



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

CONMUTACIÓN

PRÁCTICA 2

CONCEPTOS BÁSICOS DE  
TELETRÁFICO.  
DISEÑO DE UN CONCENTRADOR

**Autores (en orden alfabético):**

Josemaría Malgosa Sanahuja

Pilar Manzanares López

Juan Pedro Muñoz Gea

## OBJETIVOS

- Comprender la arquitectura de la red de interconexión de una central local de conmutación de circuitos
- Obtener y relacionar conceptos básicos de teletráfico en una red de conmutación de circuitos
- Comprender el modelo de un concentrador
- Diseño de un concentrador: Obtención del mínimo número de líneas de salida para que la probabilidad de pérdida sea menor o igual que un cierto umbral

**DURACIÓN DE LA PRÁCTICA:** 2 sesiones (4 horas)

**MATERIAL NECESARIO:** Simulador TELTRAF.EXE y programa TRAFCALC.EXE (disponibles en el Aula Virtual)

## 1. RED DE INTERCONEXIÓN DE UNA CENTRAL LOCAL DE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS

La red de interconexión de una central local de conmutación de circuitos es una matriz de puntos de cruce (*crossbar*), con un relé o un transistor en cada punto de cruce. Sólo puede haber un relé por fila y uno por columna cortocircuitado simultáneamente.

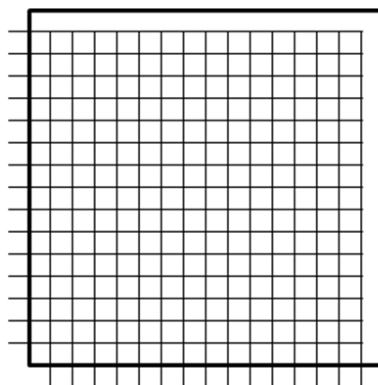


Figura 1. Matriz de puntos de cruce

Con el objetivo de ahorrar costes, la red de interconexión se implementa de la siguiente forma:

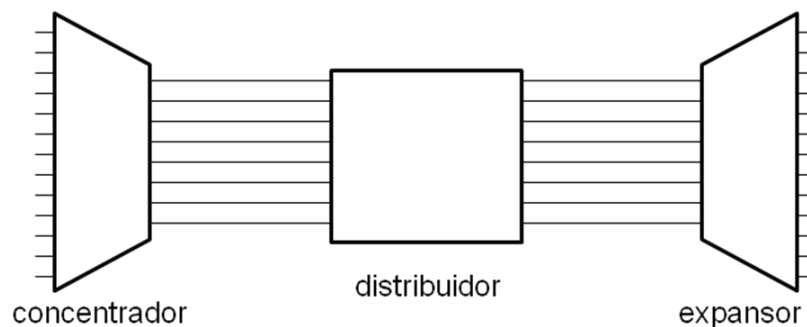


Figura 2. Red de interconexión

donde el concentrador, el distribuidor y el expensor son también matrices de puntos de cruce. En esta práctica nos vamos a centrar en el estudio y diseño de un concentrador:

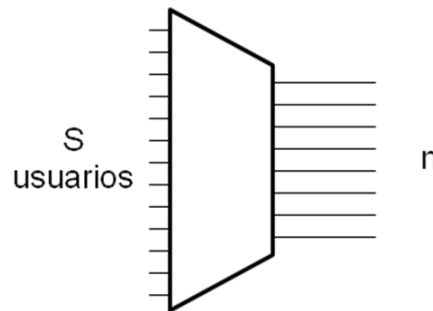


Figura 3. Concentrador

## 2. CONCEPTOS BÁSICOS DE TELETRÁFICO

Se utilizará el programa TELTRAF.EXE, opción A (*Congestion in small concentration switch*). En primer lugar es necesario configurar el concentrador con los datos de la especificación que aparece a continuación, utilizando la opción F5-Reset data.

**Especificación:** Entre paréntesis y cursiva es como se indica dicho concepto en el simulador:

- Tráfico ofrecido (A): 3.5 erlangs (*Traffic*)
- Tiempo medio de servicio (ts): 150 segundos (*Hold time*)
- Número de salidas: 6 (*Outlets*)

2.1. Seleccionar el diagrama donde se representa la evolución del número de conexiones en curso (opción F6-*History*) y ejecutar la simulación paso a paso (opción F1-*Step*). Dibujar el diagrama que se representa en pantalla, anotando el tiempo transcurrido entre cada dos eventos (*since last event*) hasta el instante  $t=400$  seg. En la Figura 4, aparece un ejemplo.

