Conmutación de circuitos

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

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios
3º Ingeniería de Telecomunicación

Temario

- Introducción
- Arquitecturas, protocolos y estándares
- Conmutación de paquetes
- Conmutación de circuitos
  - **Principios básicos**
  - **Conmutadores, redes de Clos, T, S, TST…**
  - Prestaciones
- Tecnologías
- Control de acceso al medio en redes de área local
- Servicios de Internet

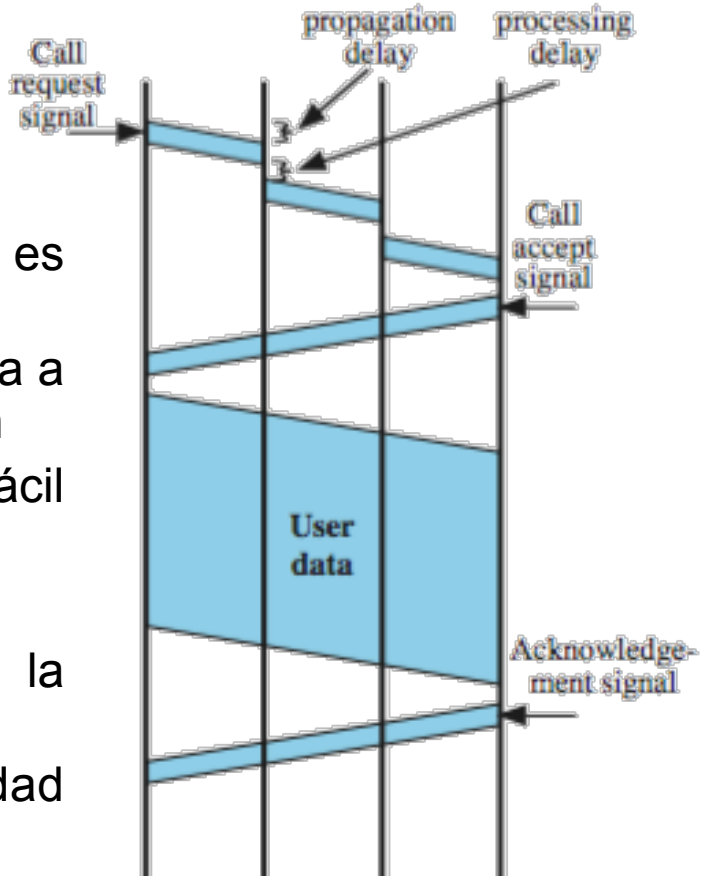
C. Circuitos vs C. Paquetes

- 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)

