Conmutación de circuitos
Tráfico

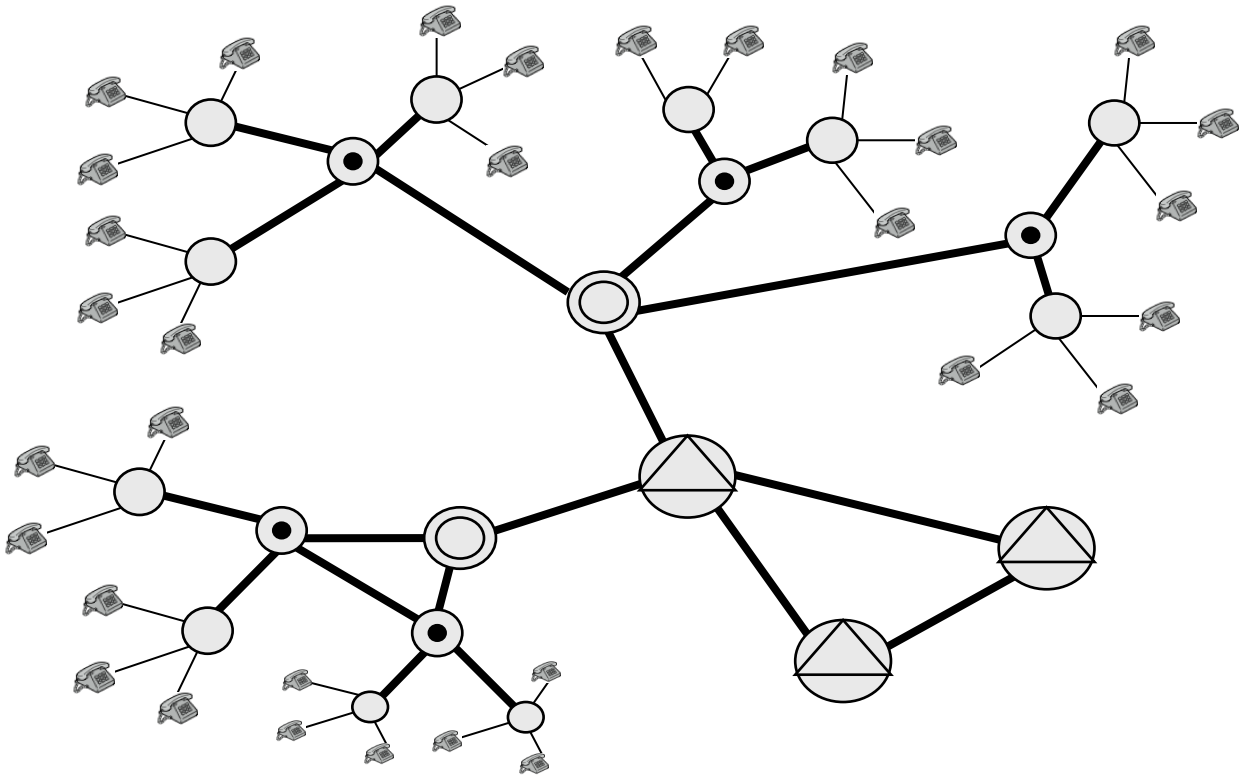
Area de Ingeniería Telemática
http://www.tlm.unavarra.es

