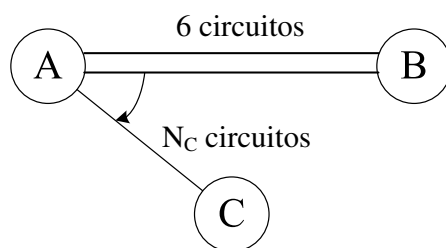


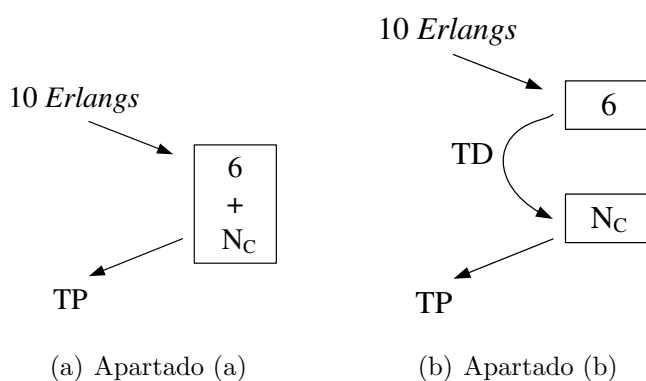
Tema 2 - Teletráfico
 Hoja de problemas 2

Problema 1. Dada la red de la figura:



donde el tráfico desde A a B es de 10 Erlangs, dimensionar el número de circuitos N_C utilizando los dos métodos que se indican a continuación para que el cociente $\frac{\text{Tráfico perdido}}{\text{Tráfico ofrecido}} < 0.01$.

- Suponer que el tráfico desbordado por el grupo de 6 circuitos es el tráfico ofrecido al grupo de N_C circuitos. El tráfico perdido será el que finalmente no pueda ser cursado por el grupo de N_C circuitos.
- Suponer que el tráfico T_{AB} es el tráfico ofrecido al grupo de $6 + N_C$ circuitos. En este caso el tráfico perdido será el que no pueda ser cursado por el conjunto de $6 + N_C$ circuitos.



Razonar si los dos métodos han de llevar a la misma solución o no y por qué. Comentar los resultados que se obtienen.

Problema 2. Dos poblaciones A y B ofrecen un tráfico T_A y T_B a un grupo de circuitos

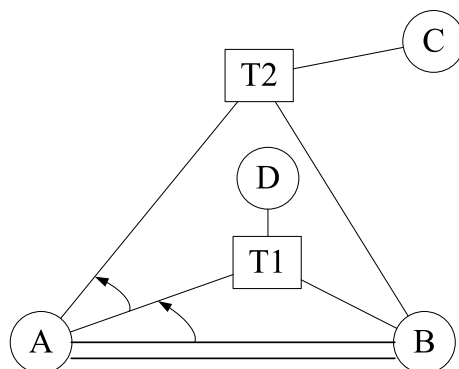
de primera elección C_A y C_B respectivamente. El grupo de circuitos C_B es a la vez un grupo de 2ª elección para la población A .

Finalmente, como 2ª elección para la población B y como 3ª para la población A , el tráfico se encamina hacia un grupo de C_C circuitos. Si este último grupo está bloqueado, las llamadas esperan indefinidamente hasta poder ser cursadas.

Si $T_A = 4$ Erlangs, $T_B = 6$ Erlangs y $C_A = 1$ circuito, calcular:

- (a) El número mínimo de circuitos C_B necesario para que:
 - como mínimo el 60% del tráfico ofrecido por la población B sea cursado por los circuitos de 1ª elección.
 - como máximo el 75% del tráfico ofrecido por la población A sea cursado entre los circuitos de 1ª y 2ª elección.
- (b) El número mínimo de circuitos C_C para que como mucho el 2% de las llamadas se tengan que esperar para ser cursadas.

Problema 3. Se dispone de una red como la de la figura:



donde el tráfico entre centrales es:

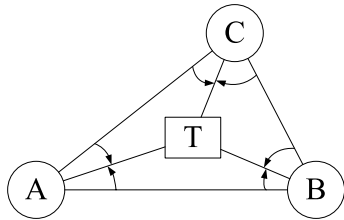
- $T_{AB} = 10$ Erlangs
- $T_{AD} = 5$ Erlangs
- $T_{AC} = 4$ Erlangs

Dimensionar todos los circuitos para que la probabilidad de pérdida en las secciones de elevado uso sea < 0.6 y en las secciones finales sea < 0.01 .

