

Red telefónica

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

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios
Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 2º

Temario

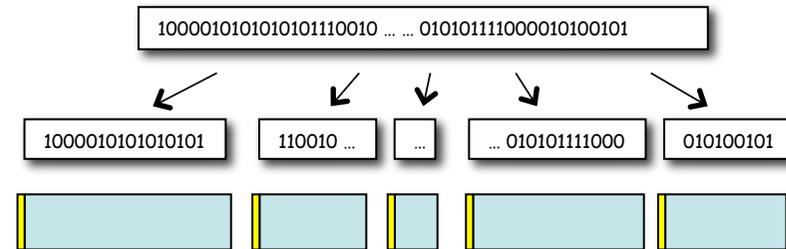
0. Introducción
1. Arquitecturas de conmutación y protocolos
2. Introducción a las tecnologías de red
3. Control de acceso al medio
4. **Conmutación de circuitos**
 - La Red Telefónica Básica
 - Modelado de usuarios
 - Cálculos de bloqueo
5. Encaminamiento
6. Transporte fiable
7. Programación para redes y servicios

Objetivos

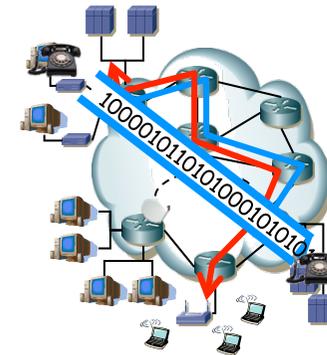
- Conocer la arquitectura y los elementos de la red telefónica básica
- Conocer y diferenciar los conceptos de bloqueo interno y bloqueo externo

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

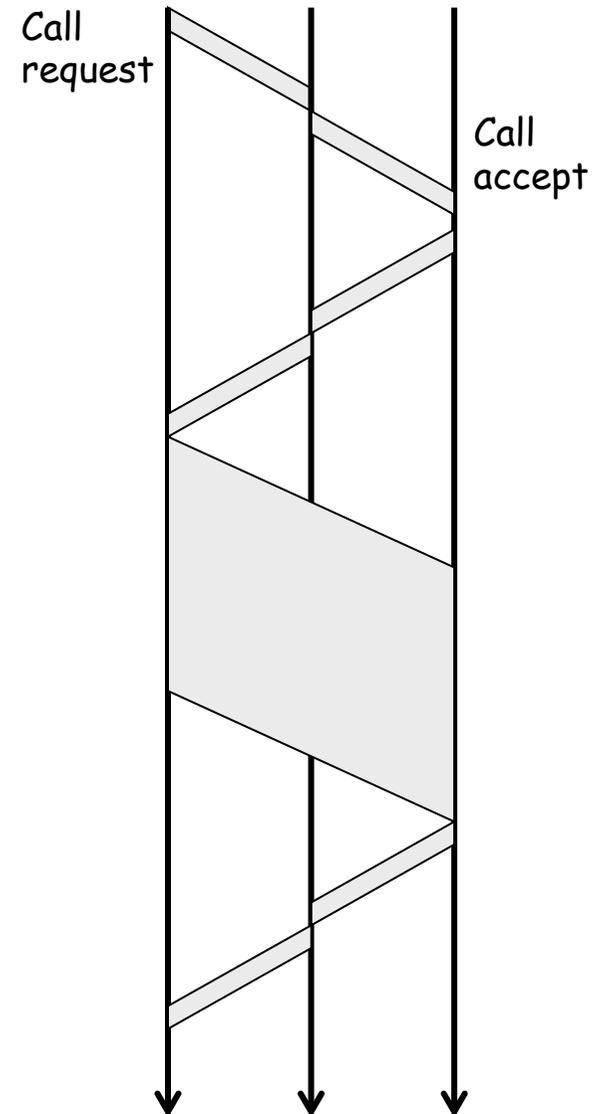


- Conmutación de circuitos
 - Se crea un circuito de la fuente al destino
 - El circuito físico real conectado queda dedicado
 - En c.c. virtuales los paquetes de diferentes circuitos comparten el servicio de transmisión
 - Conveniente para voz (retardo pequeño y fijo)



Conmutación de circuitos

- Camino dedicado entre dos terminales
- Tres fases:
 - Establecimiento
 - Transferencia
 - Desconexión
- Ventajas
 - Una vez conectado, la transferencia es transparente
 - La capacidad del canal está asignada a la conexión durante toda su duración
 - Calidad de servicio conocida (más fácil que en conmutación de paquetes)
- Desventajas
 - Capacidad del canal asignada a la conexión durante toda su duración
 - Si no se envían datos: capacidad desperdiciada
 - Establecimiento añade retardo
- Caso típico: red telefónica conmutada

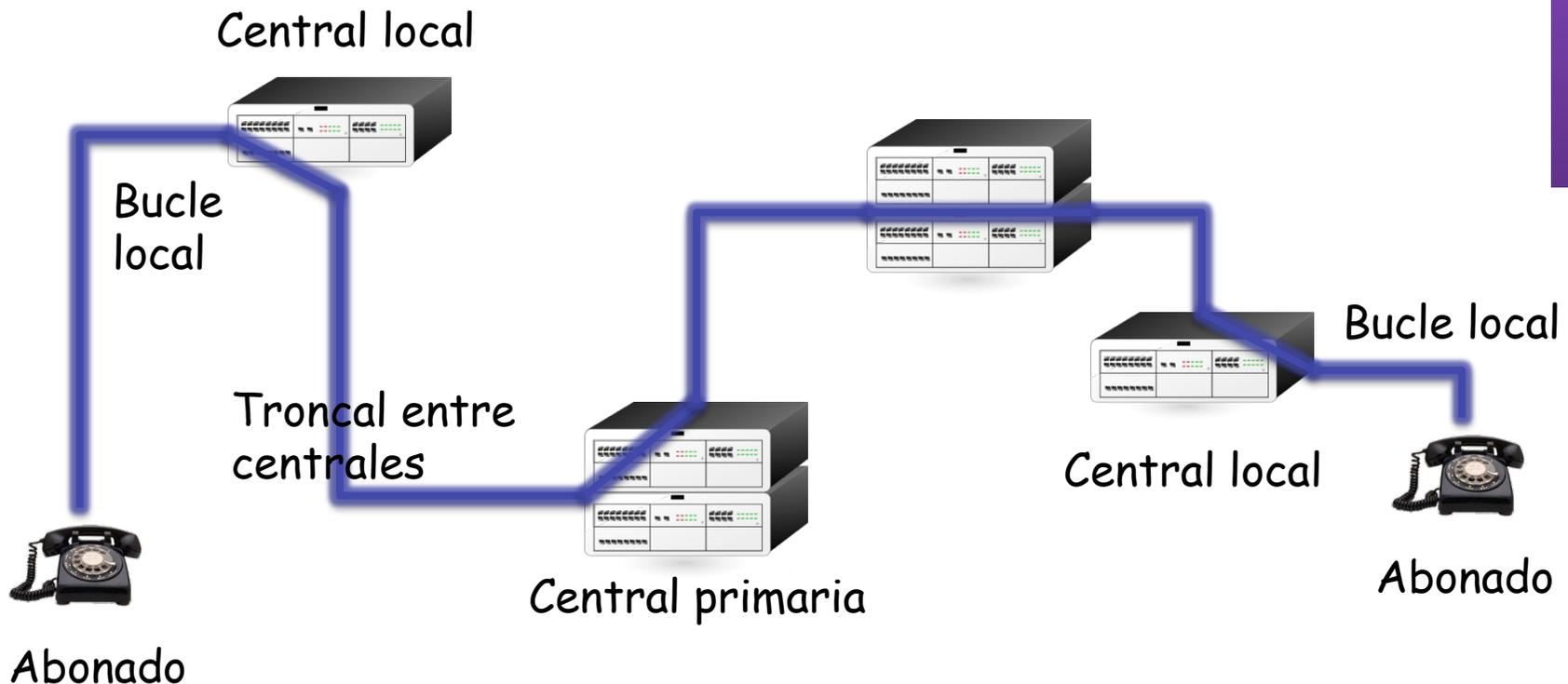


Arquitectura de la RTB

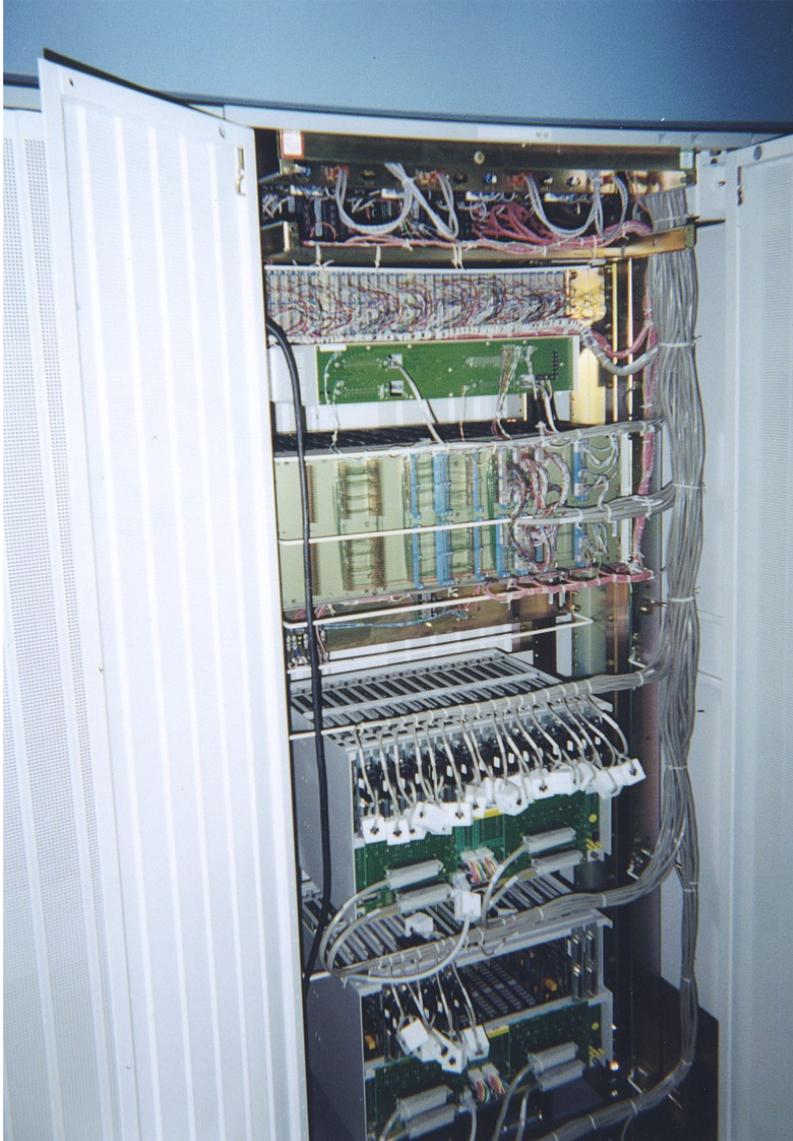
RTB = “Red Telefónica Básica”

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 hab): todas con todas → ¡ más de 200K enlaces !



