

# Conmutación de circuitos Tráfico

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. Encaminamiento
7. Transporte fiable
8. Programación para redes y servicios

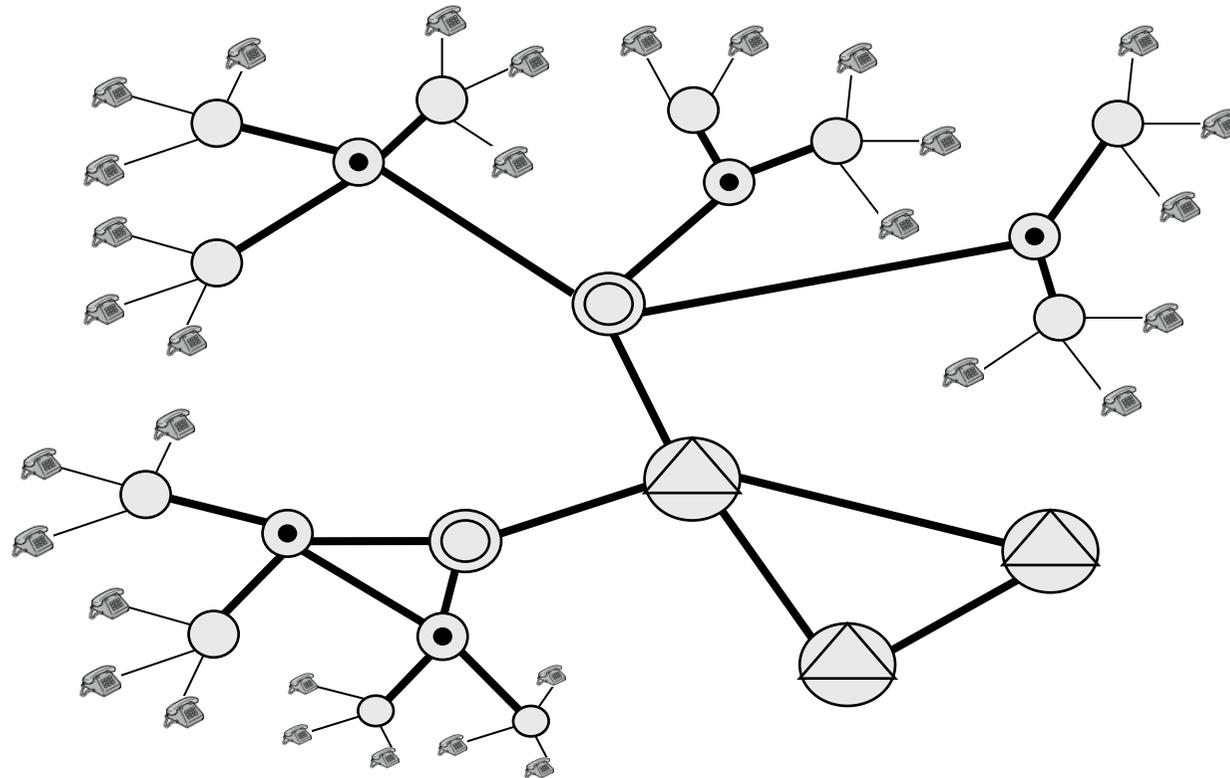
# Objetivos

- Comprender la problemática del bloqueo externo
- Comprender y calcular valores de intensidad de tráfico

