

Cálculo de bloqueo en la RTB

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
- Tecnologías
- Control de acceso al medio en redes de área local
- Servicios de Internet

Temario

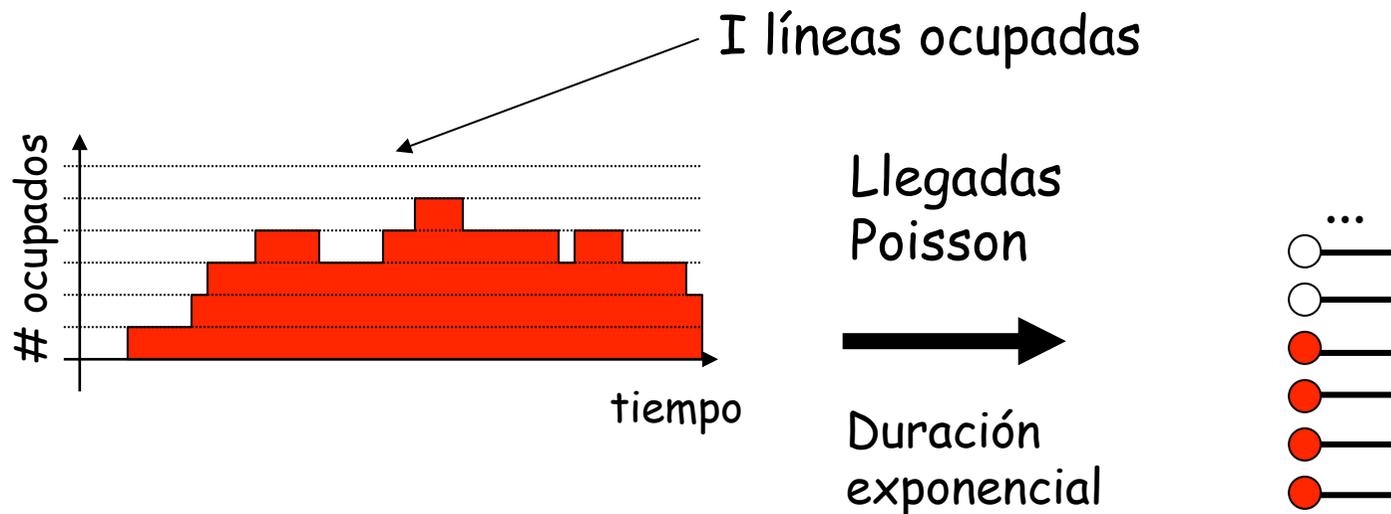
- Introducción
- Arquitecturas, protocolos y estándares
- Conmutación de paquetes
- **Conmutación de circuitos**
 - La Red Telefónica Básica
 - Modelado de usuarios
 - Cálculos de bloqueo
- Tecnologías
- Control de acceso al medio en redes de área local
- Servicios de Internet

Objetivos

- Conocer y aplicar el cálculo de probabilidades de bloqueo empleando la Erlang-B

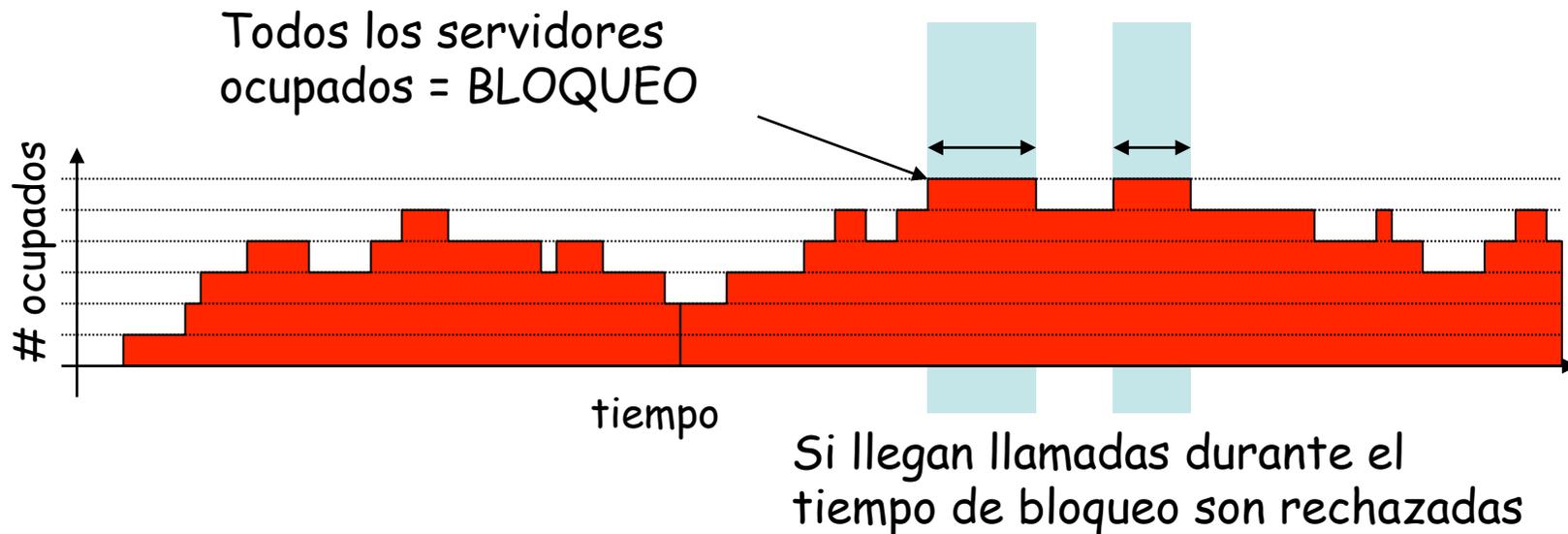
Probabilidad de bloqueo

- Llegadas según proceso de Poisson de tasa λ
- Duración exponencial de media s
- Número de servidores ocupados en cada instante de tiempo es aleatorio (I)



Probabilidad de bloqueo

- Normalmente dispondremos de recursos finitos (capacidad)
- Cuando la variable I toma valor = número de servidores, el sistema está en BLOQUEO
- ¿Cuál es la probabilidad de que el sistema esté en situación de bloqueo ?