Problema 4. Se dispone de una red como la mostrada en la figura con un tráfico entre nodos según la matriz correspondiente (tráfico en Erlangs).

- (a) Dimensionar la red para que en caso de romperse un enlace cualquiera la probabilidad de pérdida sea inferior al 10%.

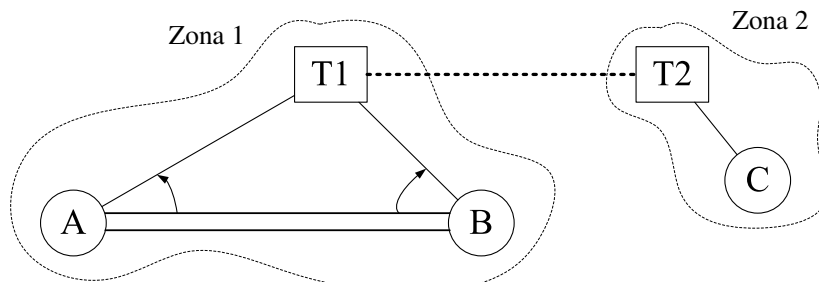
- (b) Indicar cuál sería la probabilidad de pérdida en cada enlace en condiciones normales de funcionamiento (sin rupturas).



	A	B	C
A	-	5	5
B	5	-	5
C	5	5	-

Suponer que en las rutas constituidas por dos enlaces, el tráfico ofrecido al segundo enlace es igual al tráfico ofrecido en el primero. Comentar en qué afecta esta suposición.

Problema 5. Se quiere dimensionar la red de la figura constituida por dos zonas interconectadas vía centrales tandem que se muestra en la figura.



T1 central tandem zona 1
T2 central tandem zona 2

El tráfico entre centrales es el siguiente (en *Erlangs*):

	A	B	C
A	-	2	2
B	2	-	2
C	2	2	-

Los criterios de diseño son:

- En las secciones de elevado uso el tráfico cursado por el último circuito del grupo no debe ser inferior a 0.5 *Erlangs*.
- $P_{B_{Sección\ Final}} < 0.01$.

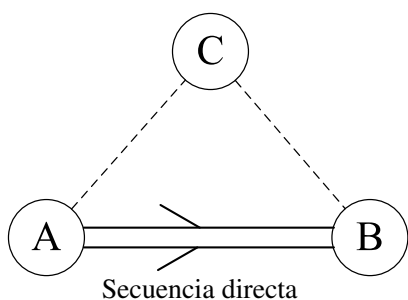
Los enlaces son unidireccionales excepto en la sección $T1 - T2$ que son bidireccionales.

- Dimensionar el número de circuitos de todas las secciones de la red.
- Calcular el *GoS* del tráfico de A a C.

Problema 6. En la red de la figura, la línea doble representa una sección directa

que desborda sobre las rutas señaladas con líneas discontinuas. Esta sección directa se dimensiona con el criterio de que sus enlaces han de cursar más del 80 % del tráfico que se les ofrece. Las secciones con línea discontinua no desbordan y se dimensionan con el criterio de que el *Grado de Servicio* (definido como la probabilidad de que una llamada no pueda ser cursada) de la red sea mejor que el 1 % (el *Grado de Servicio* de la red es el peor de todos los que presenta la red).

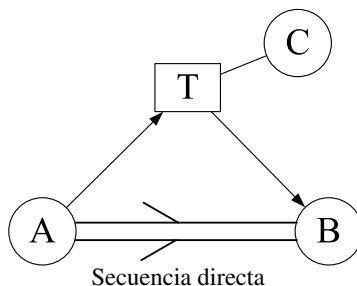
La matriz de intercambio de tráfico entre centrales es la que se indica a continuación (en *Erlangs*).