# PSTN: Objetivos de diseño

# Hemos visto

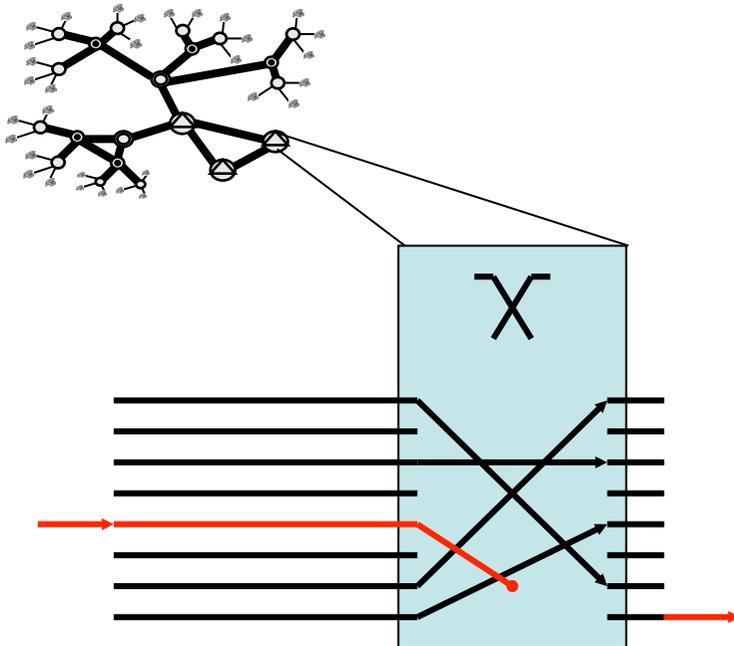
- Arquitectura de la red telefónica



# Hemos visto

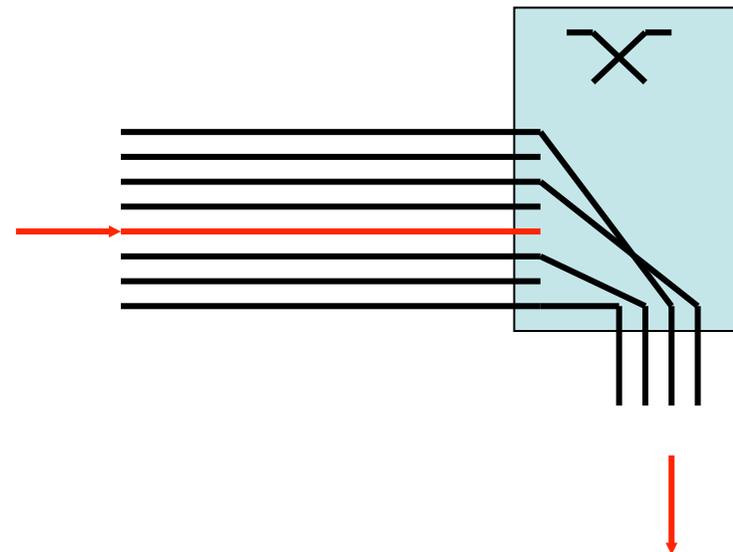
## Bloqueo interno

- El conmutador no tiene recursos para hacer llegar un circuito de la entrada a la salida