Problemas de interés

- ¿Cuál es la probabilidad de que una llamada encuentre el sistema ocupado ?
- ¿Cuál es el número de líneas necesarias para una probabilidad objetivo ?
- ¿Cuál es el tráfico que atraviesa ese sistema y forma la carga del siguiente sistema ?

Probabilidad de bloqueo

- En un sistema con
 - Llegadas Poisson(λ)
 - Duraciones Exp($1/s$)
 - Tráfico de entrada $A = \lambda s$
 - k servidores
 - Las llamadas que llegan al sistema bloqueado se pierden
 - Probabilidad de bloqueo: ¿Cuál es $P[I=n]$? (...)
- $P[I=n] = B(a,k)$
- $B(a,k)$ es conocida como función B de Erlang (o ErlangB)
- Válida con cualquier distribución de tiempo de servicio (i.i.d.)

B de Erlang

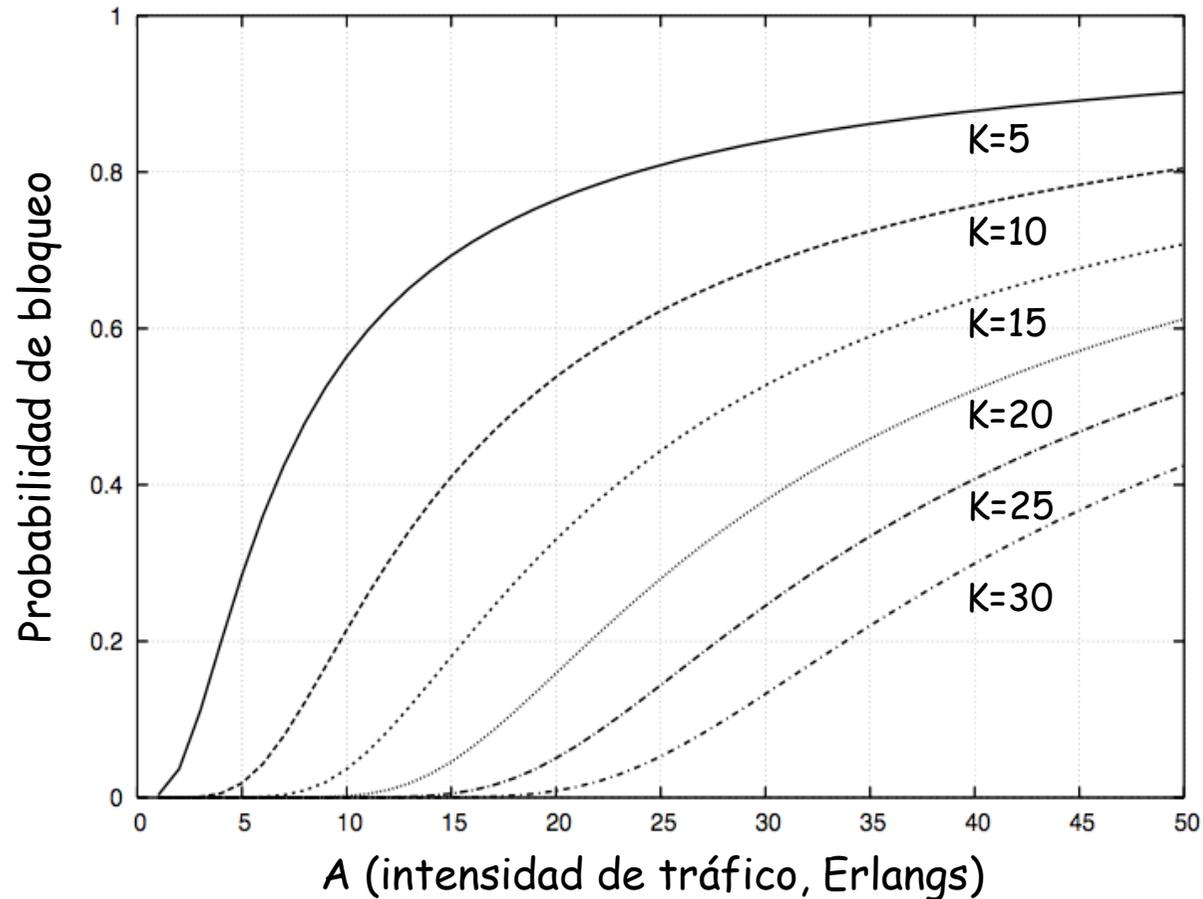
- Fórmula:

$$B(A,k) = \frac{A^k}{k!} \sum_{i=0}^k \frac{A^i}{i!}$$

- Cálculo recursivo:

