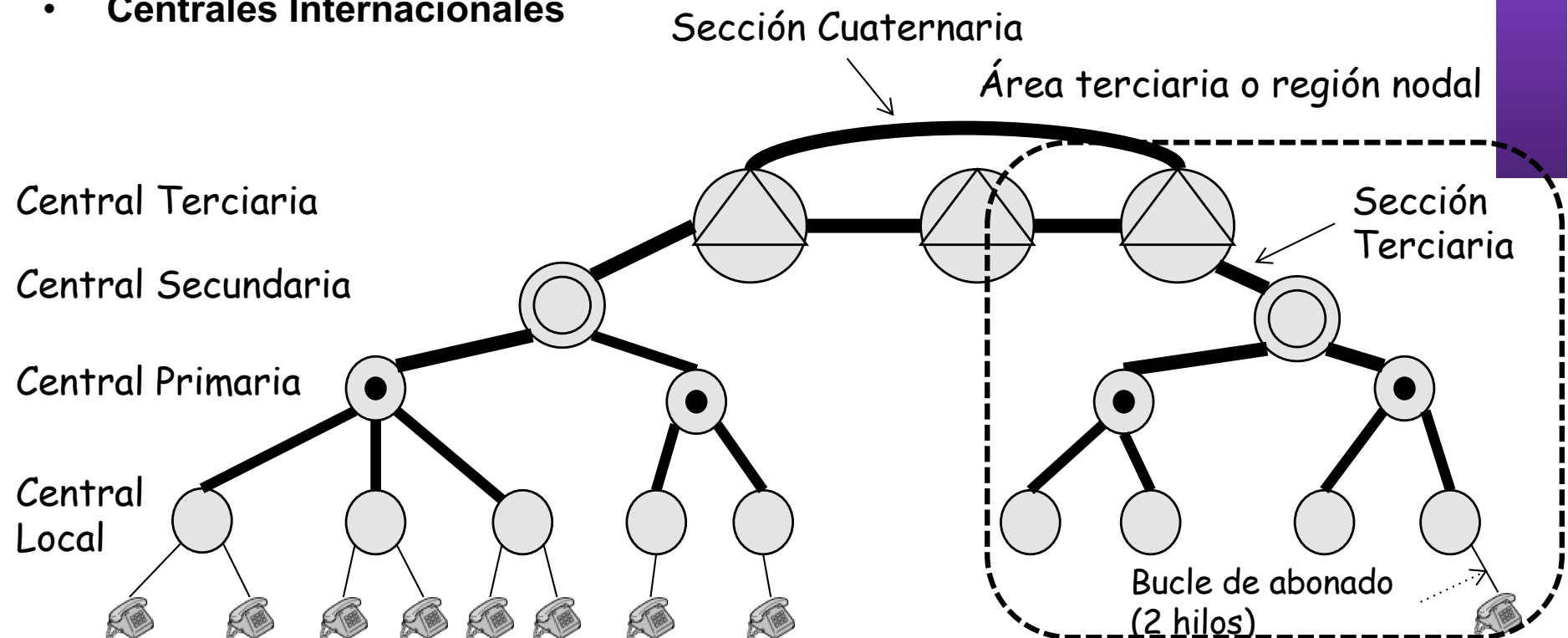
# RTB tradicional

- **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**



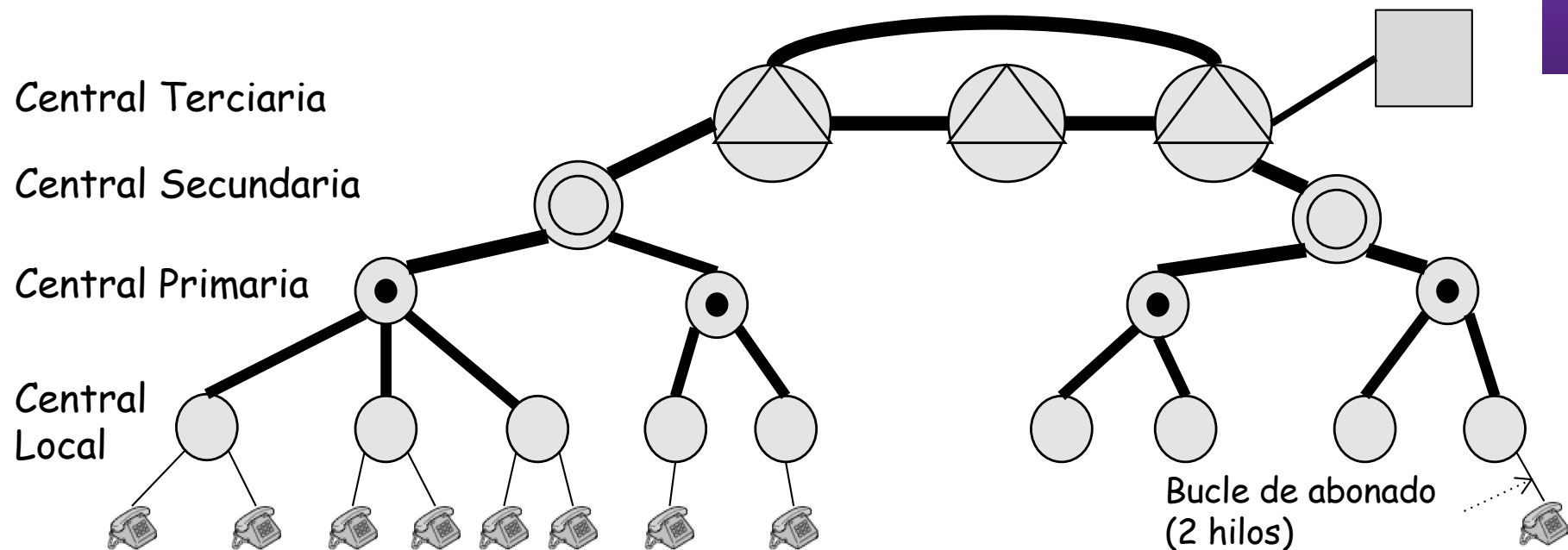