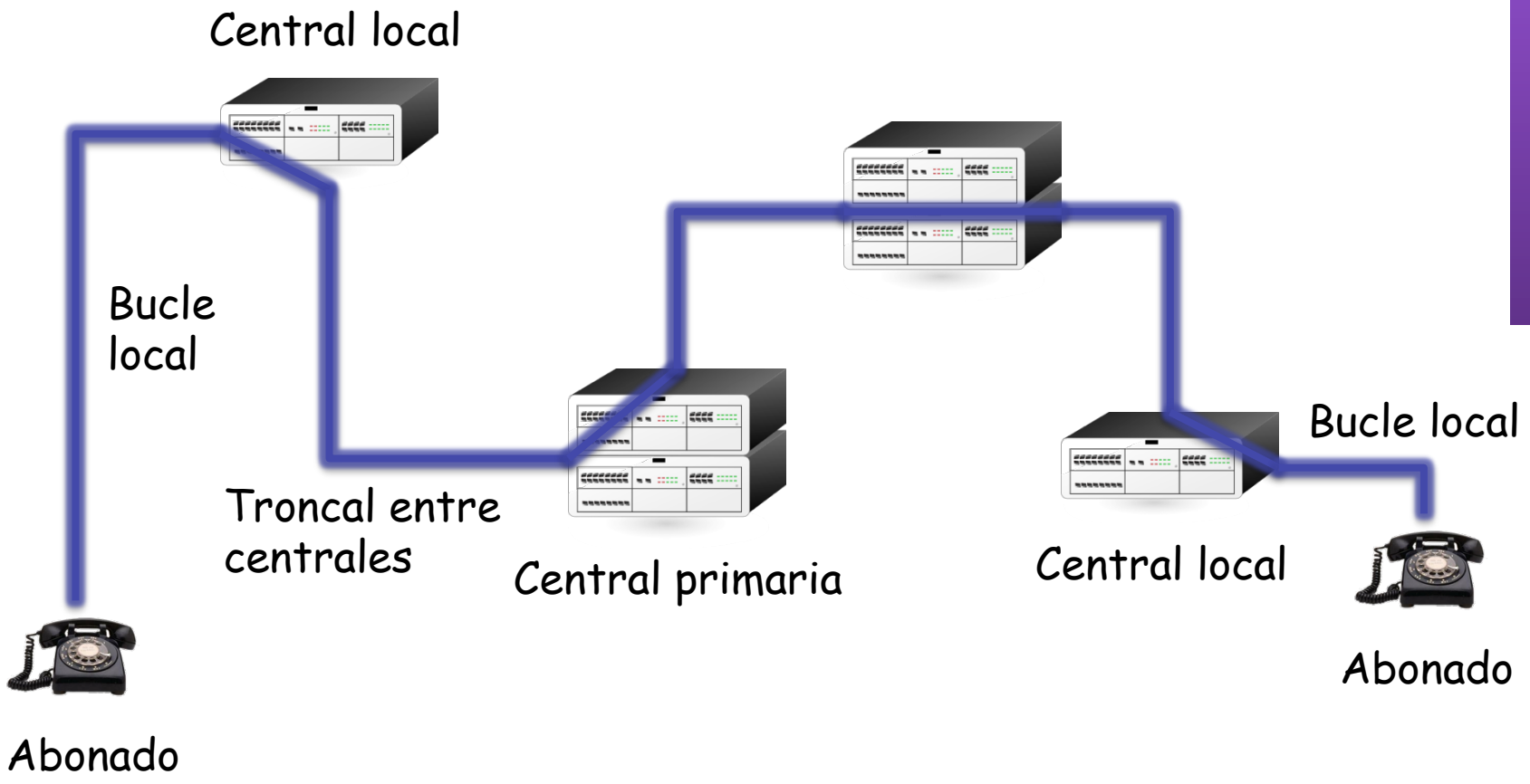
Conmutación de circuitos

- 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



Conmutación de circuitos

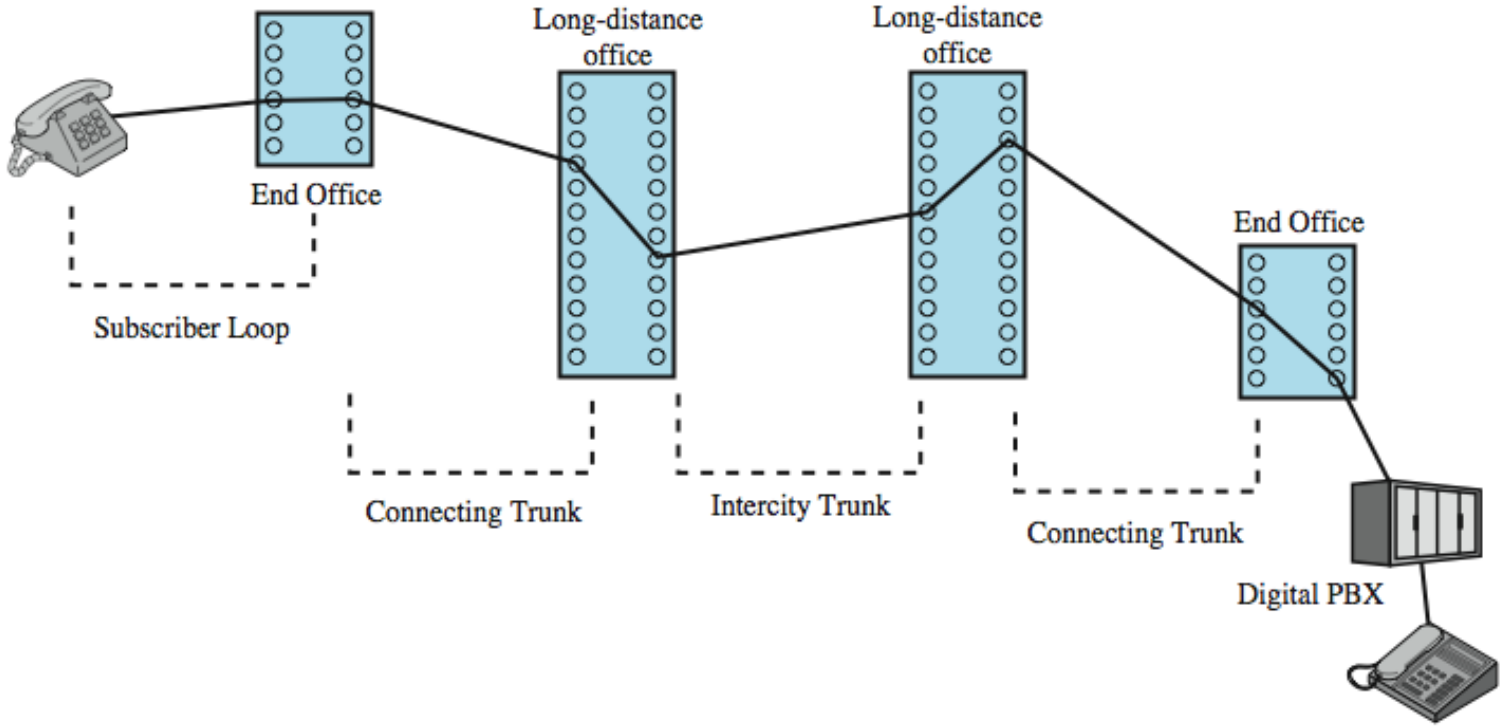
- Caso típico: red telefónica conmutada
- Enlaces troncales permiten cursar múltiples llamadas simultáneamente



PSTN

