

# 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

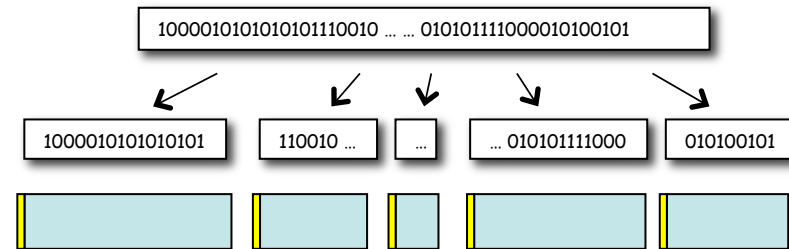
1. Introducción
2. Arquitecturas de conmutación y protocolos
3. Introducción a las tecnologías de red
4. Control de acceso al medio
5. **Conmutación de circuitos**
  1. La Red Telefónica Básica
  2. Modelado de usuarios
  3. Cálculos de bloqueo
6. Transporte fiable
7. Encaminamiento
8. Programación para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

# Objetivos

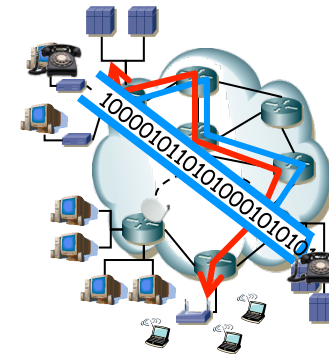
- Conocer la arquitectura y los elementos de la red telefónica básica
- Conocer y diferenciar los conceptos de bloqueo interno y bloqueo externo

# 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

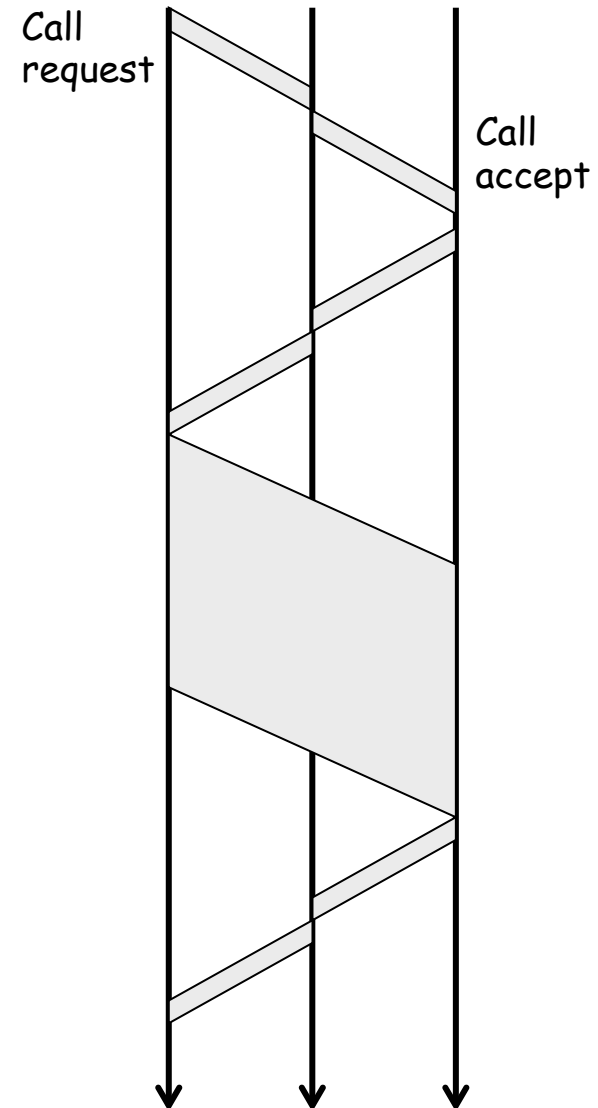


- Conmutación de circuitos
  - Se crea un circuito de la fuente al destino
  - El circuito físico real conectado queda dedicado
  - En c.c. virtuales los paquetes de diferentes circuitos comparten el servicio de transmisión
  - Conveniente para voz (retardo pequeño y fijo)



# 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

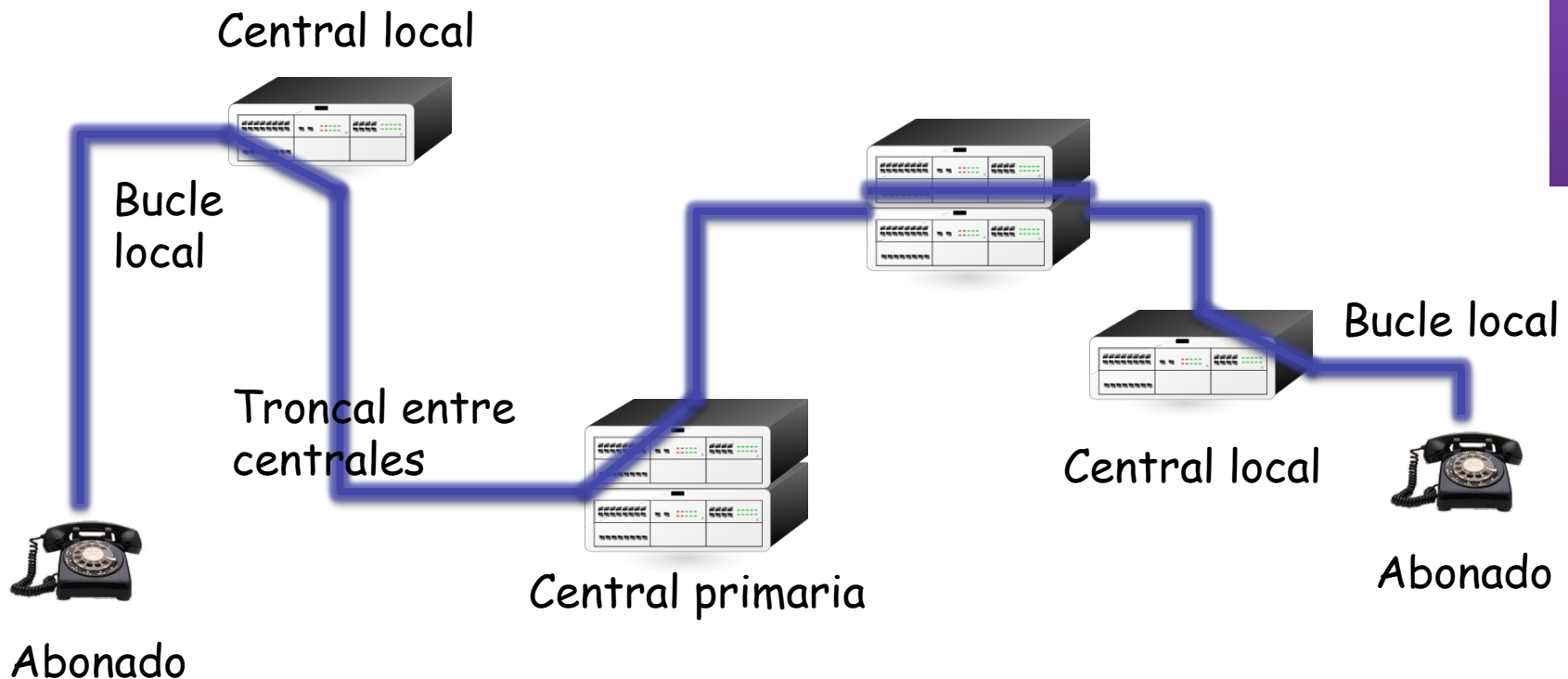


# PSTN: “*Public Switched Telephone Network*”

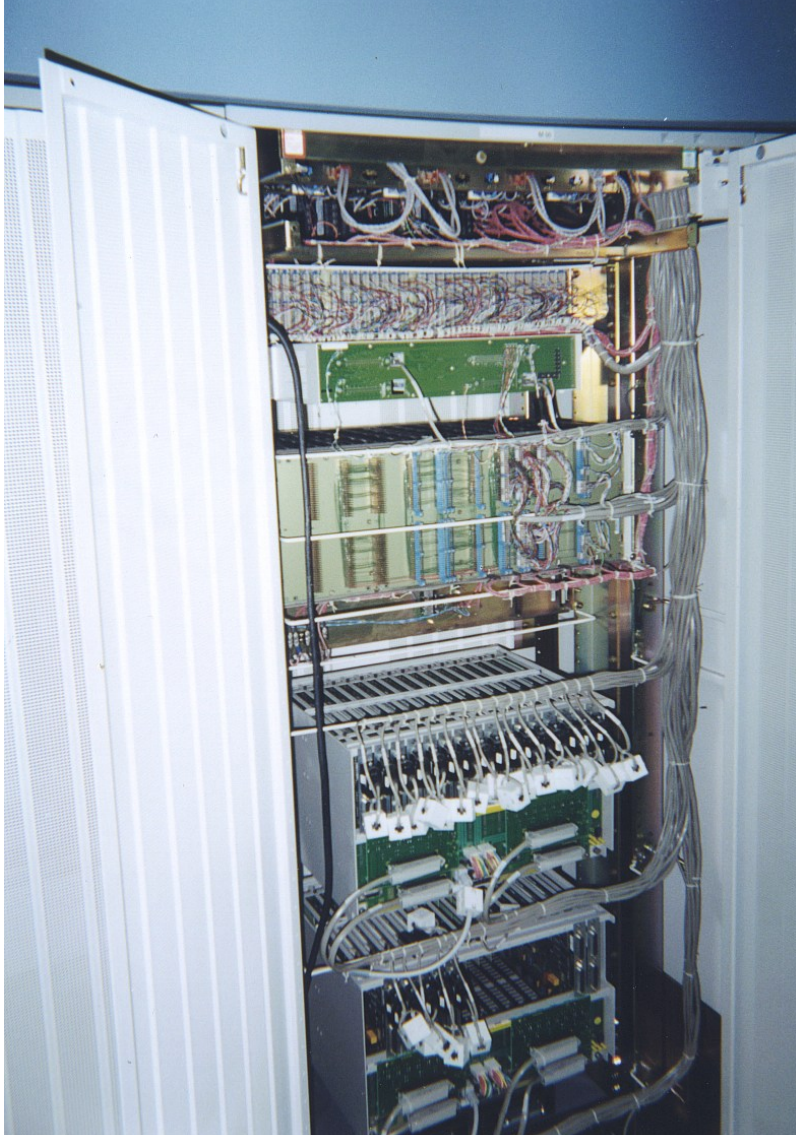
RTB: “Red Telefónica Básica”