# RTB tradicional

- **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

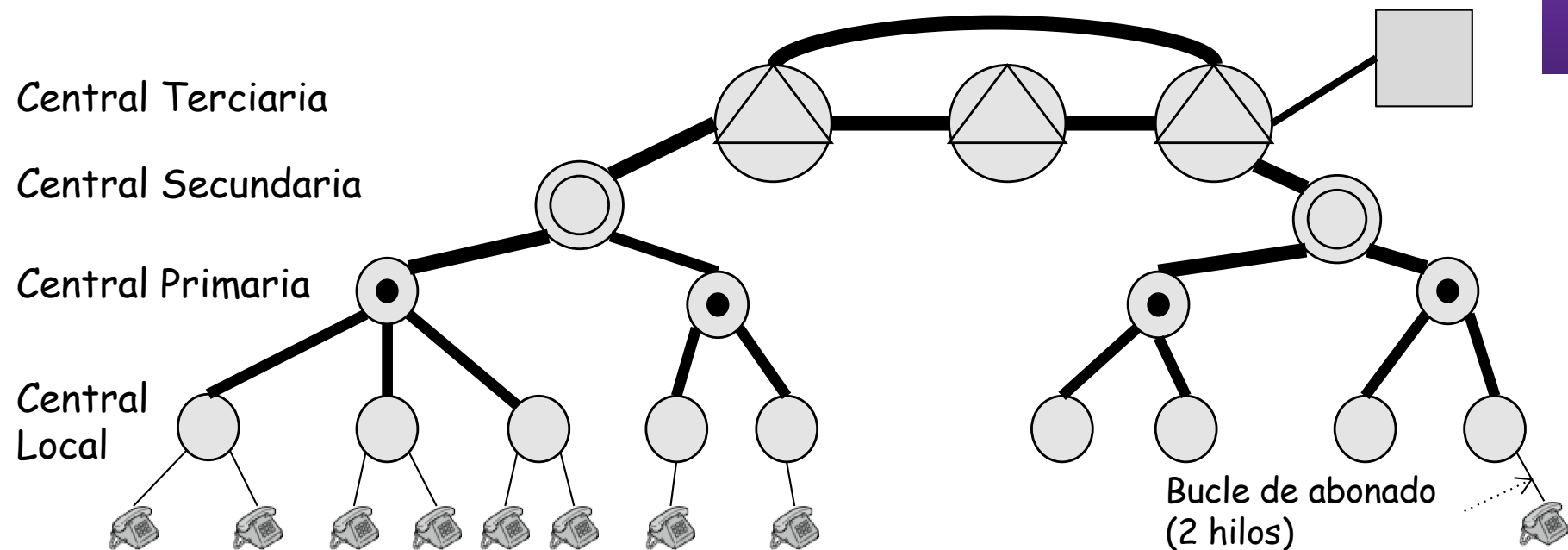


# RTB tradicional

## 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)

(...)