	A	B	C
A	-	5	1
B	5	-	1
C	1	1	-

- Si todos los enlaces son unidireccionales, calcular el número de circuitos de A a B , de A a C y el total de la red.
- Calcular el *GoS* para las llamadas de A a C , para las llamadas de A a B y de la red.
- Repetir todos los cálculos anteriores para el caso de enlaces bidireccionales.

Problema 7. Considerar la siguiente red de conmutación de circuitos con encaminamiento alternativo:



Si $T_{AB} = 2$ *Erlangs* y $T_{AC} = 2$ *Erlangs*, dimensionar la red para que $PB_{\text{Sección directa}} < 0.7$ y $PB_{\text{Sección final}} < 0.01$

Problema 8. Tres centrales A , B y C tienen una matriz de tráfico de interés (en *Erlangs*) según se indica en la tabla.

Para interconectarlas se ha decidido que haya rutas directas configuradas para enlaces unidireccionales entre centrales *siempre y cuando* el tráfico cursado por el último circuito en búsqueda secuencial sea no inferior a 0.8 *Erlangs*. El desbordamiento se enviará a través de una central *tandem* como segunda alternativa.

	A	B	C
A	-	8	6
B	5	-	3
C	4	2.5	-

- (a) ¿Cuántos enlaces se deberán instalar en la sección AC ?
- (b) Si los enlaces para las alternativas vía *tandem* también son unidireccionales, ¿cuántos enlaces se deberán instalar en la sección TC para conseguir que la PB de estos enlaces sea a lo sumo del 5%?

Problema 9. Tres centrales telefónicas están unidas a través de una central tandem. Debido a un incremento del tráfico, se plantea establecer una sección directa entre las centrales A y B , y replantear el número de circuitos del resto de la red. Teniendo en cuenta que la matriz de tráfico actualizado es la que se muestra a continuación:

	A	B	C
A	-	4	2
B	4	-	1
C	-	3	-

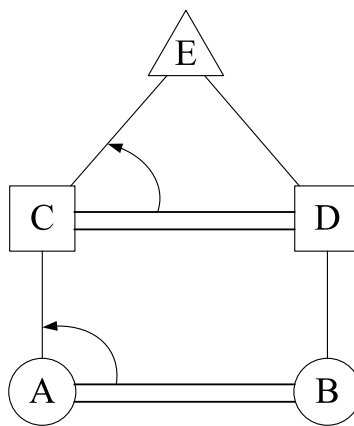
y que se decide utilizar enlaces unidireccionales, se pide:

- (a) Dimensionar el enlace directo entre A y B , teniendo en cuenta que el tráfico cursado por el menos cargado de los circuitos tiene que ser superior a 0.6 *Erlangs* y que se emplea una disciplina secuencial para la ocupación de los circuitos.
- (b) Repetir el apartado anterior, asumiendo esta vez una ocupación aleatoria de los circuitos.
- (c) Dimensionar el resto de los enlaces de la red, utilizando los resultados del apartado (a). La probabilidad de pérdida en los enlaces finales tiene que ser menor del 1%.
- (d) Determinar el grado de servicio (GoS) para las comunicaciones de A a B y de A a C .
- (e) Si se hubieran empleado enlaces bidireccionales, ¿se habrían necesitado más o menos circuitos? Justificar la respuesta.

Problema 10. Dada la red de la figura, en la que...

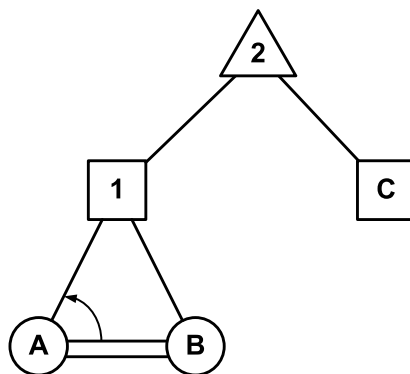
- El tráfico de A a B , T_{AB} , es de 10 *Erlangs*.
- El tráfico de C a D , T_{CD} , es de 5 *Erlangs*.
- El tráfico de A a D , T_{AD} , es de 5 *Erlangs*.
- Rutas del tráfico $A - B$:
 - 1ª elección $A - B$.