# 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

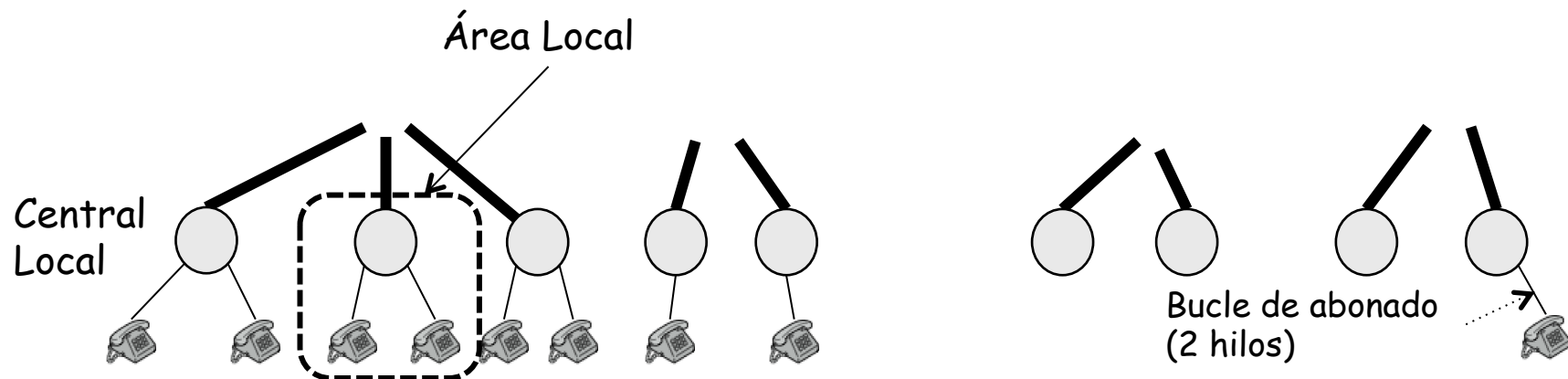
Es una red Jerárquica

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



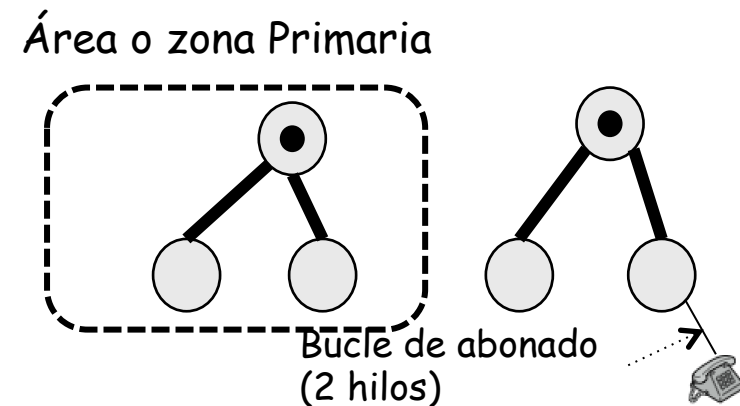
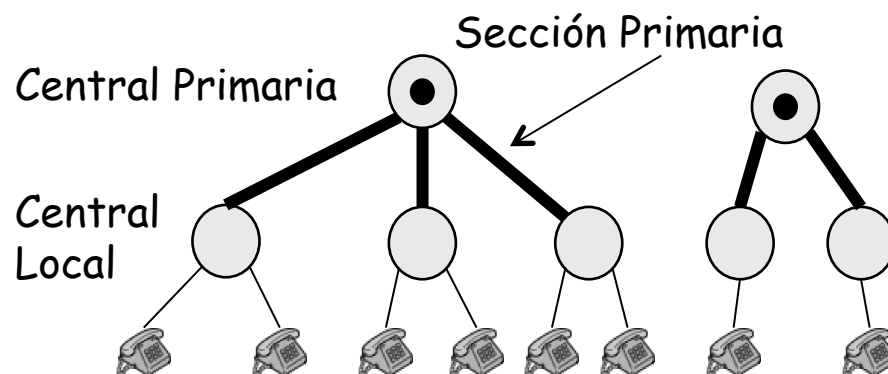
# Red pública telefónica conmutada