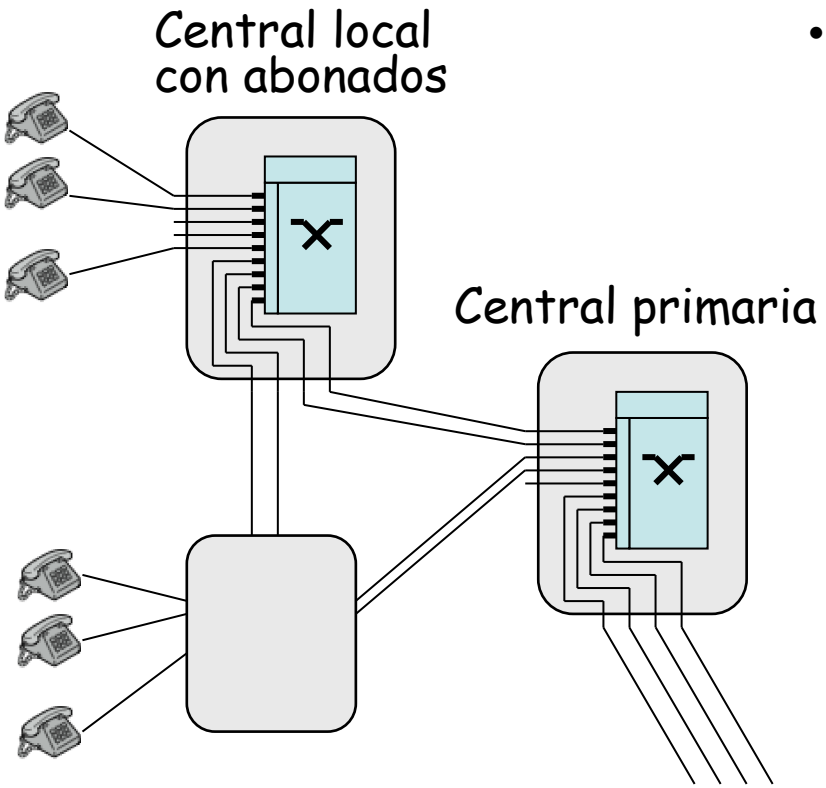
Red pública telefónica conmutada

- 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 !



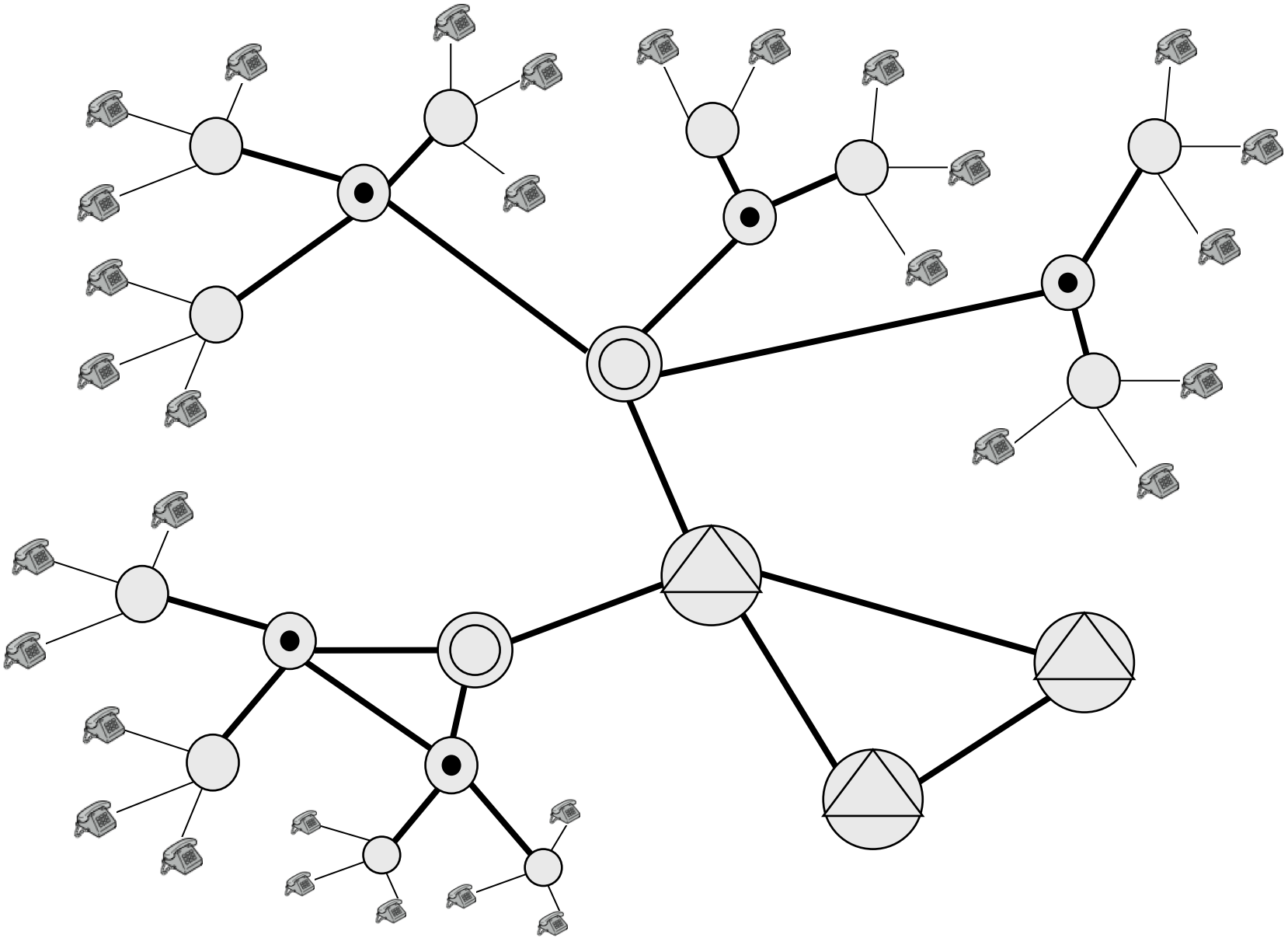
Arquitectura de la red

- Centrales locales:
  - Conectan a usuarios de esa central entre si
  - Conectan a usuarios a una de las líneas troncales