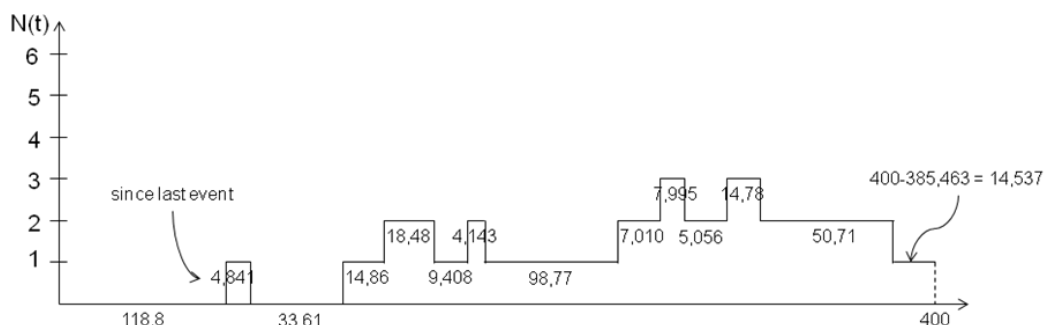


Figura 4. Diagrama de evolución del número de conexiones

La duración total de la simulación es de algo más de 400 segundos (ver Figura 5), porque ésta finaliza cuando tiene lugar el primer evento tras los 400 segundos. Los resultados ofrecidos en el cuadro **Preset data/Results** (ver Figura 5) corresponden a la duración total de la simulación. Sin

embargo, la representación del diagrama en la pantalla del simulador corresponde únicamente al intervalo de tiempo entre 0 y 400 segundos. De esta forma, los resultados proporcionados en el cuadro **Averages in display period** (ver Figura 5) corresponden al intervalo representado.

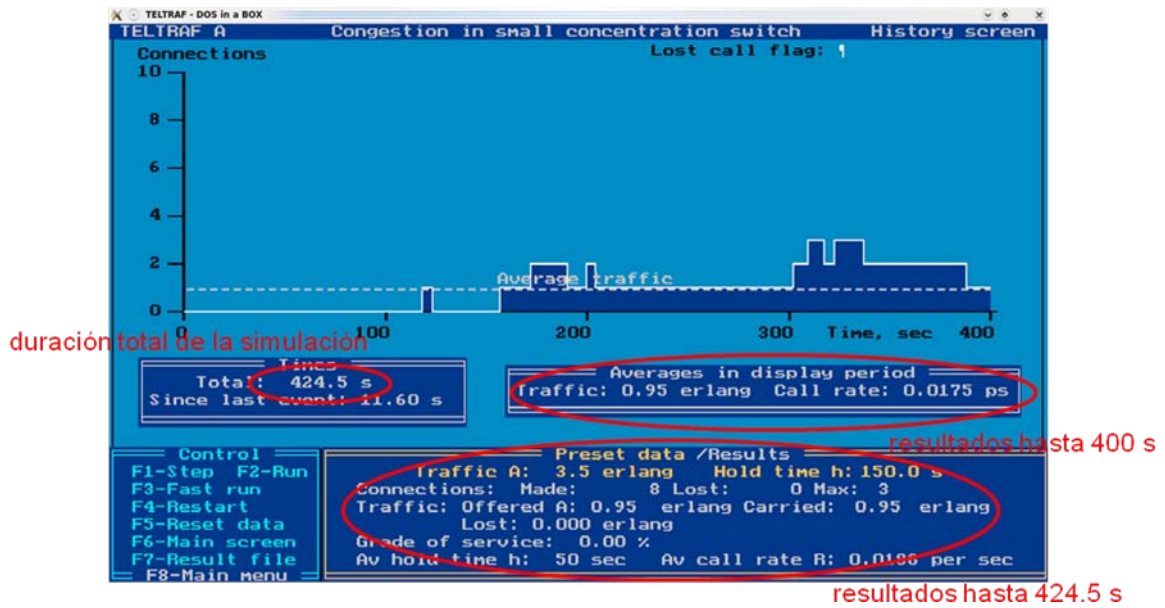


Figura 5. Evolución del número de conexiones en TELTRAF

2.2. Calcular a partir del cronograma anterior la intensidad de tráfico ( $I$ ), el volumen de tráfico ( $V$ ), la tasa de llamadas ofrecidas ( $\lambda_0$ ) y el tiempo medio de servicio ( $\bar{t}_s$ ). Comprobar que la intensidad de tráfico y la tasa de llamadas ofrecidas calculadas coinciden con los resultados indicados en el cuadro **Averages in display period**.