- **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**



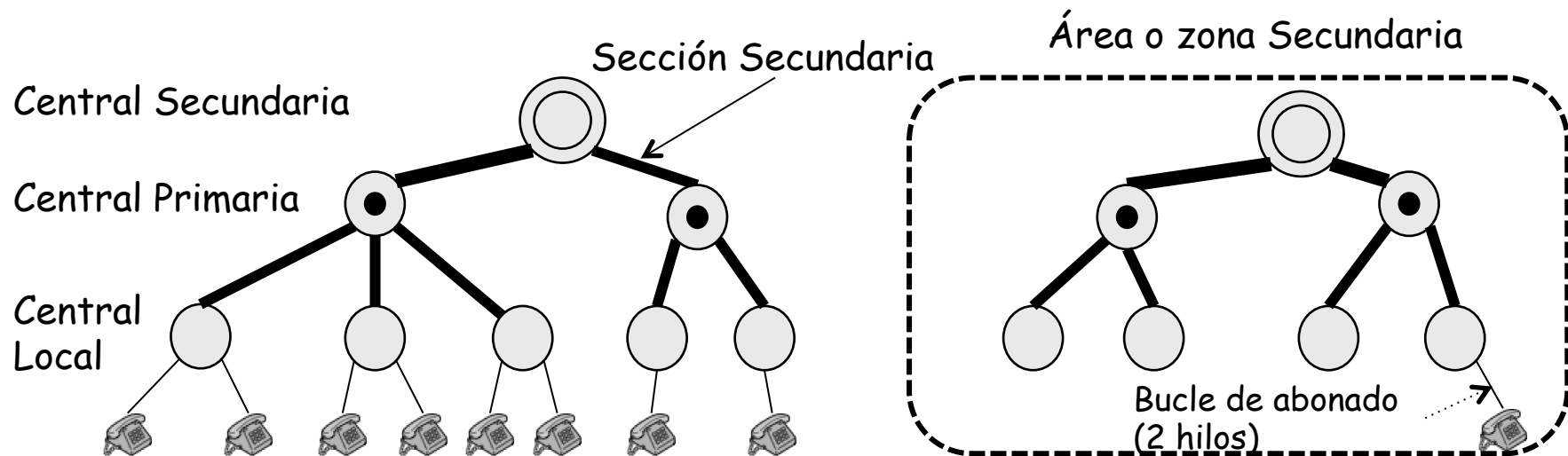
# Red pública telefónica conmutada

- **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**



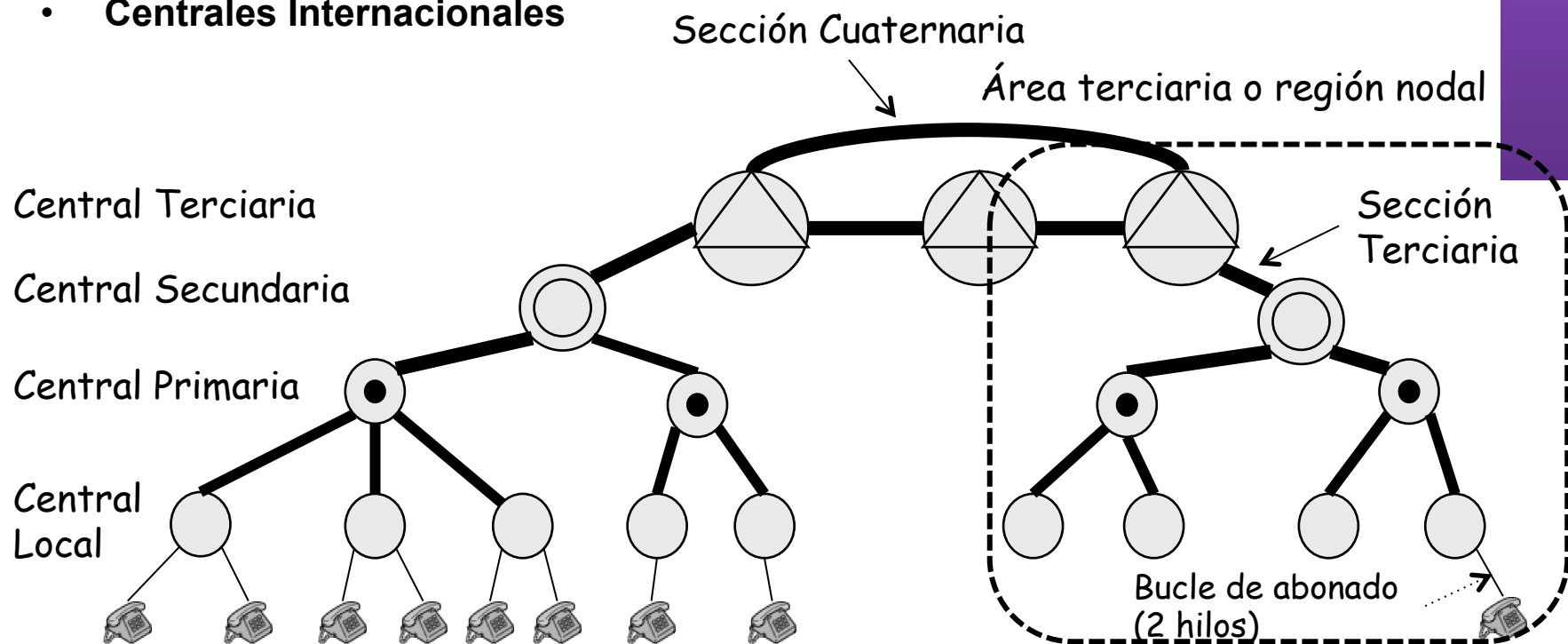
# Red pública telefónica conmutada

- **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**



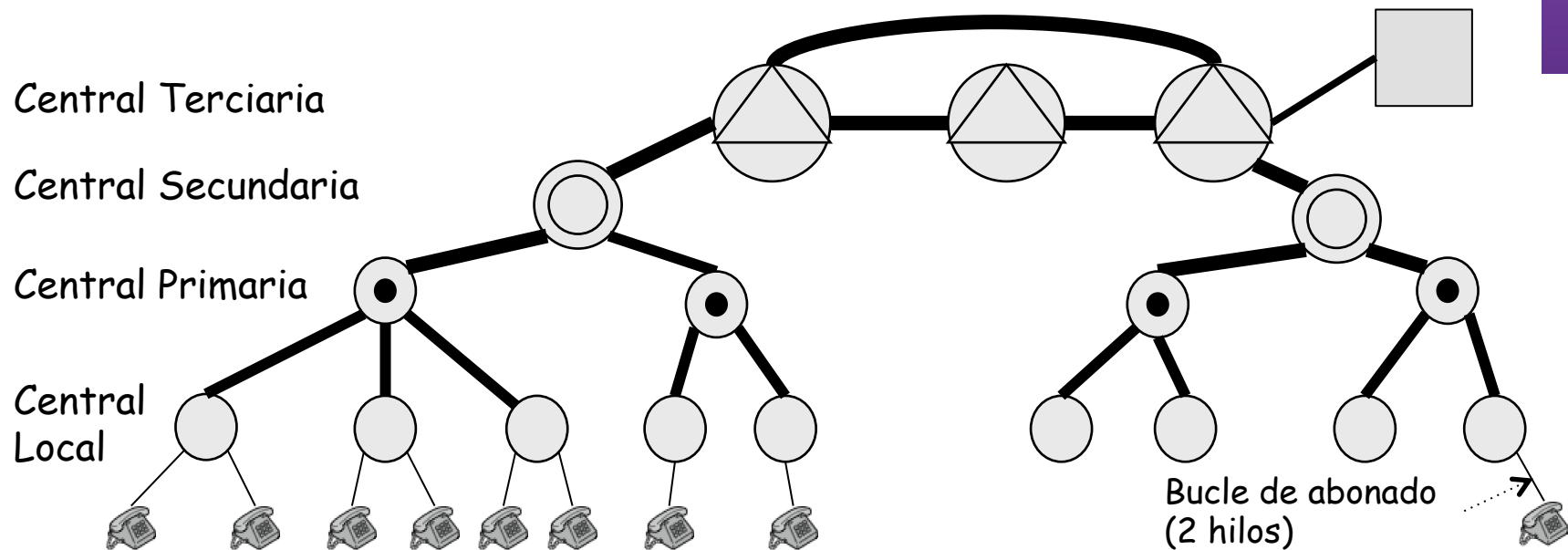
# Red pública telefónica conmutada

- **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



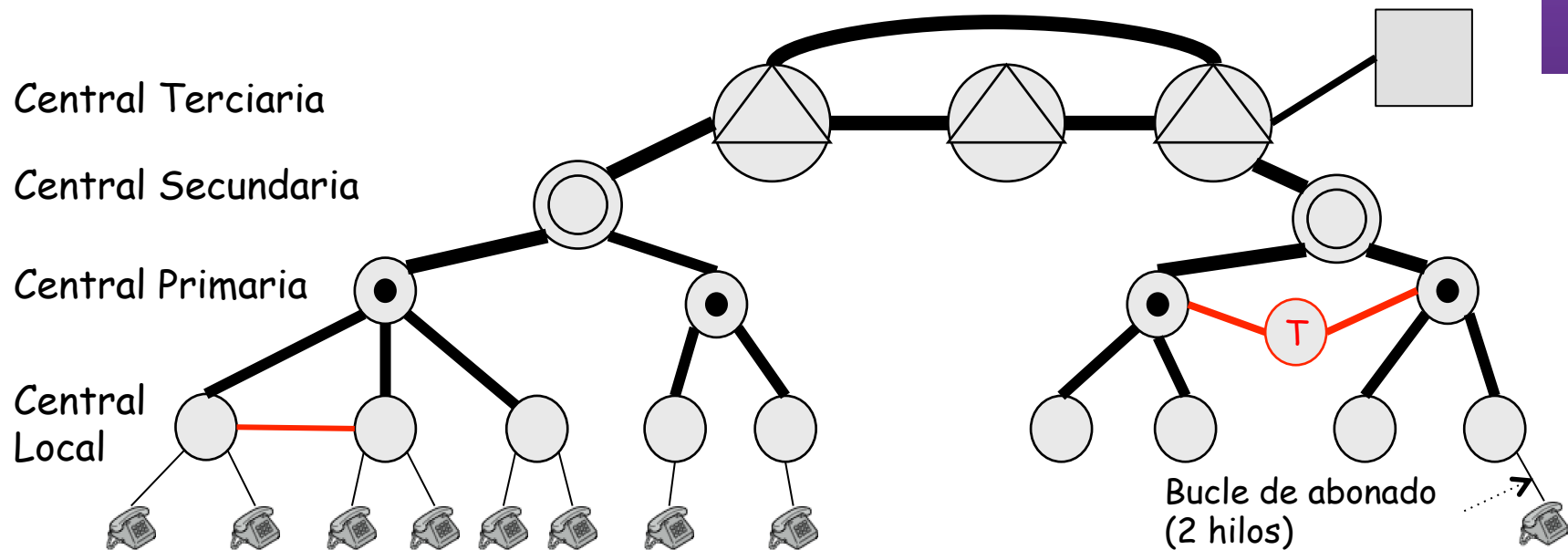
# Red pública telefónica conmutada

## 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)

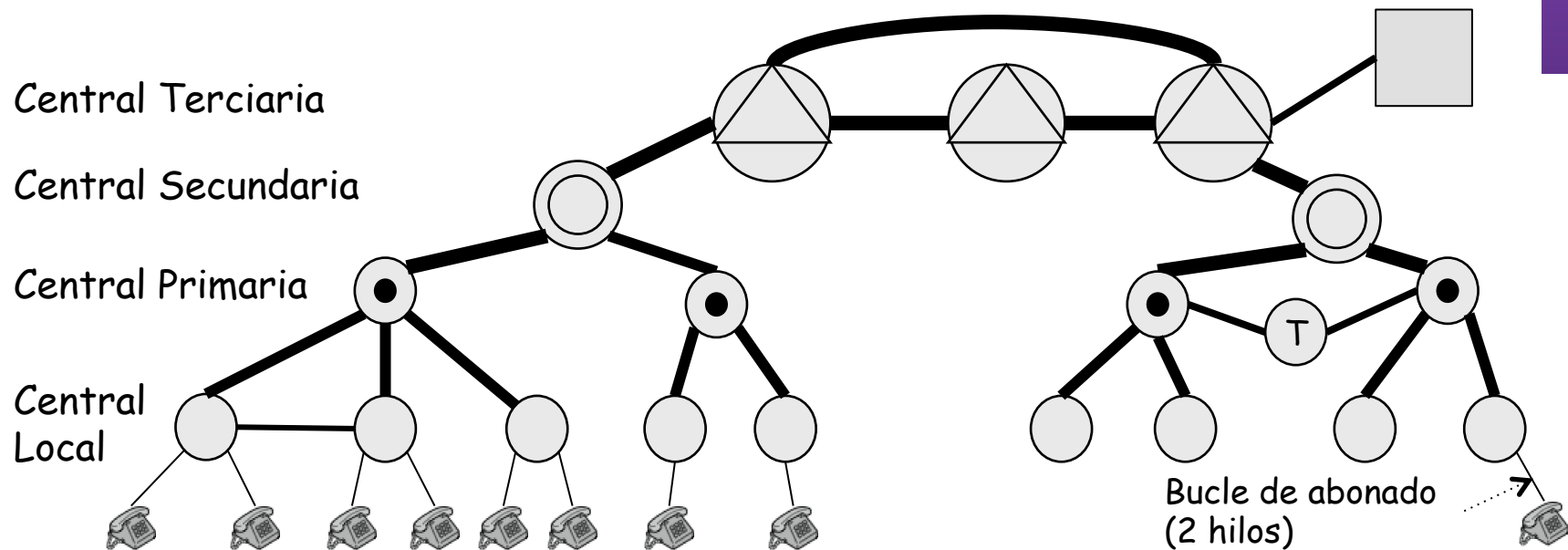
## Red complementaria

- 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

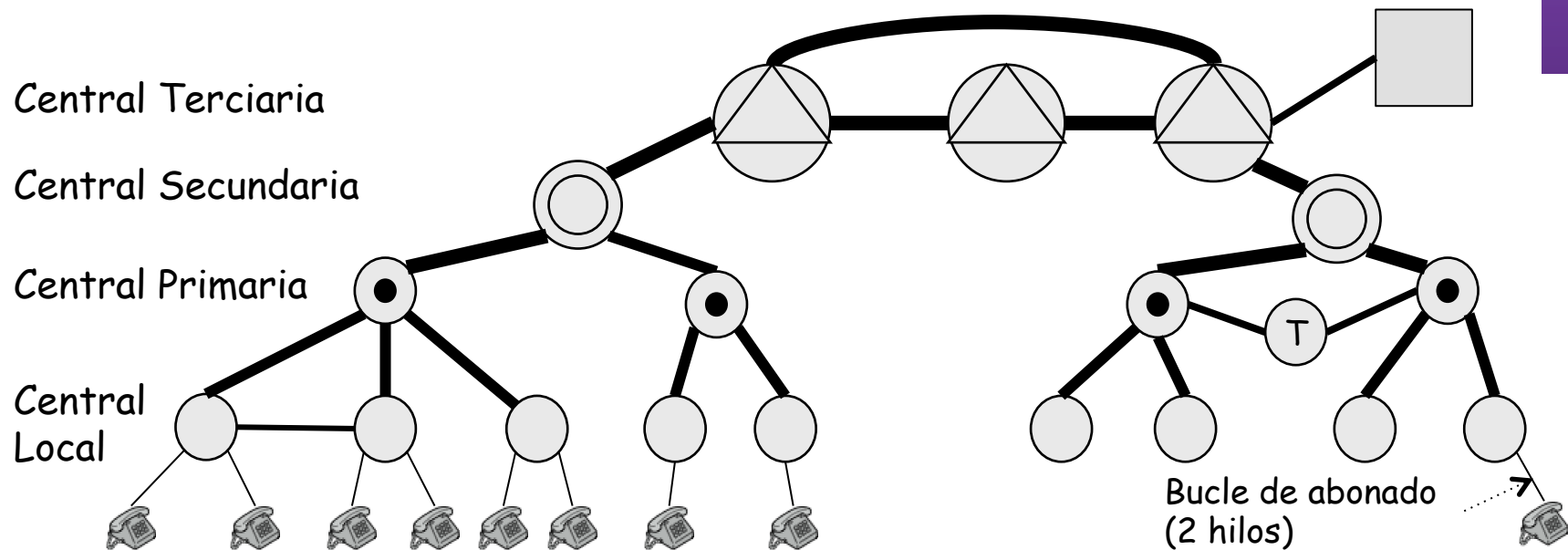
- En sus orígenes esta topología simplificaba el encaminamiento
- Hoy en día se habla solo de centrales locales o de acceso y centrales de tránsito e internacionales