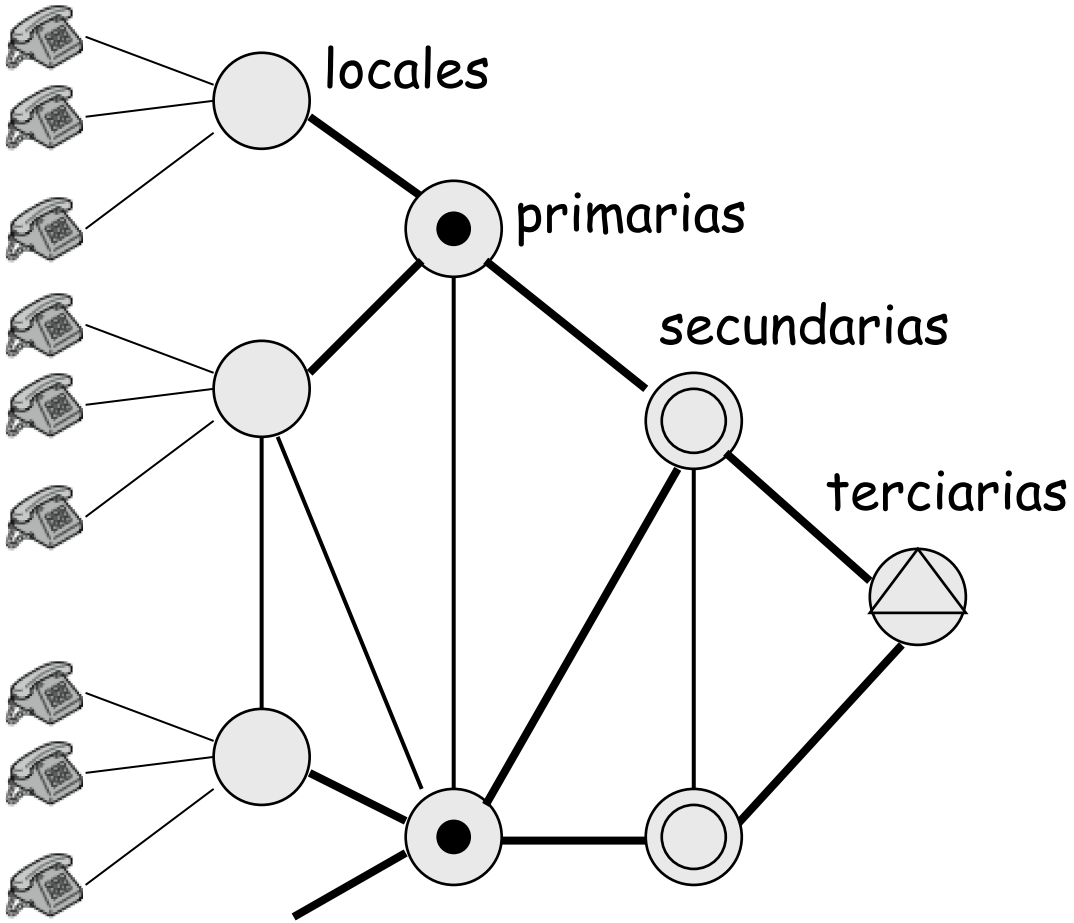
- Centrales primarias, secundarias, terciarias:
  - Conectan líneas entre centrales
- Los enlaces entre centrales son conjuntos de líneas que se pueden conectar por separado
- Bell System Hierarchy, Switch Class:
  1- Regional center
  2- Sectional center
  3- Primary center
  4- Toll center
  5- End office

Arquitectura de la red

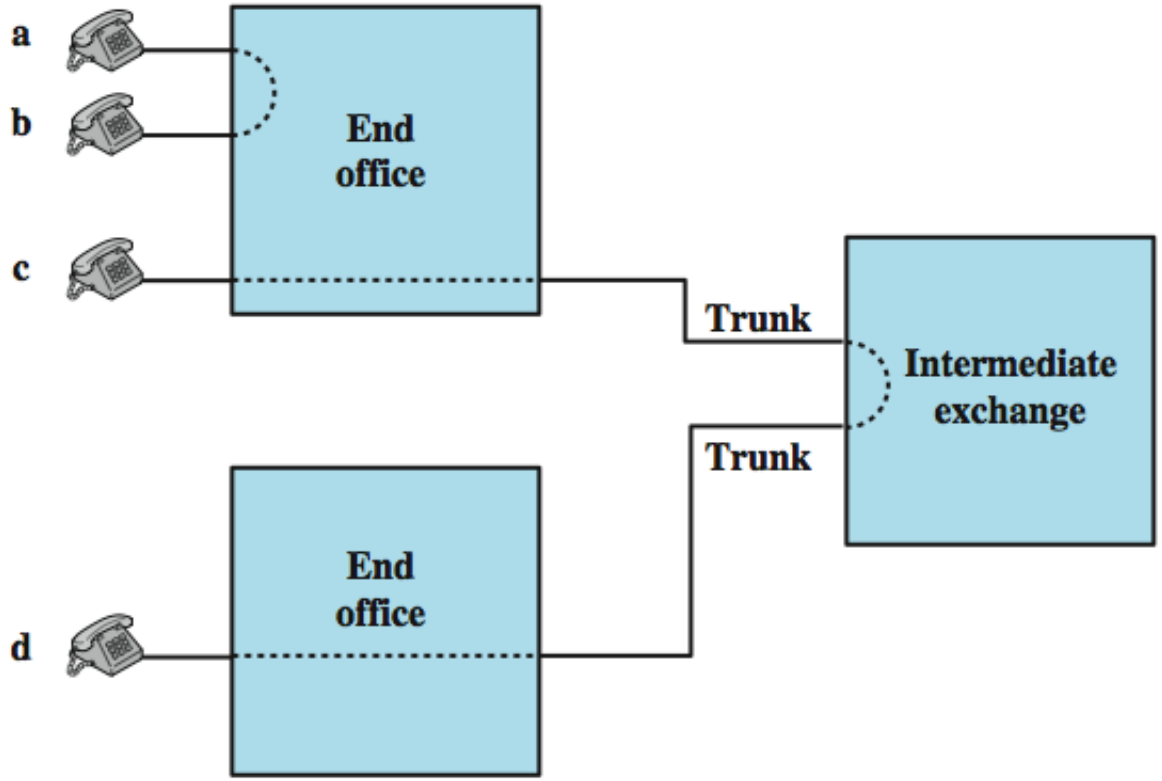


Arquitectura de la red

- Las centrales se organizan en red jerárquica por niveles (locales, primarias, secundarias, terciarias…)
- Facilita el encaminamiento: siempre hay un superior jerárquico
- Redundancia