- 2ª elección (desbordamiento de AB) $A - C - D - B$.
 - 3ª elección (desbordamiento de CD) $A - C - E - D - B$.
- Rutas del tráfico $C - D$:
- 1ª elección $C - D$.
 - 2ª elección (desbordamiento de CD) $C - E - D$.
- Rutas del tráfico $A - D$:
- 1ª elección $A - C - D$.
 - 2ª elección (desbordamiento de CD) $A - C - E - D$.



Se pide dimensionar todos los circuitos sabiendo que en las secciones de elevado uso la probabilidad de pérdida ha de ser inferior a 0.7 y en las secciones finales debe ser inferior a 0.01.

Problema 11. Se dispone de la siguiente estructura de red telefónica jerárquica.

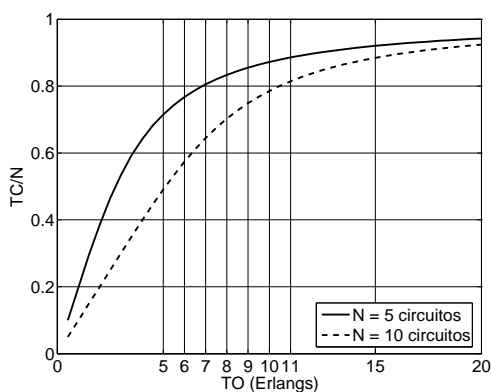


Sabiendo que el tráfico entre las poblaciones **A** y **B** es de 4 *Erlangs*, y que entre **A** y **C** se estima una intensidad de 3 *Erlangs*, se pide resolver, de manera razonada, las siguientes cuestiones:

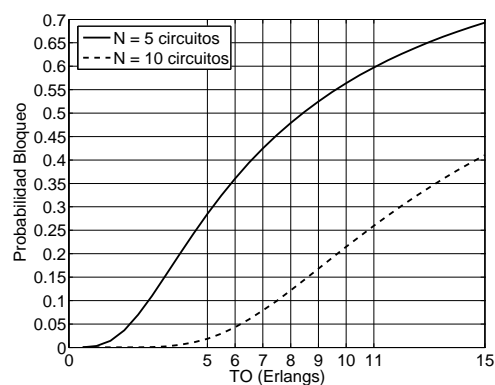
- Dimensionar el enlace directo entre **A** y **B**, suponiendo que la ocupación de los circuitos es secuencial y que se requiere que el menos cargado de los circuitos esté ocupado, al menos, el 60 % del tiempo.
- Repetir el apartado anterior, asumiendo una ocupación aleatoria de los circuitos.
- Dimensionar el resto de enlaces de la red, teniendo en cuenta que la probabilidad de bloqueo en los enlaces de las rutas finales tiene que ser menor del 3%. Utilizar el resultado del apartado (a).
- Calcular el *GoS* de las comunicaciones entre **A** y **B** y entre **A** y **C**.

Se conecta una nueva población a la central **1**, y la compañía se plantea añadir una secuencia directa entre **1** y **C**, que desbordaría a la ruta final (entre **1** y **2**). El proveedor ofrece grupos con $\alpha \cdot 5$ circuitos, con ocupación aleatoria.

- Si se pretende que la ocupación mínima de un circuito en esta secuencia directa sea del 80 %, ¿cuál debería ser el tráfico entre esta población y **C** para que la compañía incorporara un grupo con $\alpha = 1$? ¿Y para que fuera $\alpha = 2$?
- Tras realizar una serie de medidas se determina que la intensidad de este tráfico es de 6 *Erlangs*. En estas condiciones, dimensionar nuevamente los enlaces en los que hubiera cambiado el tráfico ofrecido respecto a la configuración inicial.
- Determinar el nuevo *GoS* entre **A** y **C**.



(a) Eficiencia en un sistema de pérdida pura con ocupación aleatoria

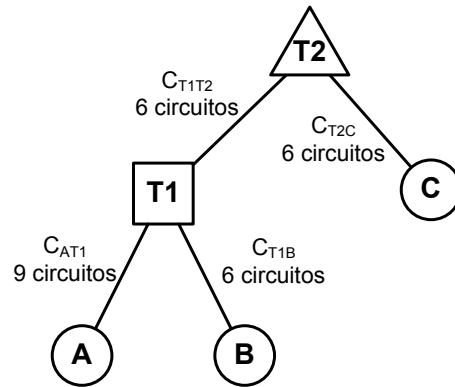


(b) Probabilidad de bloqueo en un sistema de pérdida pura

Problema 12. Considérese la red de la figura.