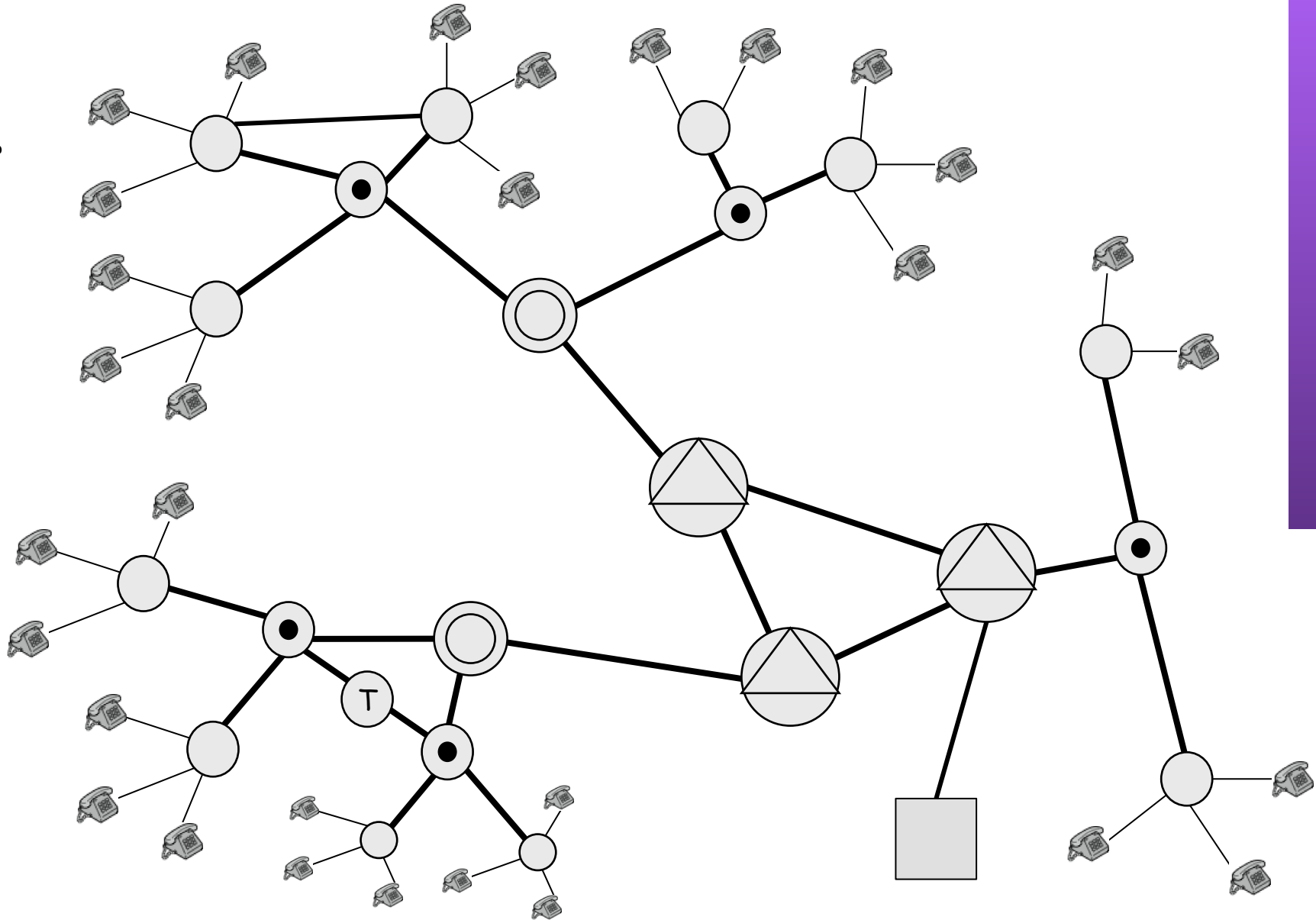


# Red pública telefónica conmutada

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

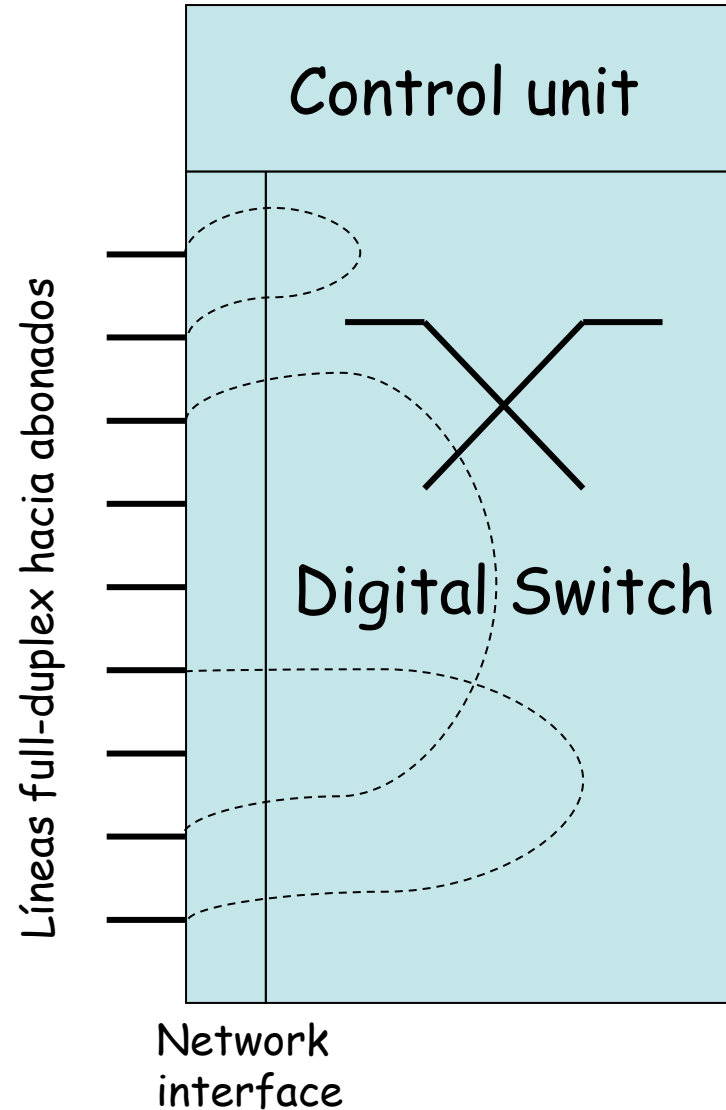
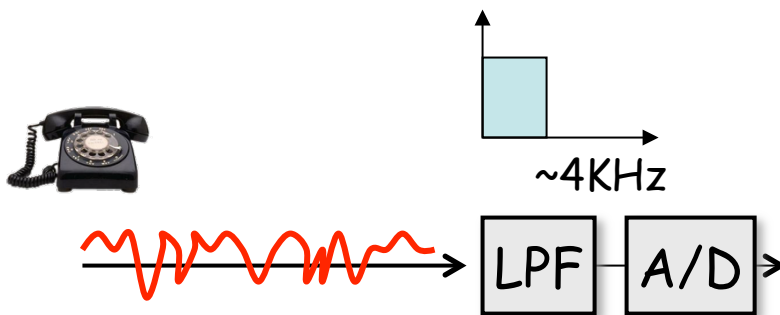


# Arquitectura de la red



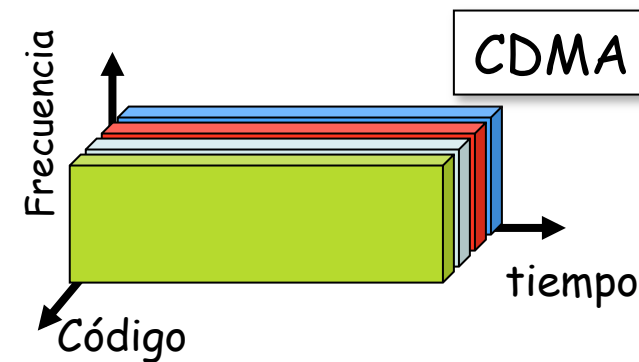
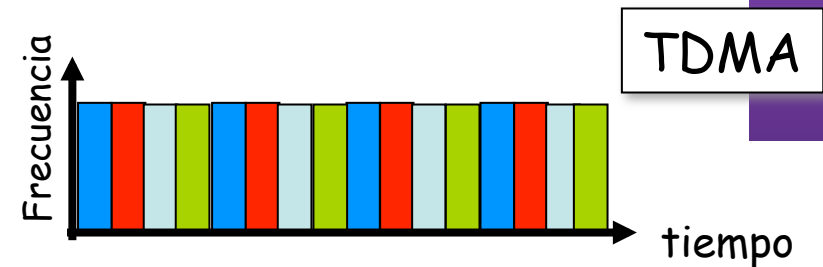
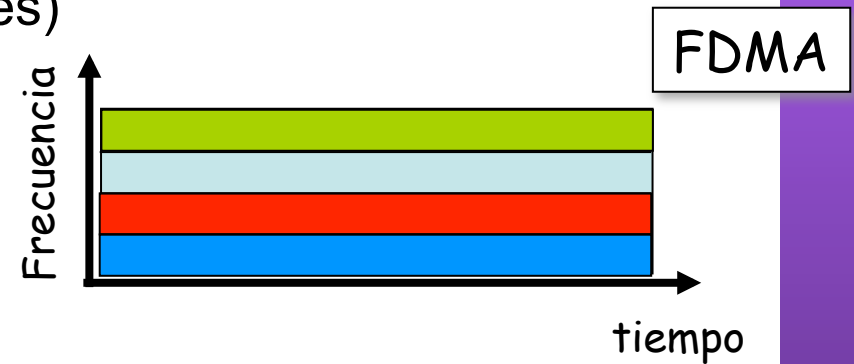
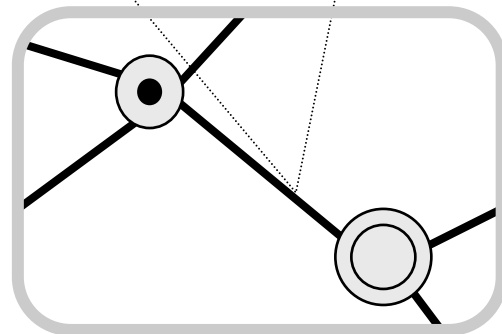
# Elemento de conmutación de circuitos

- 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)

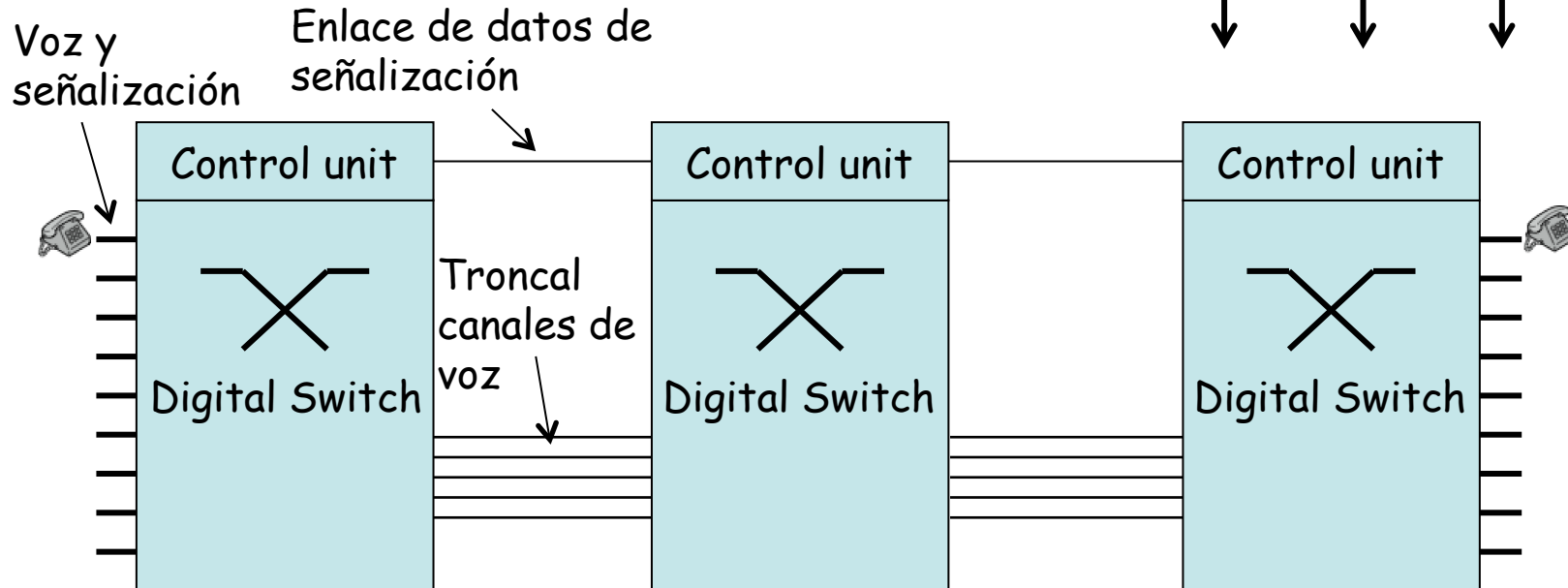
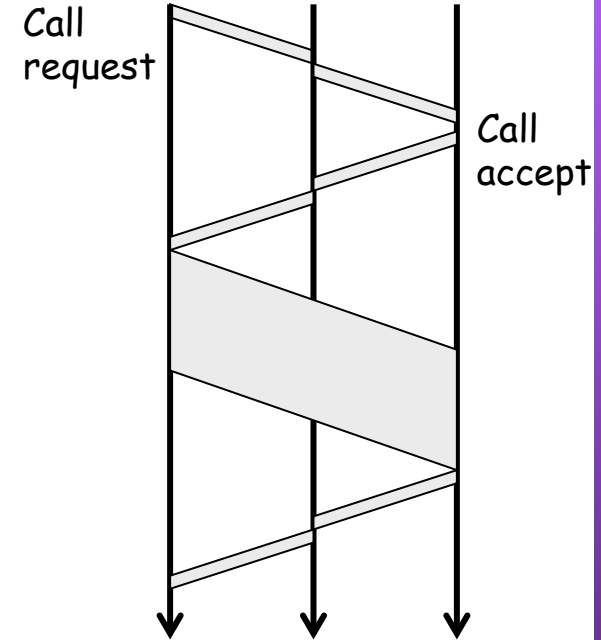
- Capacidad para múltiples circuitos simultáneos
  - Múltiples medios físicos (cables)
  - FDMA
  - TDMA
  - Etc.



# Señalización

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

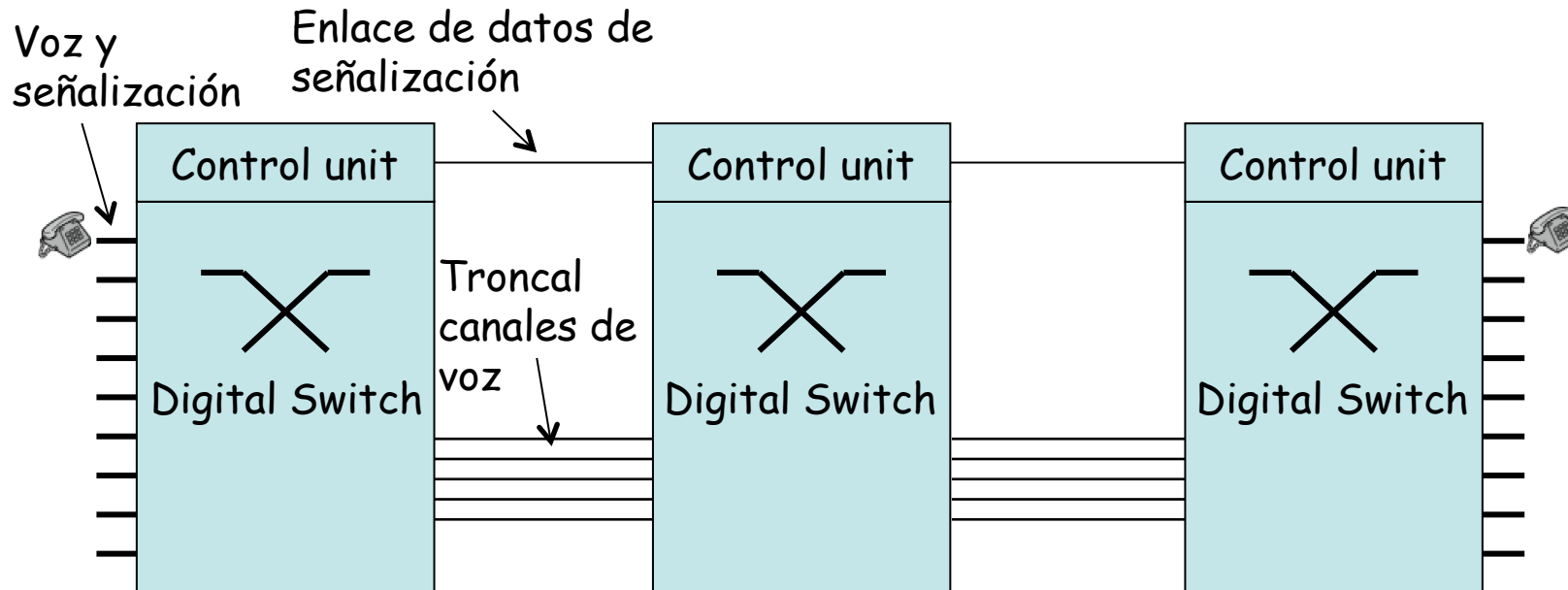
- Las unidades de control de las centrales se comunican entre si para
  - Establecimiento de llamadas
  - Liberación de llamadas