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

PSTN: Objetivos de diseño

Hemos visto

- Arquitectura de la red telefónica



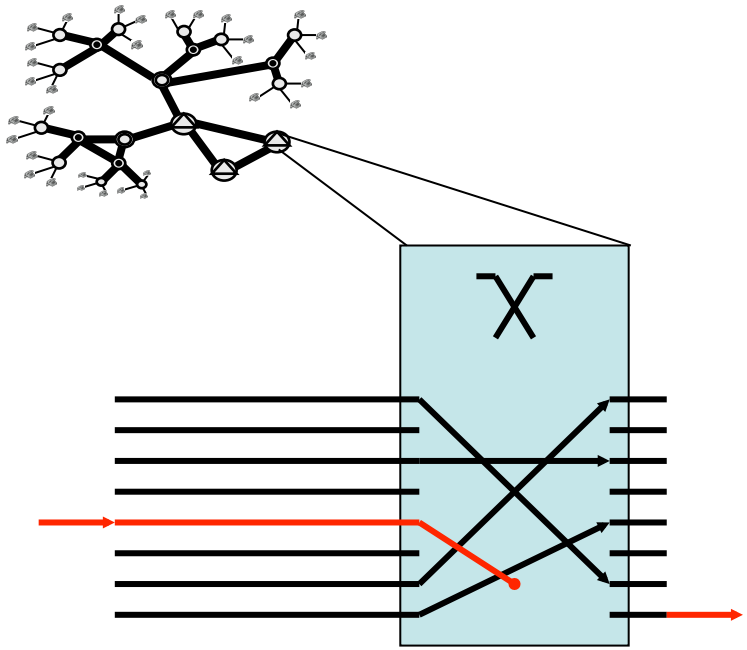
Hemos visto

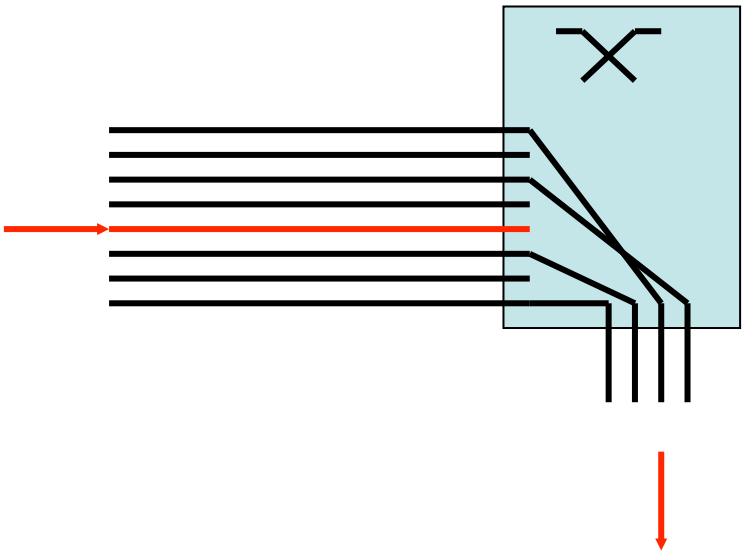
Bloqueo interno

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

Bloqueo externo

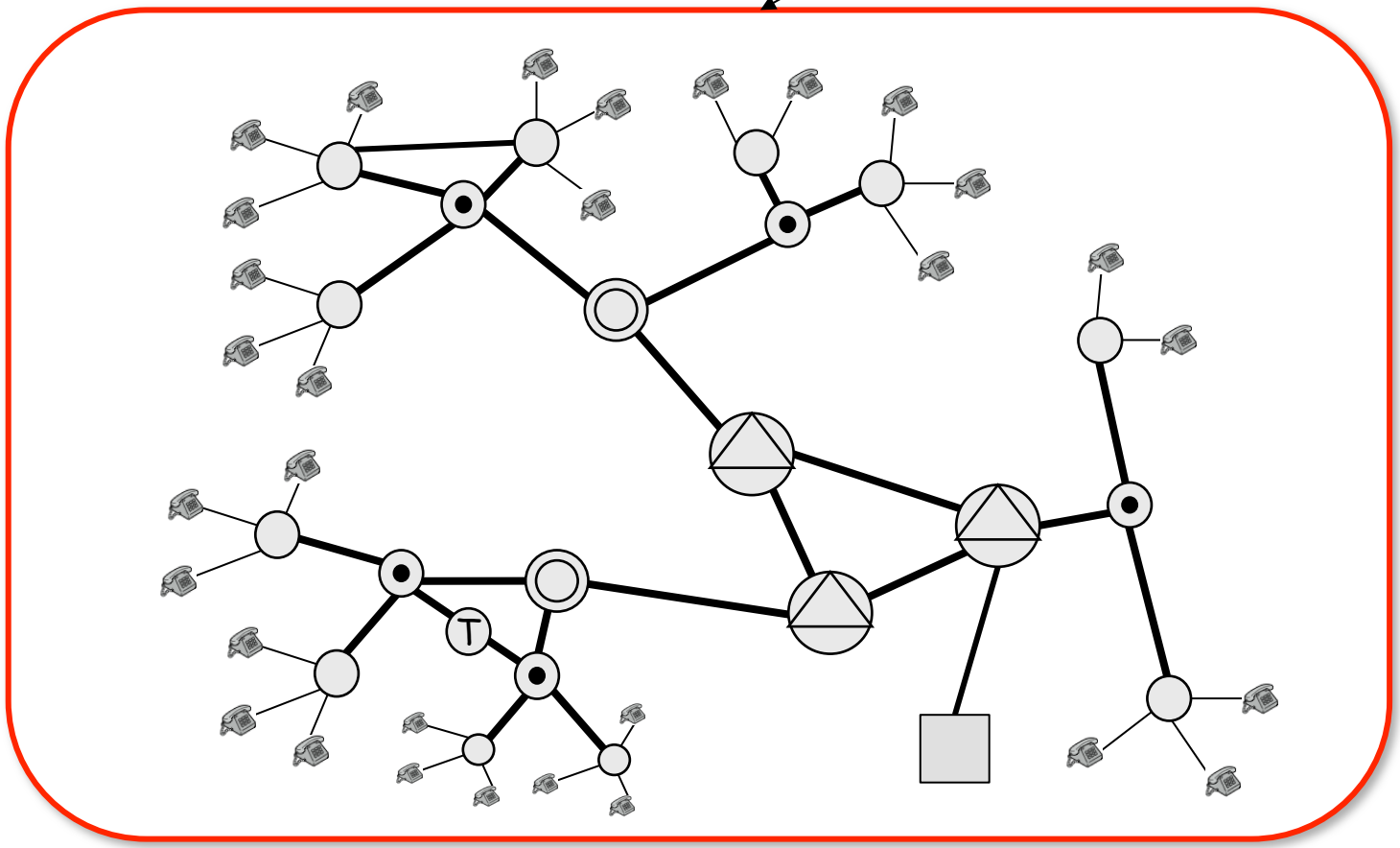
- El conmutador no tiene suficientes recursos de salida para cursar una nueva llamada