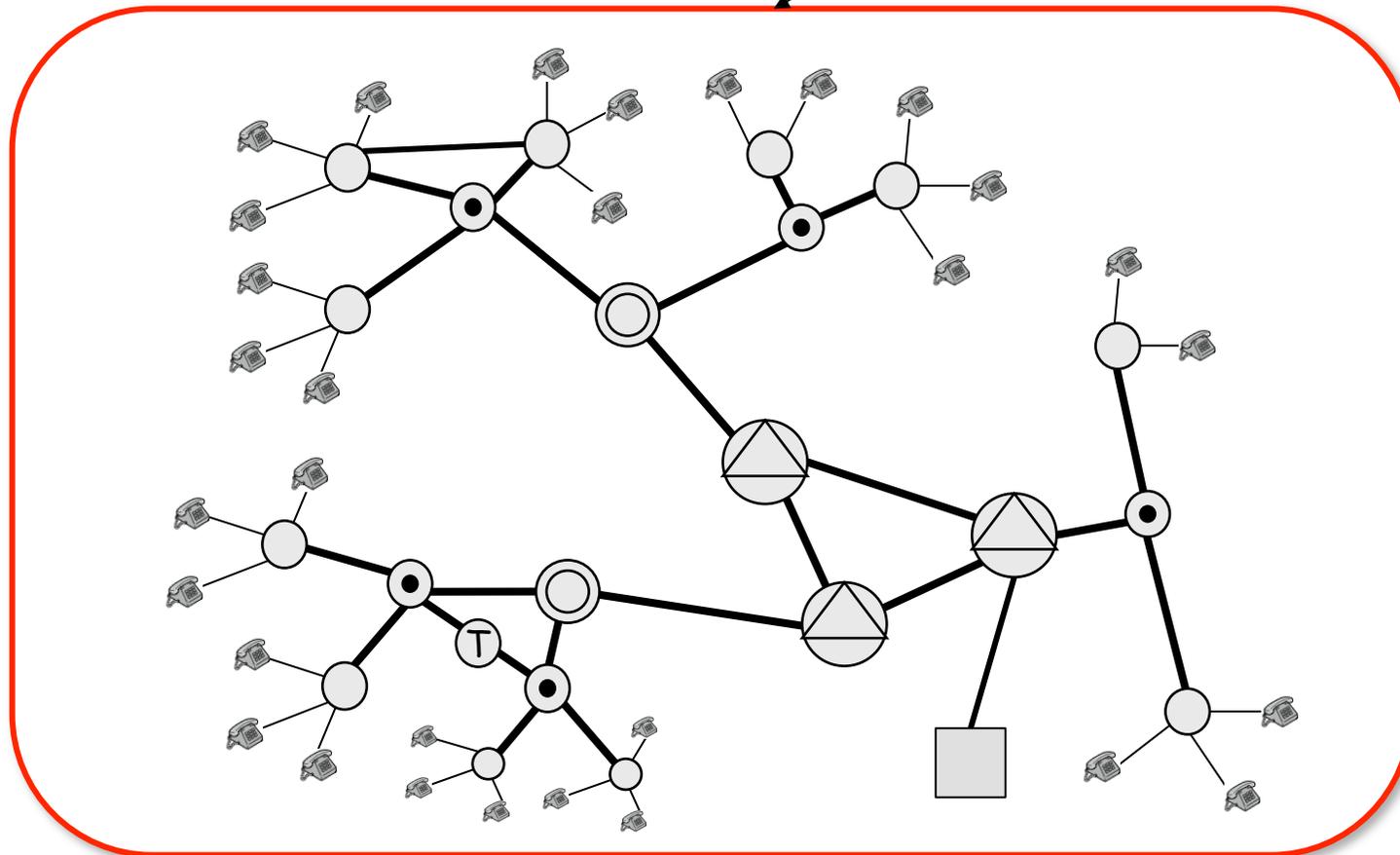
## Bloqueo externo

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



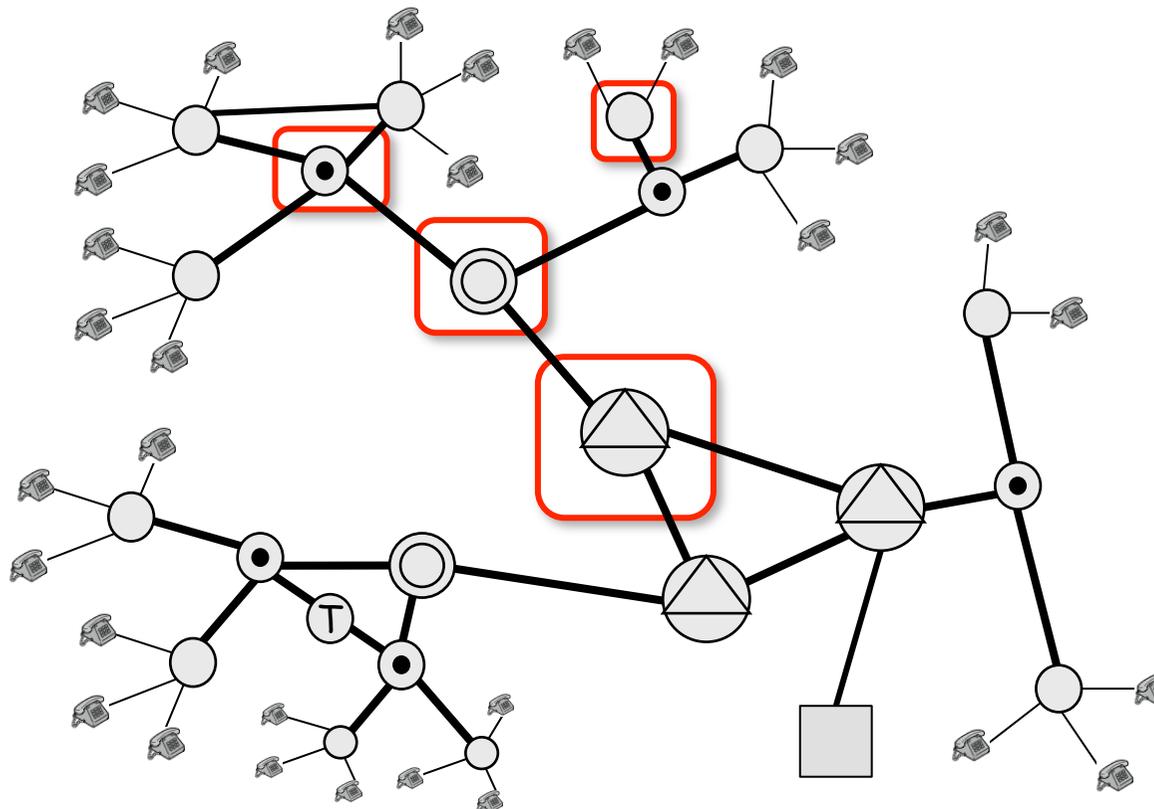
# Objetivo: Diseño

- Normalmente equipamiento asume que no todos los usuarios requerirán servicio al mismo tiempo
- Diseñar la red (topología)