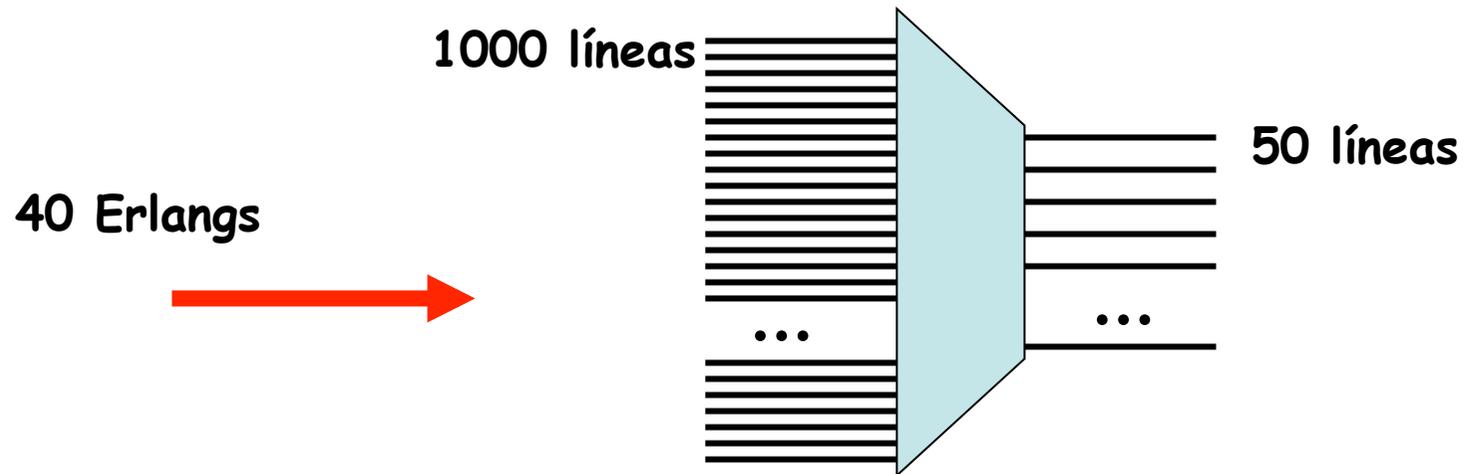
$$B(A,0) = 1$$

$$B(A,j) = \frac{A \cdot B(A,j-1)}{A \cdot B(A,j-1) + j}$$



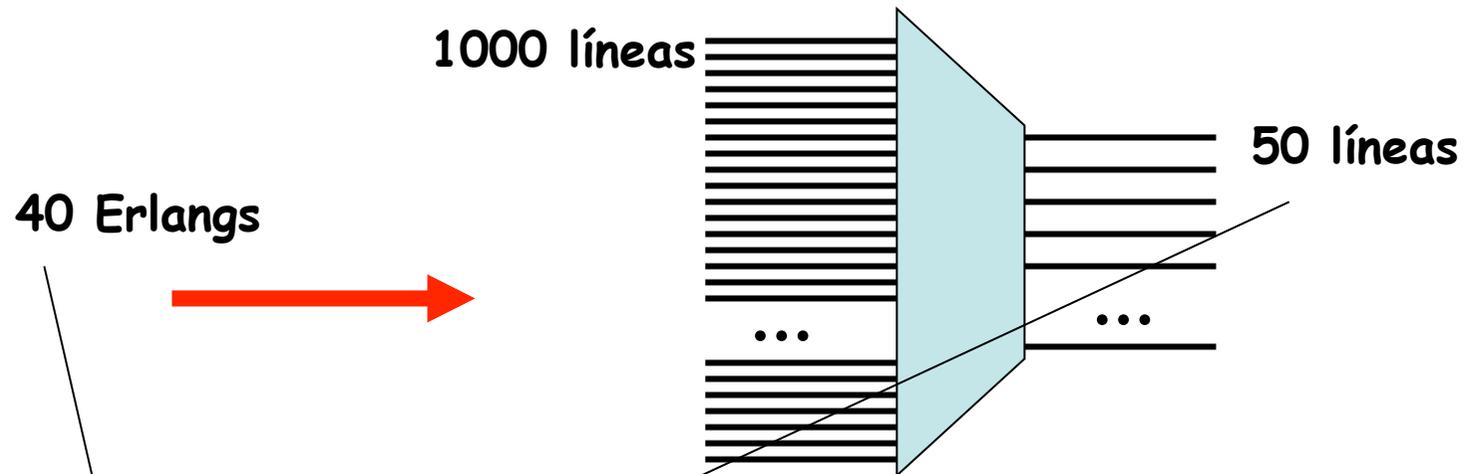
Ejemplo

- 1000 líneas llegan a un concentrador que selecciona 50 para entrar a una centralita
- Los usuarios generan un tráfico de 40 Erlangs
- ¿Cuál es la probabilidad de bloqueo ?



Ejemplo

- 1000 líneas llegan a un concentrador que selecciona 50 para entrar a una centralita
- Los usuarios generan un tráfico de 40 Erlangs
- ¿Cuál es la probabilidad de bloqueo ?