Objetivo: Diseño

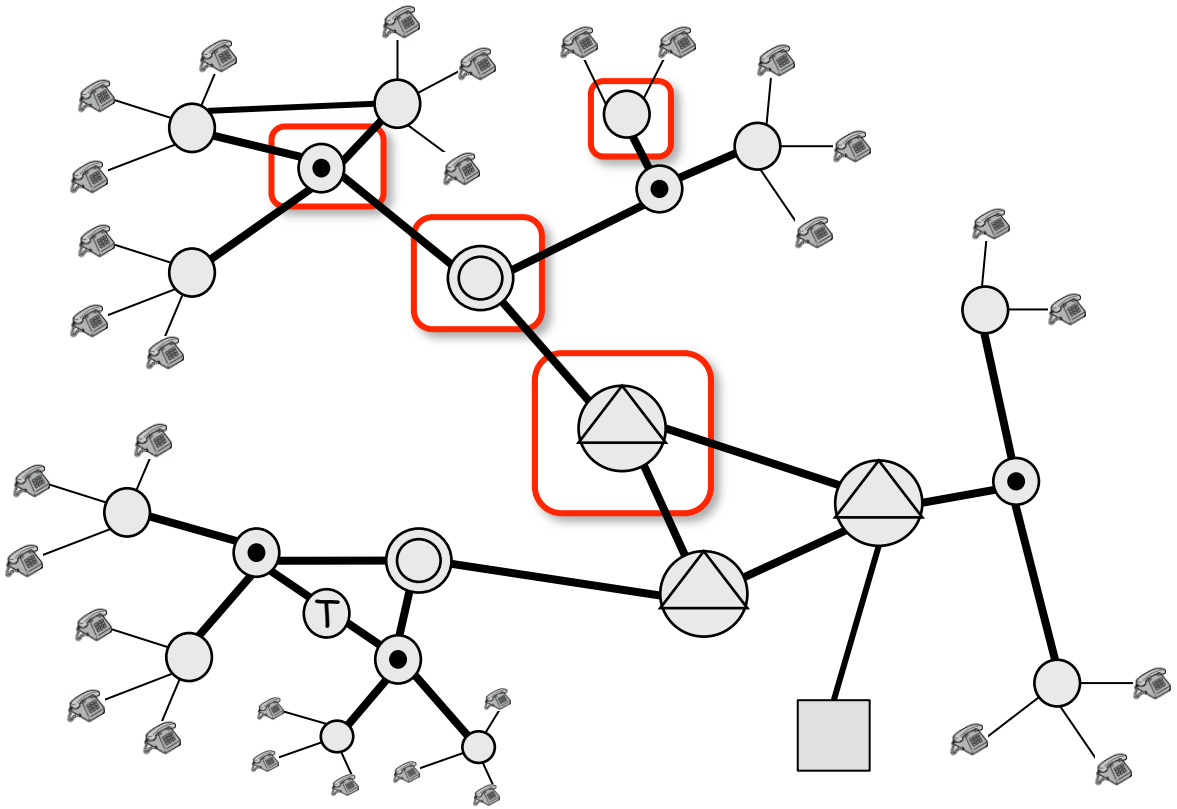
- Normalmente equipamiento asume que no todos los usuarios requerirán servicio al mismo tiempo
- Diseñar la red (topología)



Objetivo: Diseño

- Normalmente equipamiento asume que no todos los usuarios requerirán servicio al mismo tiempo

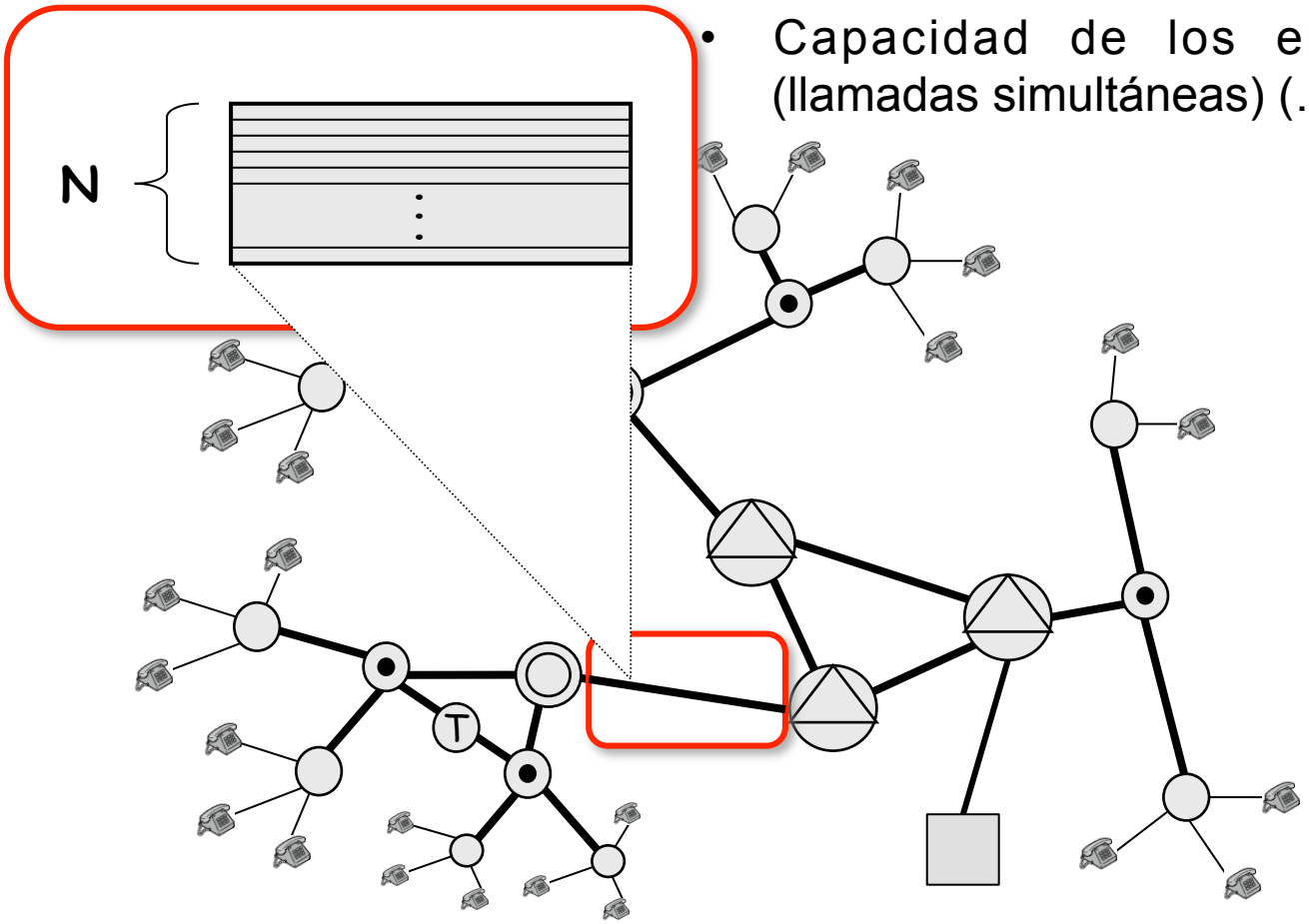
- Diseñar la red (topología)
- Capacidad de conmutación interna de las centrales (bloqueo interno) (…)