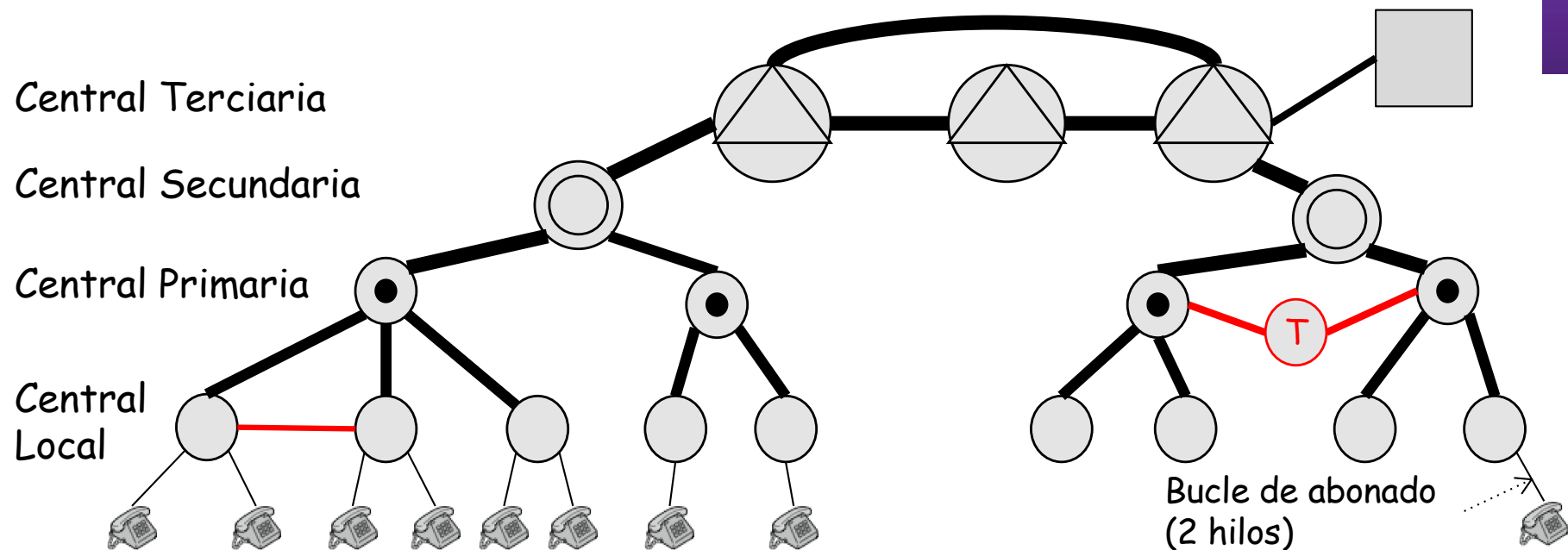
# RTB tradicional

## 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)

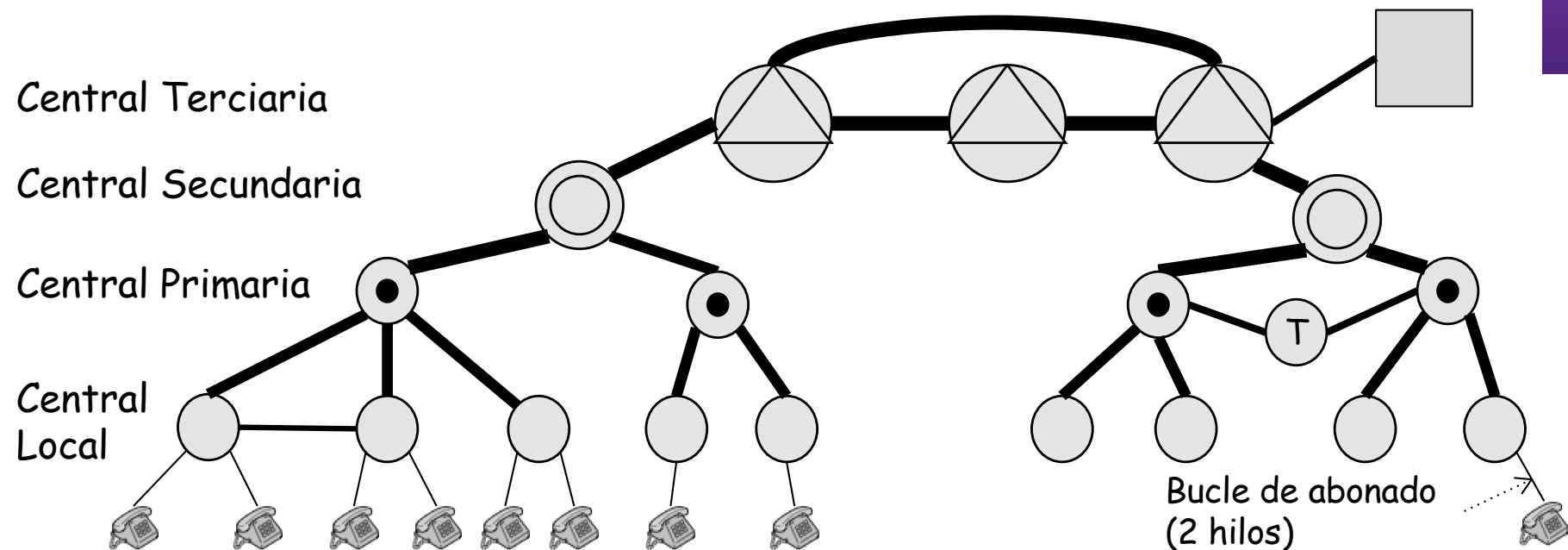
## Red complementaria

- 