# Señalización

Señalización en canal

Señalización por canal común (CCS = Common Channel Signaling)

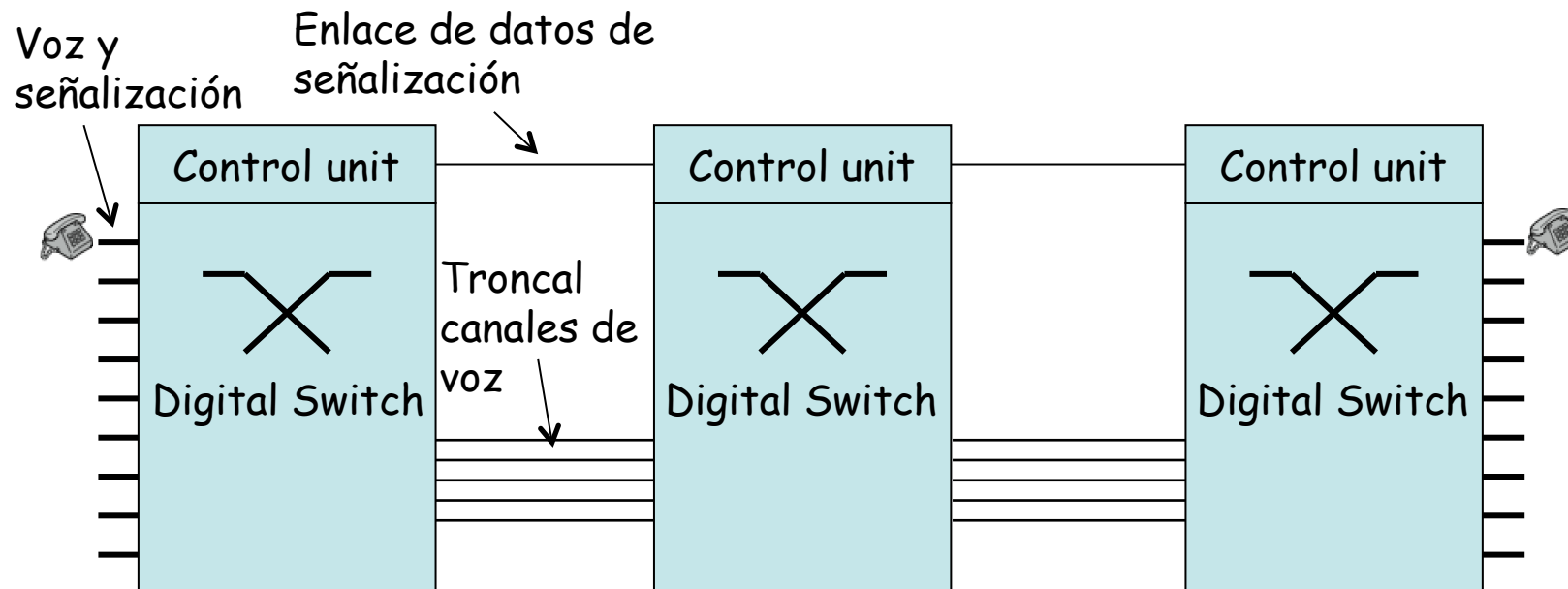


# Señalización

## 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)

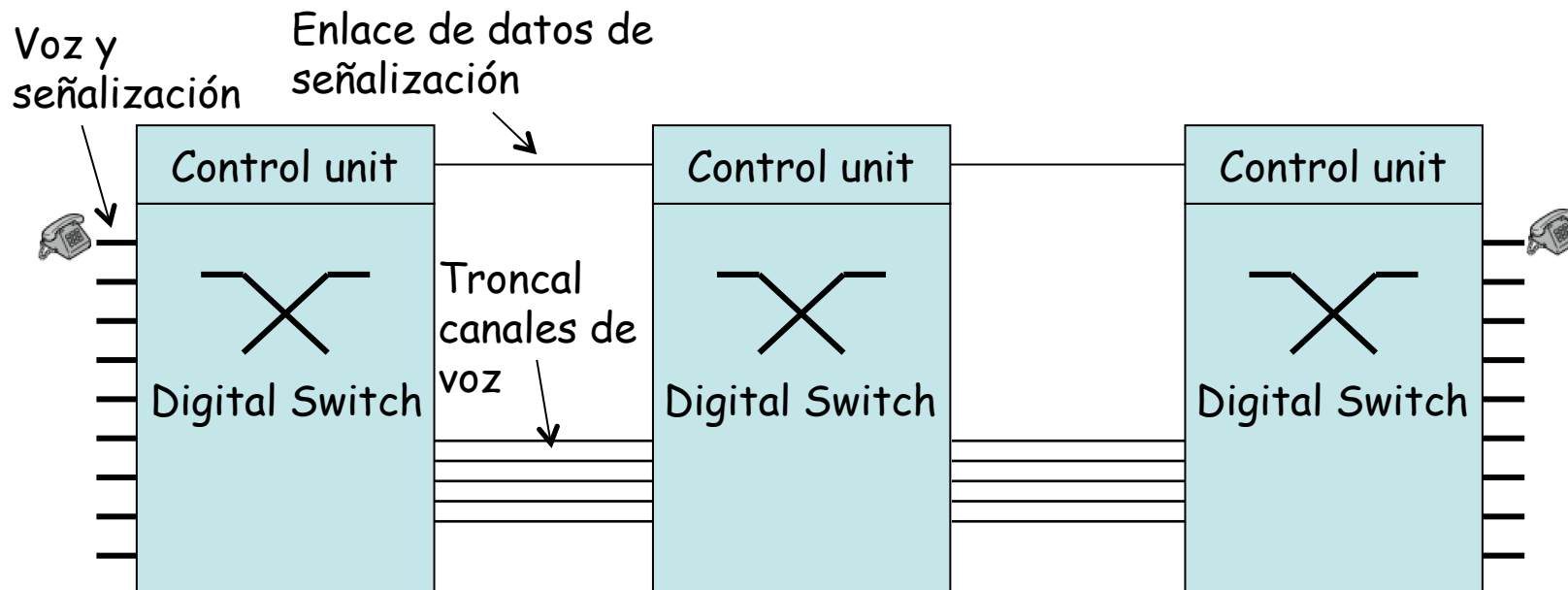


# Señalización

## Señalización en canal

### Señalización por canal común (CCS = Common Channel Signaling)

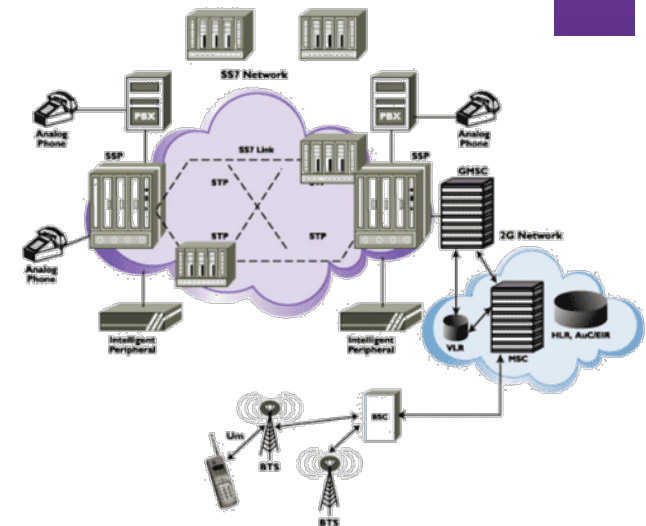
- Emplea un canal dedicado entre las CPUs de los conmutadores
- Puede ser CCS por “canal asociado”
- Los mensajes pasan entre los nodos de conmutación (*store-and-forward*)
- Los mensajes pueden emplear caminos diferentes a los de la voz
- Se crea así una red de conmutación de paquetes para la señalización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





# Red inteligente

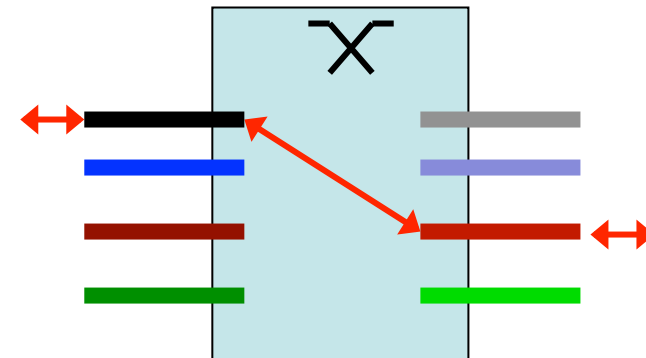
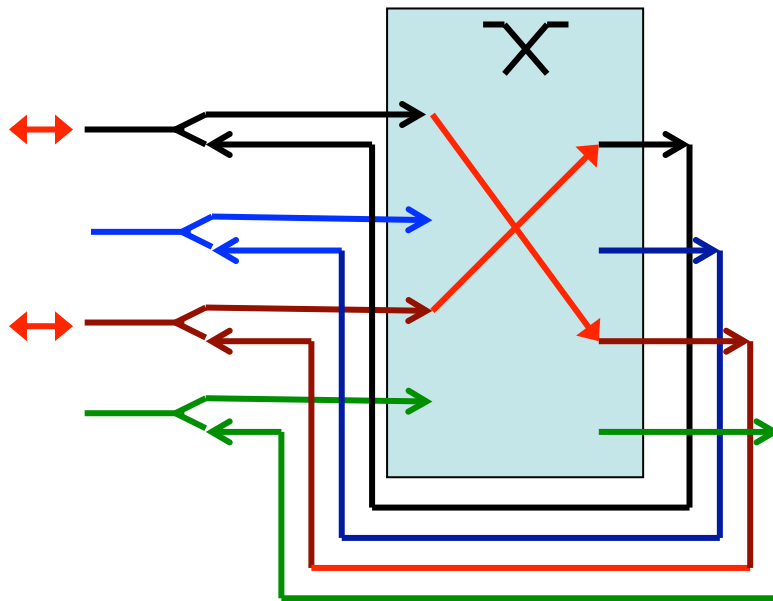
- *Intelligent Network*
- Se añaden a la red nuevos elementos (hardware y software) especializados en nuevas funciones
- Emplean capacidades avanzadas de señalización para controlar la red
- Permite que durante el establecimiento de la llamada se invoquen procedimientos para ofrecer servicios
- Tipos 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)