Objetivo: Diseño

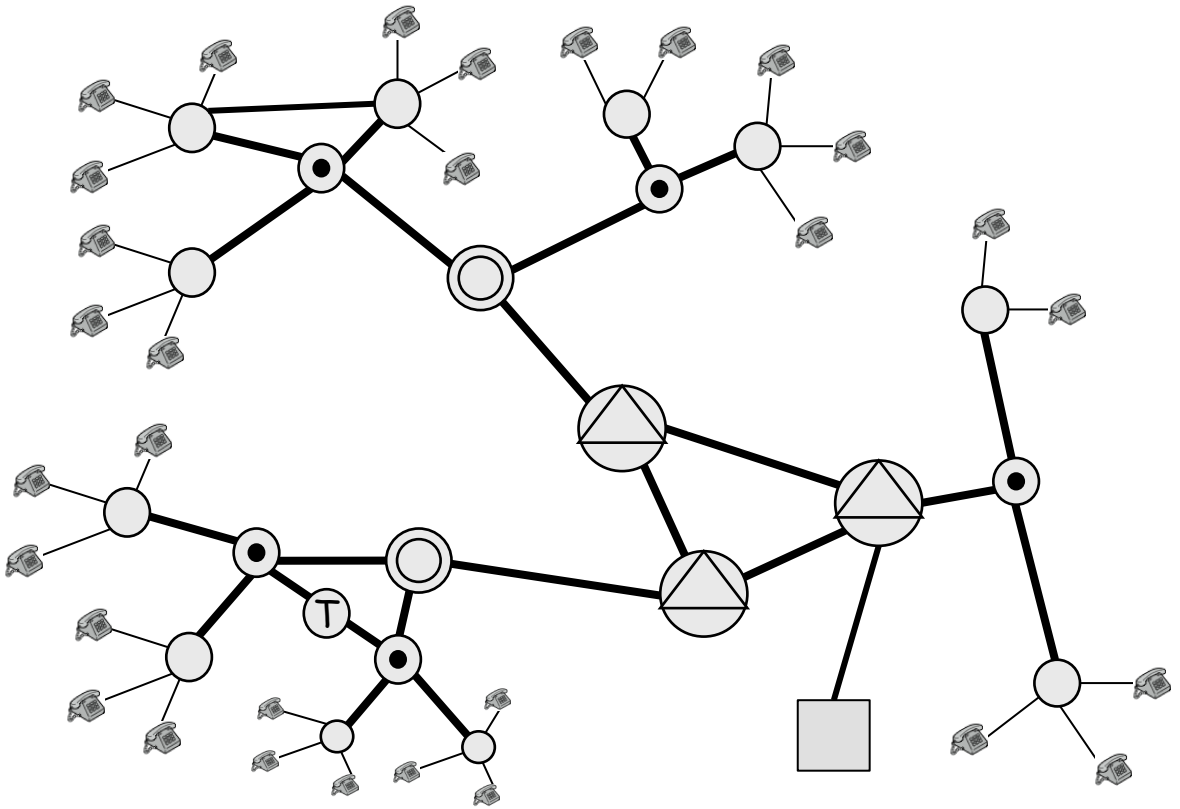
- Normalmente equipamiento asume que no todos los usuarios requerirán servicio al mismo tiempo

- Diseñar la red (topología)
- Capacidad de conmutación interna de las centrales (bloqueo interno) (…)
- Capacidad de los enlaces (llamadas simultáneas) (…)



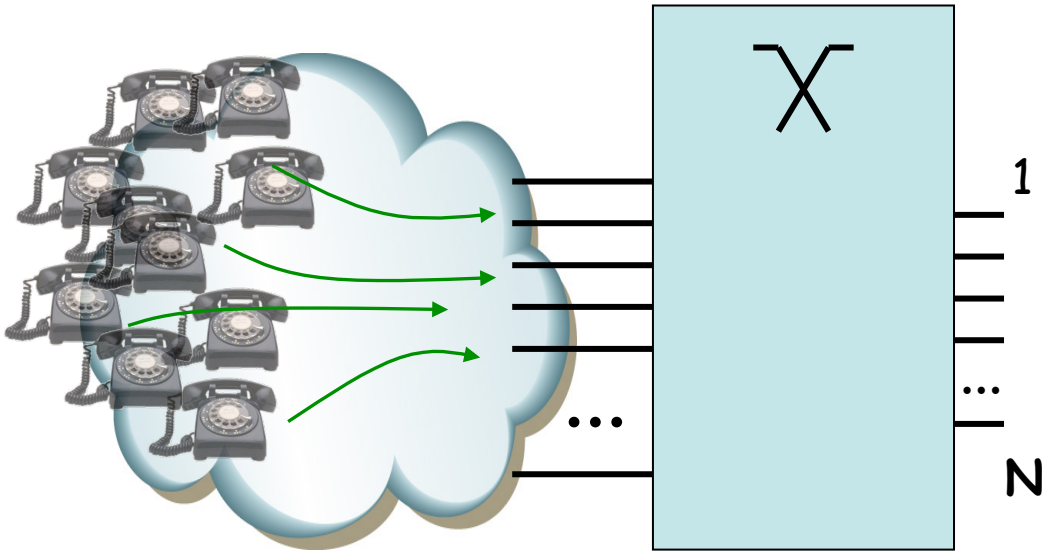
Objetivo: Diseño

- Normalmente equipamiento asume que no todos los usuarios requerirán servicio al mismo tiempo
- Objetivos de calidad:
  - Ej: número de llamadas que no se pueden cursar
  - La calidad de las llamadas garantizada por la tecnología



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

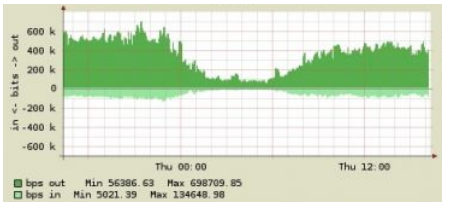
Definiciones

Capacidad

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

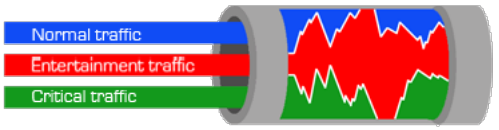
Carga (Intensidad de trafico)