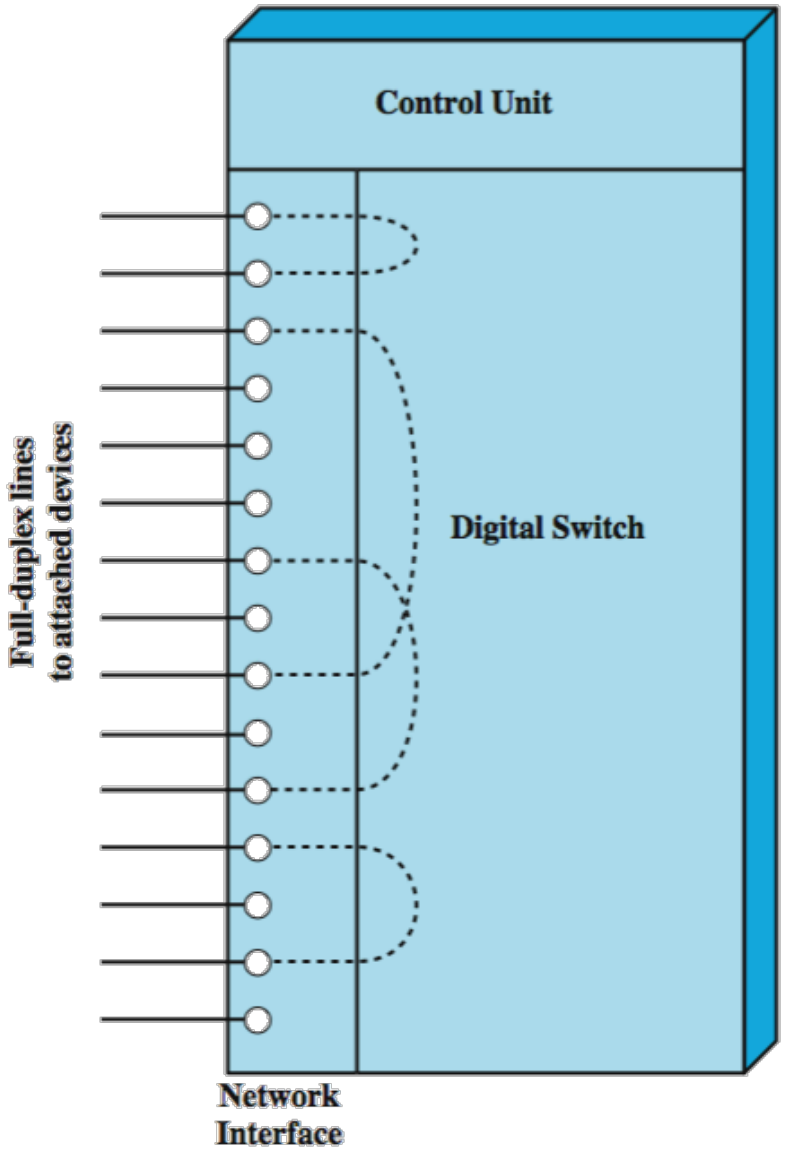
Establecimiento de circuitos

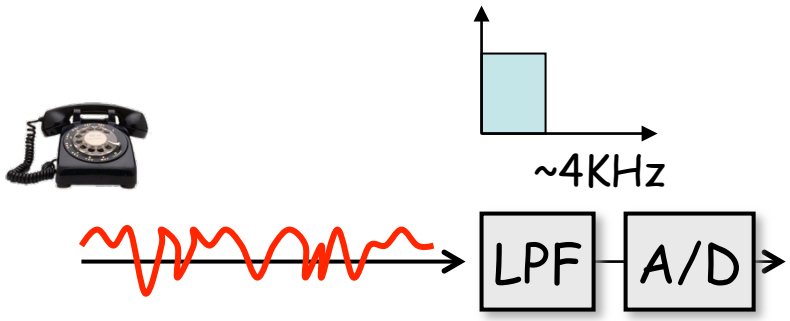


- Tráfico entre usuarios de la misma central no sale de la central
- Tráfico entre usuarios de diferentes centrales se cursa a través de enlaces troncales (*trunk*) y posibles centrales intermedias

Elemento de conmutación de circuitos

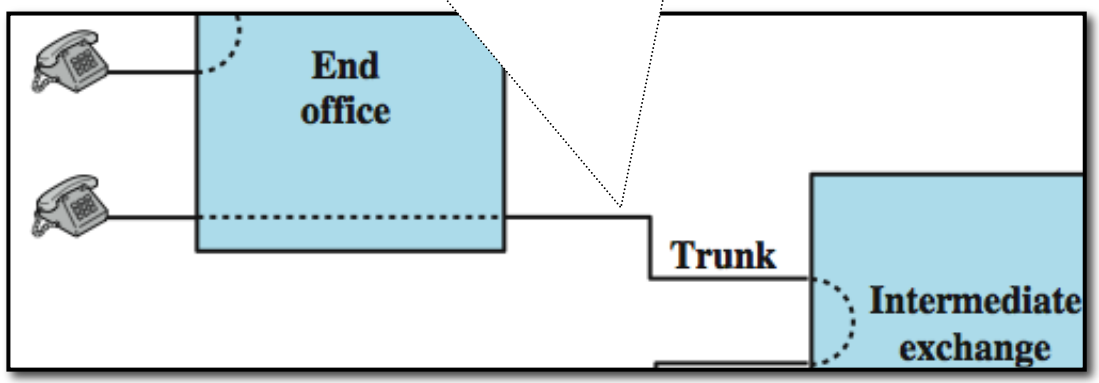
- Líneas de entrada
  - Full-duplex
- Unidad de control
  - Establece, mantiene y libera caminos en el switch
- Conmutador digital
  - Conecta entre si las líneas de entrada según le indica la unidad de control

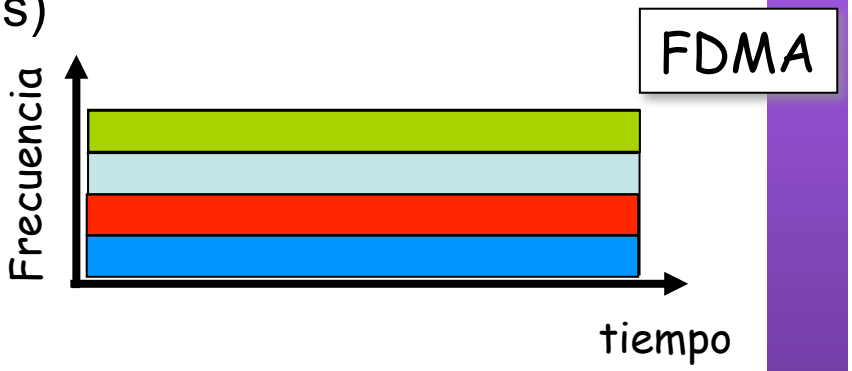


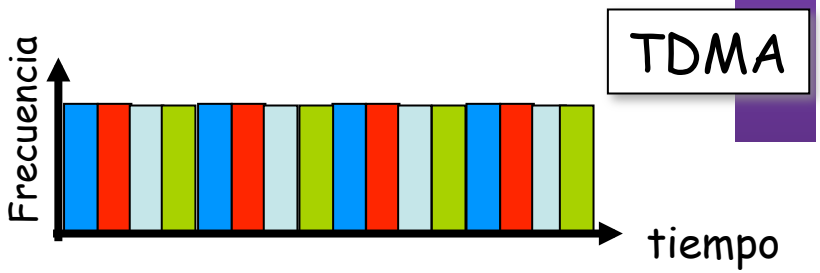


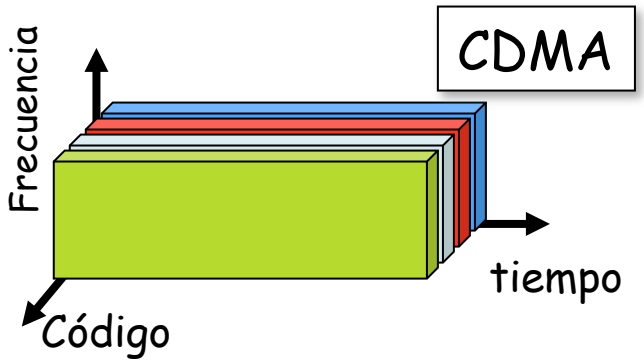
Trunks (troncales)