Centrales de conmutación



Red pública telefónica conmutada

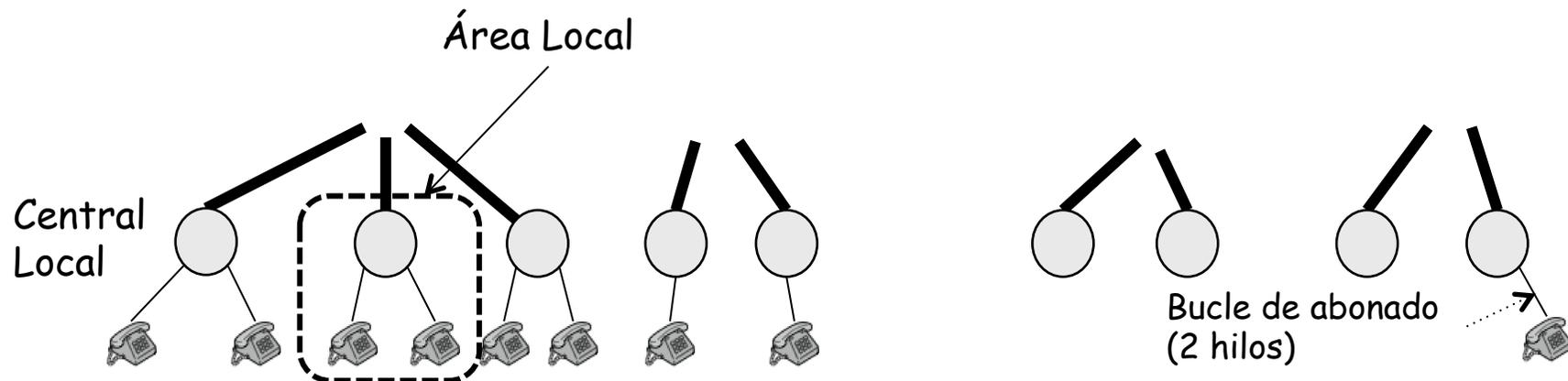
Es una red Jerárquica

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



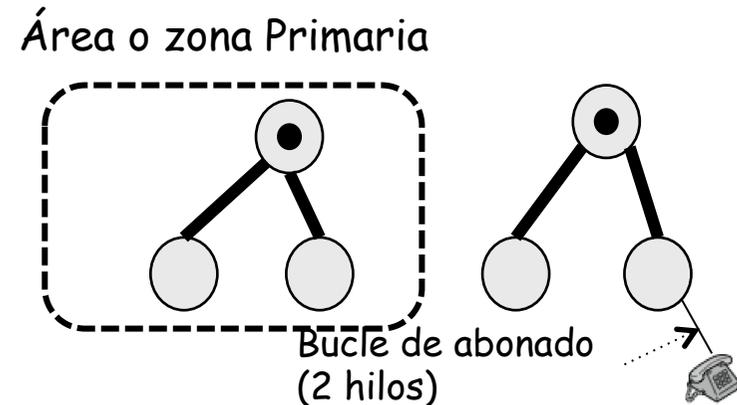
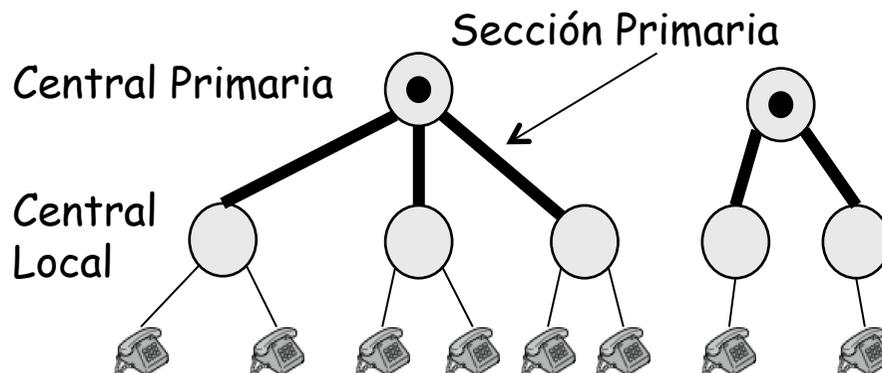
Red pública telefónica conmutada

- **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**



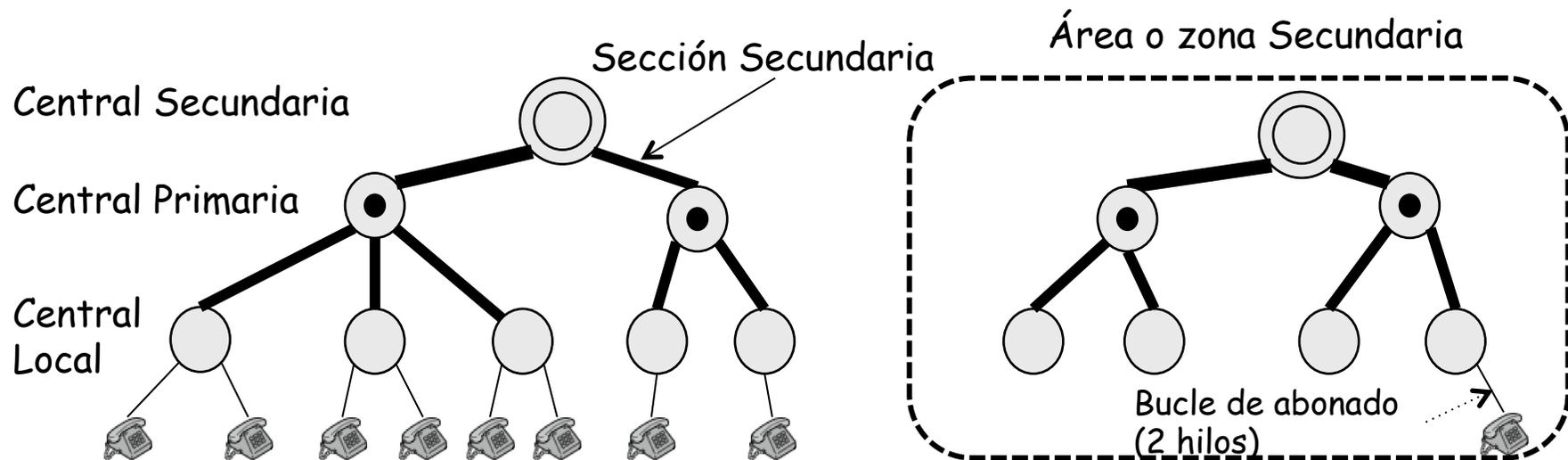
Red pública telefónica conmutada

- **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**



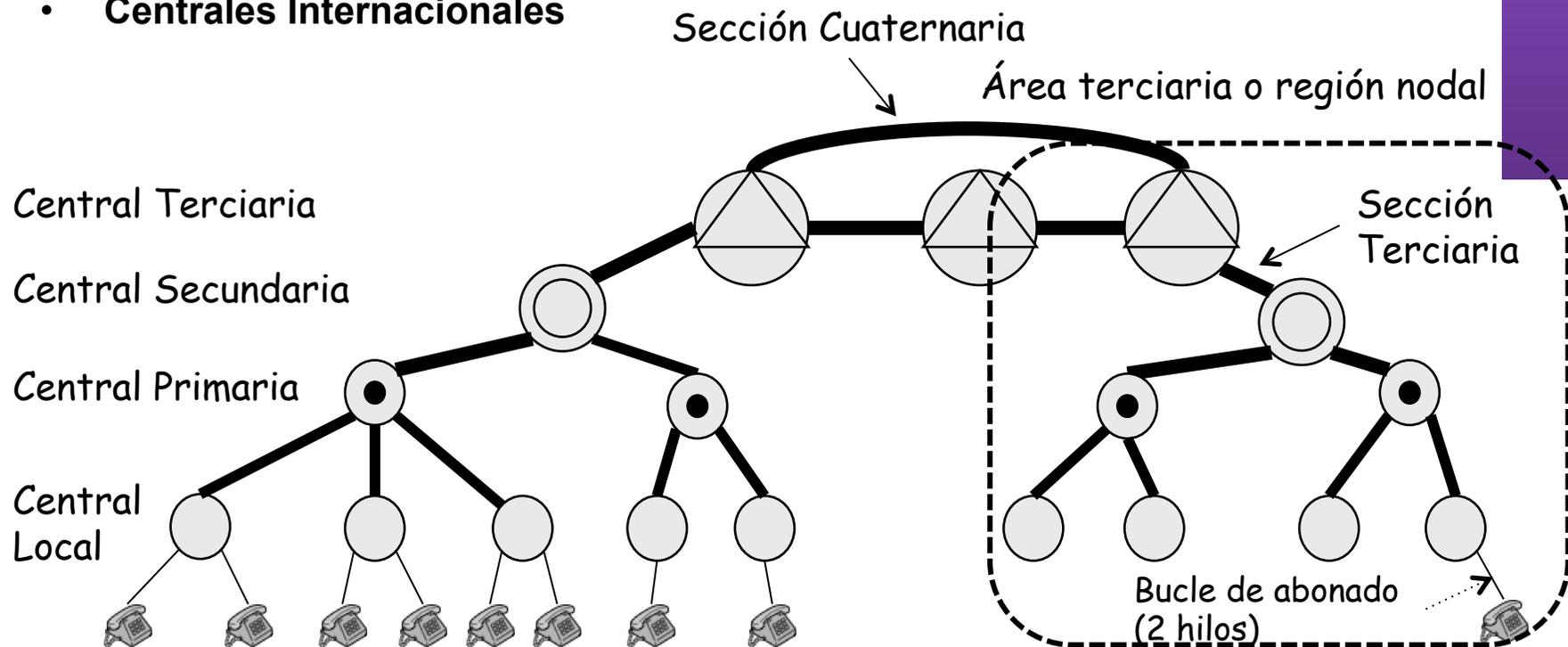
Red pública telefónica conmutada

- **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**



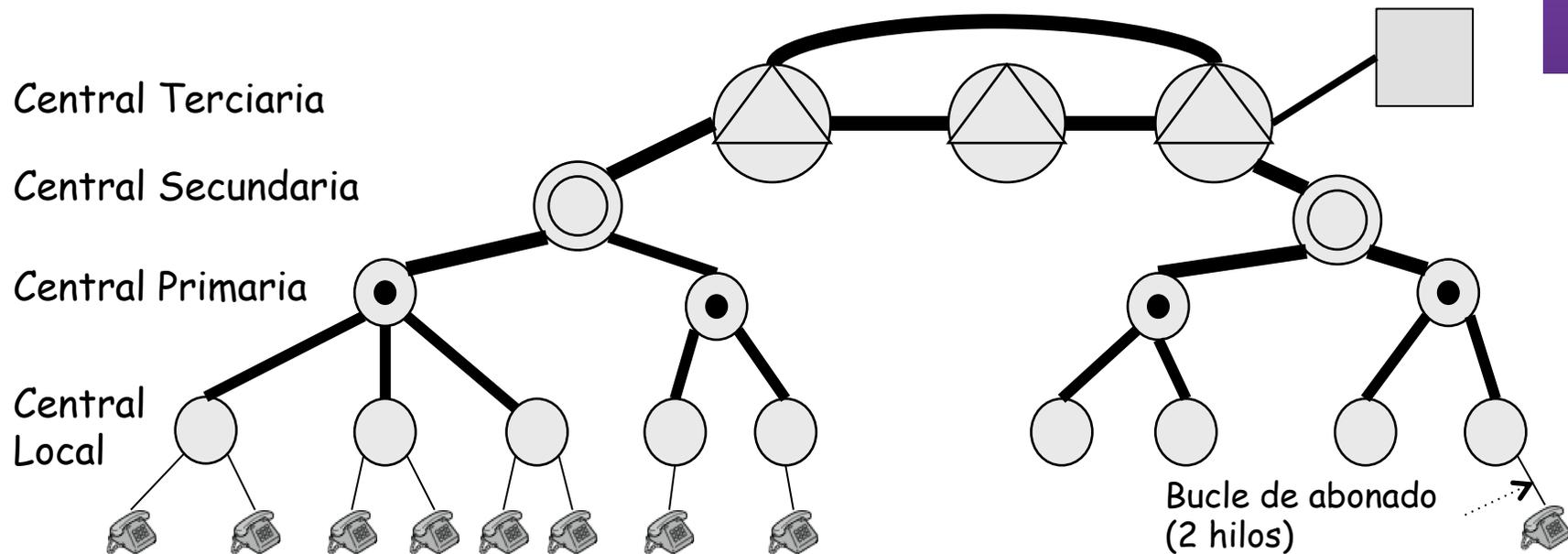
Red pública telefónica conmutada

- **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**



Red pública telefónica conmutada

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

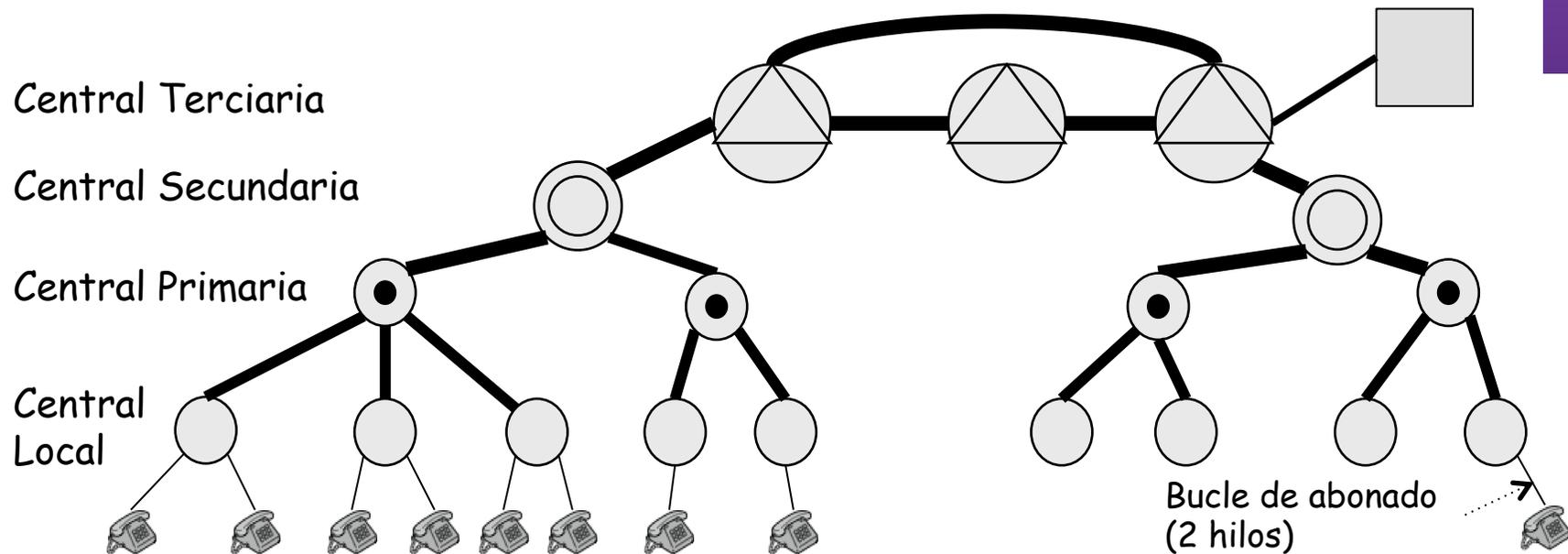


Red pública telefónica conmutada

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)

(...)