- 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

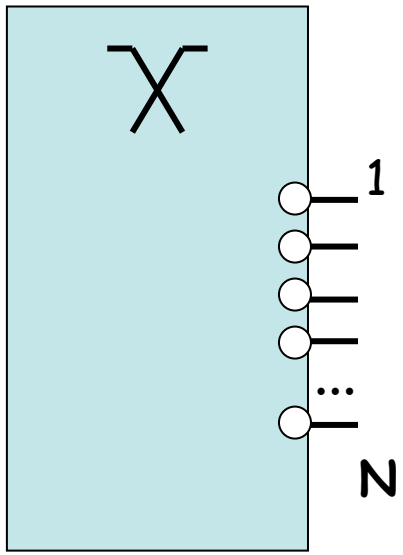
- Medida del servicio obtenido del sistema
- Ej: nuestra centralita, con las líneas de entrada que tenemos y la carga típica que soporta, pierde menos del 0.1% de las llamadas



A continuación en más detalle…

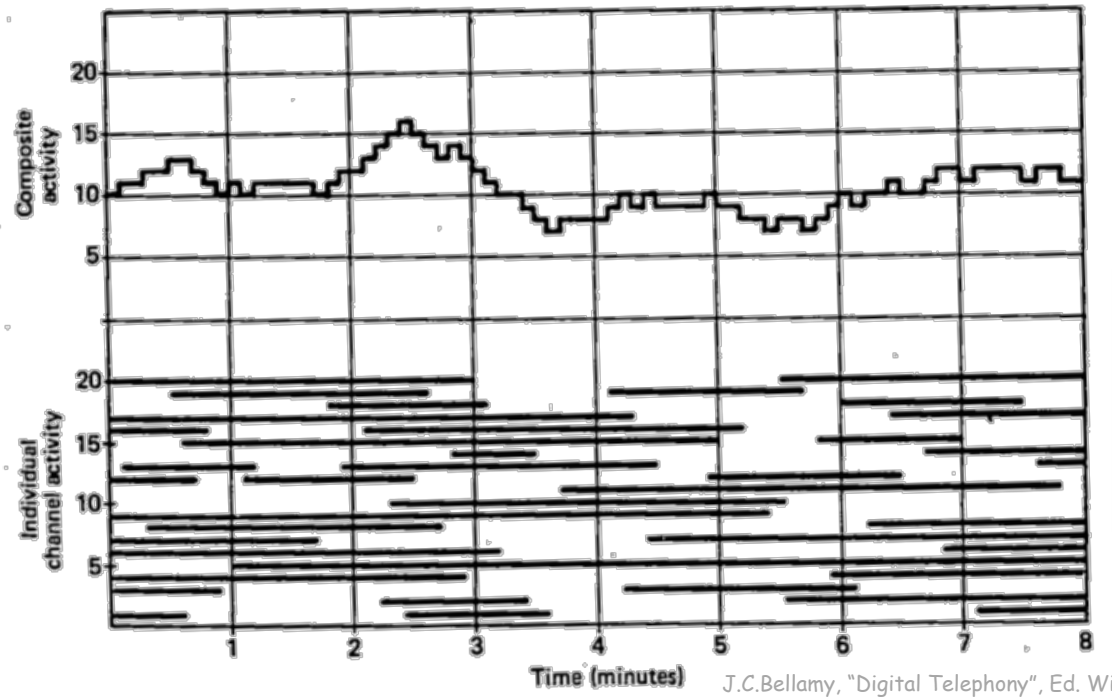
Capacidad

- 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

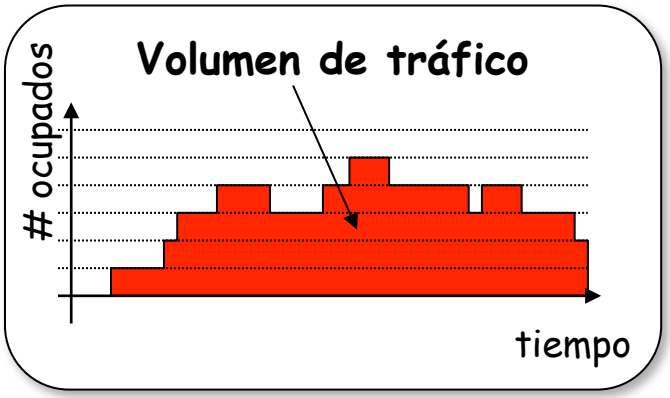


Carga o Tráfico

- 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



J.C.Bellamy, "Digital Telephony", Ed. Wiley Interscience



Carga o Tráfico

- Depende de
  - Número de usuarios (n)
  - Tasa a la que generan llamadas (λ_i)
  - Duración de las llamadas (s)
- No distingue el efecto de *n* del efecto de λ_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 (λ)
  - 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

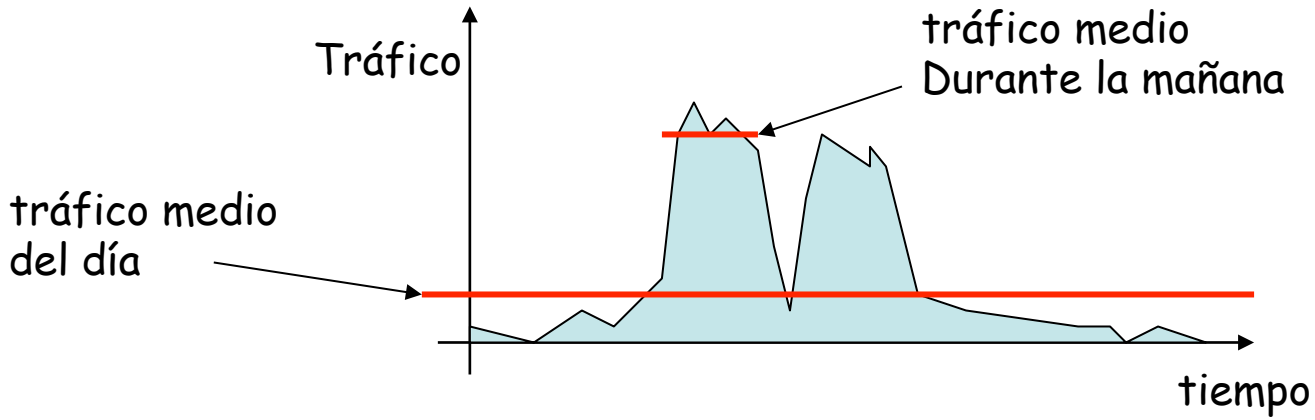
$$I = \frac{\text{Volumen de tráfico}}{\text{Tiempo de observación}} = \frac{\text{Tiempo acumulado de ocupación}}{\text{Tiempo de observación}}$$