# Conmutadores

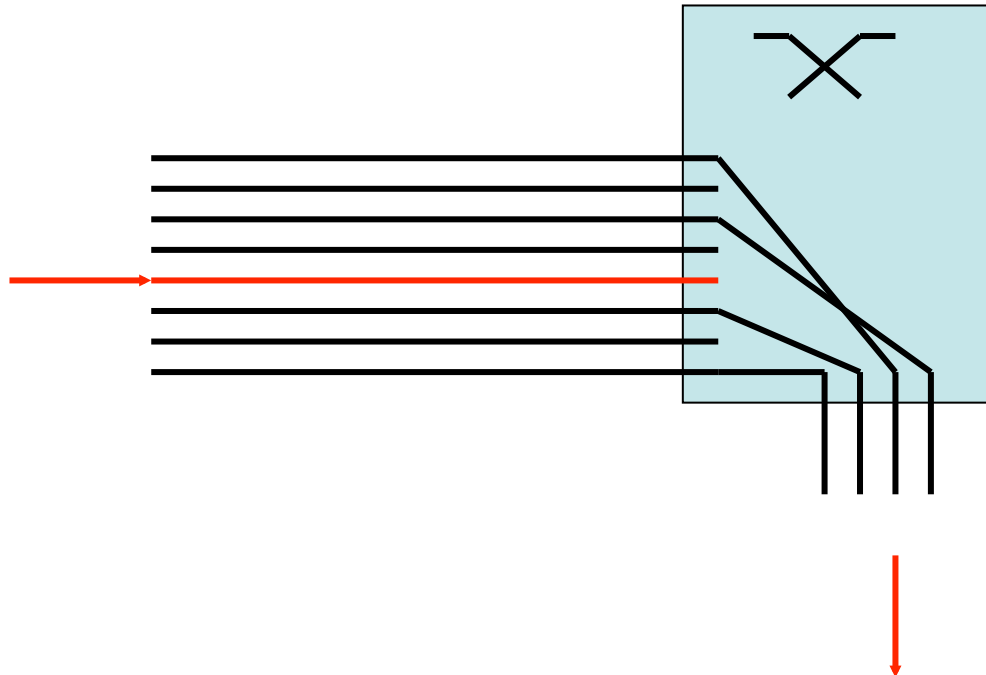
# Conmutadores

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



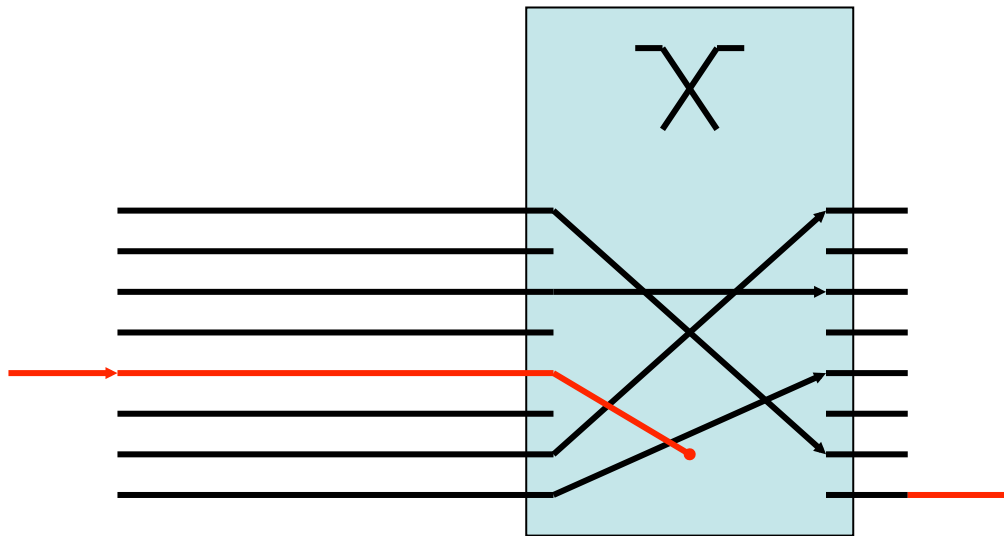
# Bloqueo

- 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

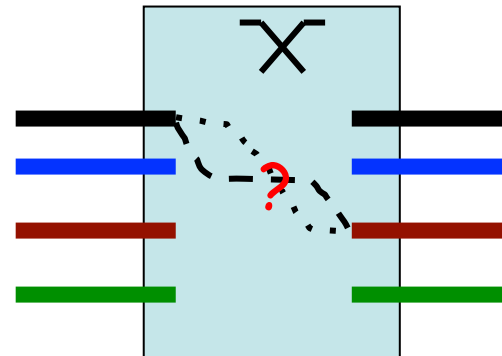
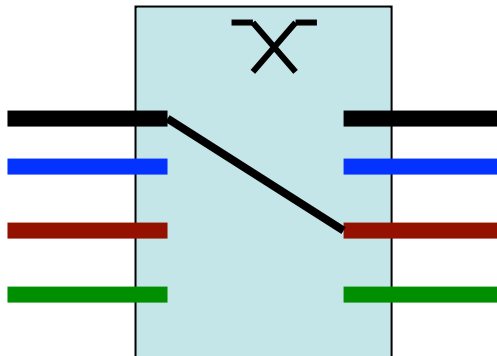
- Cuando no se puede interconectar dos estaciones aunque estén libres
- Red de conmutación con bloqueo
  - En sistemas de voz se suele utilizar
  - Llamadas de voz suelen ser de corta duración
  - Se dimensiona para que suceda infrecuentemente
- Red de conmutación sin bloqueo
  - Permite a todas las 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