Se sabe que todos los enlaces son unidireccionales y que los criterios de diseño son los siguientes:

- La pérdida en las secciones de ruta final tiene que ser inferior al 3%.
- La ocupación mínima por circuito en las secciones directas debe ser superior al 70%.

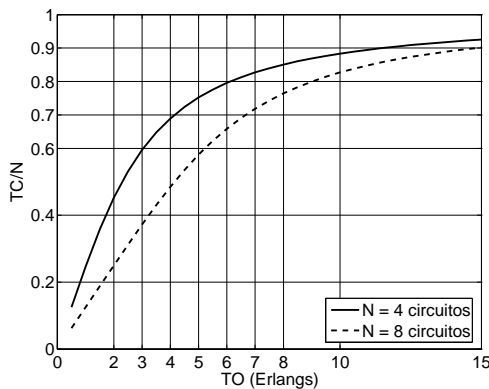


- (a) Establecer, en las condiciones iniciales de tráfico (2 Erlangs entre A y B y 2 Erlangs entre A y C), el *GoS* entre A y B y entre A y C.

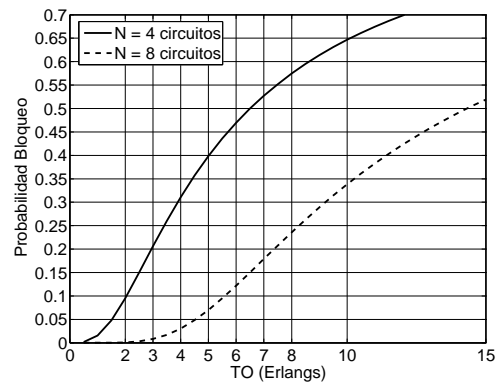
Al comenzar a operar la red se observa que la demanda de tráfico entre A y B no estaba correctamente estimada, ya que se sitúa en 3 Erlangs.

- (b) Dimensionar la sección directa entre A y B, suponiendo ocupación tanto secuencial como aleatoria de los circuitos.
 (c) Utilizando el resultado de la ocupación aleatoria, ¿cuáles son los cambios que se pueden realizar en la configuración inicial? ¿Cuál es el nuevo *GoS* entre A y B?

Tras un periodo de explotación sin incidencias, se observa que comienza a aparecer un tráfico relevante entre B y C. El operador se plantea establecer una sección directa entre T1 y C, que desbordaría a la sección final T1-T2. El proveedor ofrece grupos de $4 \cdot N$ circuitos, con ocupación aleatoria.



(a) Eficiencia en un sistema de pérdida pura con ocupación aleatoria

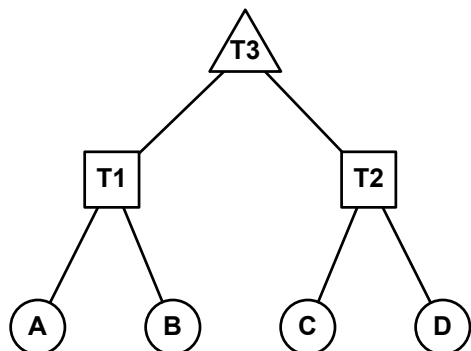


(b) Probabilidad de bloqueo en un sistema de pérdida pura

- (d) ¿Cuál debería ser el tráfico mínimo entre B y C para justificar un grupo de 4 circuitos? ¿Y para uno de 8 circuitos? (Asumir que la pérdida en B-T1 es del 3%).

- (e) Si se estima que el tráfico entre **B** y **C** es de 4 *Erlangs*, dimensionar aquellos enlaces en los que haya habido cambios frente a la carga original de tráfico, incluyendo el que une **B** y **T1**.
- (f) Establecer el nuevo *GoS* entre **A** y **C**.

Problema 13. Considérese la red de la figura, en la que todos los enlaces son unidireccionales, y la matriz de tráfico correspondiente.