- 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

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

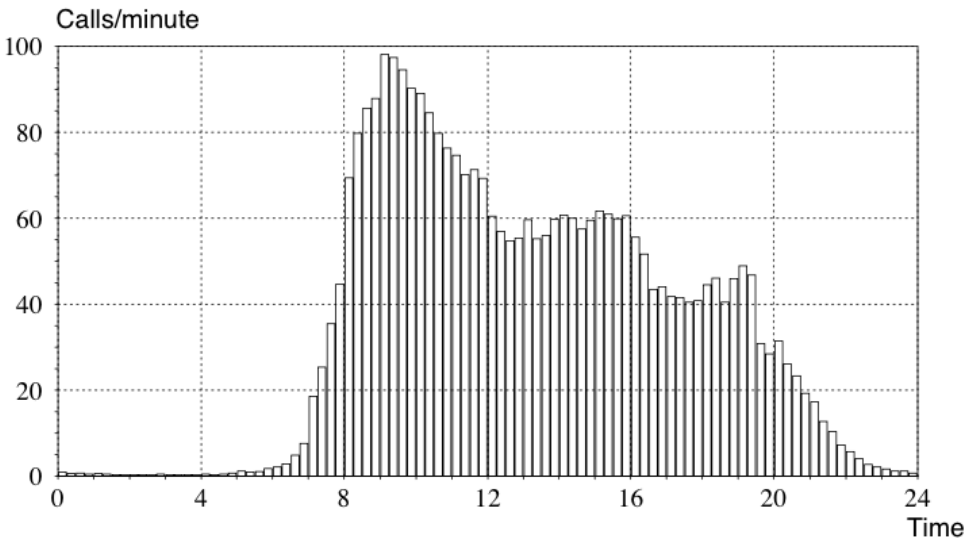


- En telefonía se caracteriza por horas
- Varía entre meses, entre días y entre horas del mismo día (y dentro de la hora)
- Suele haber patrones semanales
- Días de fiesta, el clima, etc. afectan al patrón

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. 0.05-0.1 E y 3-4min duración



http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_1998-2002/SG2/StudyQuestions/Question_16/RapporteursGroupDocs/teletraffic.pdf

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 → Menos calidad de servicio (*congestion theory*)
  - Se hace esperar la llamada hasta que se libere una línea → Menos calidad de servicio (*queueing theory*)
- Analizaremos el caso con descarte
- Requisito de diseño del sistema: probabilidad de bloqueo objetivo
- Dimensionar la capacidad para conseguirla

Calidad de servicio

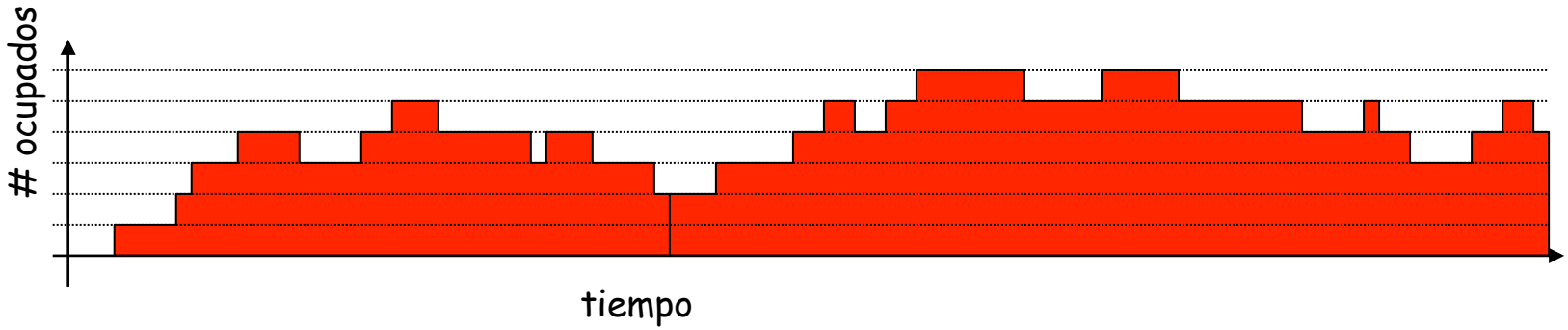
- Se suele distinguir:
  - Sistema en **situación de Bloqueo**

    Todos los recursos están ocupados y una llamada nueva que llegue será rechazada
  - Sistema en **situación de Congestión**