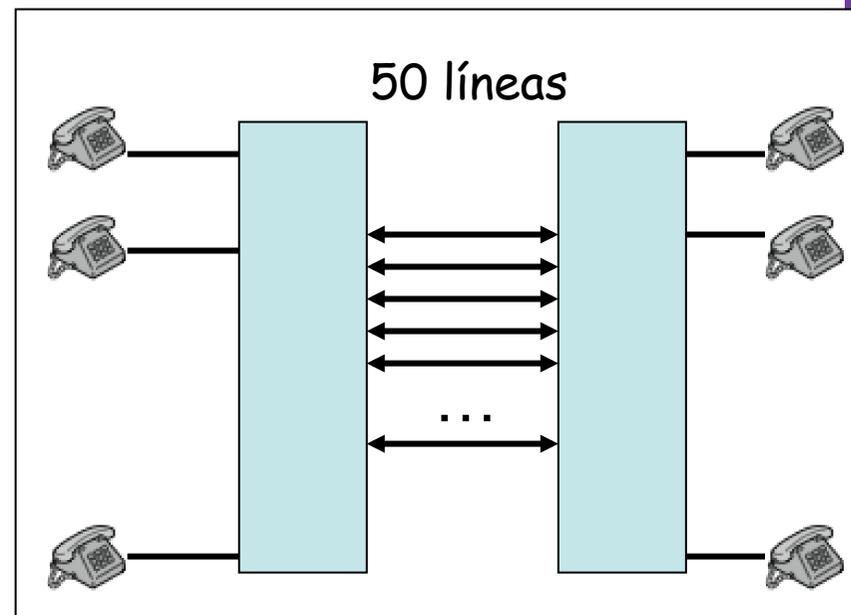
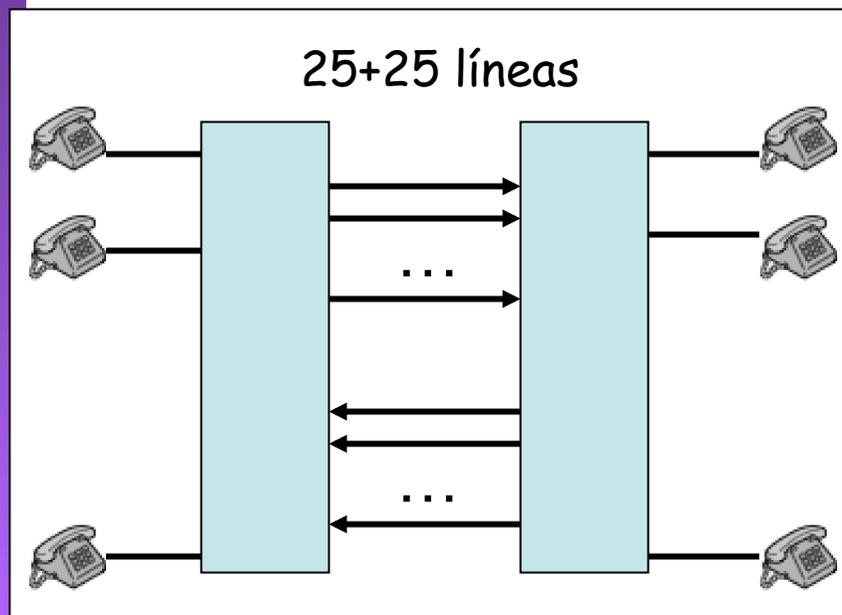


- La probabilidad de bloqueo es
 $P_b = B(40, 50) = 0.0187$ casi un 2%

Ejercicio

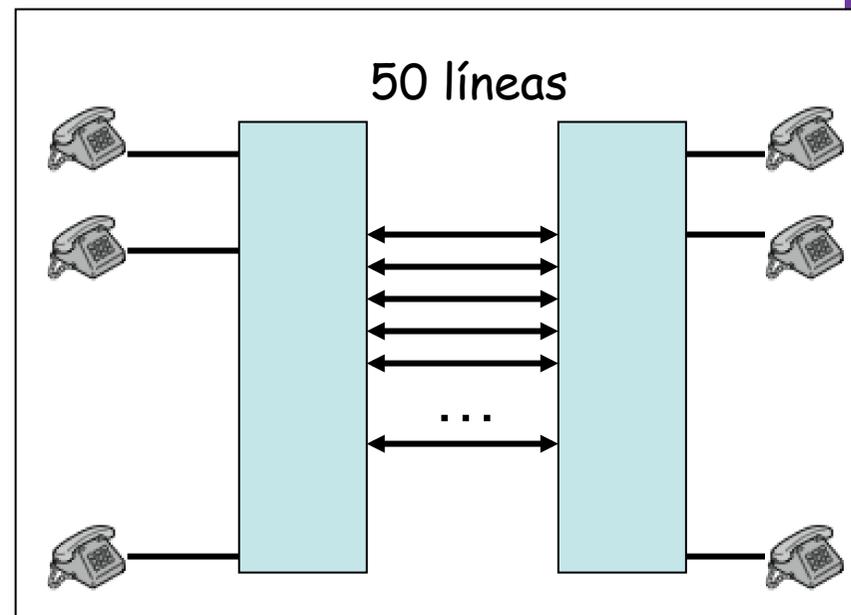
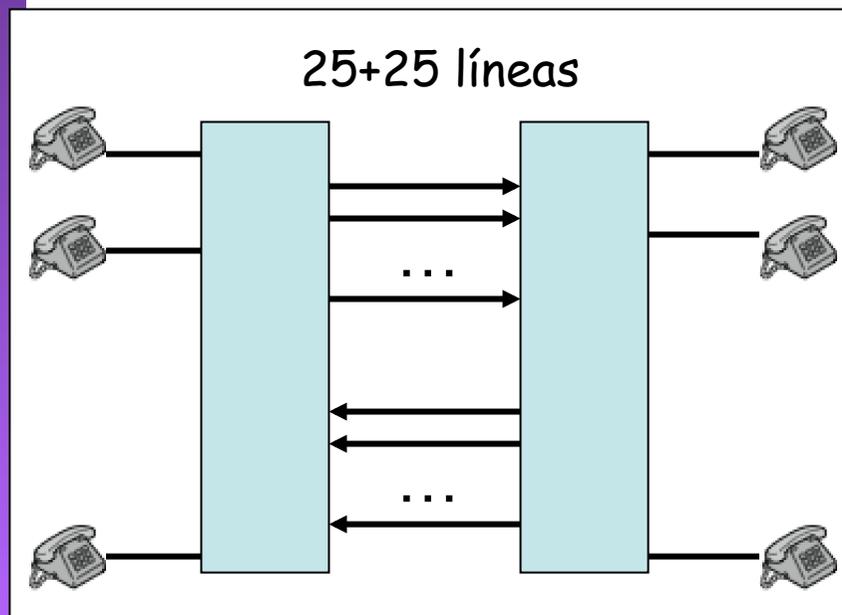
- Entre dos centralitas tenemos la posibilidad de:
 - asignar 25 troncales para llamadas salientes de A y 25 troncales para llamadas entrantes a A
 - O bien asignar las 50 troncales para que se puedan usar indistintamente en llamadas en cualquier dirección
- ¿ Qué es mejor ?