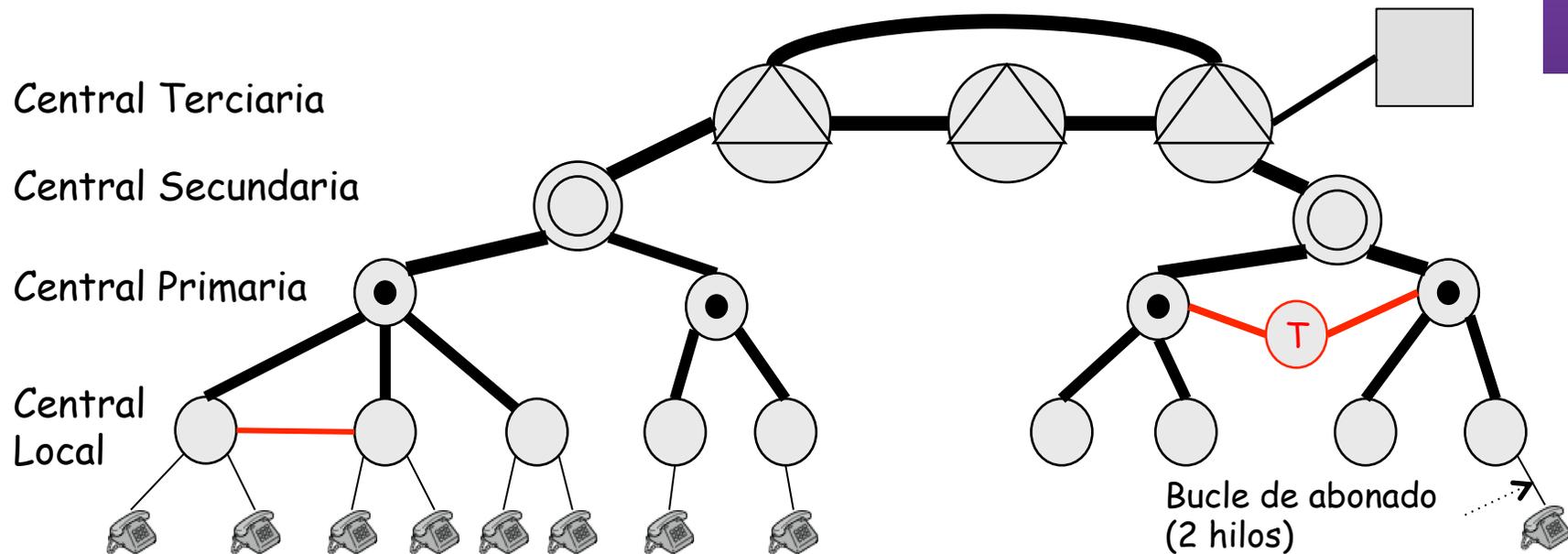
Red pública telefónica conmutada

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)