    Se han empezado a rechazar llamadas

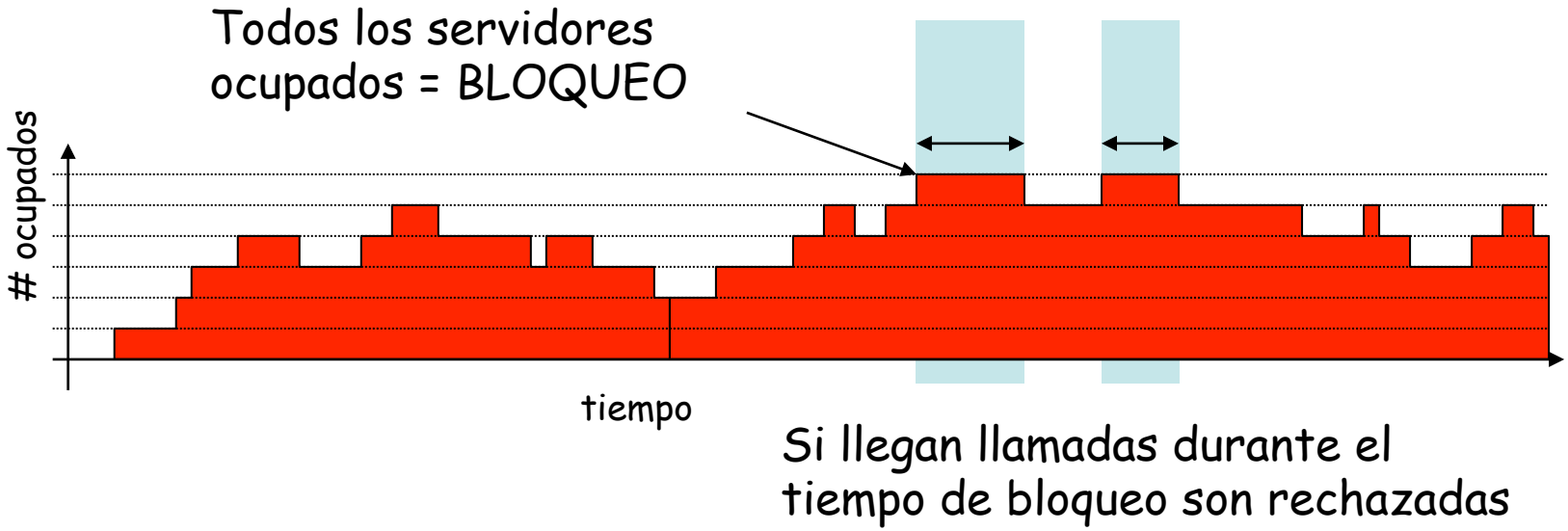
Tráfico ofrecido

- Tráfico ofrecido: el tráfico total que sería cursado por una red que pudiera dar servicio a todas las peticiones
- (...)



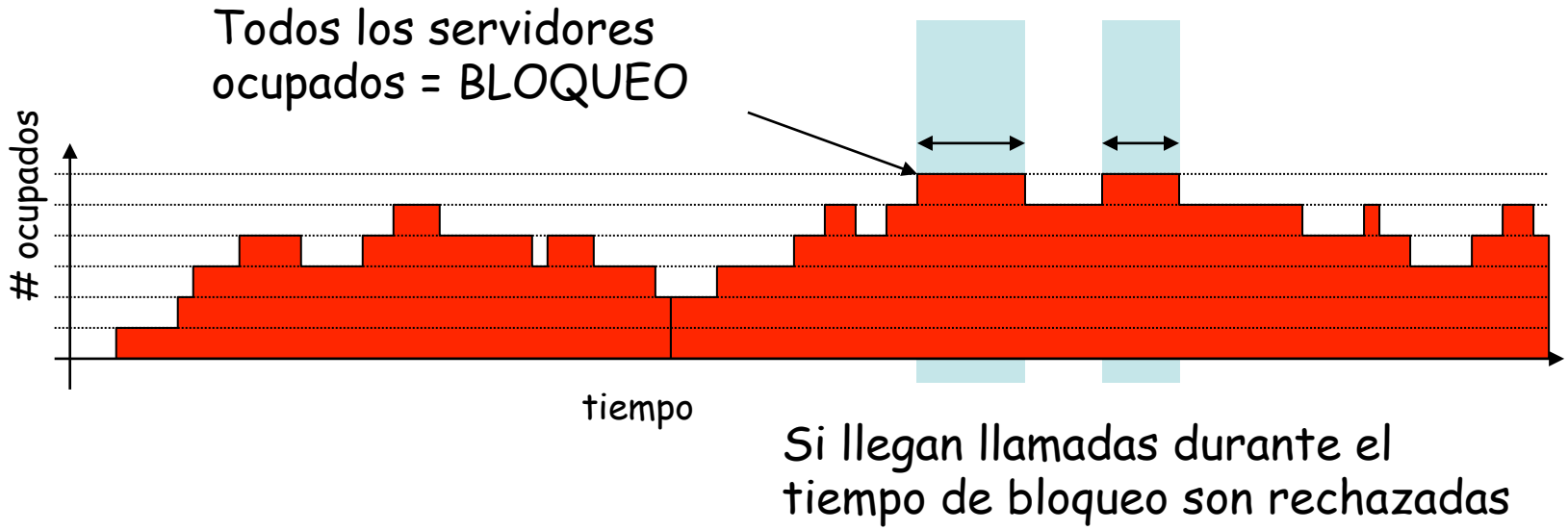
Tráfico ofrecido vs cursado

- Tráfico ofrecido: el tráfico total que sería cursado por una red que pudiera dar servicio a todas las peticiones
- Normalmente por economía dispondremos de recursos finitos
- Cuando el número de llamadas en curso en la troncal = número de líneas, el sistema está en BLOQUEO
- (líneas = "servidores" en terminología de teoría de colas)
- Buscaremos calcular la probabilidad de que una nueva llamada (una "llegada") encuentre al sistema en bloqueo



Tráfico ofrecido vs cursado

- El tráfico cursado tiene en cuenta solo las llamadas que se han podido establecer
- Es decir, las "peticiones de servicio" que se han podido "atender"
- Es siempre menor o igual al tráfico ofrecido



Tráfico cursado

- Un conjunto k de líneas tiene un tráfico ofrecido de I Erlangs y una probabilidad de bloqueo P_b
- ¿Cuál es la intensidad de tráfico que atraviesa las líneas?
- Esto será el **tráfico cursado** y será a su vez el tráfico ofrecido al siguiente sistema al que lleguen las líneas