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



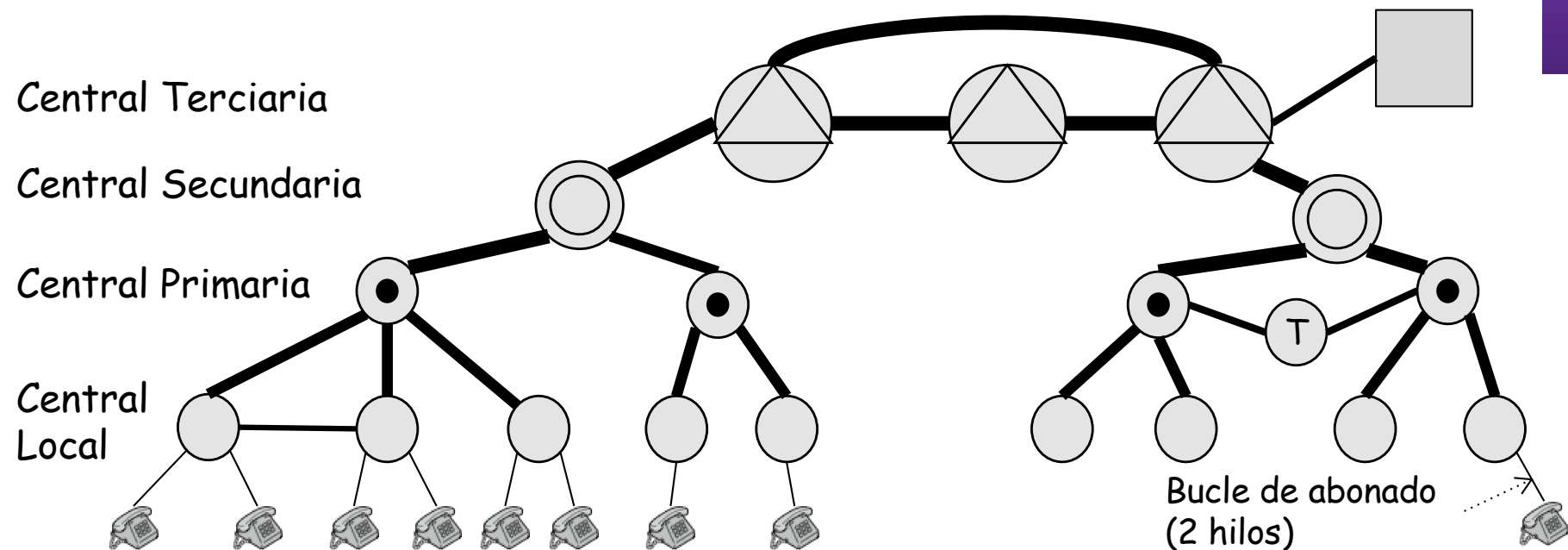
# RTB tradicional

- 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

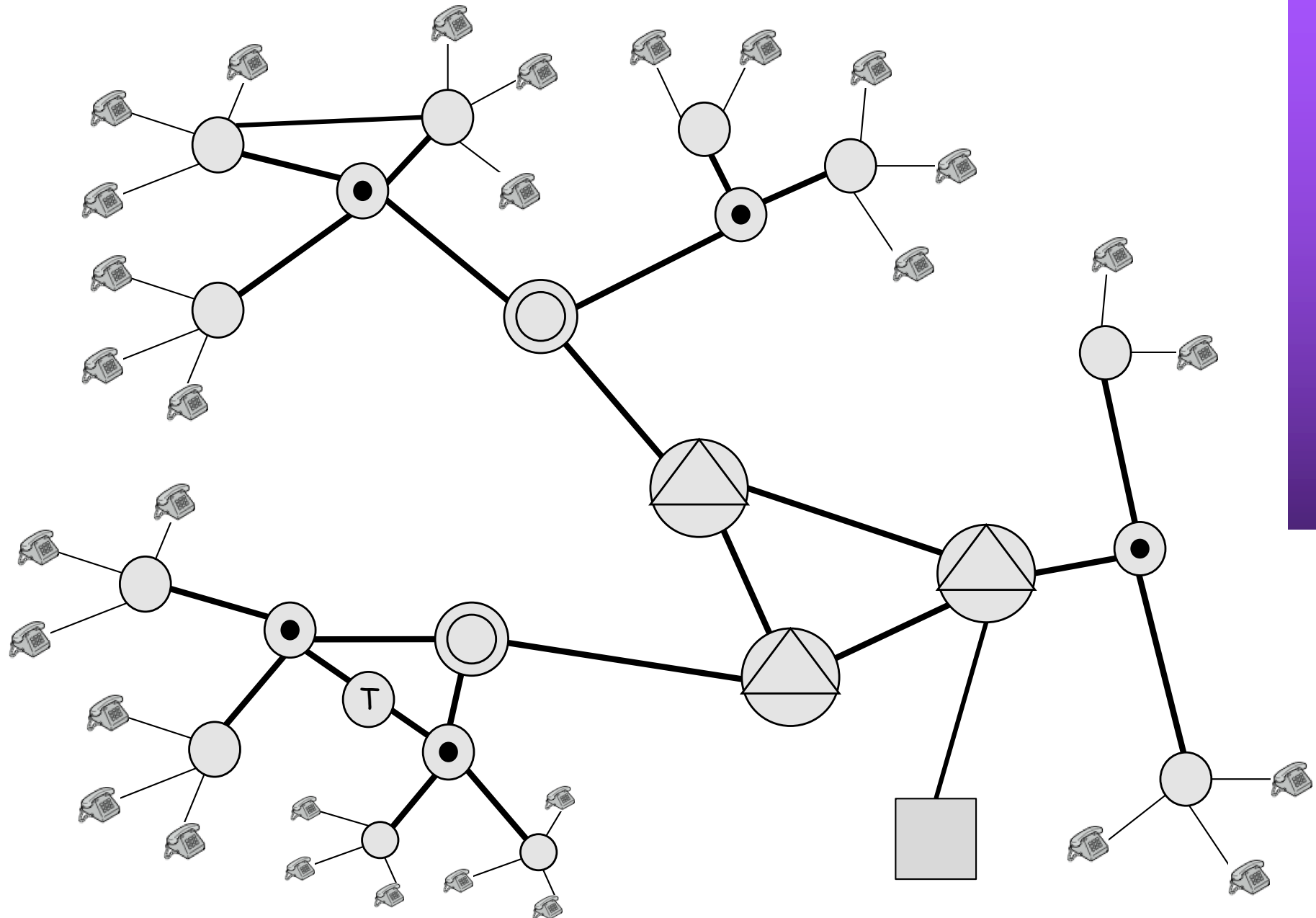