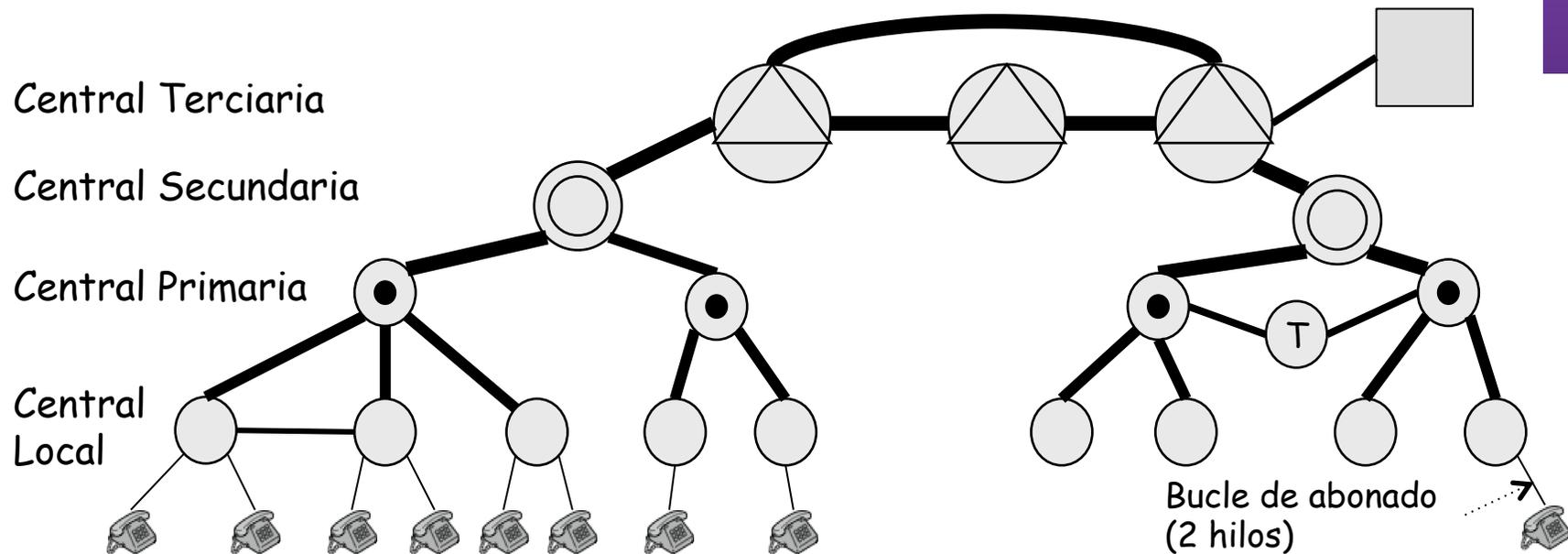
Red complementaria

- 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



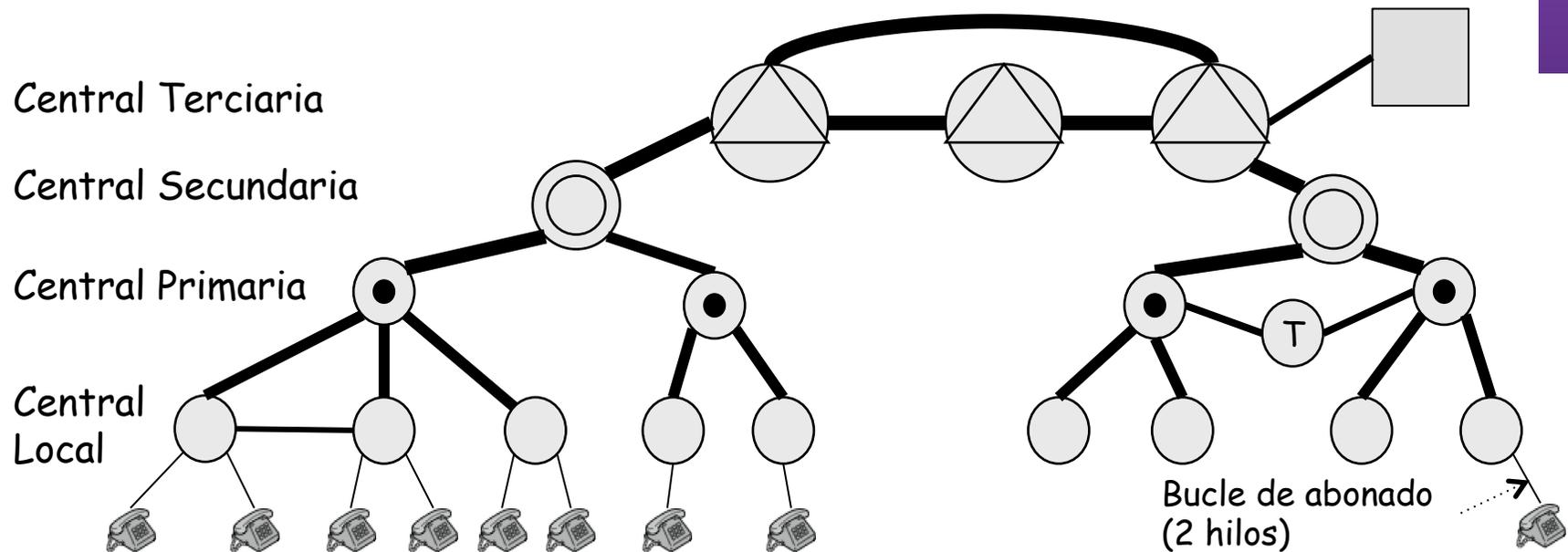
Red pública telefónica conmutada

- 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

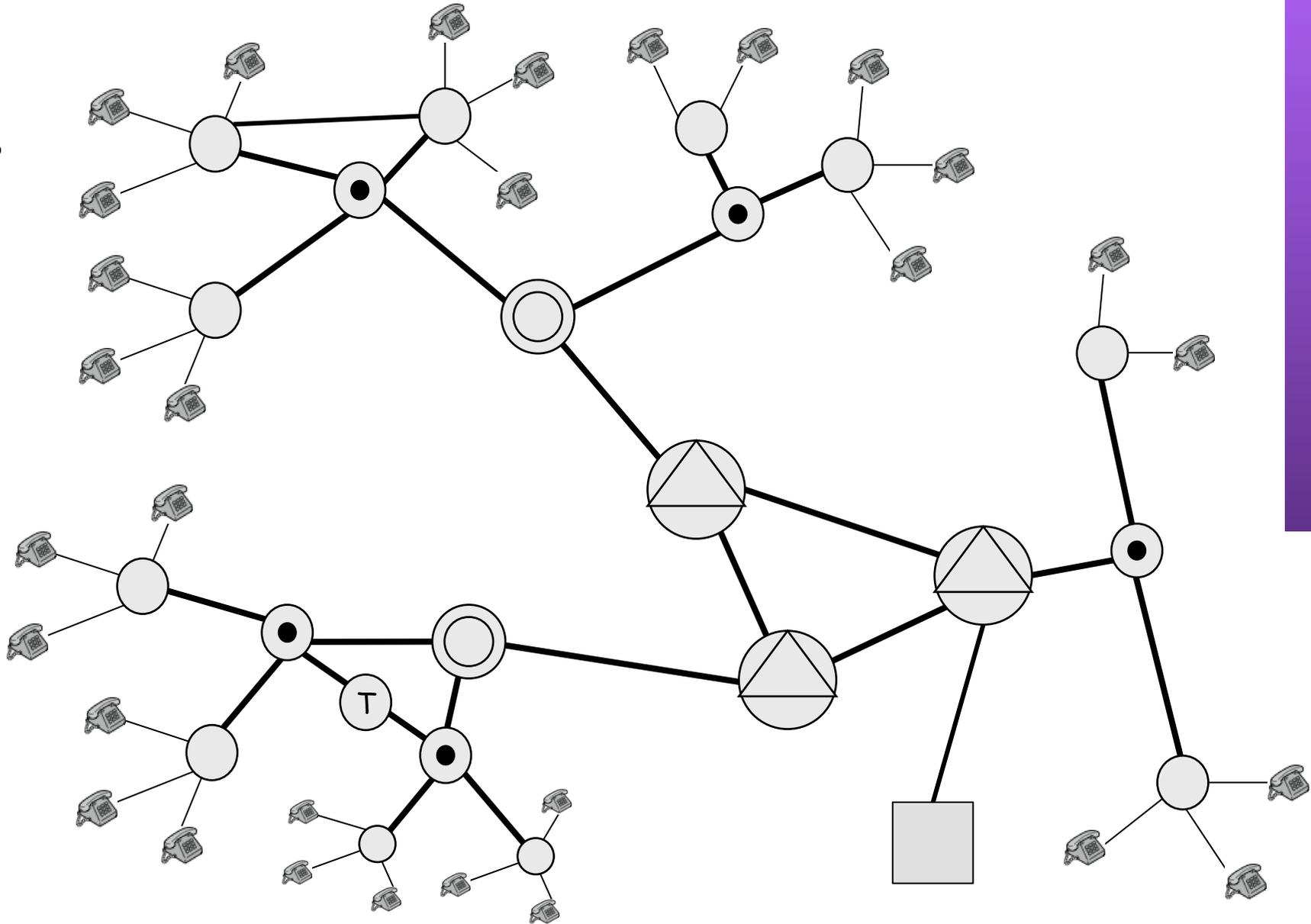


Red pública telefónica conmutada

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



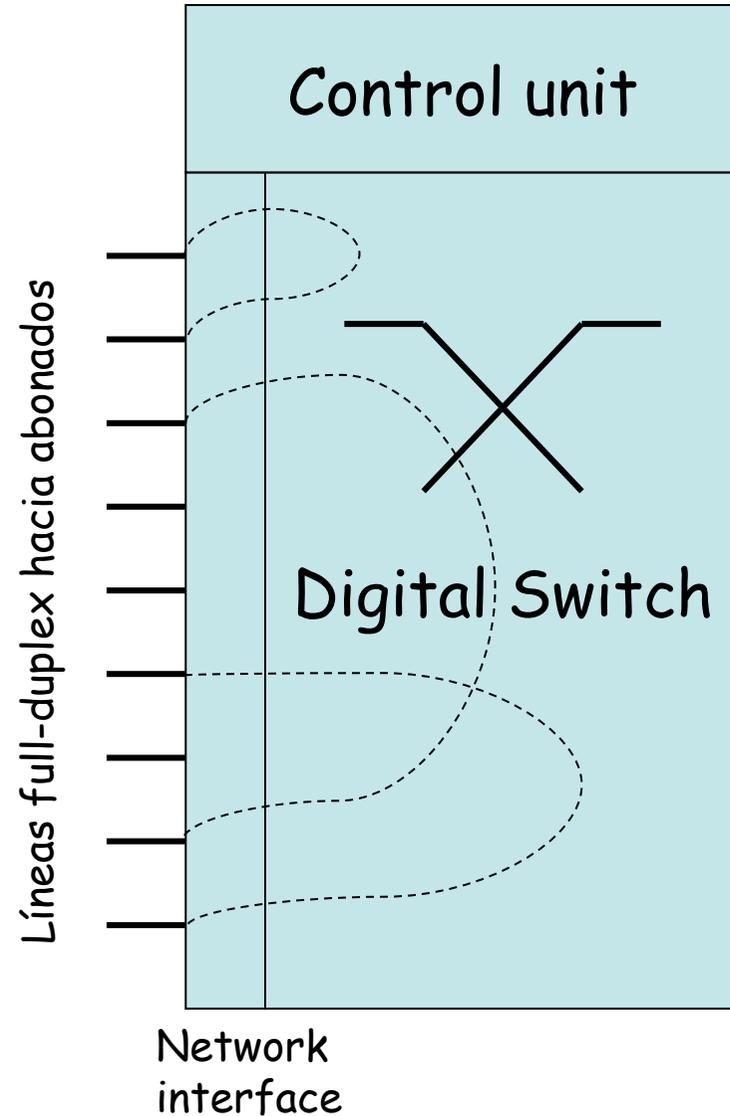
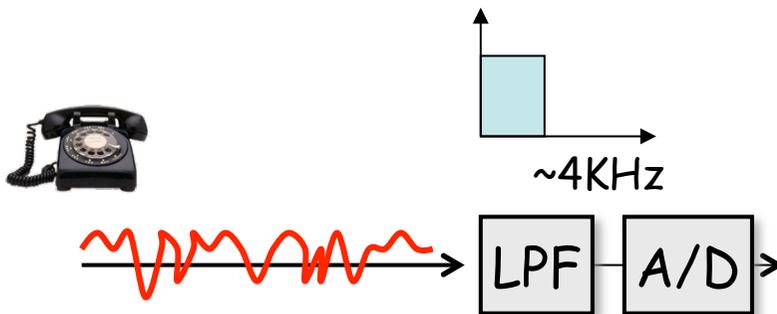
Arquitectura de la red



Elementos de la RTB

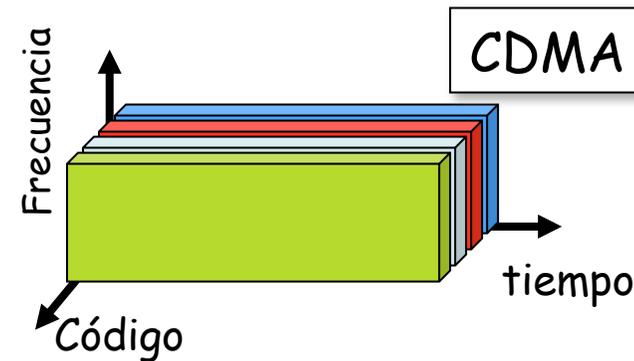
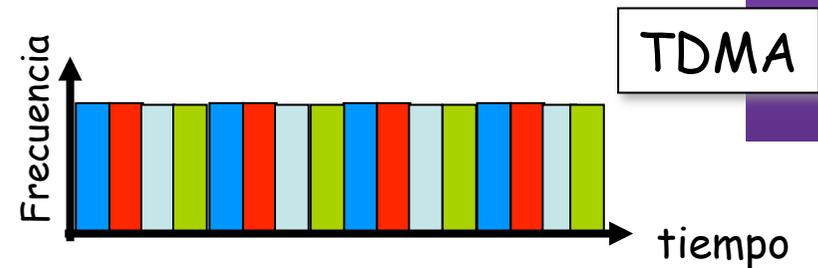
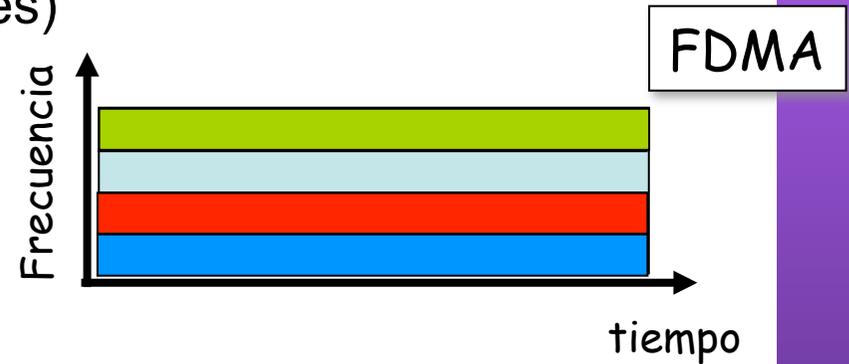
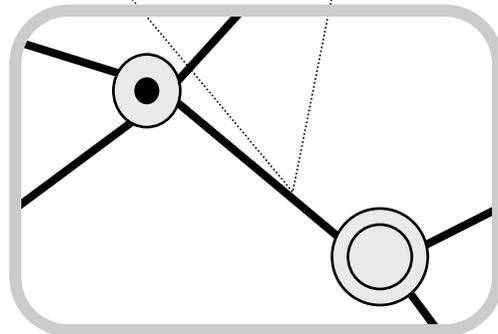
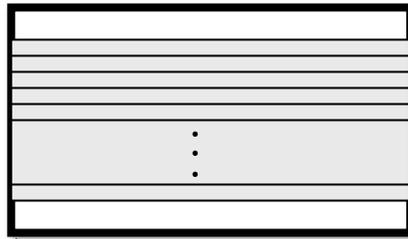
Elemento de conmutación de circuitos

- 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)

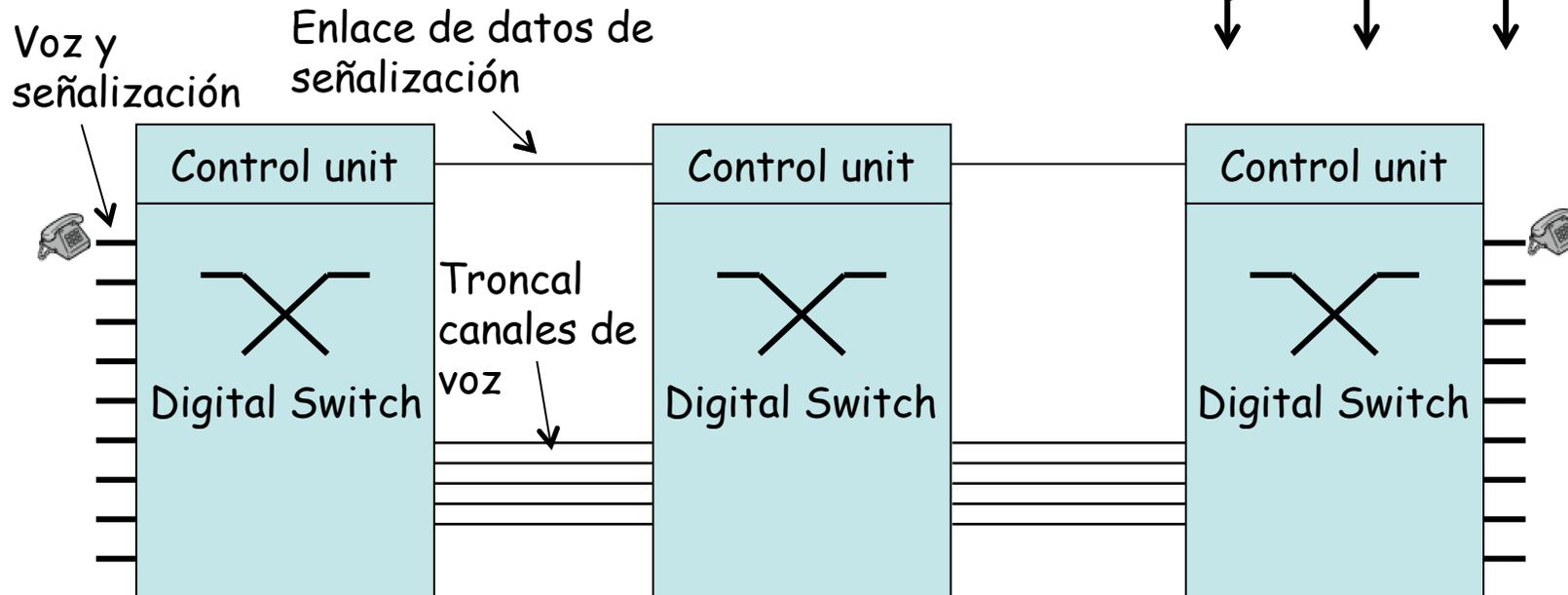
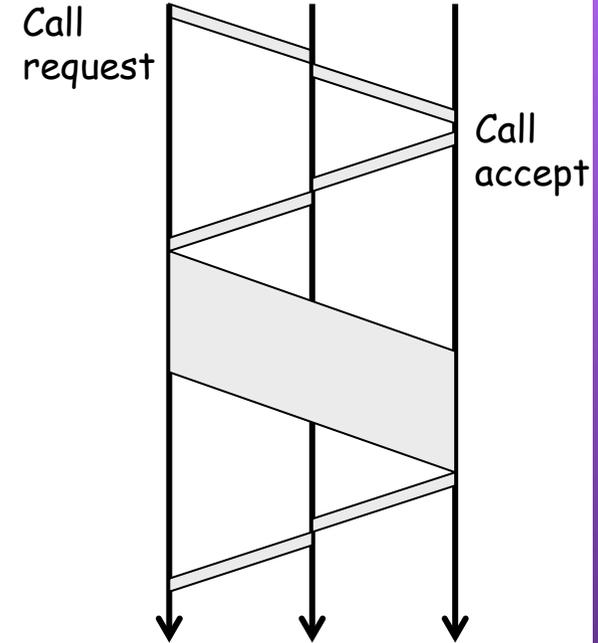
- Capacidad para múltiples circuitos simultáneos
 - Múltiples medios físicos (cables)
 - FDMA
 - TDMA
 - Etc.