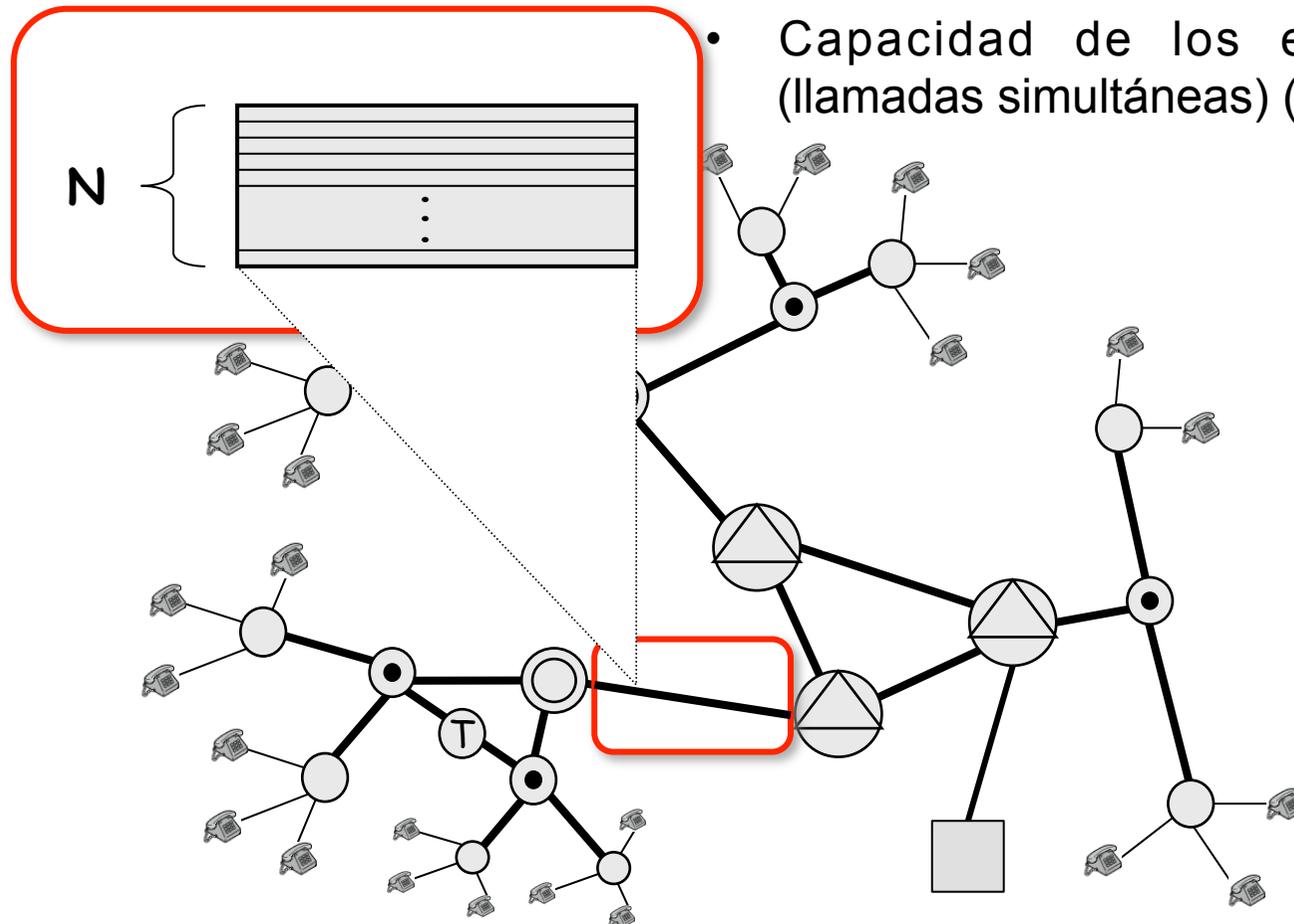
# Objetivo: Diseño

- Normalmente equipamiento asume que no todos los usuarios requerirán servicio al mismo tiempo
- Diseñar la red (topología)
- Capacidad de conmutación interna de las centrales (bloqueo interno) (...)



# Objetivo: Diseño

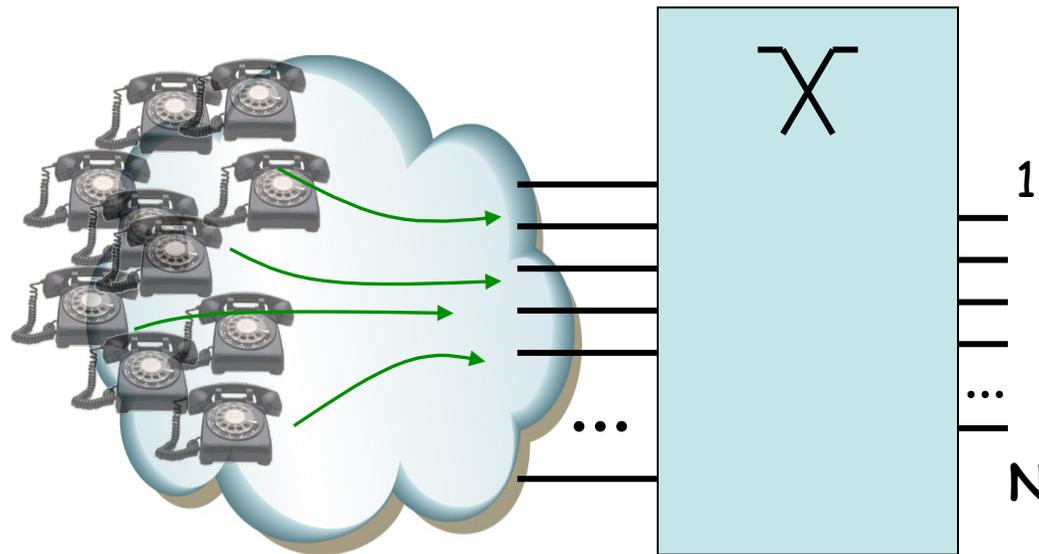
- Normalmente equipamiento asume que no todos los usuarios requerirán servicio al mismo tiempo
- Diseñar la red (topología)
- Capacidad de conmutación interna de las centrales (bloqueo interno) (...)
- Capacidad de los enlaces (llamadas simultáneas) (...)





# Problema tipo a resolver

- Conmutador con líneas de entrada y de salida
- Entradas usuarios finales o troncales: lo que nos importará es la cantidad de llamadas que llegan al conmutador
- Salidas troncales (máximo  $N$  llamadas simultáneas salen)
- Decidir  $N$  para poder cursar las llamadas con una probabilidad de bloqueo máxima objetivo
- o decidir la cantidad de llamadas que puede cursar para un  $N$  y ese máximo bloqueo



# Carga o tráfico

# Definiciones

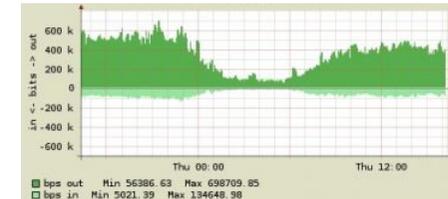
## Capacidad

- Recursos de un sistema para dar un servicio, número de líneas de salida...
- Ej: nuestra centralita tiene 5 líneas para llamadas salientes



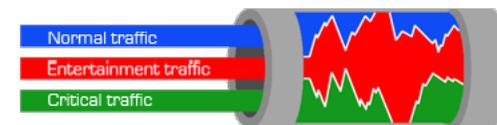
## Carga (Intensidad de tráfico)

- Cantidad de servicio demandada al sistema, medida como cantidad de recursos necesarios en un determinado momento
- Ej: nuestra centralita recibe en media 3.2 llamadas por minuto



## Calidad de servicio

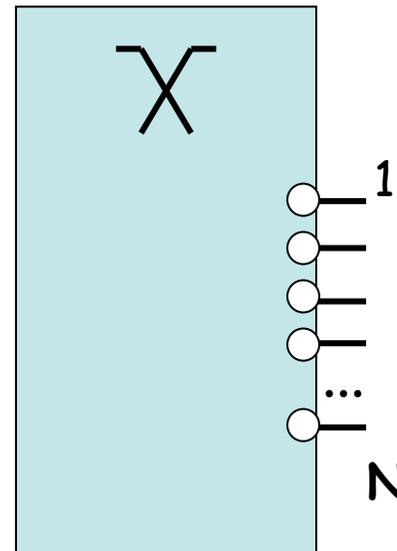
- Medida del servicio obtenido del sistema
- Ej: nuestra centralita, con las líneas de entrada que tenemos y la carga típica que soporta, pierde menos del 0.1% de las llamadas



A continuación en más detalle...