# PSTN tradicional

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



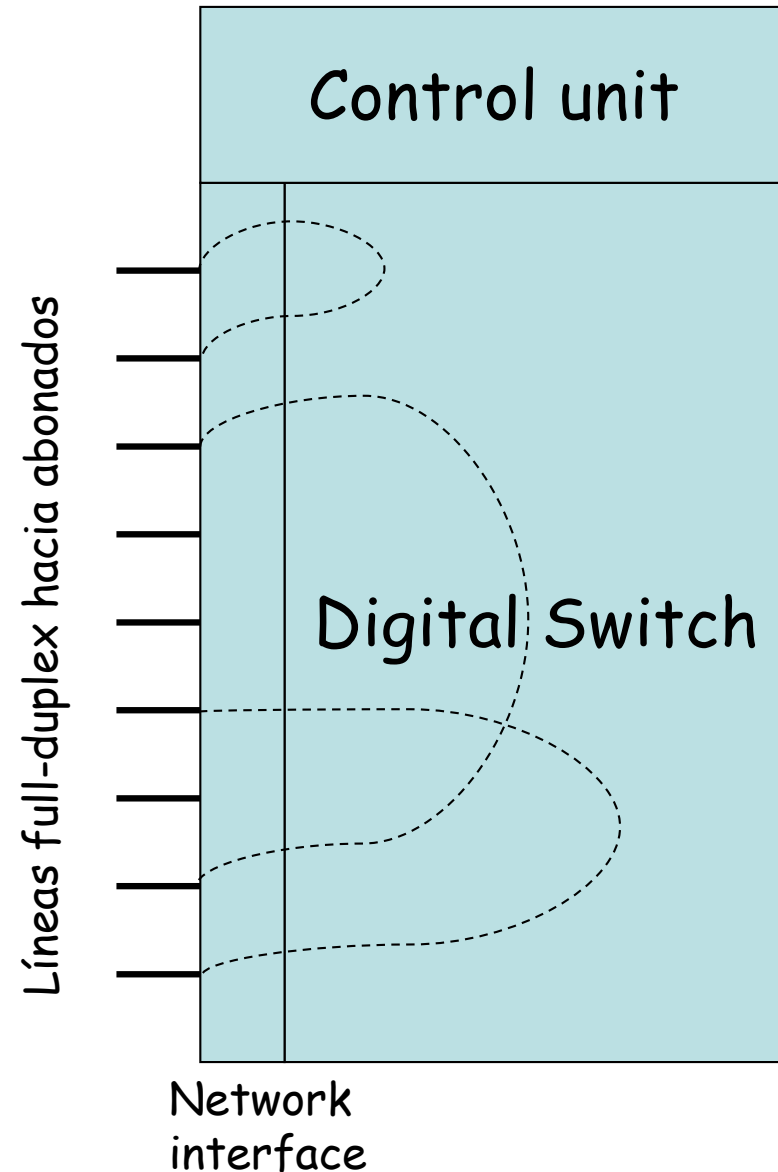
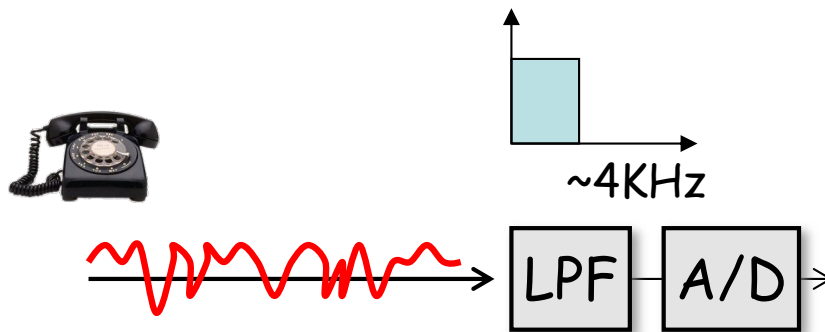
# Arquitectura de la red



# Elementos de la RTB clásica