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

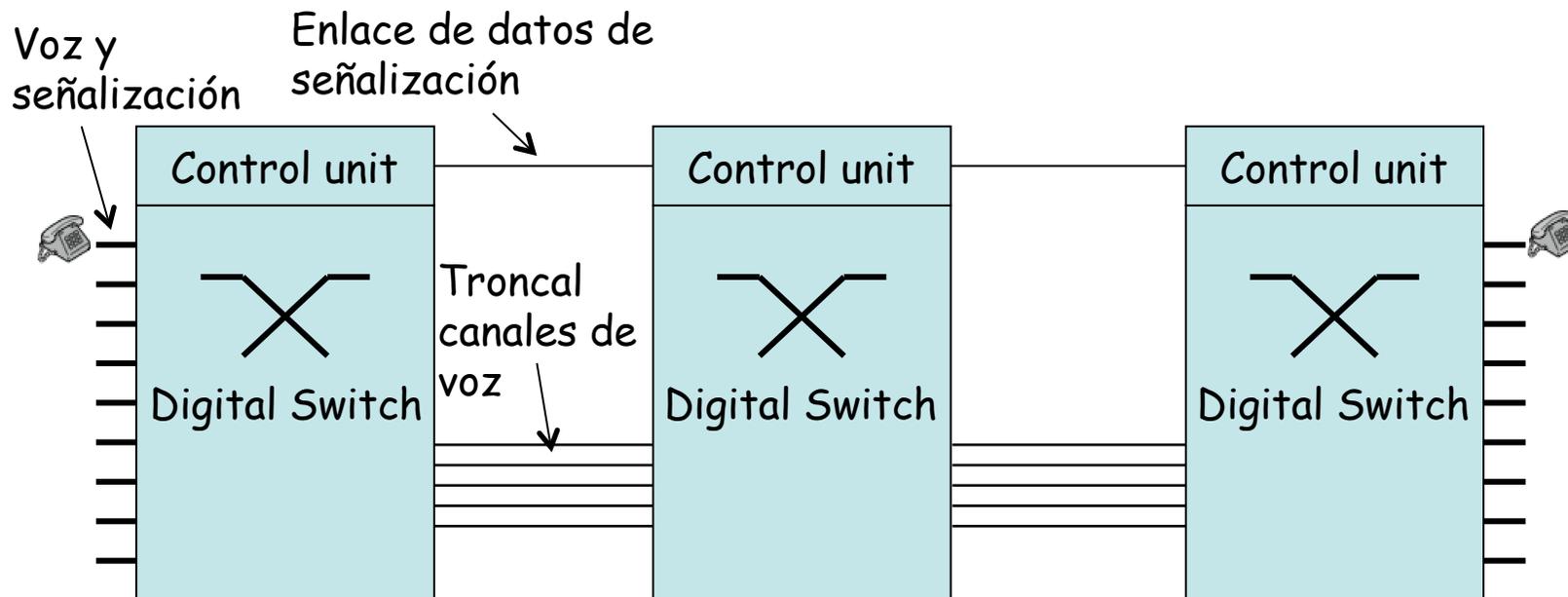


Señalización

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 descuelgo

Señalización por canal común (CCS = Common Channel Signaling)

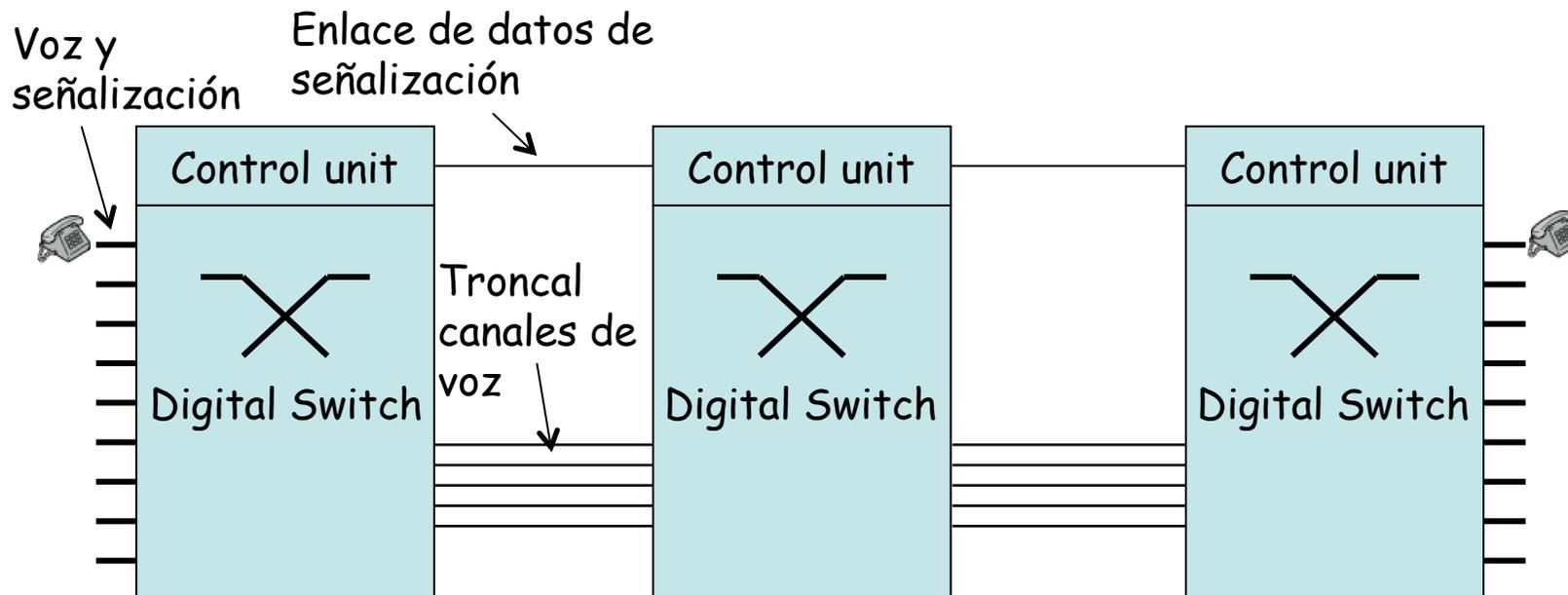


Señalización

Señalización en canal

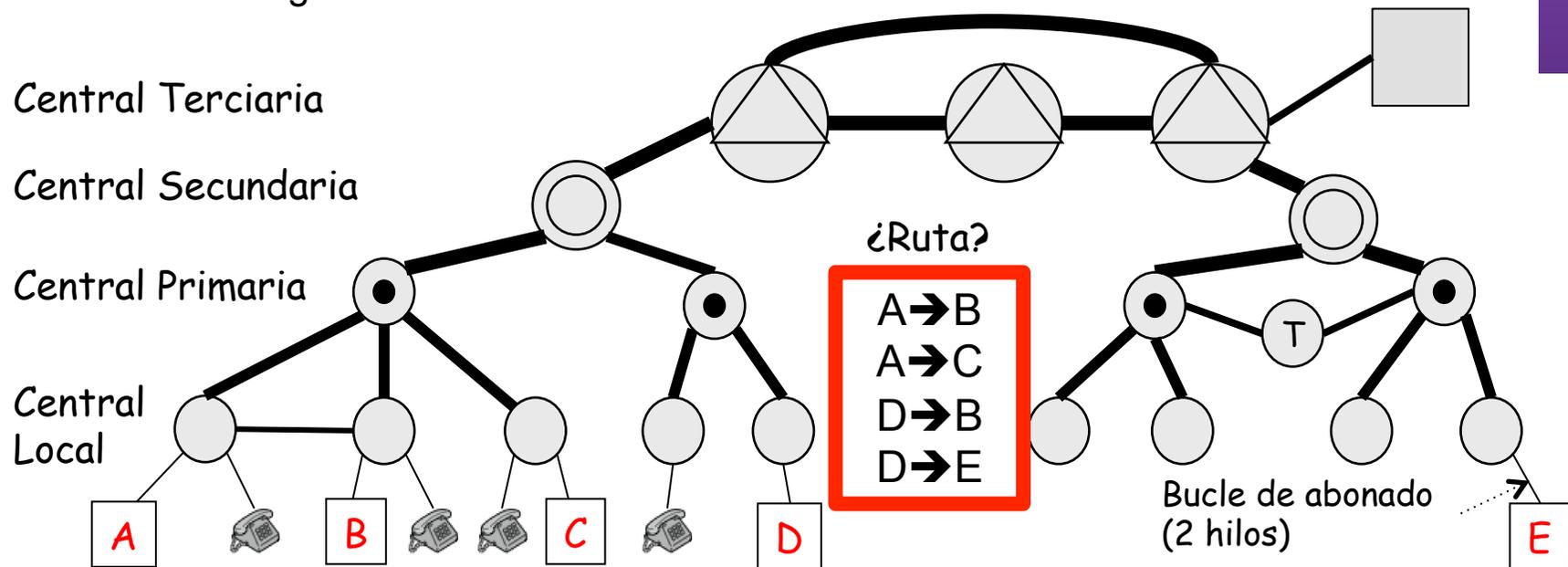
Señalización por canal común (CCS = Common Channel Signaling)

- 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)



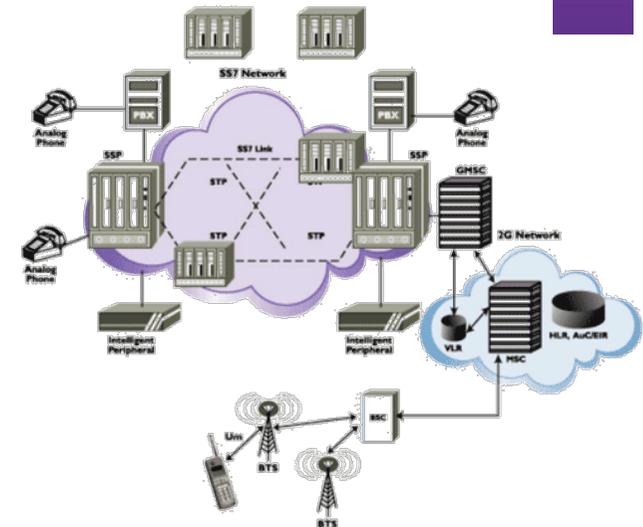
Encaminamiento de llamada

- Supongamos que las centrales basan la decisión de encaminamiento de llamada en este algoritmo:
 1. Si existe una sección directa con la central destino final de la llamada se encaminará el tráfico en primer opción por dicha sección y si está congestionada lo hará por la sección final
 2. Si no aplica (1). Si existe alguna sección directa con alguna central que sea superior a la central destino por la red jerárquica se encaminará la llamada por la más corta de éstas. Si está en congestión se usa la sección final
 3. Si no puede aplicarse (1) ni (2). Se encamina por la sección final y si está congestionada se rechaza la llamada.



Red inteligente

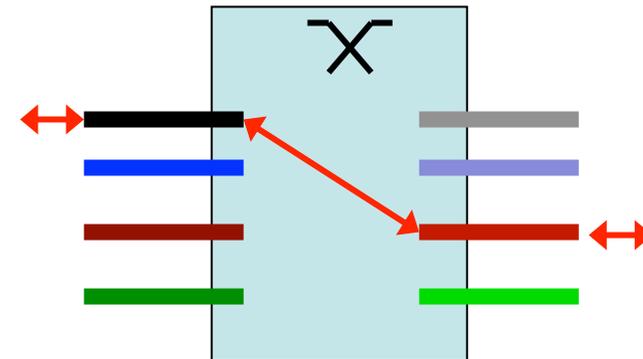
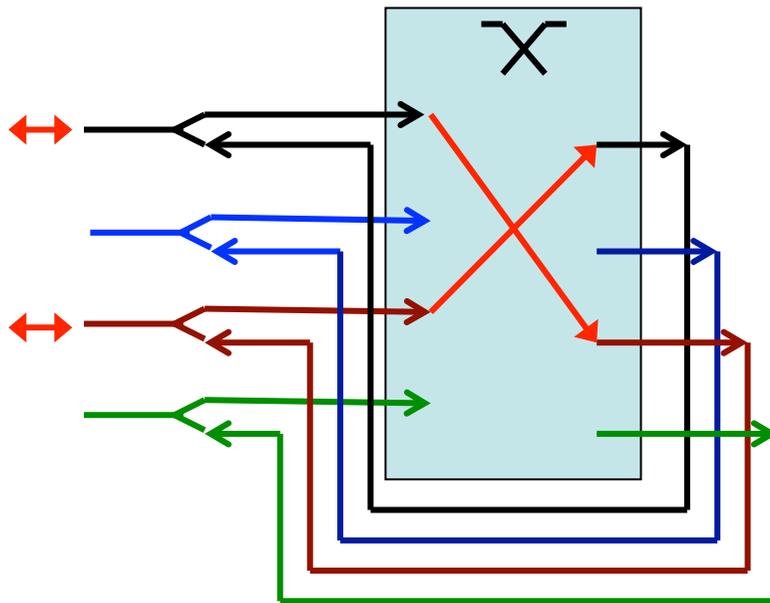
- *Intelligent Network*
- Se añaden a la red nuevos elementos (hardware y software) especializados en nuevas funciones
- Emplean capacidades avanzadas de señalización para controlar la red
- Permite que durante el establecimiento de la llamada se invoquen procedimientos para ofrecer servicios
- Tipos de servicios:
 - De encaminamiento y traducción de números (desvío de llamada, número personal, número único, llamada en espera, rellamada automática, conferencia múltiple, etc)
 - Servicios de tarificación especial (8xx, 9xx)
 - Servicios de redes privadas virtuales
 - Servicios orientados al operador (portabilidad del número)



Conmutación y bloqueo

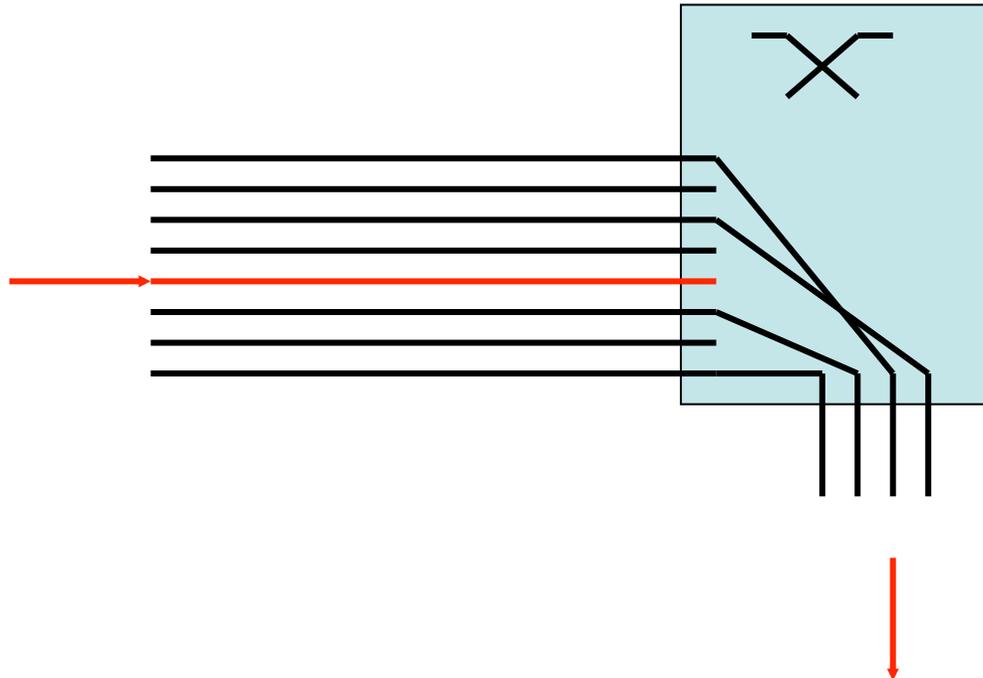
Conmutadores

- Permite conectar líneas de entrada a líneas de salida
- Se puede usar para construir un conmutador que interconecte líneas full duplex entre si