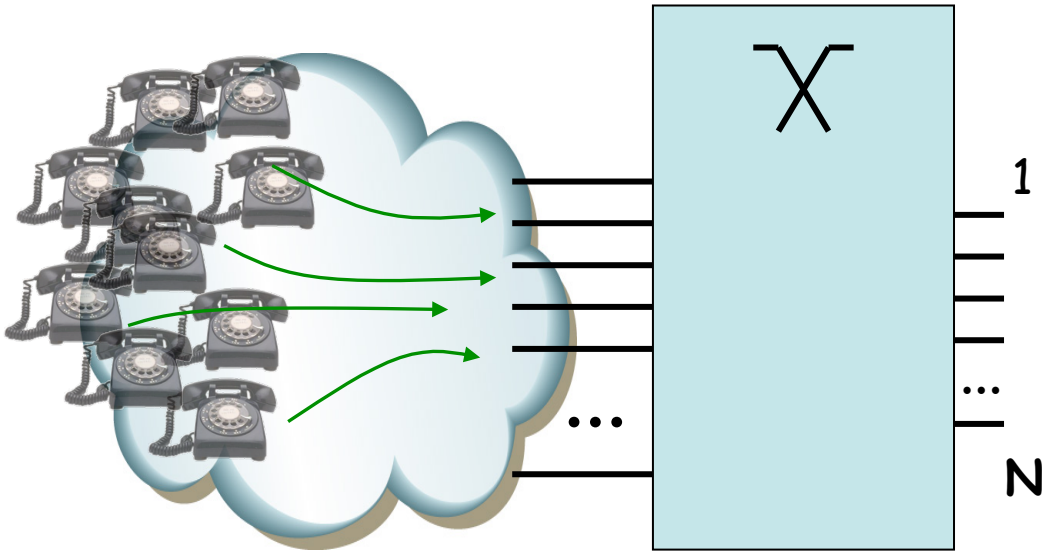
$$I_c = I_{in} (1 - P_b)$$

I_c : tráfico cursado
I_{in} : tráfico ofrecido o de entrada
P_b : Probabilidad de bloqueo

Tipos de problemas

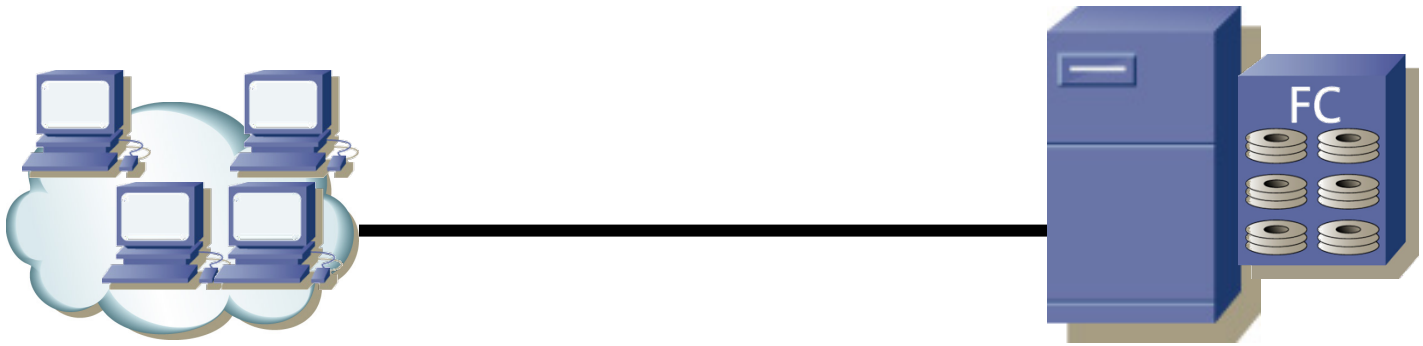
Problema tipo a resolver

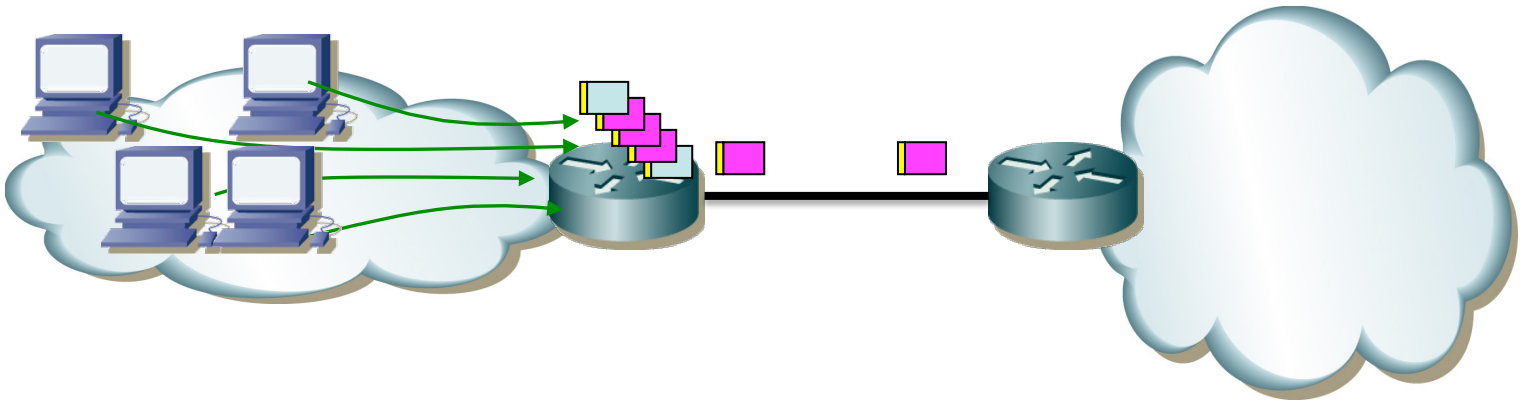
- Conmutador con líneas de entrada y de salida
- Entradas usuarios finales o troncales: lo que nos importará es la cantidad de llamadas que llegan al conmutador
- Salidas troncales (máximo N llamadas simultáneas salen)
- Decidir N para poder cursar las llamadas con una probabilidad de bloqueo máxima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



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