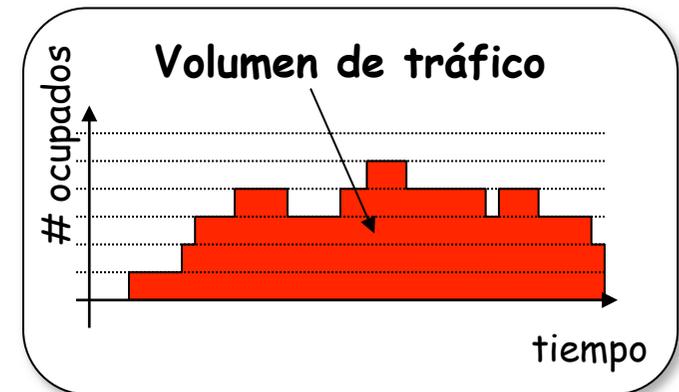
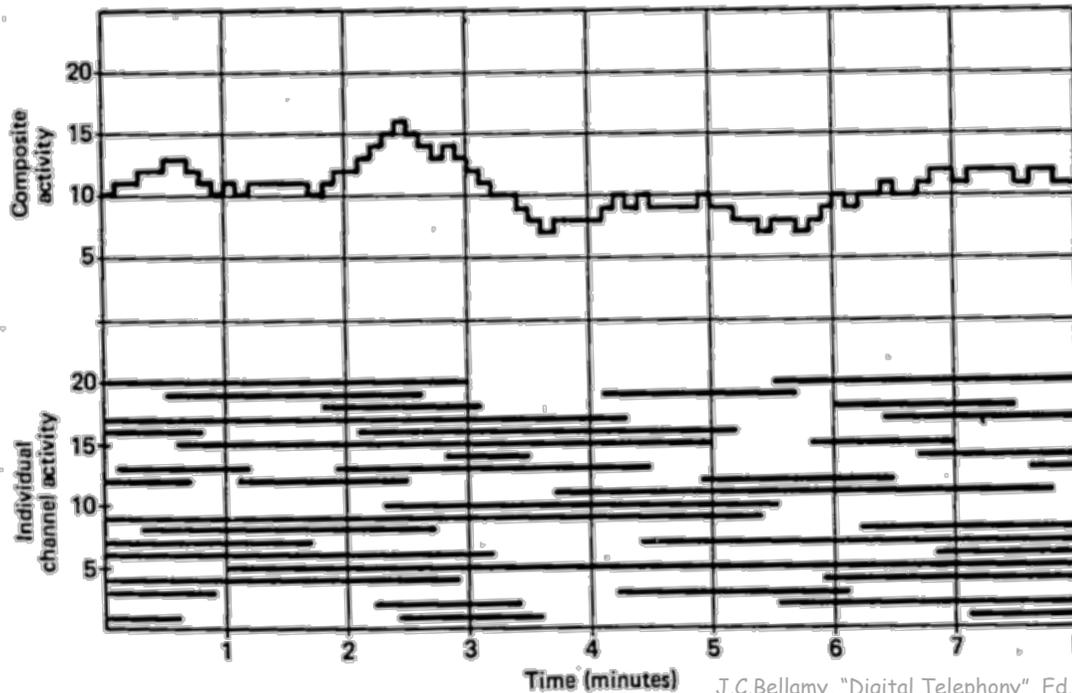
# Capacidad

- Medida de la habilidad del sistema para proporcionar servicio
- Típicamente se mide como el número de servidores (líneas de salida, puertos de un conmutador...)
- Variable de diseño del sistema
- Proporcional al coste
  - Más capacidad = más coste y más calidad de servicio



# Carga o Tráfico

- Medida de la demanda de servicio al sistema
- Agregación de todas las peticiones de servicio de los usuarios
- = recursos en uso del sistema bajo condiciones de servicio ideales
- **Variables aleatorias**
  - Peticiones de servicio llegan de forma aleatoria
  - Solicitan servicio durante una cantidad de tiempo no predecible
- Volumen de tráfico: suma de las duraciones de los servicios



# Carga o Tráfico

- Depende de
  - Número de usuarios ( $n$ )
  - Tasa a la que generan llamadas ( $\lambda_i$ )
  - Duración de las llamadas ( $s$ )
- No distingue el efecto de  $n$  del efecto de  $\lambda_i$ 
  - Ej: 600 usuarios, cada uno con una petición por hora, es equivalente a 10 usuarios con una petición por minuto cada uno
- Normalmente lo reducimos a:
  - Tasa de generación de llamadas de todos los usuarios ( $\lambda$ )
  - Duración de las llamadas ( $s$ )
- El primer paso del análisis de tráfico es la caracterización de las llegadas de peticiones y la duración de las mismas

# Medida del Tráfico

- Intensidad de tráfico

$$I = \frac{\text{Volumen de tráfico}}{\text{Tiempo de observación}} = \frac{\text{Tiempo acumulado de ocupación}}{\text{Tiempo de observación}}$$

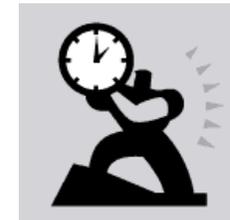


- Sin unidades físicas. Se mide en *Erlangs (E)* (*Agner Krarup Erlang 1878-1929*)
- **1 Erlang** = el tráfico que mantiene ocupada completamente una línea durante el tiempo de observación
- Intensidad de tráfico media: empleando el volumen *medio* de tráfico en el intervalo de observación
- La máxima cantidad de tráfico que pueden cursar N líneas es de N Erlangs

# Ejercicio

- 600 usuarios, cada uno en media hace 1 llamada por hora
- El tiempo medio de duración de las llamadas es de 3 minutos
- ¿Intensidad de tráfico media?