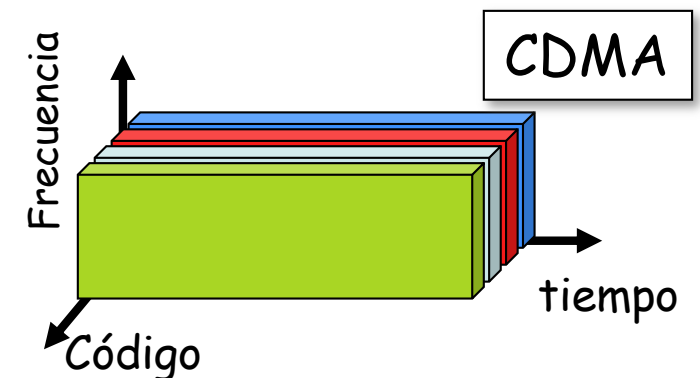
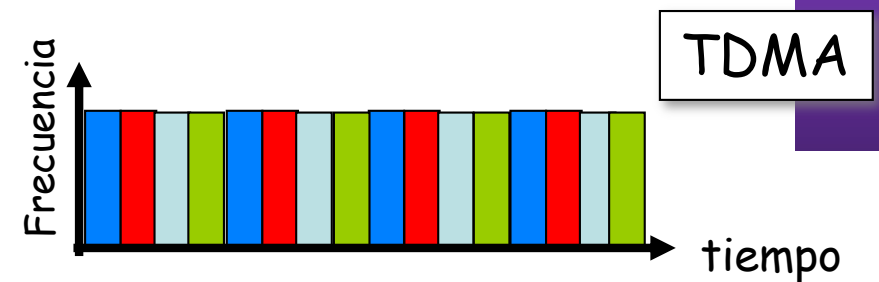
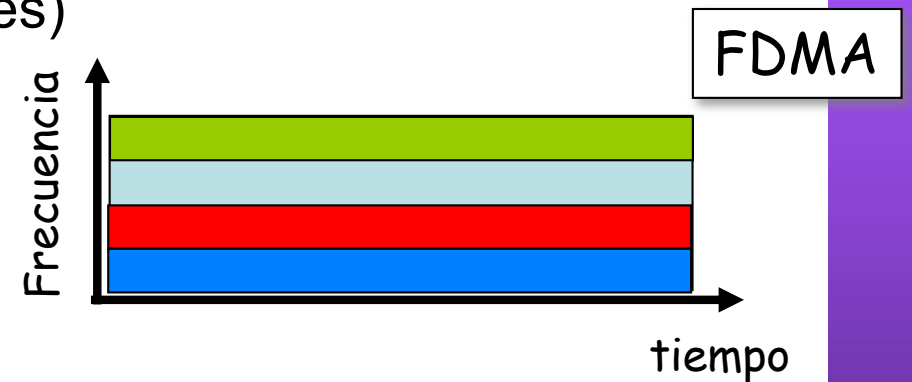
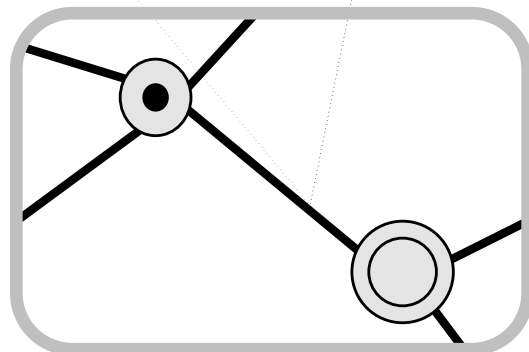
# Elemento de conmutación de circuitos