5 minutos



Ejercicio

- Suponiendo que el tráfico que intenta ir de B a A es el mismo que el de A a B llamémosle I (pongamos 15 erlangs)
- (...)



Ejercicio

- Suponiendo que el tráfico que intenta ir de B a A es el mismo que el de A a B llamémosle I (pongamos 15 erlangs)

- Probabilidad de bloqueo en el caso 1:

$$P_b(A \rightarrow B) = B(I, 25)$$

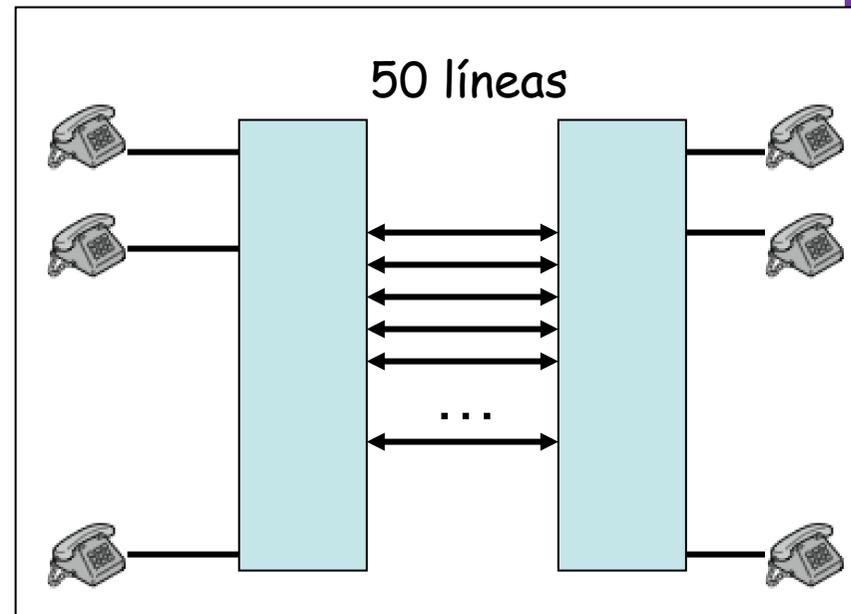
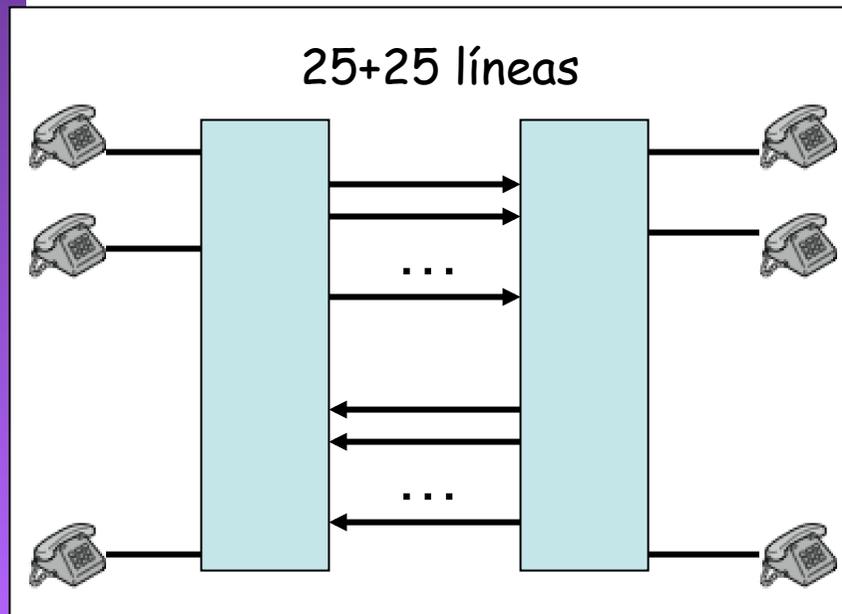
$$P_b(B \rightarrow A) = B(I, 25)$$

$$B(15, 25) = 0.005 \quad 0.5\%$$

- Probabilidad de bloqueo en el caso 2:

$$P_b(\text{cualquier dirección}) = B(I + I, 50)$$

$$B(30, 50) = 0.0002 \quad 0.02\% \quad 20 \text{ veces menos !!!}$$



Tráfico cursado

- Si un conjunto k de líneas tiene un tráfico ofrecido de I Erlangs y una probabilidad de bloqueo, ¿cuánto tráfico atraviesa las líneas?