3 minutos





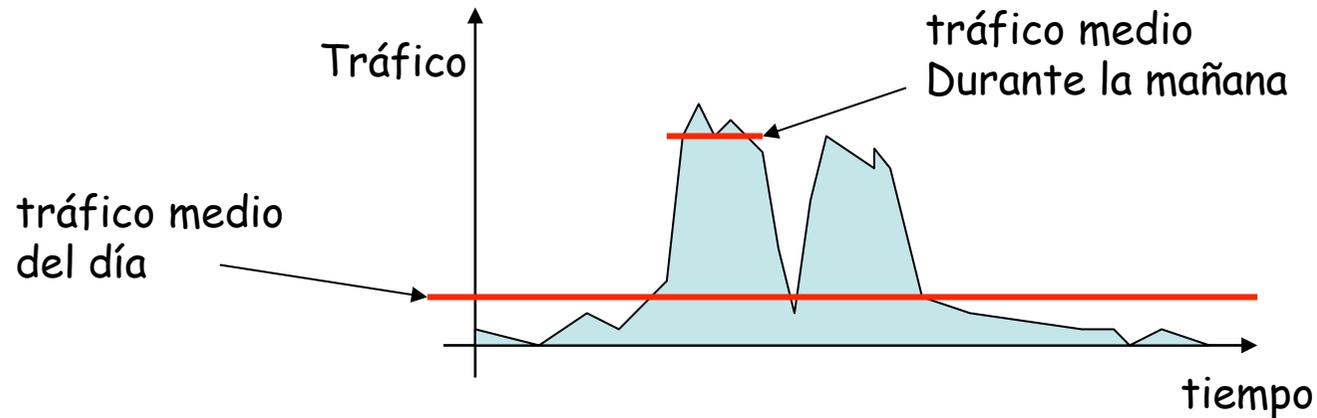
# Hora cargada

# Tráfico ofrecido y cursado



# Medida del Tráfico

- Normalmente la intensidad del tráfico varía con el tiempo (no es un proceso estocástico estacionario) pero se puede considerar estable en un tiempo limitado

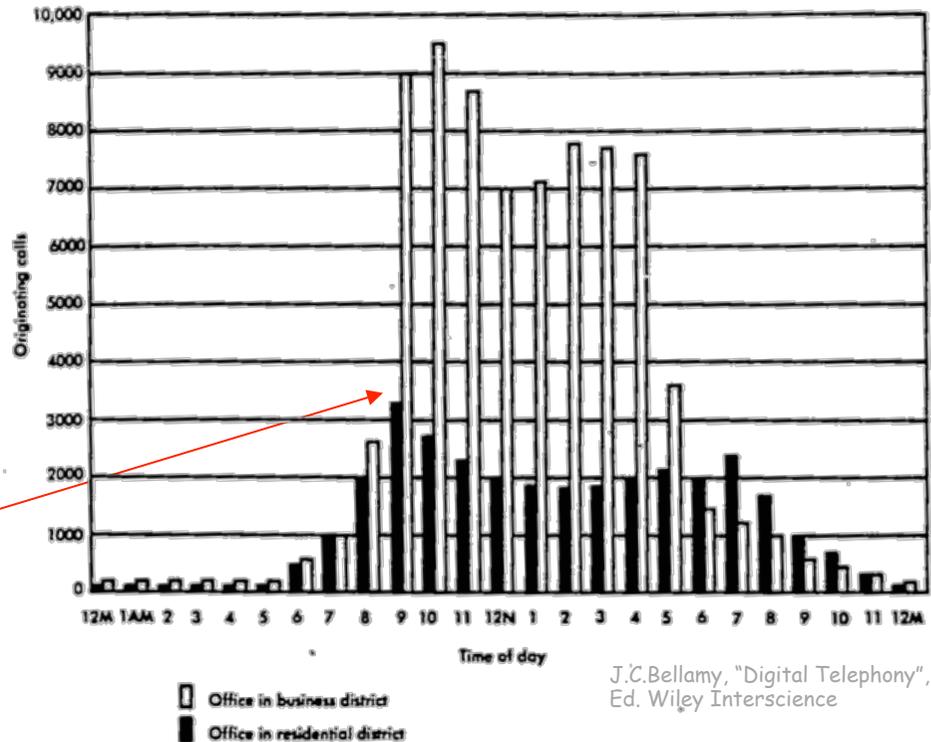


- En telefonía se caracteriza por horas
- Varía entre meses, entre días y entre horas del mismo día (y dentro de la hora)
- Suele haber patrones semanales
- Días de fiesta, el clima, etc. afectan al patrón

# Hora cargada (“busy hour”)

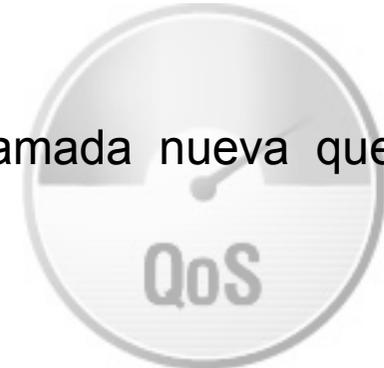
- Periodo de 60 minutos consecutivos durante los cuales el volumen de tráfico es máximo
- Los análisis para dimensionamiento de equipos se efectúan siempre sobre la **hora cargada**
- Para determinarla se toman medidas en **intervalos de 15min** y entonces es el periodo de tiempo de 4 intervalos consecutivos con mayor volumen de tráfico
- Se calcula la hora cargada en un periodo largo (unas semanas) en la época del año de mayor tráfico
- Diferentes patrones usuarios residenciales y empresariales