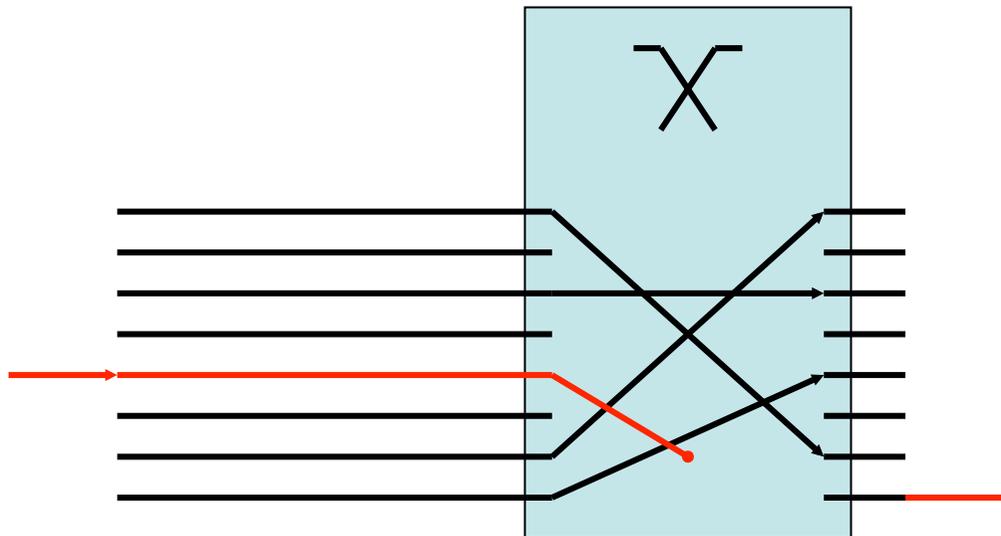
Bloqueo

- Cuando no se puede interconectar dos estaciones aunque estén libres
- Bloqueo **externo**
 - El conmutador no tiene suficientes recursos de salida para cursar una nueva llamada



Bloqueo

- Cuando no se puede interconectar dos estaciones aunque estén libres
- Bloqueo **interno**
 - El conmutador no tiene recursos para hacer llegar un circuito de la entrada a la salida



Bloqueo

- Cuando no se puede interconectar dos estaciones aunque estén libres
- Red de conmutación con bloqueo
 - En sistemas de voz se suele utilizar
 - Llamadas de voz suelen ser de corta duración
 - Se dimensiona para que suceda infrecuentemente
- Red de conmutación sin bloqueo
 - Permite a todas las estaciones conectarse a la vez
 - La única causa por la que una conexión puede ser rechazada es porque la estación destino esté ocupada
 - Se utiliza más en redes de conmutación para datos

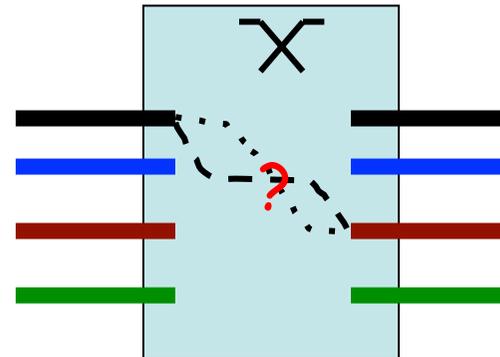
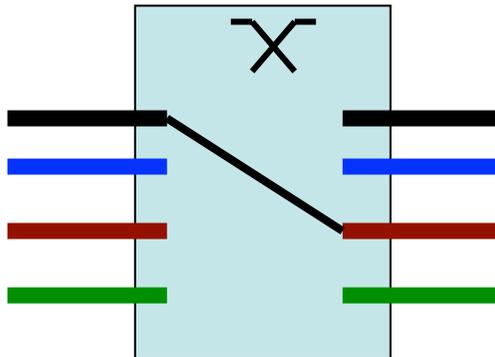
Arquitectura de conmutadores

Tipos básicos de conmutadores

- Conmutador espacial (S)
 - SDS = Space-Division Switching
- Conmutador temporal (T)
 - TDS = Time-Division Switching
- Conmutadores por fases (TST, STS...)

Space-Division Switching

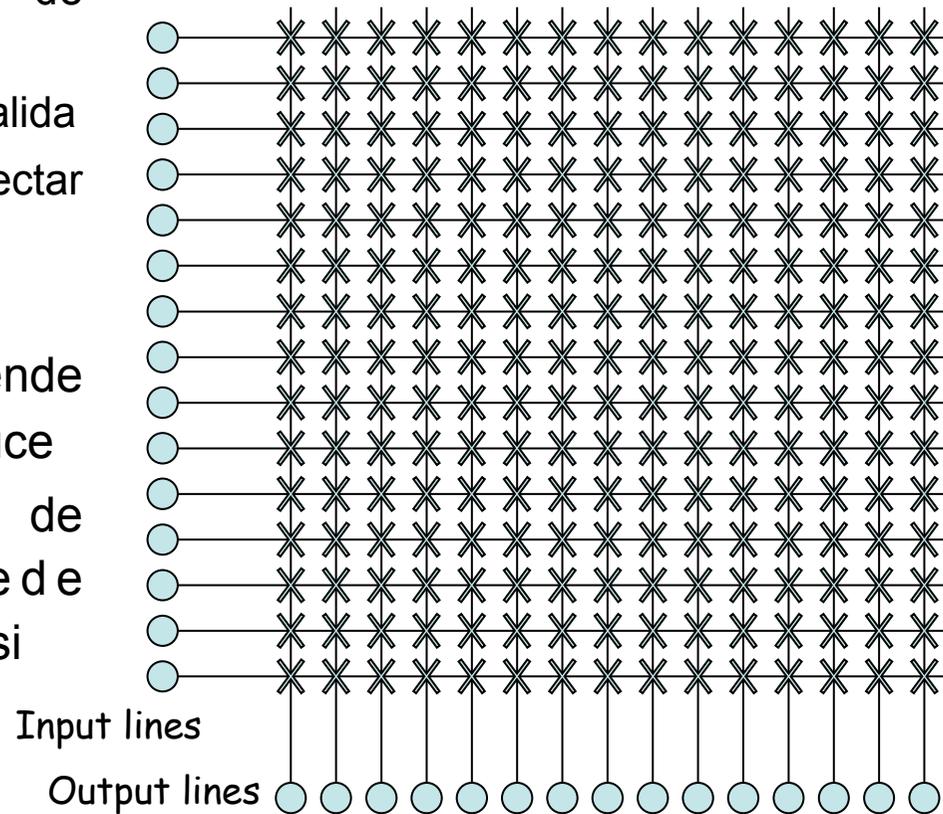
- La capacidad del switch suele ser = capacidad de cada camino x nº de caminos simultáneos
- Clasificados según el número de caminos posibles:
 - Single-Path Switches
 - Solo 1 camino para un par <entrada, salida>
 - La selección de camino es simple (solo hay 1 posible !)
 - Un fallo en el camino vuelve imposible la comunicación entre ese par de líneas
 - Multiple-Path Switches
 - Más de 1 camino entre cada par <entrada, salida>
 - Selección de camino más compleja pero mayor flexibilidad



Conmutador espacial

- Permite conectar las líneas de entrada con las líneas de salida elegidas (caminos espaciales)
- Tecnología **Crossbar**
 - Un bus por cada línea de entrada
 - Un bus por cada línea de salida
 - *Crosspoints* permiten conectar cada bus a cualquier otro
 - Single-Path Switch
- La complejidad y coste depende del número de puntos de cruce
- Si se estropea un punto de cruce ya no se puede comunicar esa pareja entre si

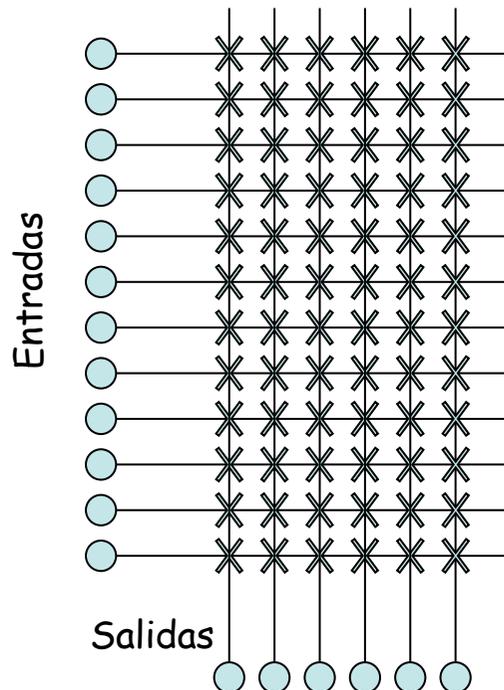
Space division switch



NxN crossbar matrix (N=15)

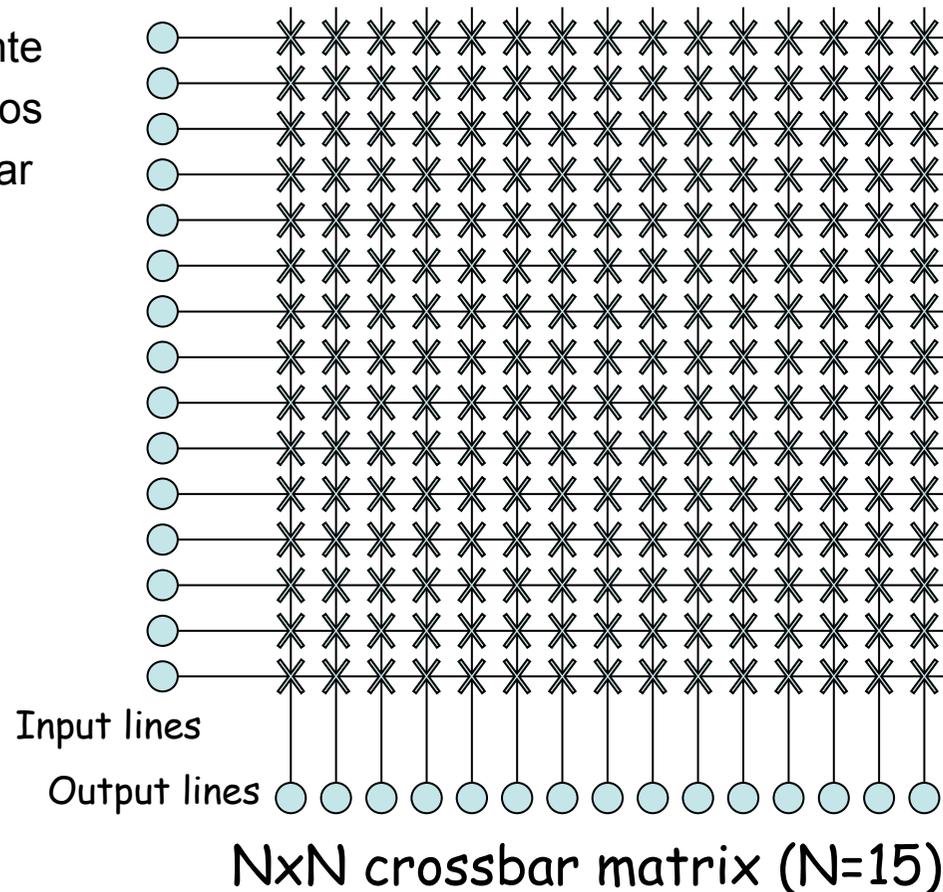
Conmutador espacial

- Conmutador NxK
- Si $K \geq N$: sin bloqueo
- Caso NxN:
 - El número de *crosspoints* crece con N^2
 - Uso de *crosspoints* ineficiente
 - Máx $N/2$ circuitos simultáneos
 - $N^2 - N/2$ *crosspoints* sin utilizar