- 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)

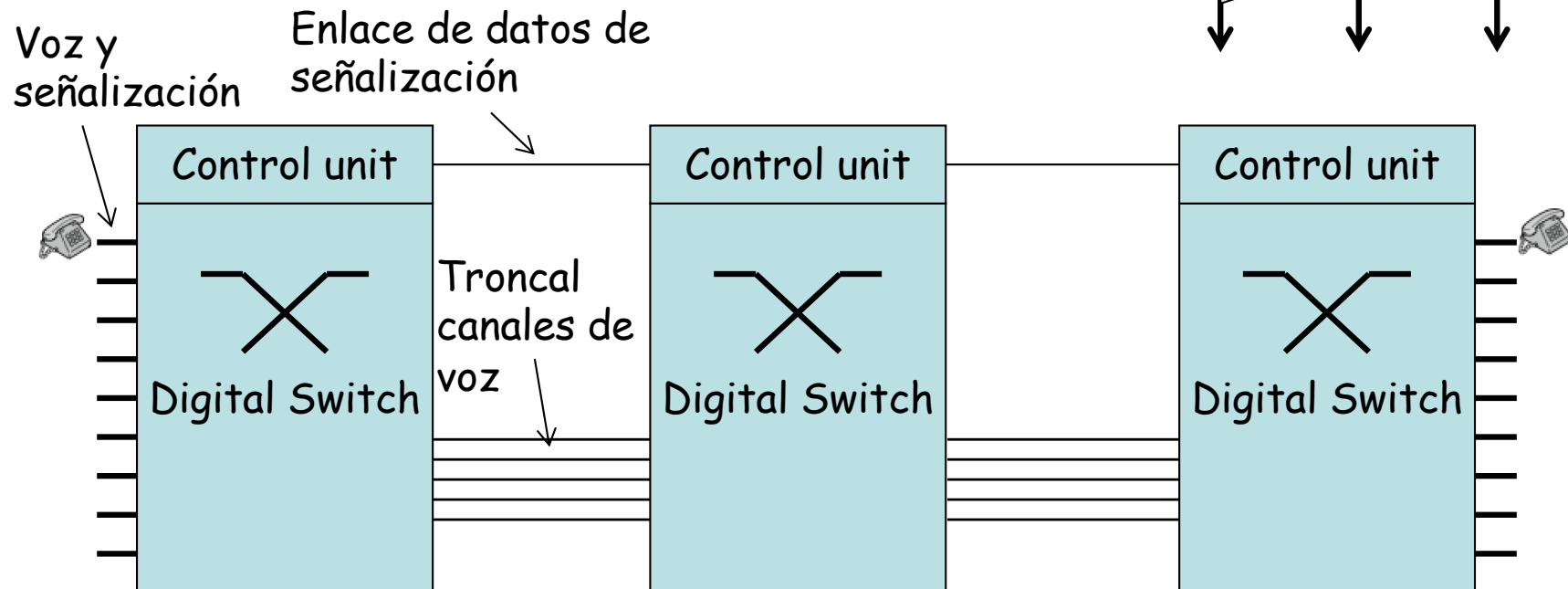
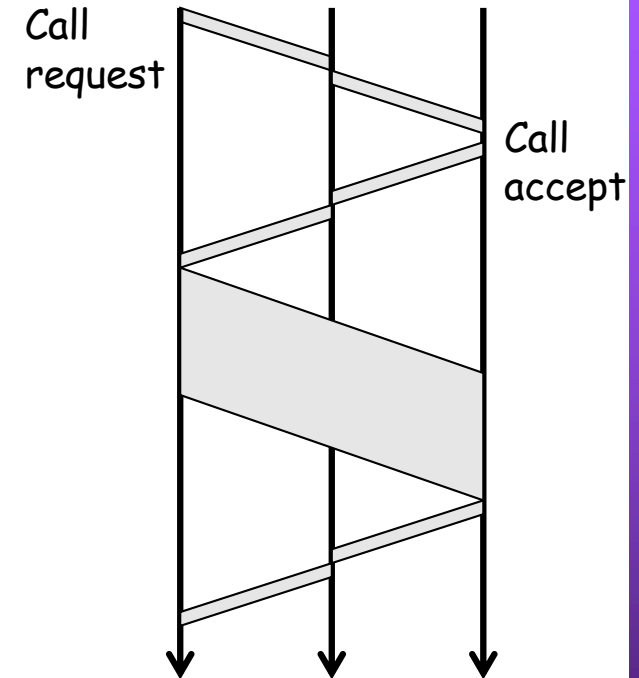
- Capacidad para múltiples circuitos simultáneos
  - Múltiples medios físicos (cables)
  - FDMA
  - TDMA
  - Etc.