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





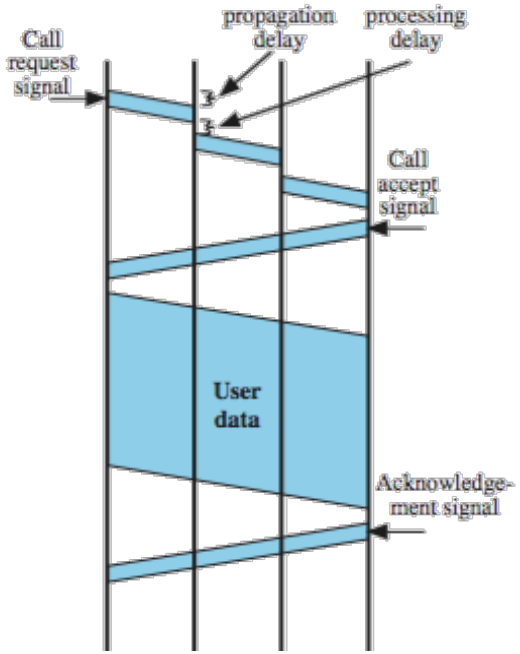


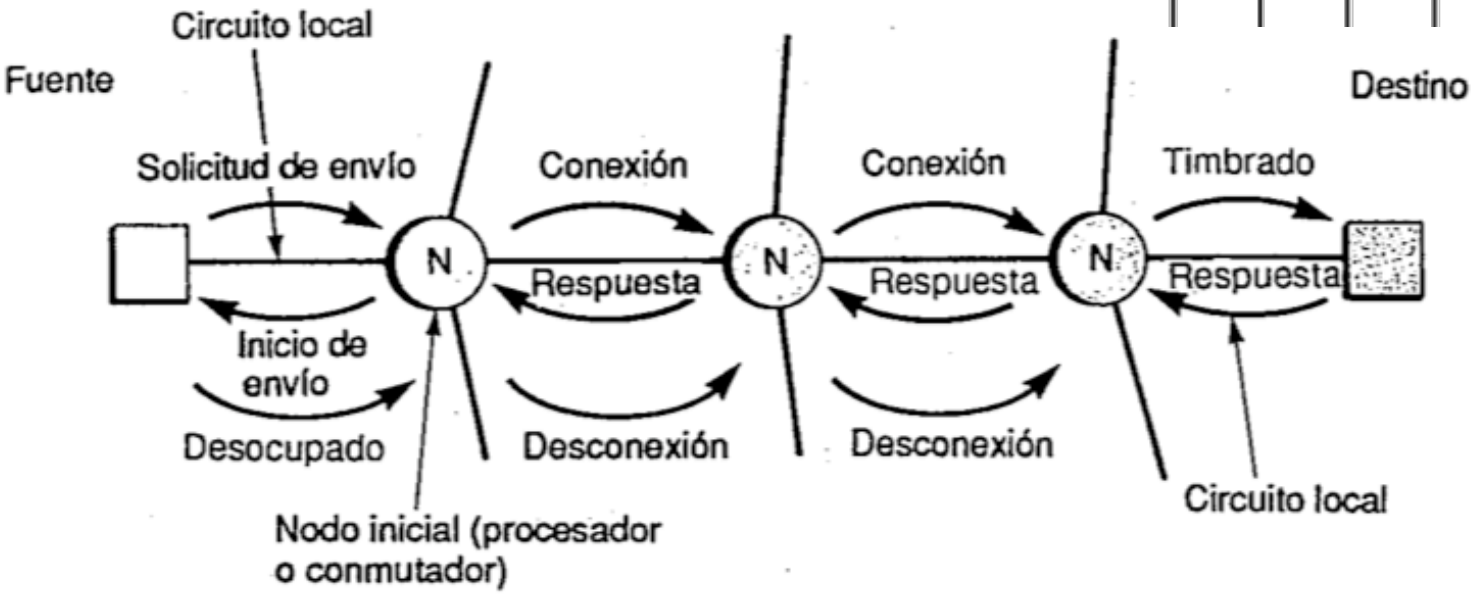


Señalización

"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





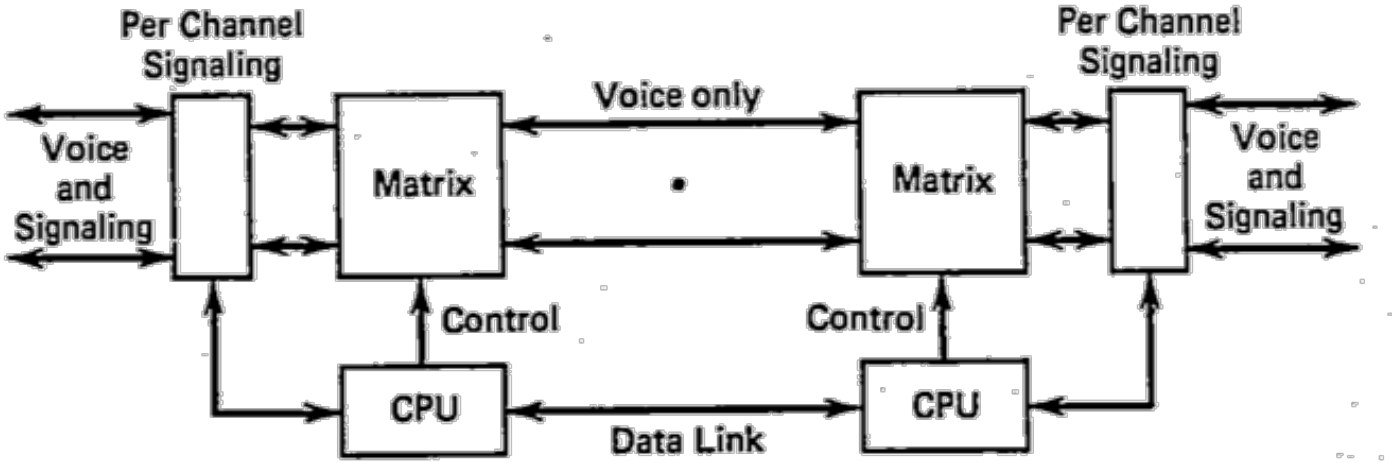
Señalización

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

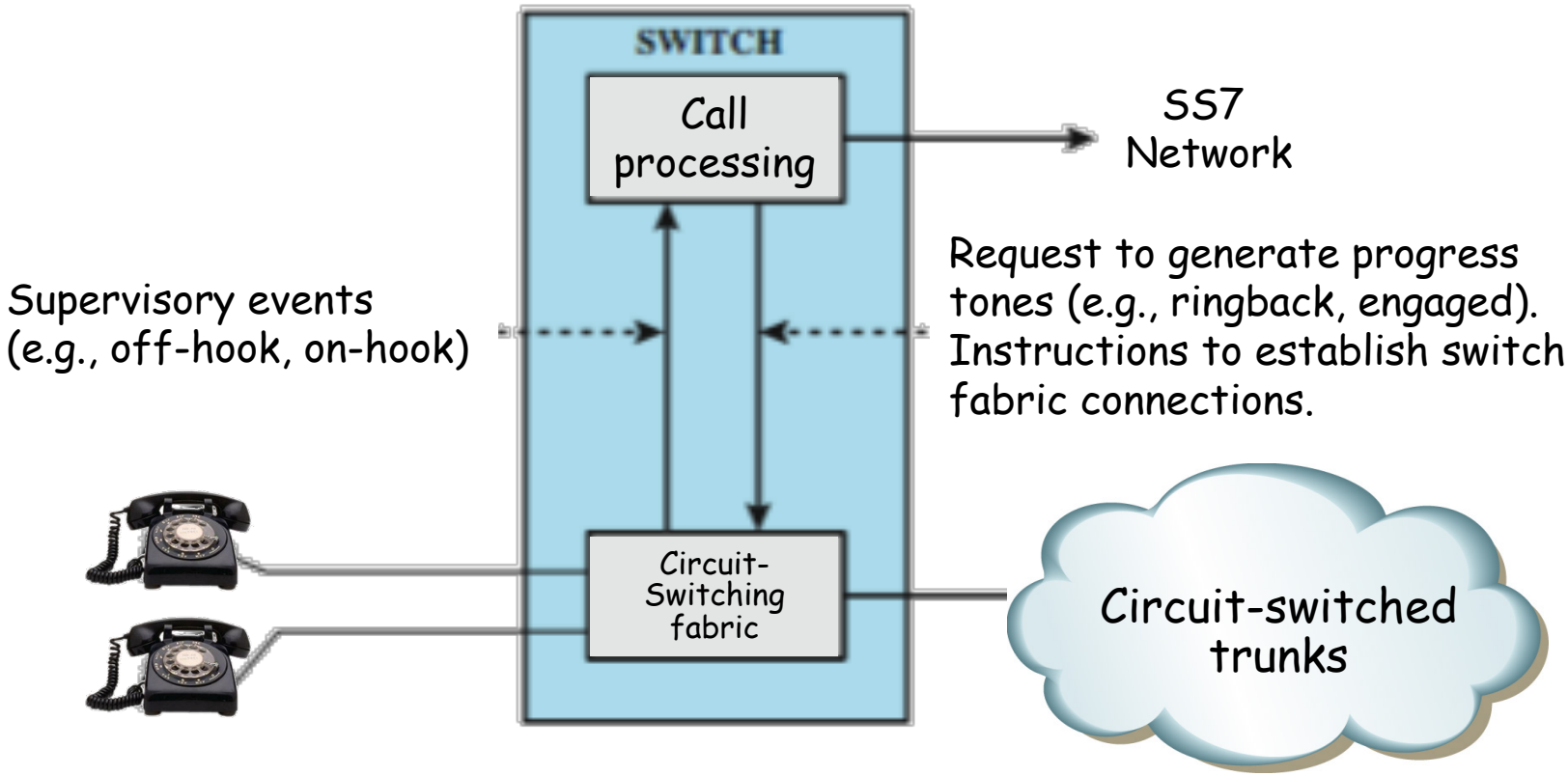
Señalización por canal común (CCS = Common Channel Signaling)

- 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)