Esto será el **tráfico cursado** y será a su vez el tráfico ofrecido al siguiente sistema al que lleguen las líneas

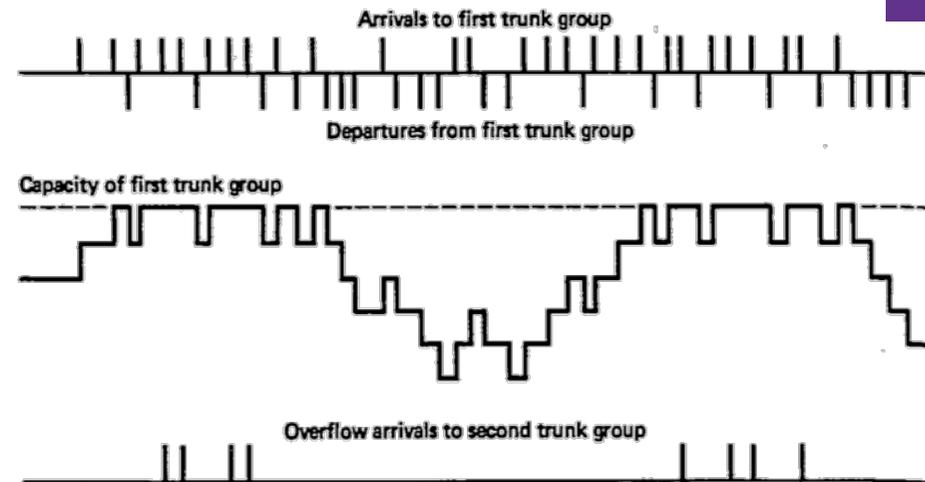
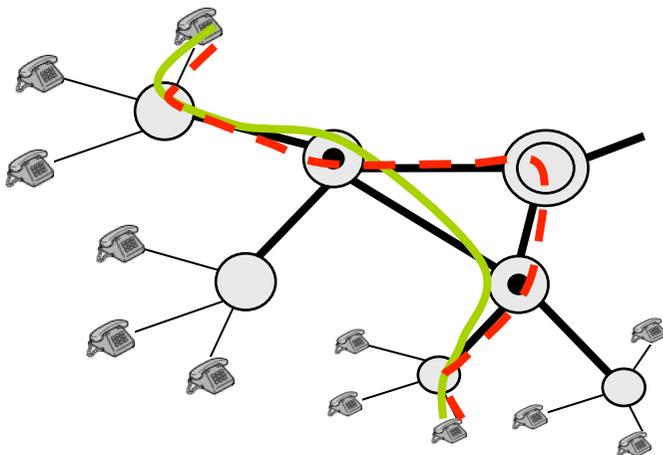
$$I_c = I_{in} (1 - P_b) = I_{in} (1 - B(I_{in}, k))$$

I_c : tráfico cursado

I_{in} : tráfico ofrecido o de entrada

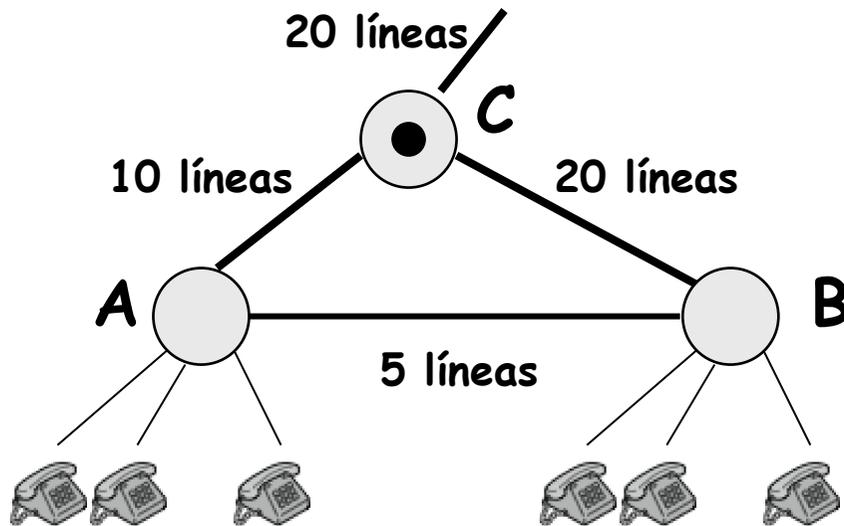
Tráfico de desbordamiento

- No puede ser cursado por el camino principal (por bloqueo)
- Se “desborda” (overflow) a una ruta secundaria
- Un proceso de Poisson del que se eliminan aleatoriamente (iid) muestras con probabilidad p sigue siendo un proceso de Poisson, pero con menor tasa ($p\lambda$)
- En nuestro caso las llamadas desbordadas suelen ir en bloques
- Eso da mayores probabilidades de bloqueo que con un proceso de Poisson de igual media
- Se aproxima con un proceso de Poisson de mayor tasa
- (En los problemas en caso de no disponer de las tablas emplearemos Poisson de igual tasa, aunque esto es subdimensionar)



Ejemplo

- En la centralita A de la figura las llamadas con destino a B se encaminan si es posible por el enlace directo a B y en caso de estar ocupado a través de la central primaria
- ¿Cuál es el tráfico que cursa el enlace A-C y cuál es la probabilidad de bloqueo de una llamada de un abonado de A a uno de B ?