# 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

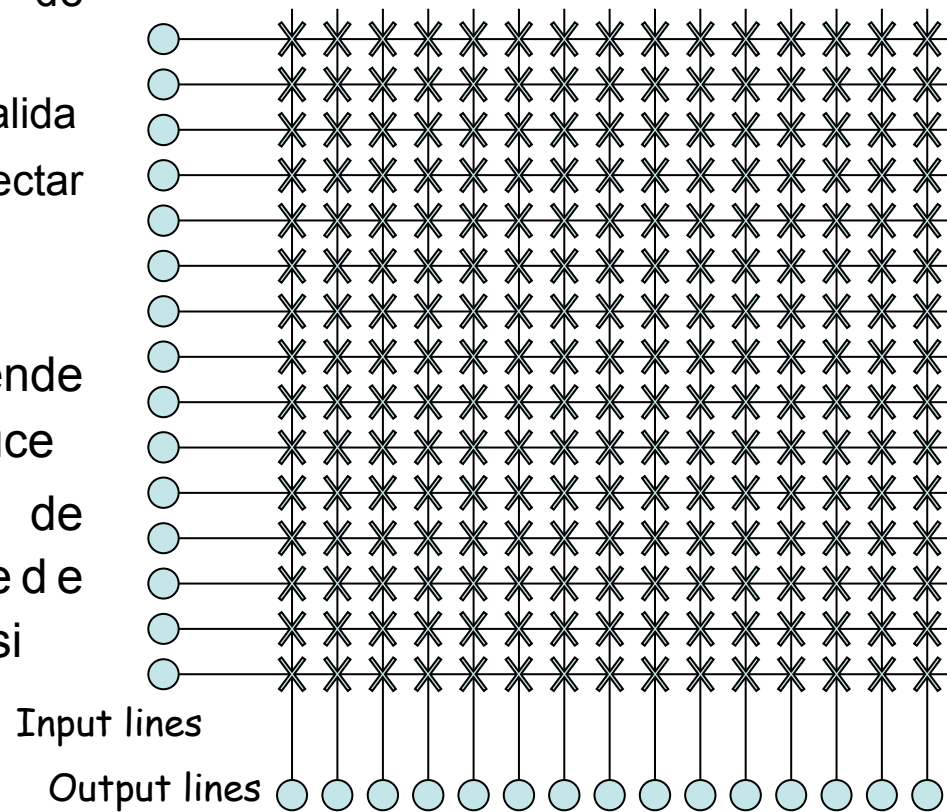




# Conmutador espacial

- 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

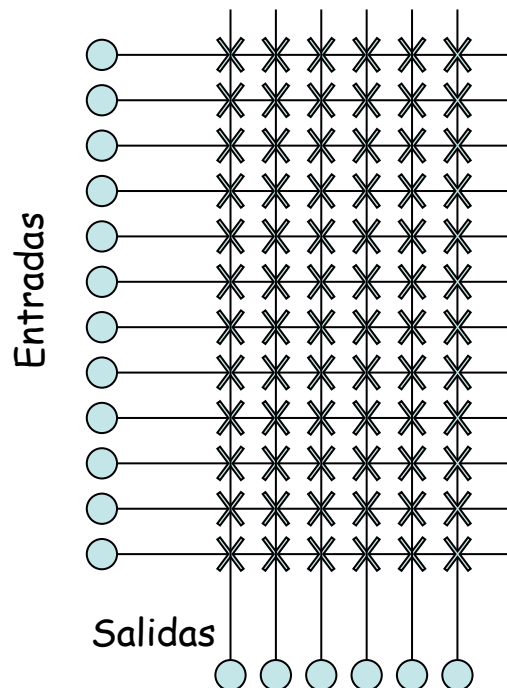
## *Space division switch*



**NxN crossbar matrix (N=15)**

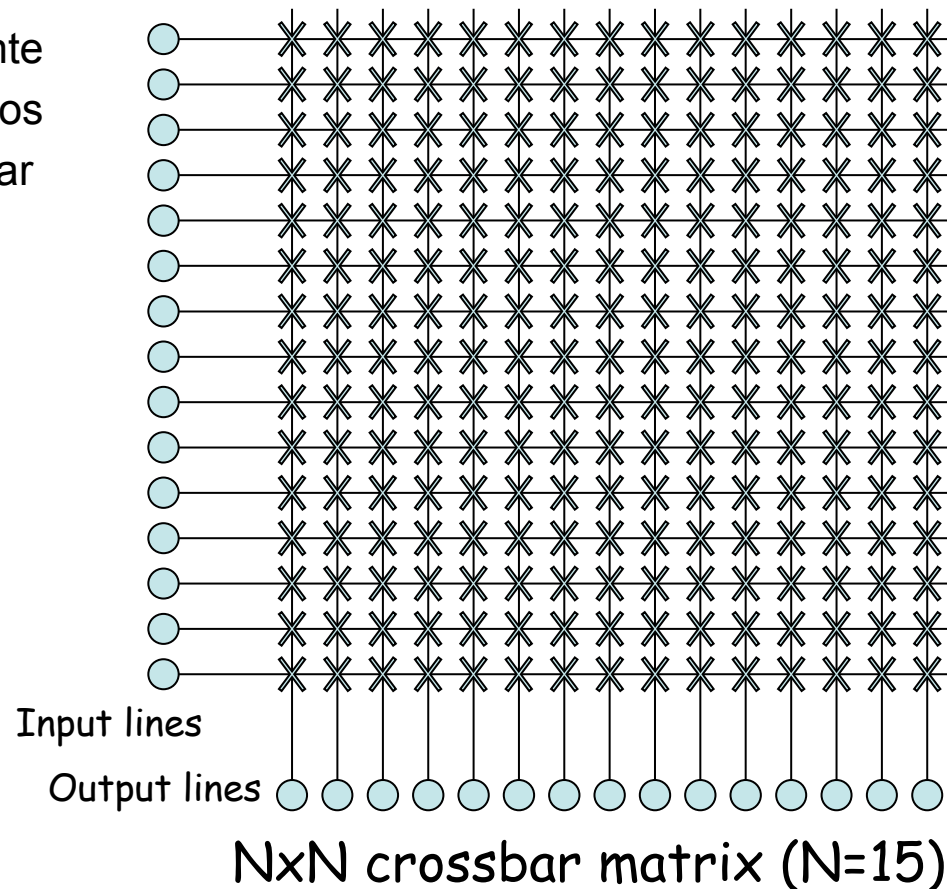
# Conmutador espacial

- 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



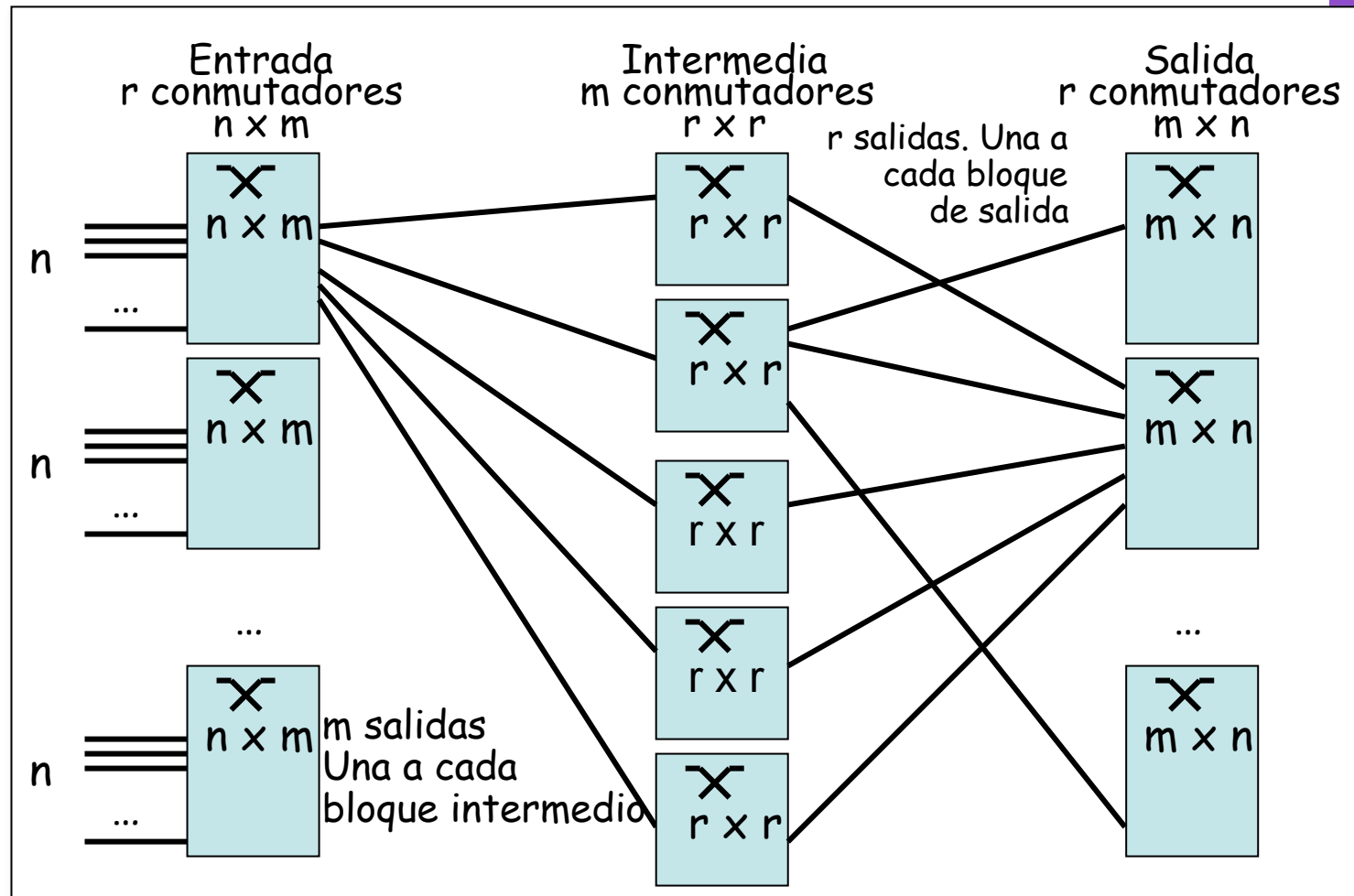
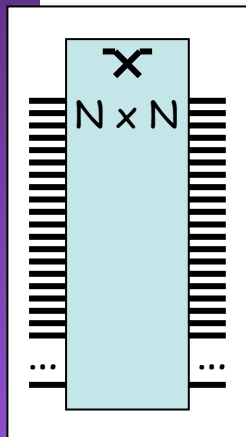
- ¿Se puede hacer con menos *crosspoints*?

## Space division switch



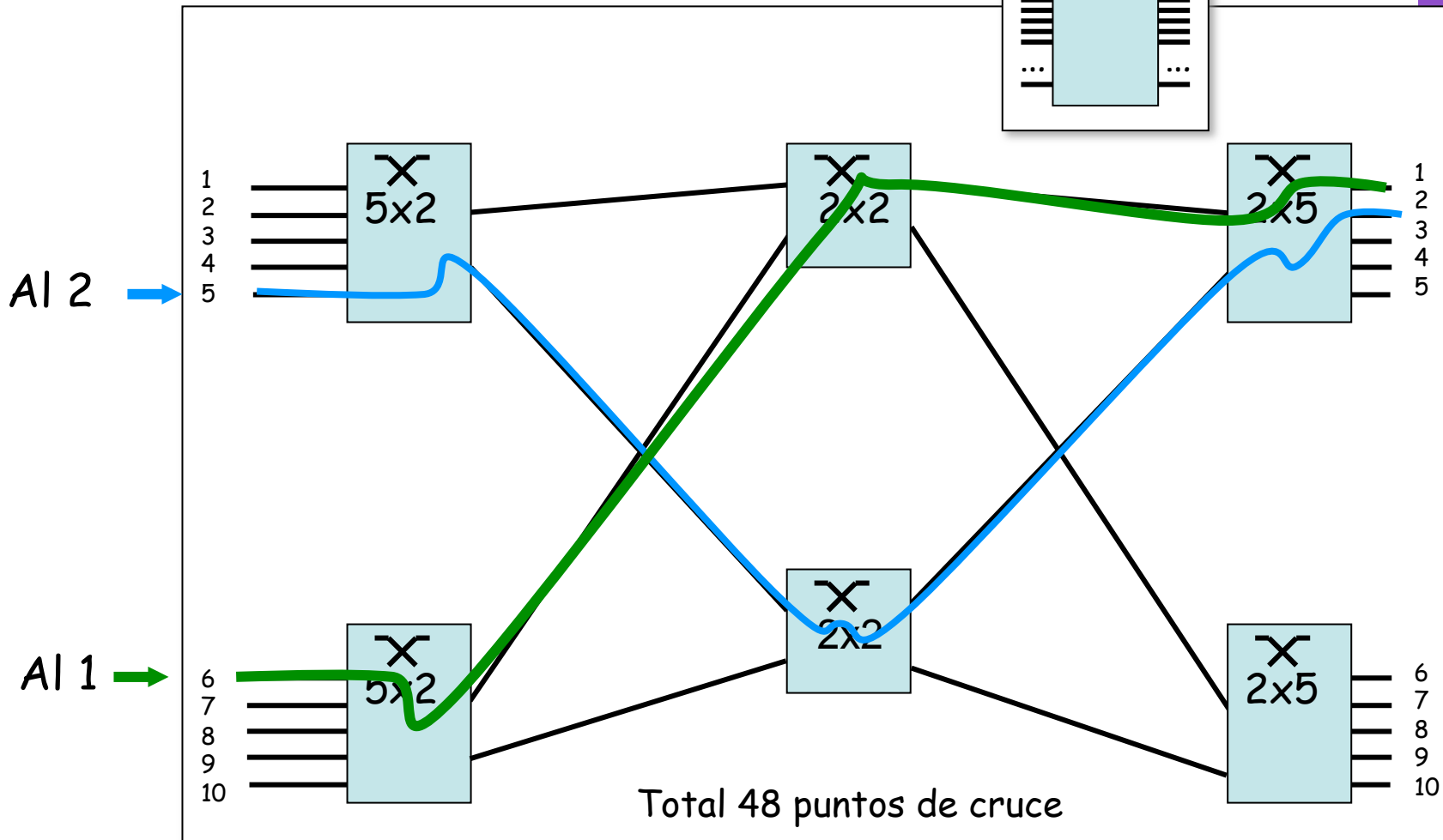
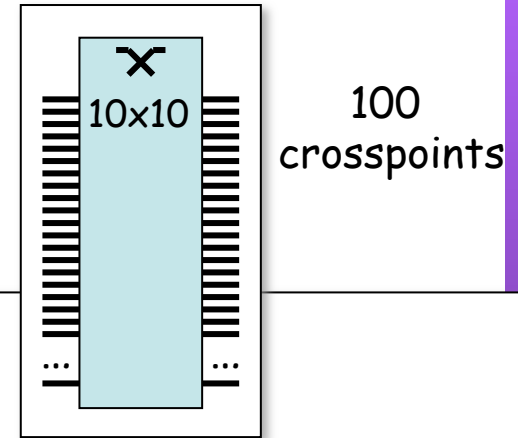
# Conmutador con etapas (*stages*)

- 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)



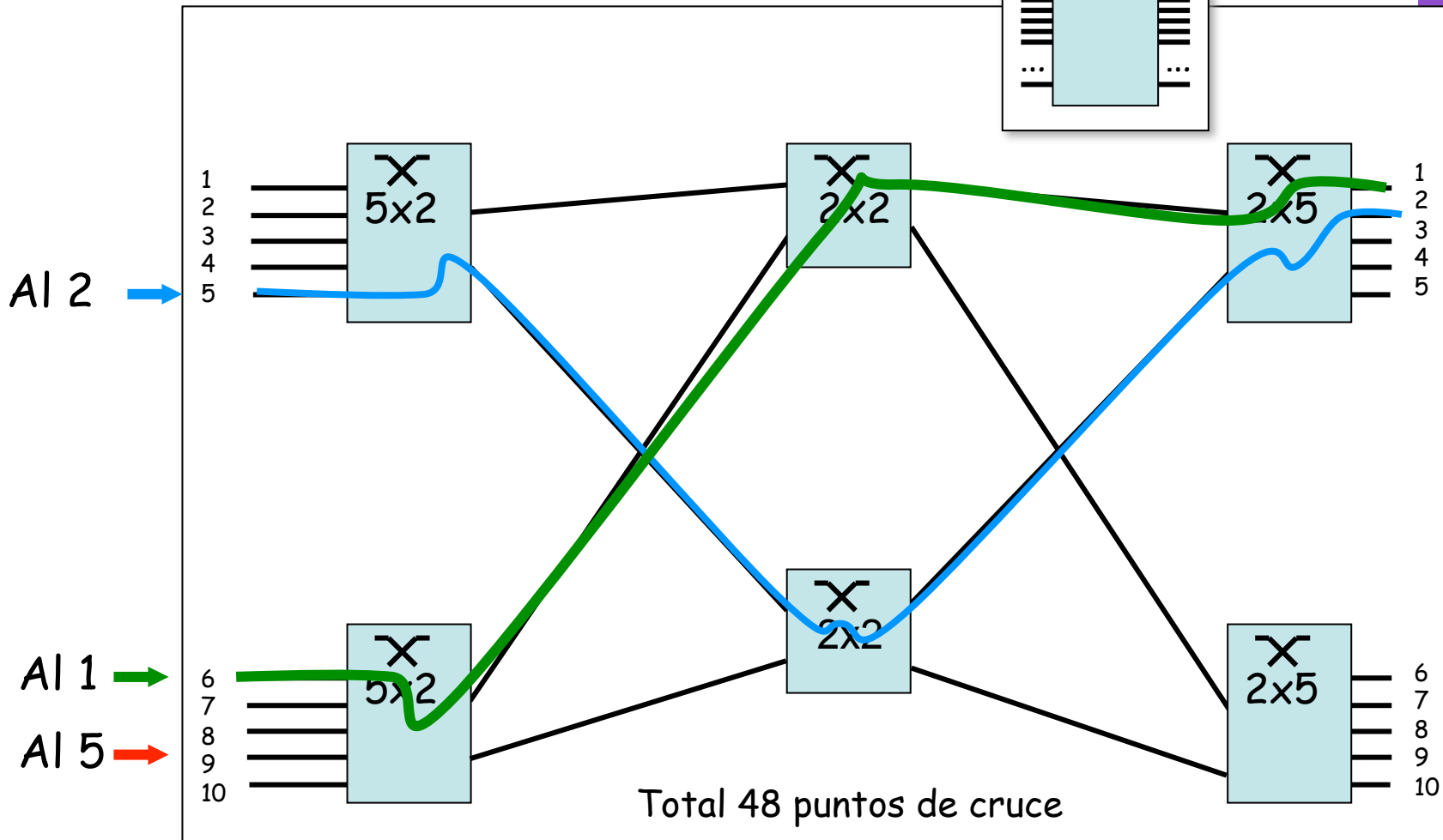
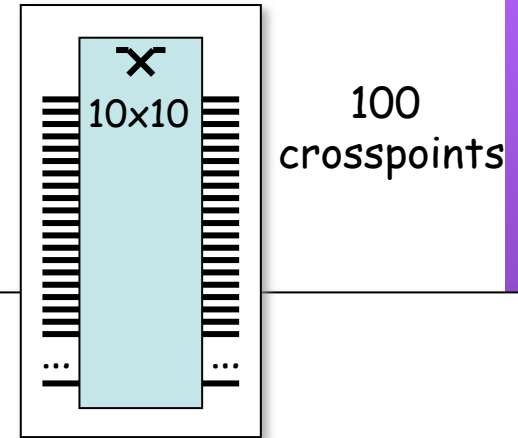
# Ejemplo