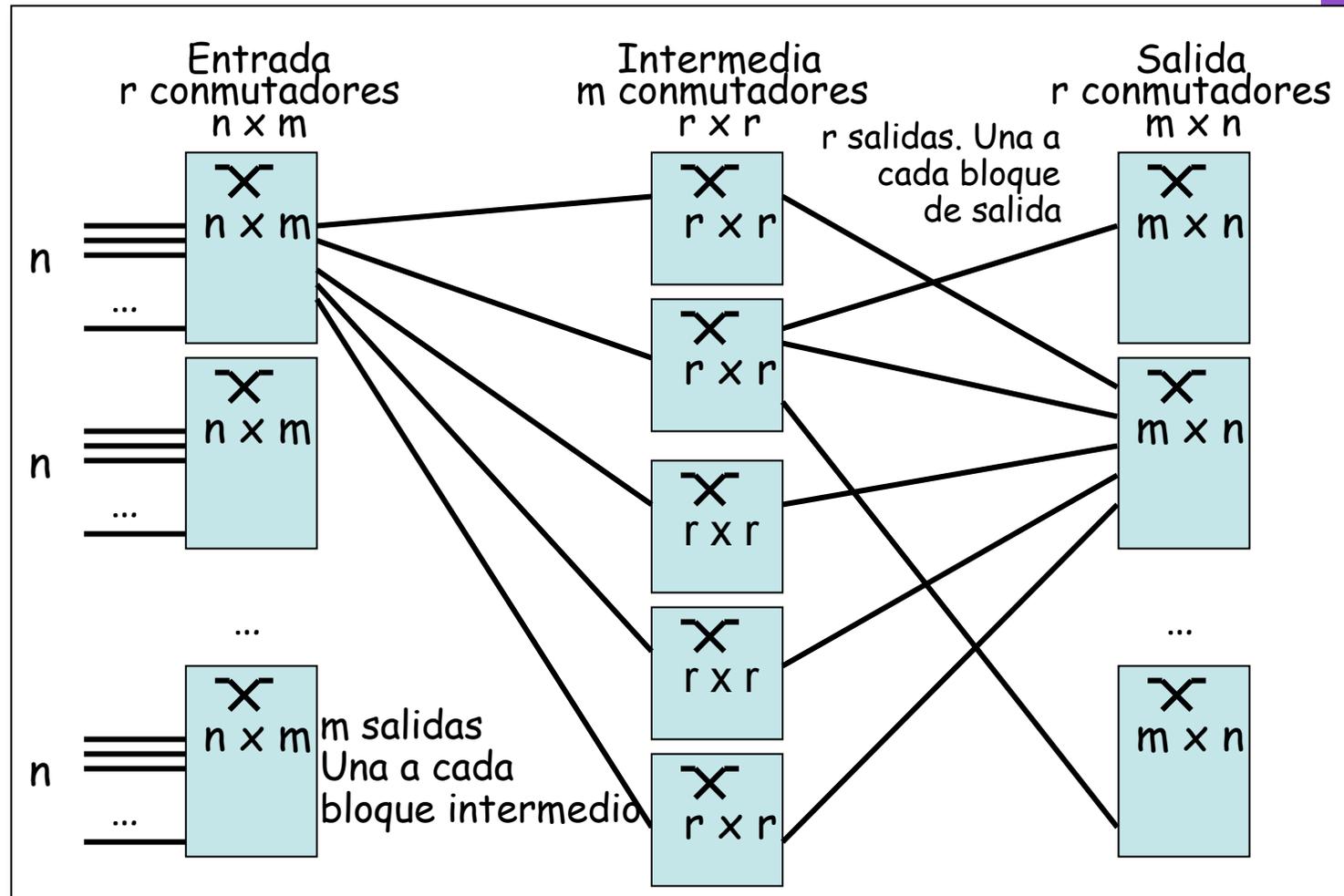
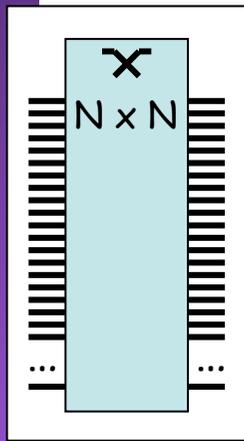
- ¿Se puede hacer con menos *crosspoints*?

Space division switch



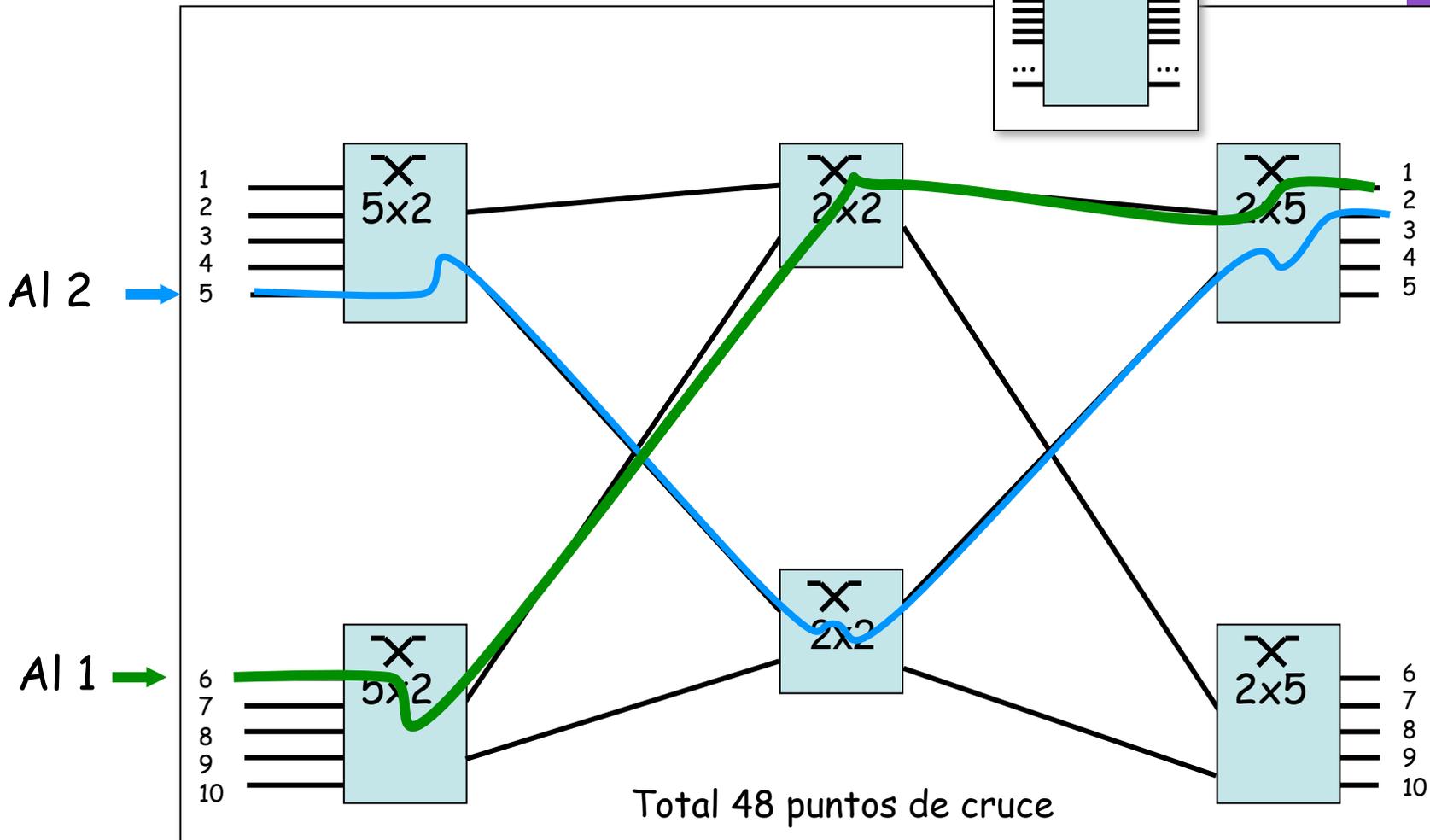
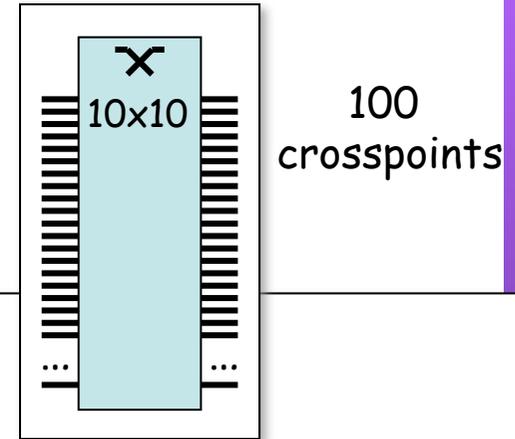
Conmutador con etapas (*stages*)

- Seleccionamos líneas y las mandamos a conmutadores intermedios
- Conmutadores intermedios conmutan hacia bloque de salida deseado
- Conmutadores más sencillos
- Más de un camino interno posible (Multiple-Path Switch)



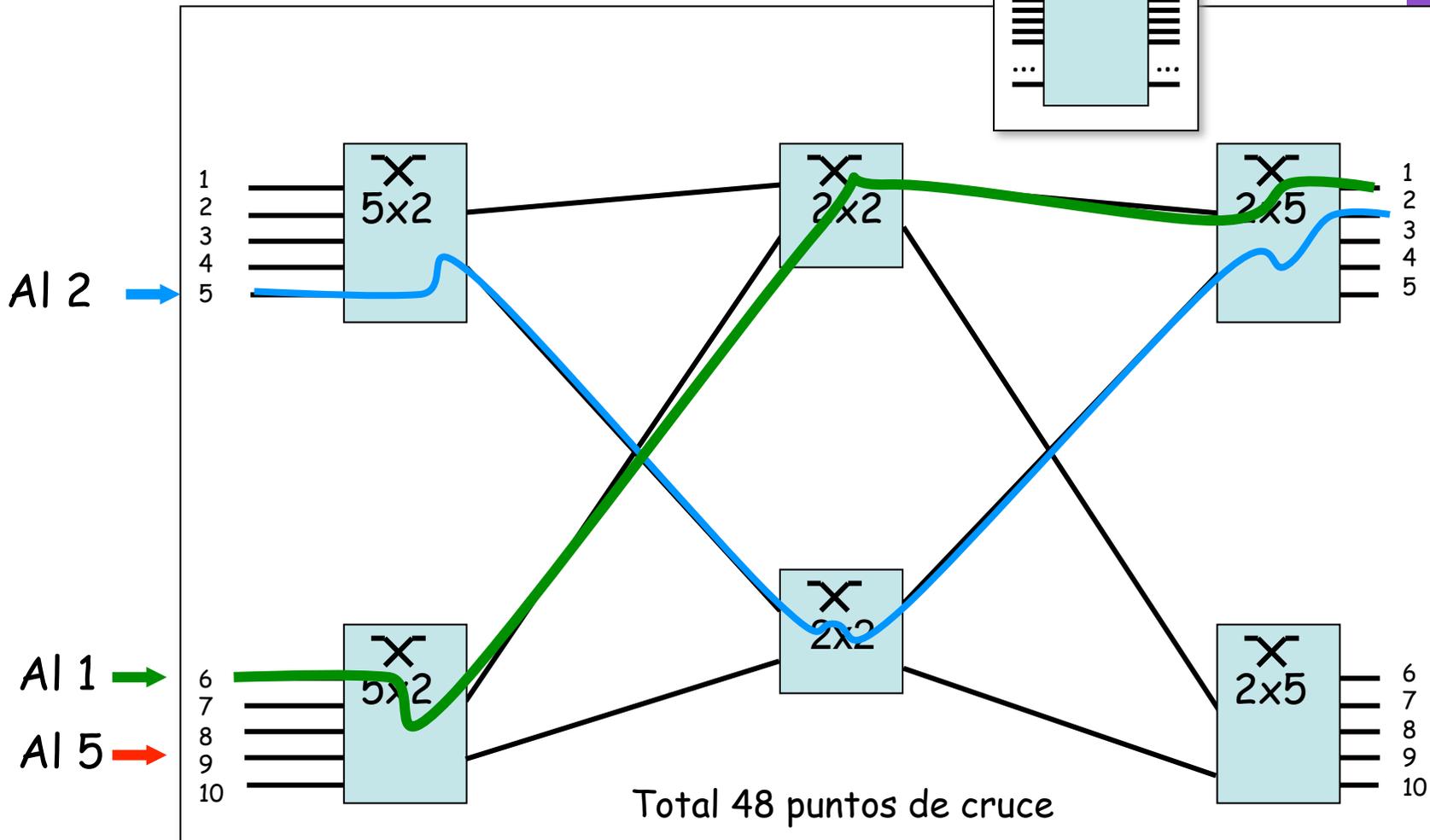
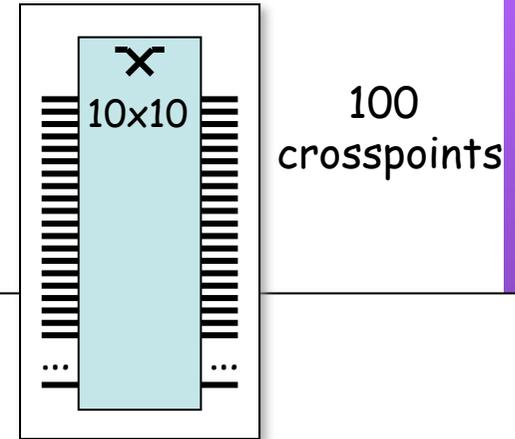
Ejemplo

- Conmutador espacial de 3 etapas 10x10
- ¿ Qué problema tiene este diseño?