- No es el volumen de tráfico mayor del año (nochevieja, día de la madre,...) pues llevaría a un sobredimensionamiento para la mayor parte del tiempo
- 1 teléfono en hora cargada approx. 0.05-0.1E y 3-4min duración



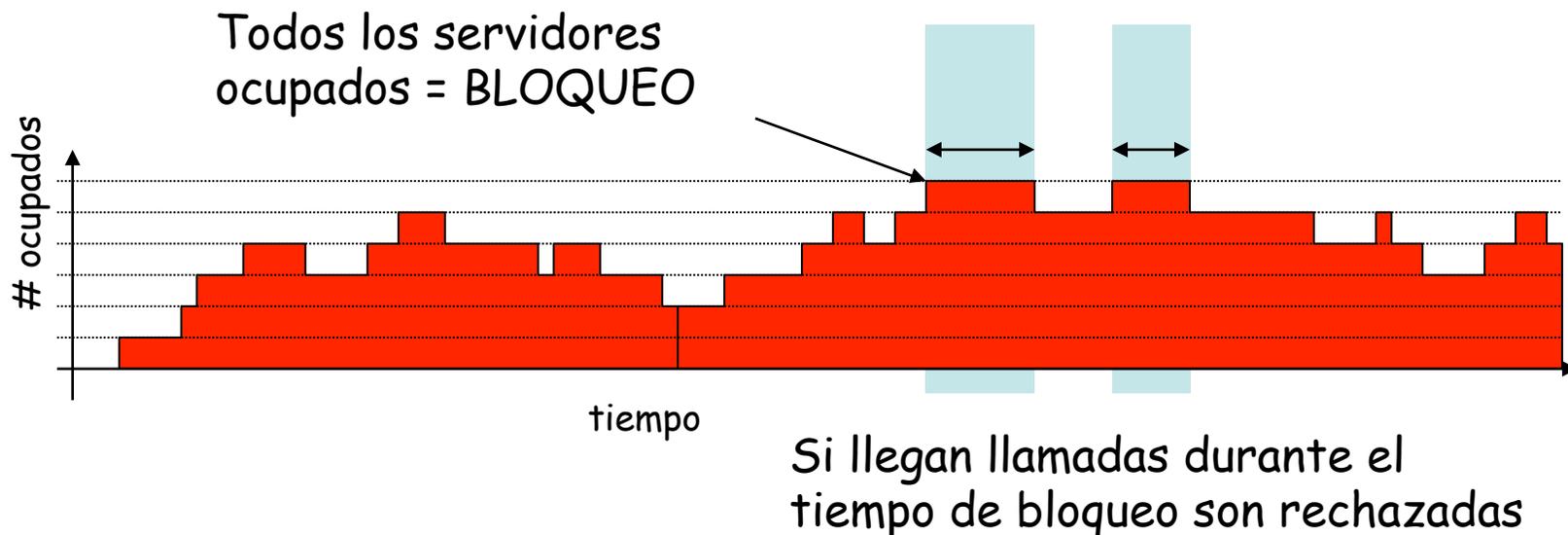
# Calidad de servicio

- Medida de la bondad del servicio proporcionado
- En telefonía:
  - Probabilidad de bloqueo = probabilidad de que el sistema no pueda aceptar una llamada entrante.
- En ese caso:
  - Se descarta: La llamada es rechazada y el usuario a veces no puede hacer una llamada → Menos calidad de servicio (*congestion theory*)
  - Se hace esperar la llamada hasta que se libere un servidor: El usuario a veces ve que sus llamadas tardan más en establecerse → Menos calidad de servicio (*queueing theory*)
- Requisito de diseño del sistema: probabilidad de bloqueo objetivo y dimensionar la capacidad para conseguirla
- Se suele distinguir:
  - Sistema en **situación de Bloqueo**  
Todos los recursos están ocupados y una llamada nueva que llegue será rechazada
  - Sistema en **situación de Congestión**  
Se han empezado a rechazar llamadas



# Tráfico ofrecido vs cursado

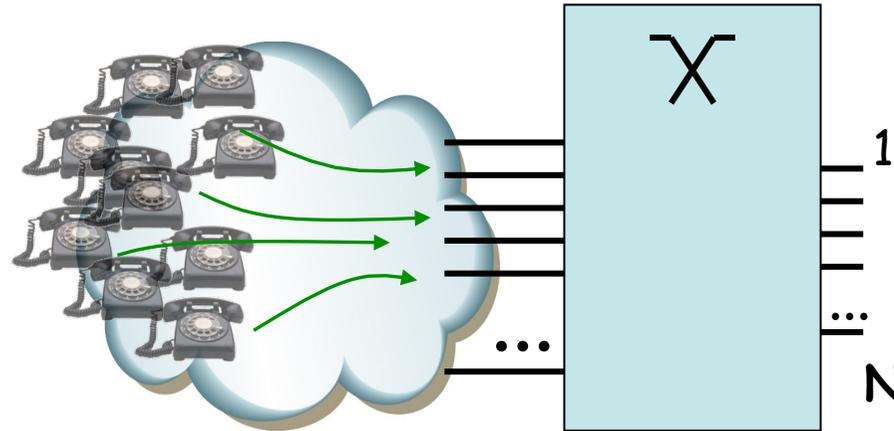
- Tráfico ofrecido: el tráfico total que sería cursado por una red que pudiera dar servicio a todas las peticiones
- Diseño (por economía) hace que en ciertas situaciones no se pueda cursar todo el tráfico (llamadas bloqueadas)
- Asumiremos que las llamadas bloqueadas se “pierden” (no hay reintento)
- El tráfico cursado es siempre menor o igual al ofrecido