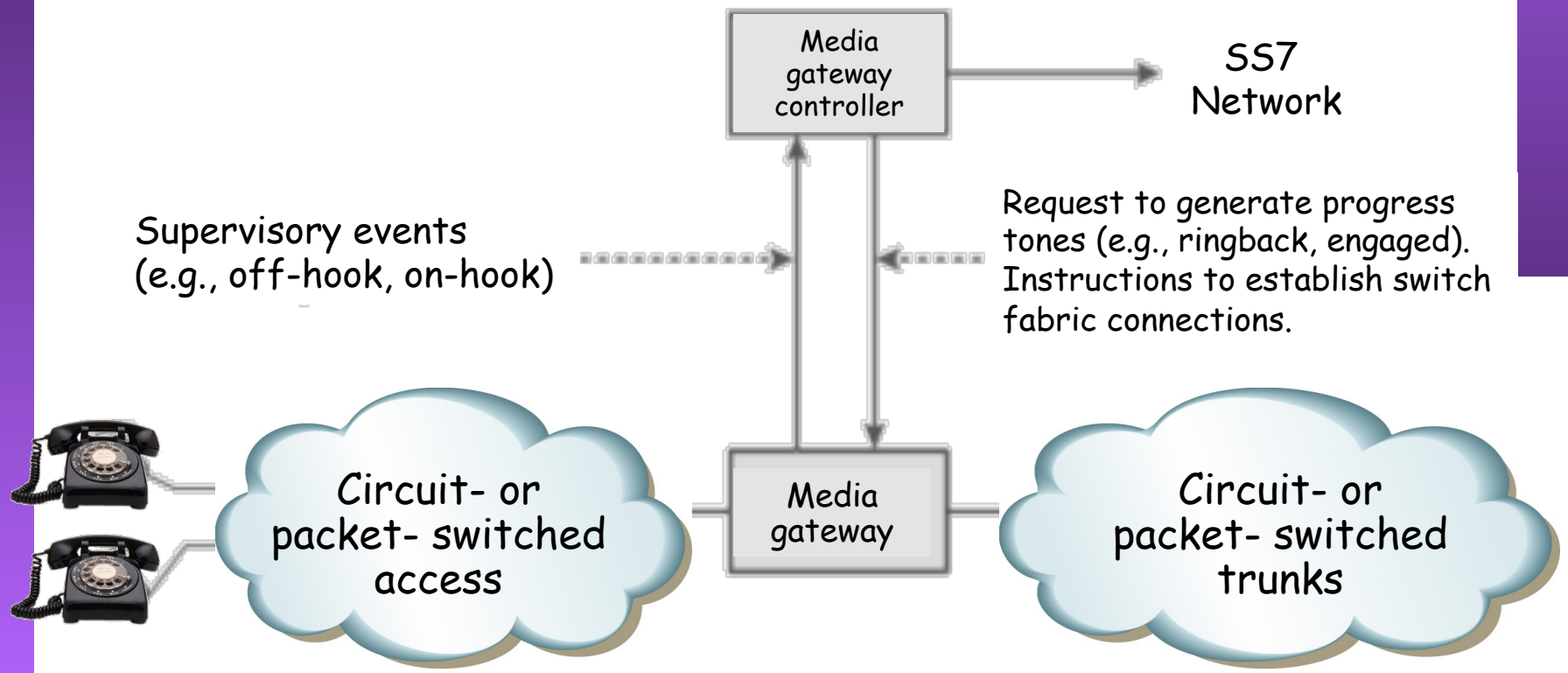


Conmutadores

Nodo tradicional

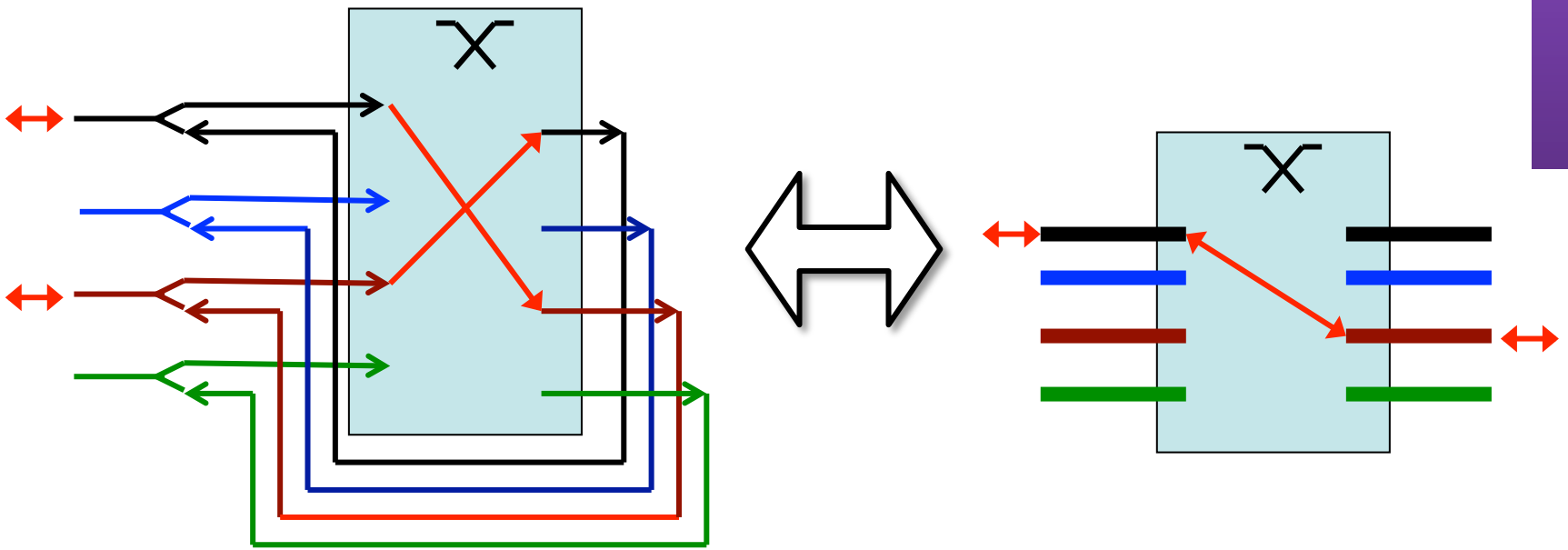


Softswitch


Media gateway controller
SS7 Network
Supervisory events (e.g., off-hook, on-hook)
Request to generate progress tones (e.g., ringback, engaged). Instructions to establish switch fabric connections.
Circuit- or packet- switched access
Media gateway
Circuit- or packet- switched trunks

Conmutadores

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



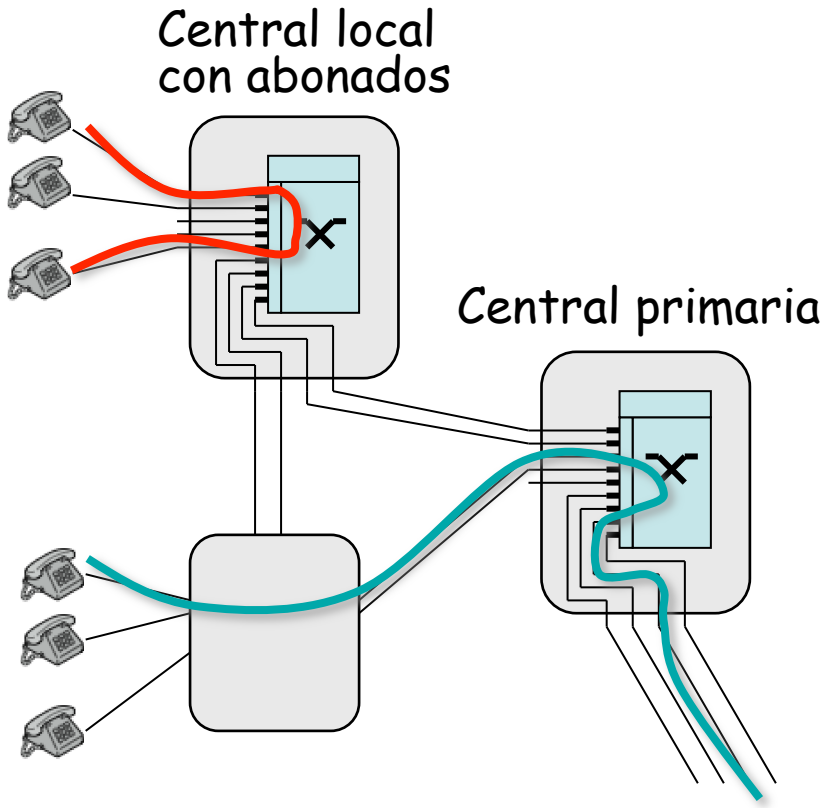
Conmutadores

Line switch

- Central local
- Inteconecta líneas individuales
- Debe conectar una entrada específica con una salida específica

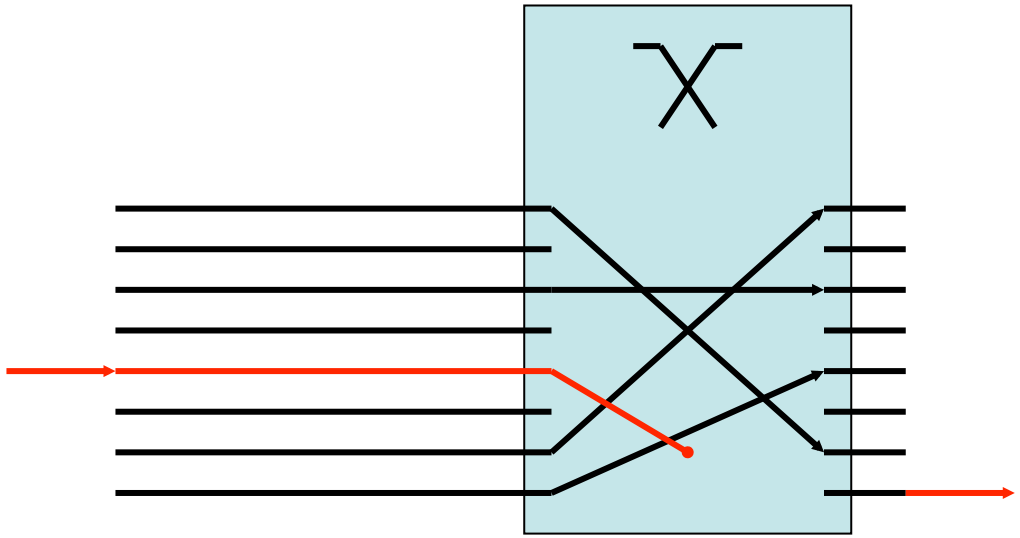
Transit switch

- Interconecta troncales
- Debe conectar una entrada específica con una salida *cualquiera en la troncal correcta*



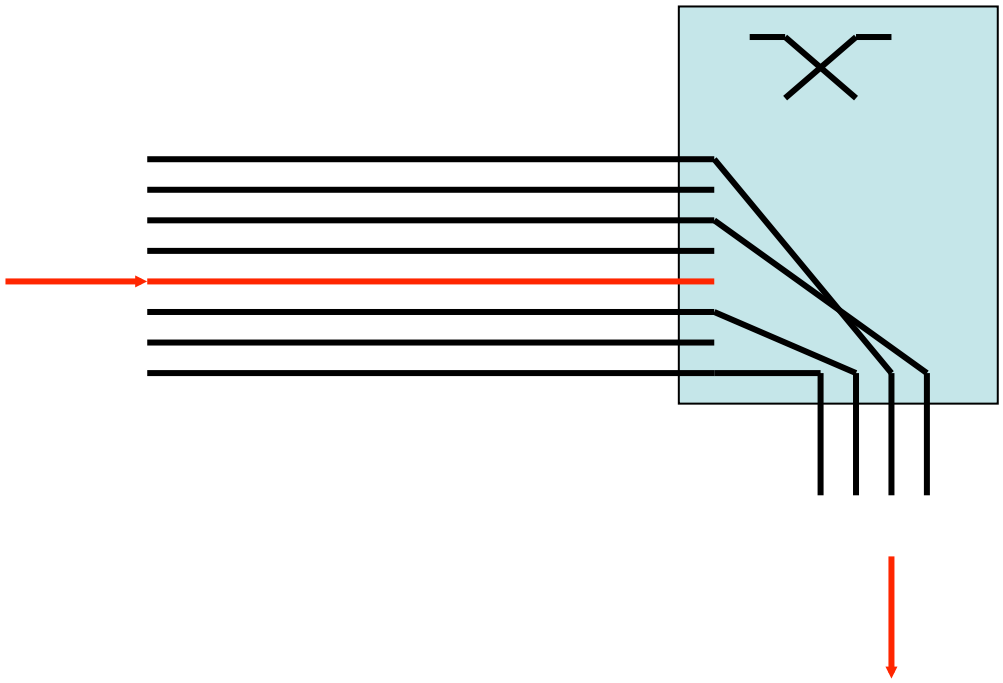
Bloqueo

- 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
- Bloqueo externo
  - El conmutador no tiene suficientes recursos de salida para cursar una nueva llamada