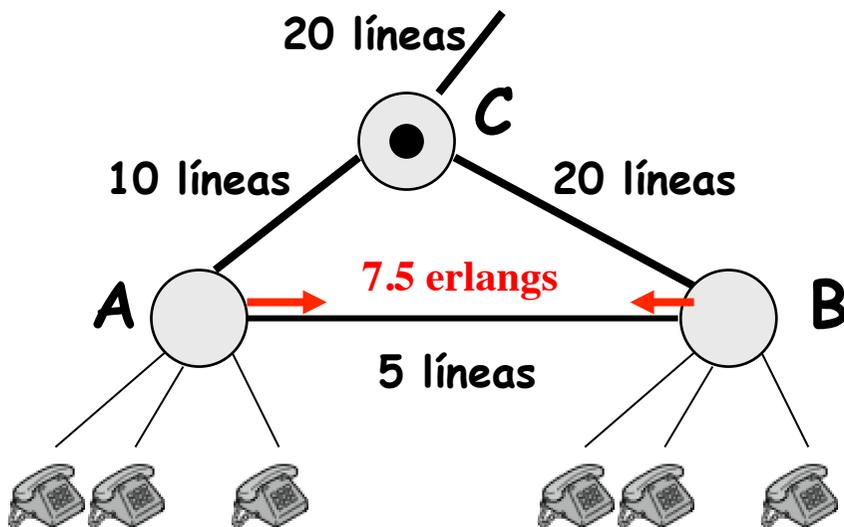


Demanda en Erlangs

Origen	a A	a B	Al exterior
De A	2	4.5	4.5
De B	3	3.2	5
Exterior	2	2	-

Ejemplo

- Las 5 líneas entre A-B soportan un tráfico de $3+4.5=7.5$ Erlangs
- Al ser 5 líneas la probabilidad de bloqueo es $p_1 = B(7.5,5) \approx 0.45$
 - Casi la mitad de las llamadas no puede ir por la sección directa
 - Eso genera que un 45% del trafico que iba por ahí acabe yendo por C
 - Definimos: $q_1 = 1-p_1 = 0.55$

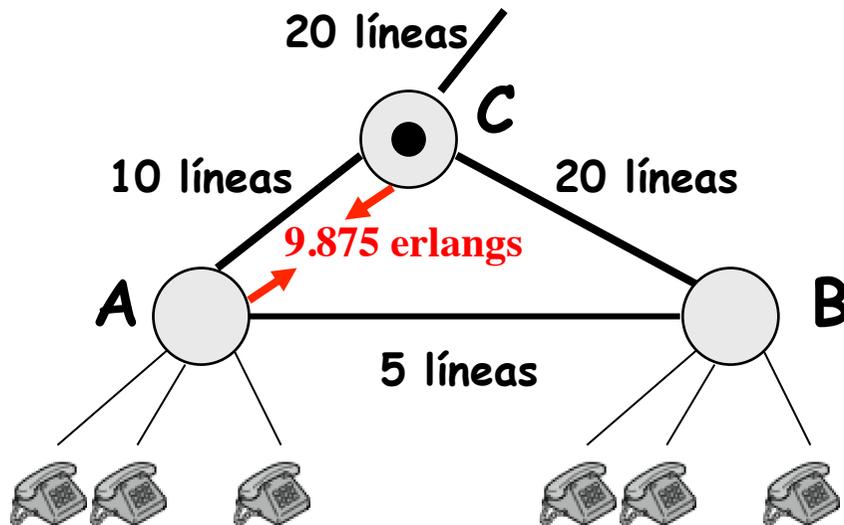


Demanda en Erlangs

Origen	a A	a B	Al exterior
De A	2	4.5	4.5
De B	3	3.2	5
Exterior	2	2	-

Ejemplo

- El enlace entre A-C soporta un tráfico de:
 - Llamadas entre A y el exterior: $4.5 + 2 = 6.5$ Erlangs
 - Llamadas entre A y B que no pueden ir directamente: $7.5 \times 0.45 = 3.375$ E
 - Total 9.875 Erlangs (aproximamos que es Poisson)
- 10 líneas con 9.875 Erlangs de demanda tienen una probabilidad de bloqueo de $p_2 = B(9.875, 10) \approx 0.21$ (21%) ($q_2 = 1 - p_2 = 0.79$)
- El enlace A-C tiene una probabilidad de bloqueo en torno al 21%

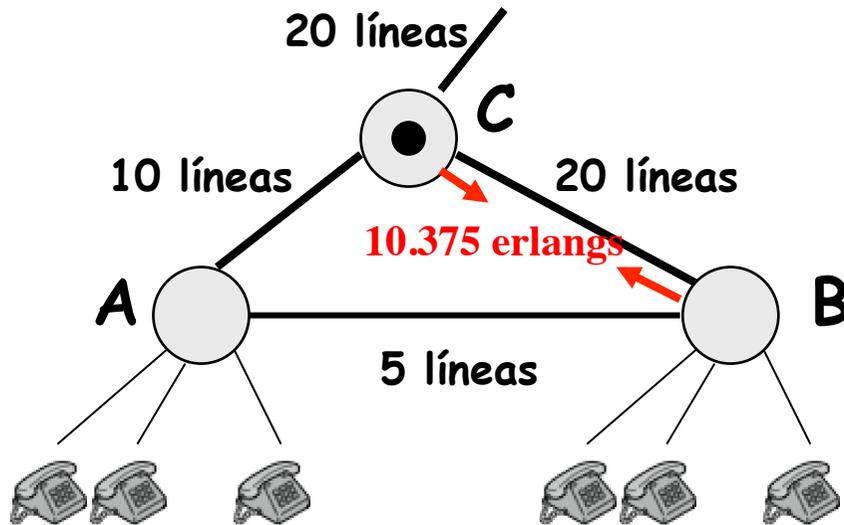


Demanda en Erlangs

Origen	a A	a B	Al exterior
De A	2	4.5	4.5
De B	3	3.2	5
Exterior	2	2	-

Ejemplo

- El enlace B-C soporta un tráfico de:
 - Llamadas entre B y el exterior: $5 + 2 = 7$ Erlangs
 - Llamadas entre A y B que no pueden ir directamente: $7.5 \times 0.45 = 3.375$ E
 - Total 10.375 Erlangs (aproximamos que es Poisson)
- 20 líneas con 10.375 Erlangs de demanda tienen una probabilidad de bloqueo de $p_3 = B(10.375, 20) \approx 0.0027$ (0.27%)
- Prácticamente despreciable ($q_3 = 1 - p_3 \approx 1$ comparado con el resto)