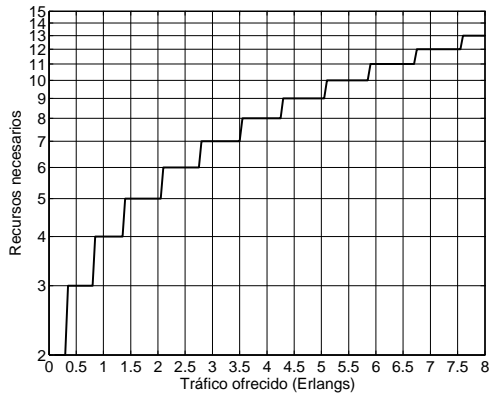
	A	B	C	D
A	-	2	1	3
B	3	-	-	2
C	-	-	-	1
D	-	-	4	-

El operador decide establecer una sección directa entre las centrales **A** y **B** y entre las centrales **C** y **D**. Teniendo en cuenta que se pretende hacer un uso eficiente de los recursos, se decide emplear enlaces bidireccionales. El criterio de diseño es que el menos cargado de los circuitos tenga una ocupación de, al menos, el 80%. Teniendo en cuenta el escenario descrito, se pide resolver de manera razonada las siguientes cuestiones.

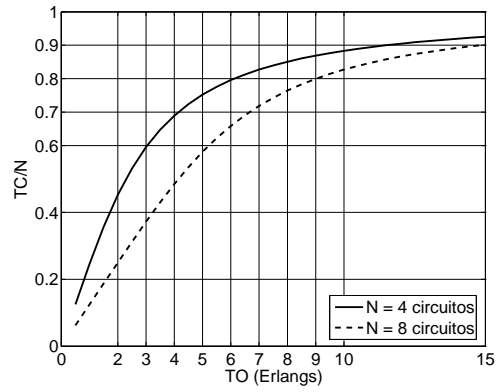
- (a) Dimensionar ambas secciones directas, suponiendo ocupación tanto secuencial como aleatoria de los circuitos.
- (b) Utilizando el resultado de la ocupación aleatoria, dimensionar los circuitos **AT1**, **BT1**, **T1T3**, **T3T2** y **T2D**, teniendo en cuenta que la probabilidad de bloqueo en los enlaces de una ruta final tiene que ser inferior al 4%.
- (c) ¿Cuál es el grado de servicio entre **B** y **D**?

Debido a la construcción de una urbanización, se decide conectar una nueva central **E** a **T1** (se supone que únicamente genera tráfico hacia **D**). El operador decide implantar una sección directa entre **T1** y **T2** (también *bidireccional*), que desbordaría a la ruta final **T1-T3-T2**. El proveedor ofrece grupos de $4 \cdot N$ circuitos, con ocupación aleatoria.

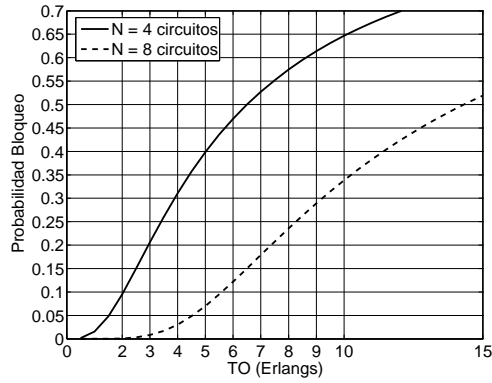
- (d) ¿Cuál debería ser el tráfico mínimo entre **E** y **D** para justificar un grupo de 4 circuitos? ¿Y para uno de 8 circuitos? (Asumir que la pérdida en **E-T1** es del 4% y que se mantiene el criterio de diseño del 80%).
- (e) Si se estima que el tráfico entre **E** y **D** es de 2 *Erlangs*, dimensionar aquellos enlaces en los que haya habido cambios frente a la carga original de tráfico, incluyendo el que une **E** y **T1**.



(a) Curva de Erlang-B para una pérdida del 4%



(b) Eficiencia en un sistema de pérdida pura con ocupación aleatoria



(c) Probabilidad de bloqueo en un sistema de pérdida pura