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



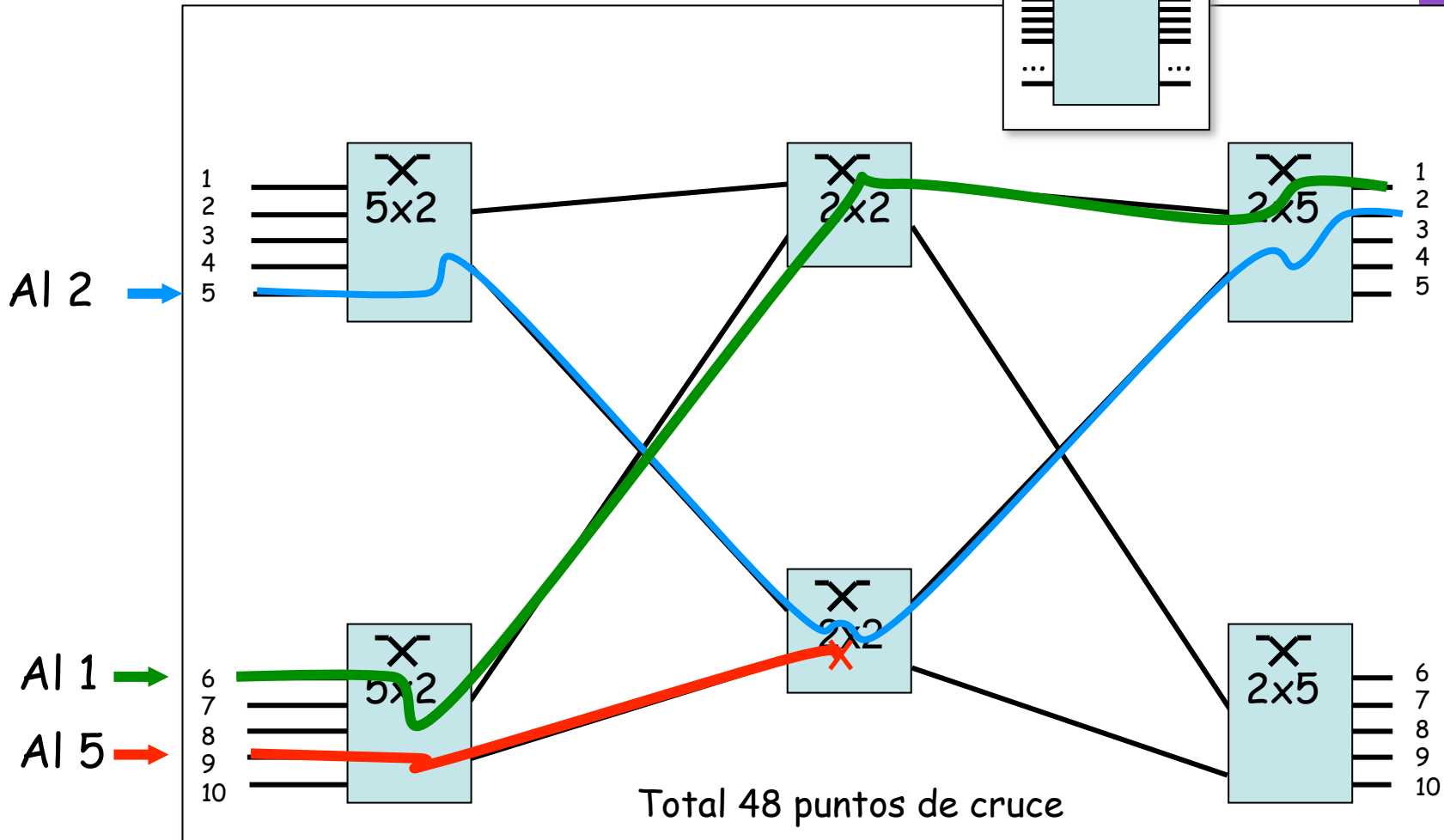
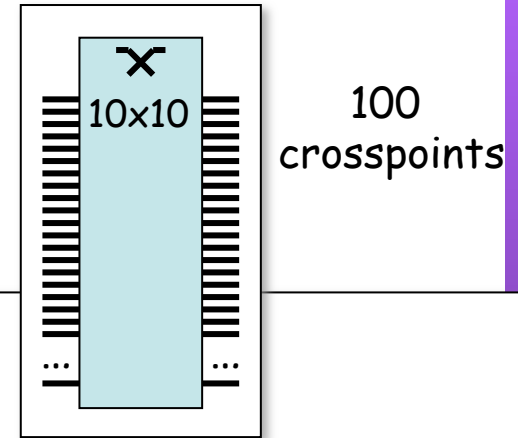
# Ejemplo

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



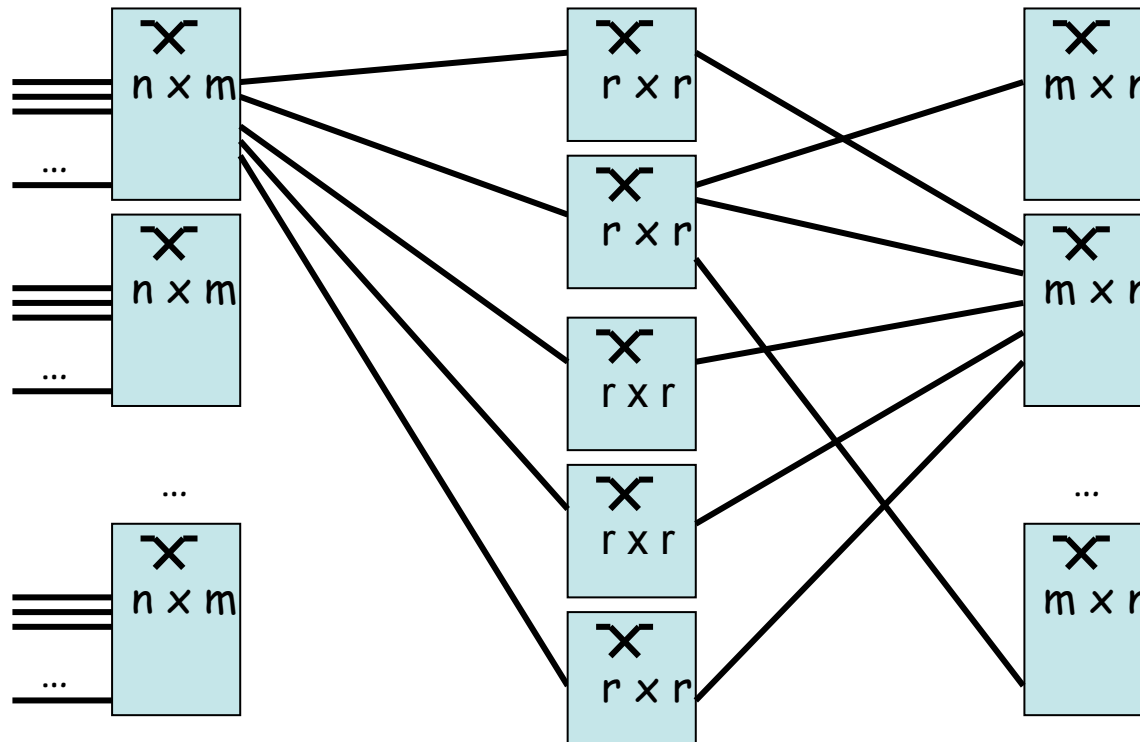
# Ejemplo

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



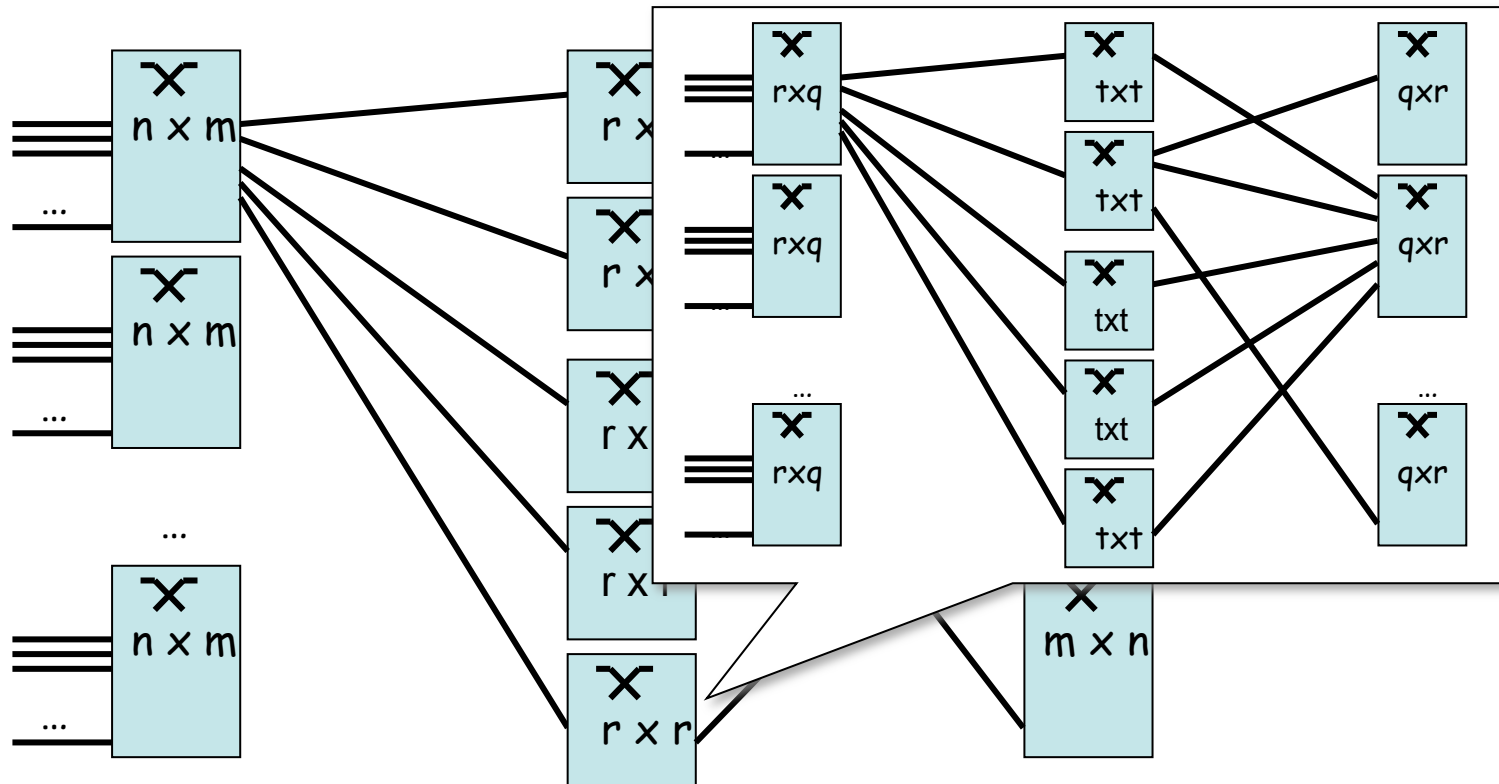
# Reducir más el nº de crosspoints

- 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