Demanda en Erlangs

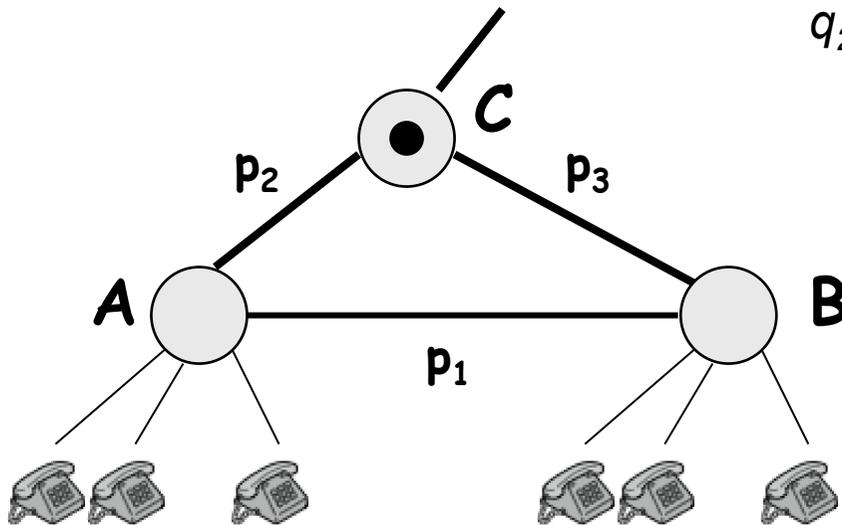
Origen	a A	a B	Al exterior
De A	2	4.5	4.5
De B	3	3.2	5
Exterior	2	2	-

Ejemplo

- Probabilidades de bloqueo en cada enlace: p_1 , p_2 y p_3
- Asumimos independencia
- Probabilidad de bloqueo de llamadas entre A y B: que ambos caminos se bloqueen (A-B y A-C-B)
- Probabilidad de que se bloquee el camino A-C-B = probabilidad de que se bloquee al menos uno de los dos (A-C y/o A-C-B) = $1 - \text{probabilidad de que ninguno de los dos se bloquee}$

$$P_{\text{bloq}}_{A-B} = p_1(1 - (1 - p_2)(1 - p_3)) = p_1(1 - q_2q_3) \approx p_1p_2$$

$$q_2 = 1 - p_2, \quad q_3 = 1 - p_3 \approx 1$$

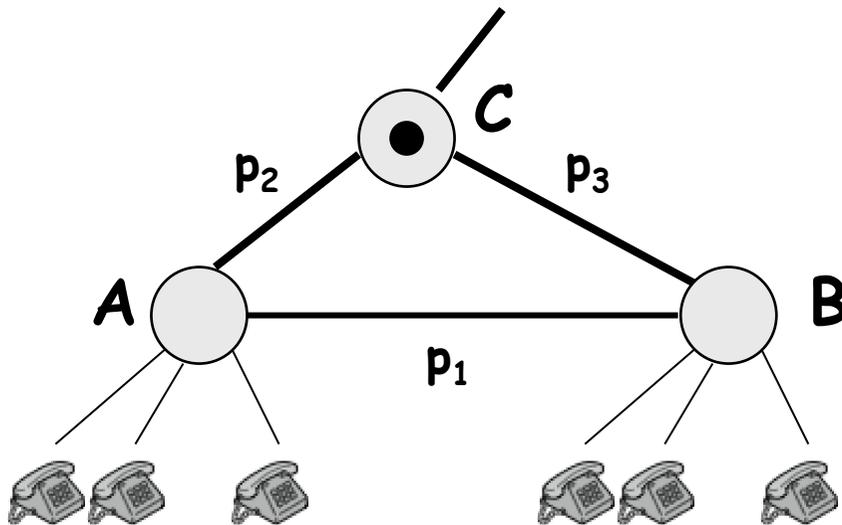


Demanda en Erlangs

Origen	a A	a B	Al exterior
De A	2	4.5	4.5
De B	3	3.2	5
Exterior	2	2	-

Ejemplo

- Tráfico cursado por el enlace A-C:
 - Ofrecido a A-C-B (el desbordado de A-B) que es cursado: $3.375 \times q_2 q_3$
 - + tráfico de A con el exterior que es cursado: $6.5 \times q_2$
 - = $3.375 \times (1-0.21)(1-0.0027) + 6.5 \times (1-0.21) = 7.794$ Erlangs



Demanda en Erlangs

Origen	a A	a B	Al exterior
De A	2	4.5	4.5
De B	3	3.2	5
Exterior	2	2	-

Mayor complejidad

- *¿ Qué ocurre si las llamadas se retienen hasta que sean atendidas ?*

Teoría de colas (función C de Erlang)

- *¿ Qué ocurre si tenemos en cuenta que hay un número finito (y conocido) de usuarios ?*

Fórmula de Engset

Preguntas pendientes

- *¿Y en el caso de conmutación de paquetes?*
 - Teoría de colas
 - Problemas más complicados
 - Peores aproximaciones
 - Mayor número de problemas sin resolver

Redes Sistemas y Servicios (5º curso)

Resumen

- La probabilidad de bloqueo externo con tráfico telefónico se puede aproximar mediante la B de Erlang
- Erlang B sirve aunque los servicios no sean exponenciales siempre que sea i.i.d.
- Tráfico de desbordamiento no es de Poisson y suponerlo conlleva subdimensionamiento

Cálculo de bloqueo en la RTB

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

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