# 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

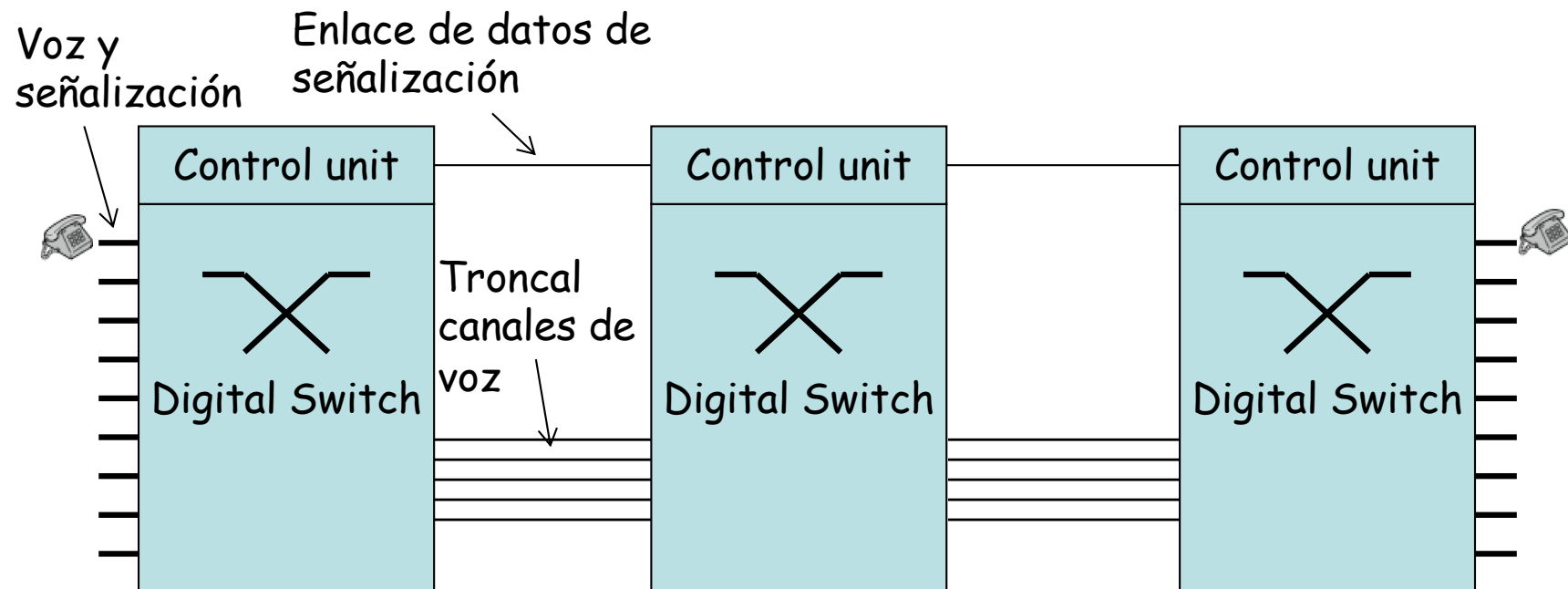


# Señalización

## 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