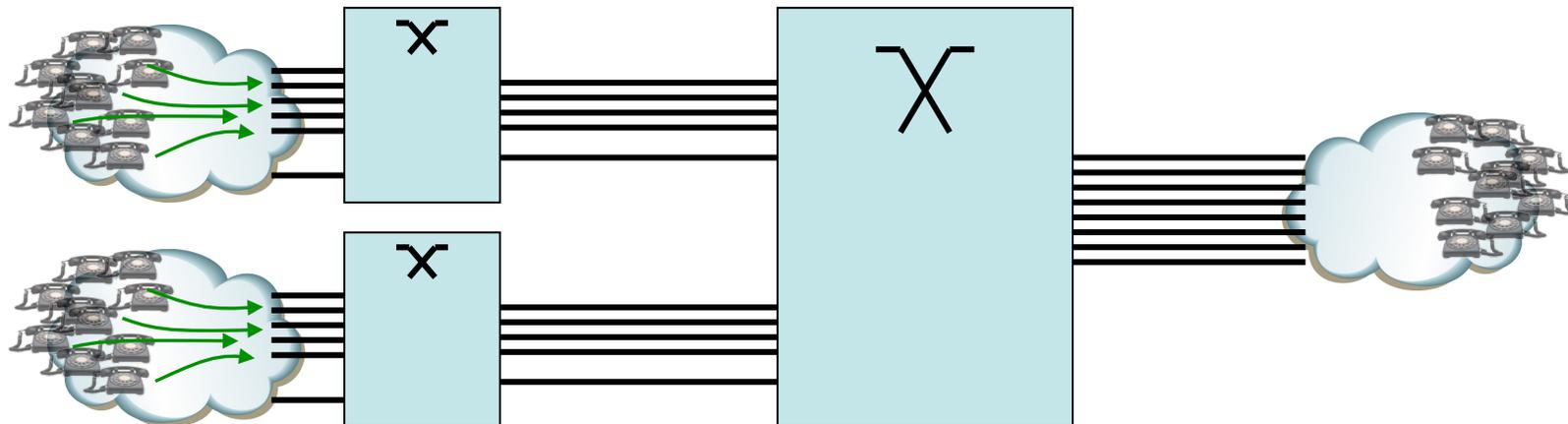
# Tipos de problemas

# Repetimos: Problema tipo a resolver

- Conmutador con líneas de entrada y de salida



- Extensión:



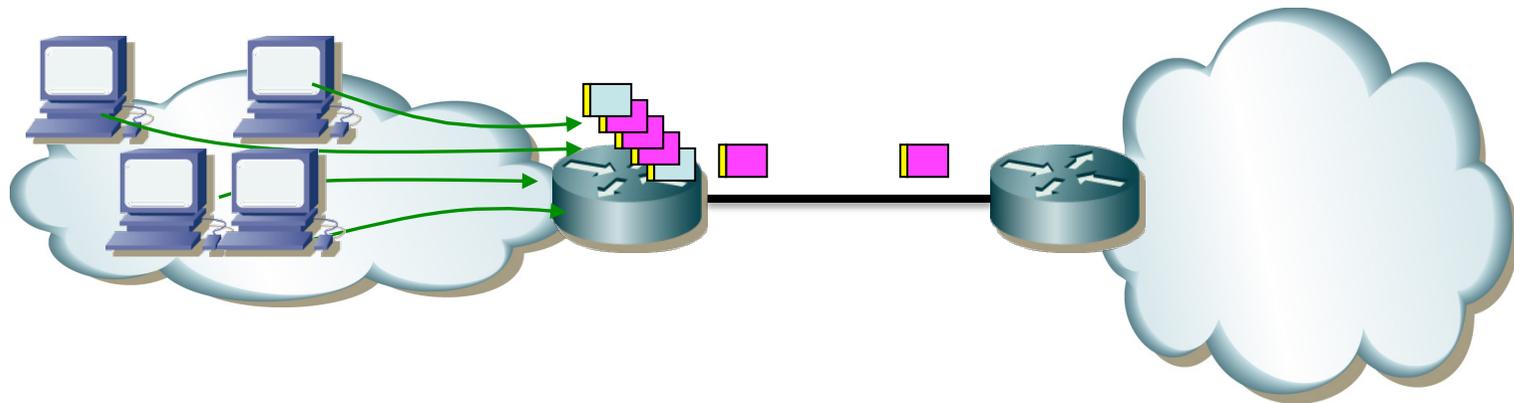
# Otro tipo de problema

- Un servidor web *single-threaded*
- Recibe peticiones de ficheros que debe obtener del disco duro
- El S.O. atiende las peticiones en serie, completando una antes de atender a la siguiente
- Si el disco está ocupado el hilo del servidor web se bloqueará a la espera de que el disco finalice
- El disco es capaz de servir datos a C Mbps
- Normalmente en estos casos el S.O **encola** peticiones que no pueden ser atendidas en el momento (teoría de colas)



# Otro tipo de problema

- Enlace entre dos conmutadores de paquetes
- Los usuarios envían paquetes
- Cada paquete monopoliza el enlace durante un tiempo proporcional a su tamaño
- Hay una memoria donde los paquetes acumulan retardo
- Si se excede la ocupación de la misma se descartan
- Teoría de colas



# Resumen

- Cálculo de probabilidad de bloqueo en establecimiento de circuito
- Tráfico e intensidad de tráfico, ofrecido y cursado
- Hora cargada
- Patrones diarios, semanales, etc.
- Teoría de colas