Bloqueo

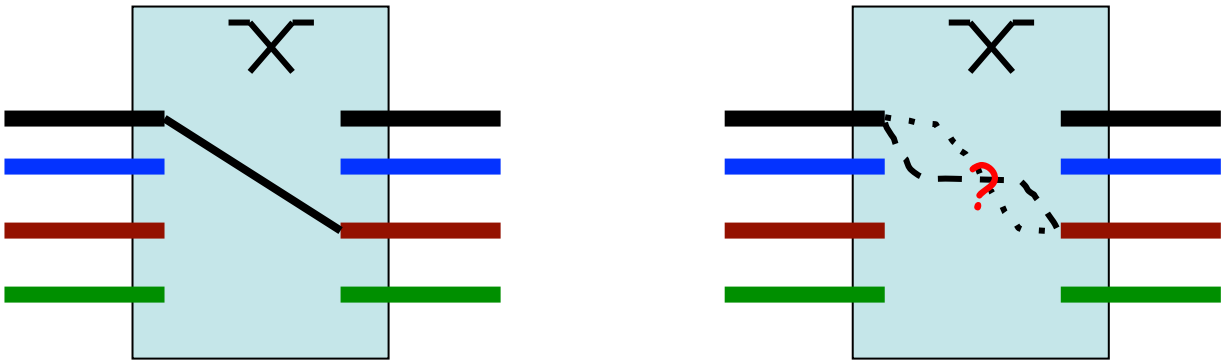
- Cuando no se puede interconectar dos estaciones aunque estén libres
- Red de conmutación con bloqueo
  - En sistemas de voz se suele utilizar
  - Llamadas de voz suelen ser de corta duración
  - Se dimensiona para que suceda infrecuentemente
- Red de conmutación sin bloqueo
  - Permite a todas las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

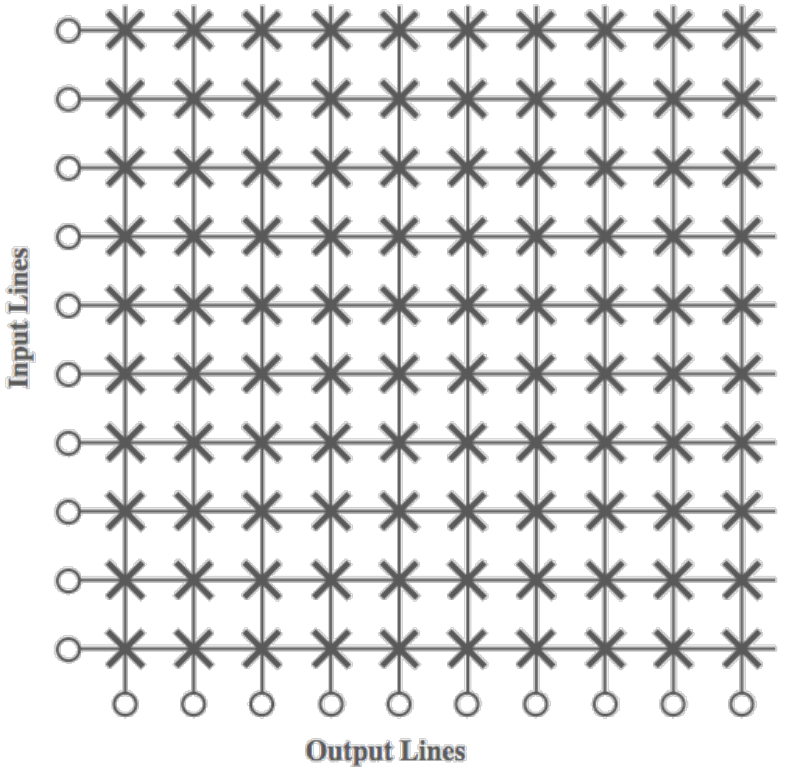
- Múltiples caminos entre los puertos de entrada y los de salida
- La capacidad del switch suele ser = capacidad de cada camino x nº de caminos simultáneos
- Clasificados según el número de caminos posibles:
  - Single-Path Switches
    - Solo 1 camino para un par <entrada, salida>
    - La selección de camino es simple (solo hay 1 posible !)
  - 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

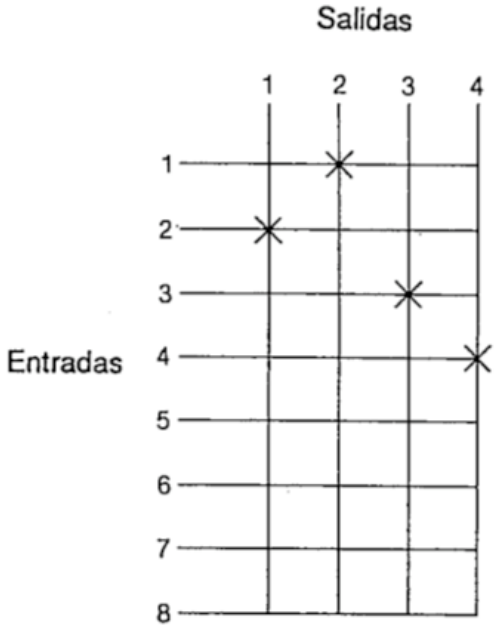
Space division switch



NxN crossbar matrix (N=10)

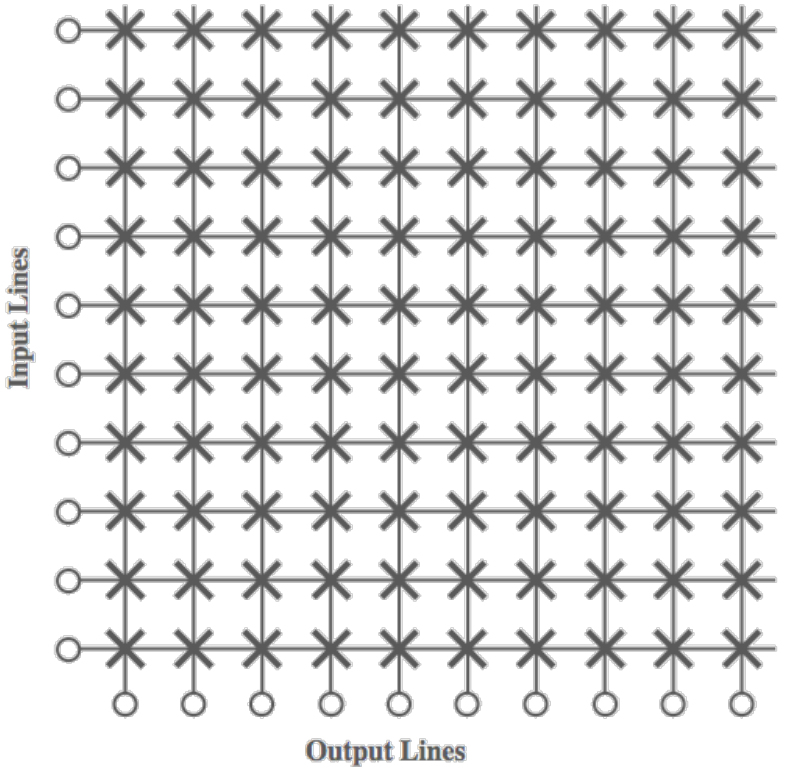
Conmutador espacial

- Conmutador NxK
- Si K≥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



NxN crossbar matrix (N=10)

Resumen

- Conmutación de circuitos
  - Establecer caminos *físicos* para conectar dos terminales
  - Señalización para control entre nodos y entre usuarios y nodos
- Conmutadores
  - Bloqueo
  - *Crossbar*