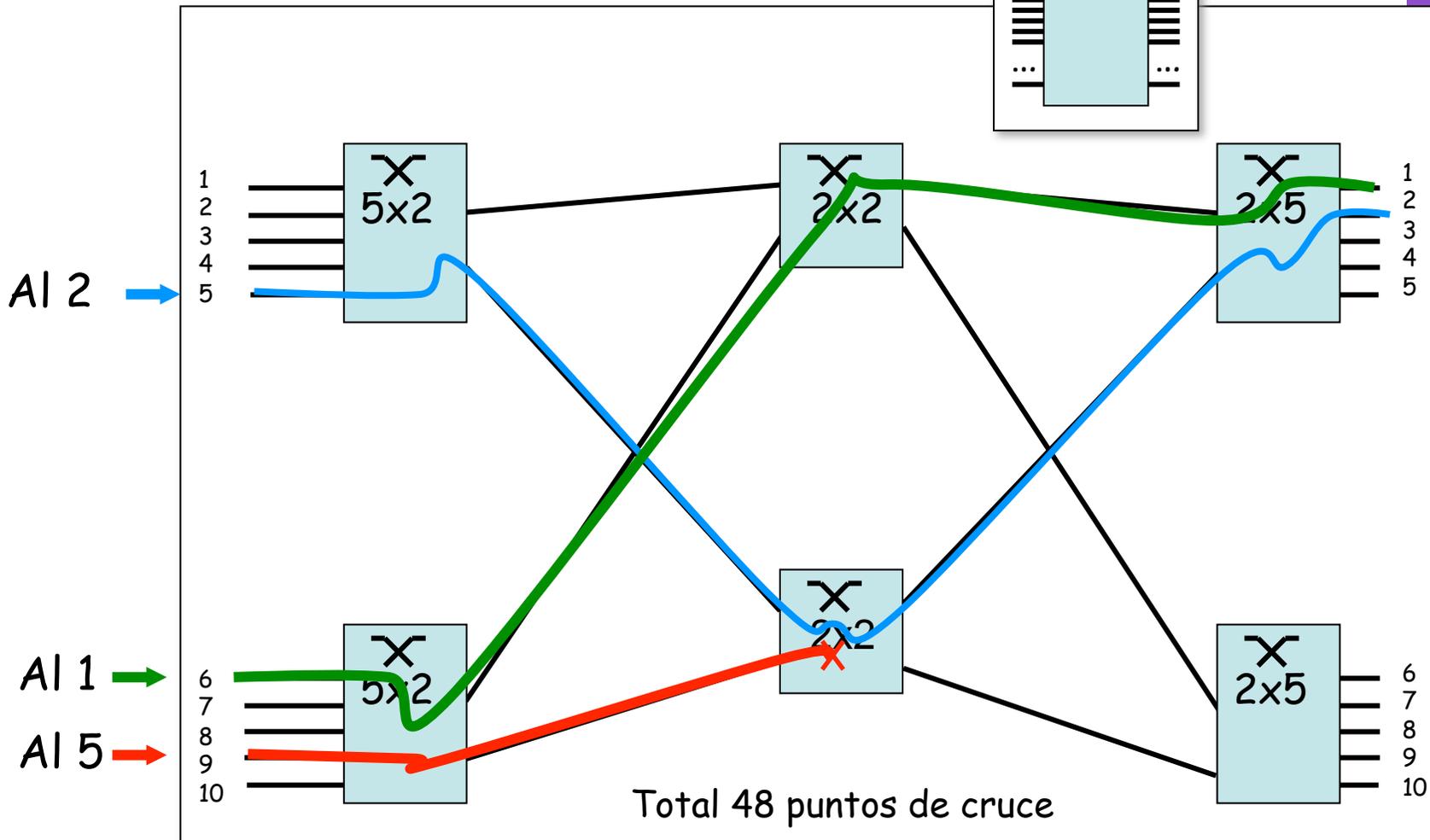
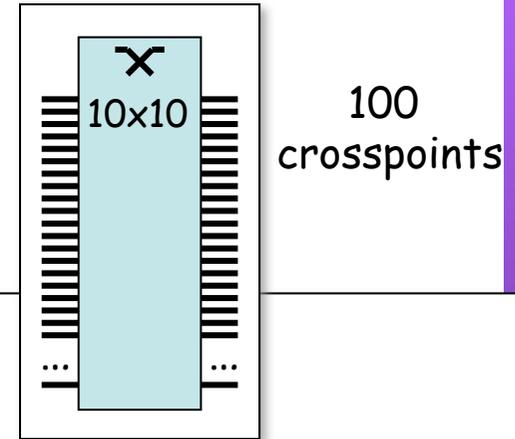
Ejemplo

- Conmutador espacial de 3 etapas 10x10
- ¿ Qué problema tiene este diseño?



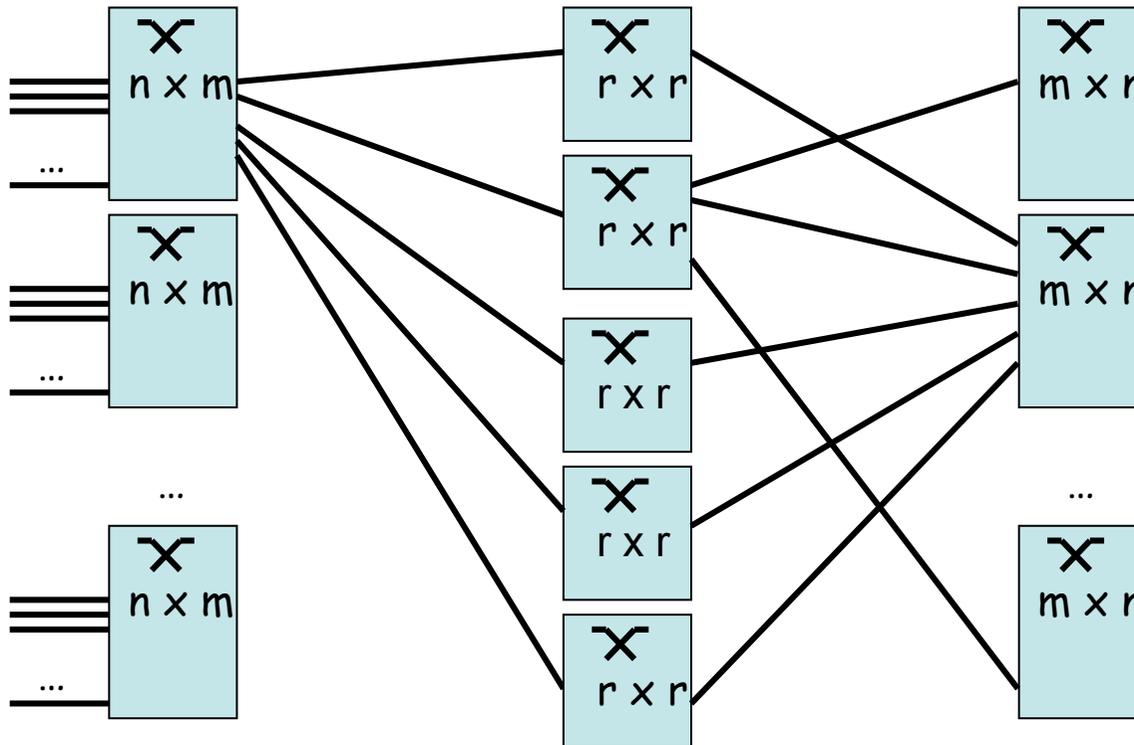
Ejemplo

- Conmutador espacial de 3 etapas 10x10
- ¿ Qué problema tiene este diseño?
- ¡ Bloqueo interno !



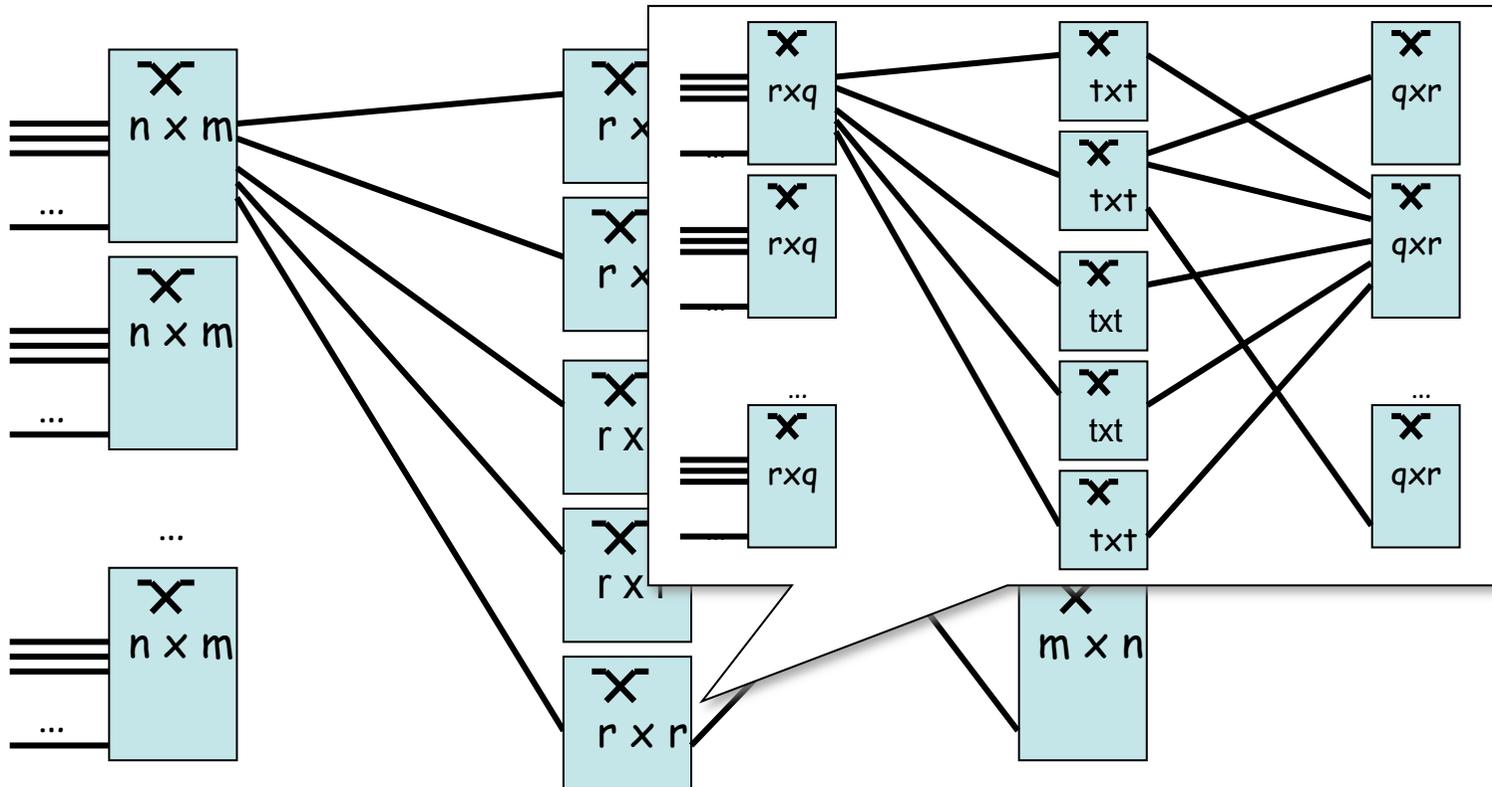
Reducir más el nº de crosspoints

- Se pueden hacer sin bloqueo (condición de Clos $m \geq 2n - 1$)
- ¡ Puede dar más puntos de cruce que el crossbar !
- Optimizando aún más:
 - a) Permitir cierto grado de bloqueo (pequeña probabilidad)
 - b) Extender el número de etapas (...)



Reducir más el nº de crosspoints

- Se pueden hacer sin bloqueo (condición de Clos $m \geq 2n - 1$)
- ¡ Puede dar más puntos de cruce que el crossbar !
- Optimizando aún más:
 - a) Permitir cierto grado de bloqueo (pequeña probabilidad)
 - b) Extender el número de etapas... ¡ Una red dentro del conmutador !



Resumen

- Arquitectura jerárquica de la red telefónica
- Señalización emplea una red propia (conmutación de paquetes)
- Bloqueo externo y bloqueo interno en conmutadores
- Arquitectura interna de conmutadores puede presentar la complejidad de una red