Para el cálculo de la intensidad de tráfico hay que aplicar su definición:

$$I = \bar{n} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T n(t) dt$$

Para el ejemplo mostrado en la Figura 4:

$$I = \bar{n} = \frac{1}{T} \int_0^T n(t) dt = \frac{1}{400} \cdot (4,841 + 14,86 + 2 \cdot 18,48 + 9,408 + 2 \cdot 4,143 + 98,77 + 2 \cdot 7,010 + 3 \cdot 7,995 + 2 \cdot 5,056 + 3 \cdot 14,78 + 2 \cdot 50,71 + 14,537) = \frac{381,539}{400} = 0,95$$

que, como podemos observar, coincide con el resultado mostrado en el cuadro **Averages in display period**.

2.3. Verificar la Ley de Little para el tráfico ofrecido correspondiente al intervalo total de simulación (*Traffic Offered A*), a partir de la tasa de llamadas ofrecidas (*Av call rate R*) y el tiempo medio de servicio (*Av hold time h*).

2.4. Seleccionar el diagrama donde se muestra el esquema del concentrador (opción F6-*Main screen*) e indicar el número de puntos de cruce que se requieren para llevar a cabo todas las conexiones posibles.

2.5. Mediante una ejecución paso a paso (opción F1) encontrar la política de asignación de las líneas de salida (*outlets*). A la vista de dicha política, ¿es previsible que todas las líneas de salida cursen el mismo tráfico? ¿Depende el tráfico cursado por el concentrador de la política de asignación de líneas de salida? Justificar las respuestas.

2.6. Realizar una ejecución rápida de 100.000 eventos (opción F3, opción F9), y a partir de los resultados de simulación:

- a) Obtener la tasa ofrecida ( $\lambda_0$ ), la tasa cursada ( $\lambda_C$ ) y la tasa rechazada ( $\lambda_R$ ). Verificar que  $\lambda_0 = \lambda_C + \lambda_R$
- b) Verificar la Ley de Little para el tráfico ofrecido, el tráfico cursado y el tráfico rechazado. Verificar que  $TO = TC + TR$ .
- c) Obtener la probabilidad de pérdidas ( $PL$ ) y verificar que  $TR = TO \cdot PL$  y  $TC = TO(1 - PL)$ .

### 3. DISEÑO DE UN CONCENTRADOR DE FORMA TEÓRICA

El objetivo principal en el diseño de este tipo de sistemas es el cálculo del número de salidas necesarias para que el sistema proporcione una cierta calidad (o grado) de servicio a los usuarios. Es decir, un objetivo clave en este tipo de problemas es la obtención del número mínimo de líneas de salida para que la probabilidad de pérdida que ofrece este sistema sea menor o igual que un cierto umbral. Según sea el tamaño de la población (finita o infinita), los modelos empleados para obtener el número mínimo de líneas de salida serán el modelo ENGSET o el modelo ERLANG-B. En esta práctica vamos a asumir que el tamaño de la población es finito y, por lo tanto, vamos a utilizar el modelo de ENGSET.

Para el diseño teórico del concentrador se utilizará el programa TRAF-CALC.EXE. En primer lugar es necesario configurar el concentrador con los datos de la especificación que aparece a continuación.

**Especificación:** Entre paréntesis y cursiva es como se indica dicho concepto en el programa:

- Modelo teórico: Engset (*Calculation model*)
- Tráfico ofrecido: 20 erlangs (*Traffic A*)
- Tamaño de la población: 400 (*Sources S*)

3.1. Aumentar el número de salidas (opción F3-*Servers N*) hasta conseguir que la probabilidad de pérdidas (congestión en llamadas, *Call congestion B*) sea inferior al 2 %. Anotar la probabilidad de pérdidas asociada a cada caso.

3.2. Una de las propiedades más importantes que tiene el modelo de Engset es que la probabilidad de pérdida obtenida en un escenario con S fuentes se corresponde con la

probabilidad de bloqueo que se obtendría en un escenario con S-1 fuentes ( $P_{L|s} = P_{B|s-1}$ ). Verificar que las probabilidades de pérdida conseguidas en el apartado anterior cumplen esta propiedad, observando la probabilidad de bloqueo (congestión en tiempo, *Time congestion*) que proporciona el programa cuando la población tiene un tamaño de 399.

#### 4. SIMULACIÓN DE UN CONCENTRADOR

Se utilizará el programa TELTRAF.EXE, opción B (*Extended concentration switch*). En primer lugar es necesario configurar el simulador con los datos de la especificación del apartado 3, utilizando la opción F5-Reset data.

**Especificación:** entre paréntesis y cursiva es como se indica dicho concepto en el simulador:

- Tráfico ofrecido: 20 erlangs (*Traffic*)
- Número de salidas: resultado del apartado 3.1 (*Outlets*)
- Tamaño de la población: 400 (*Inlets*)

4.1. Realizar tres simulaciones rápidas de 100.000 eventos (opción F3-*Fast run* y opción F9-*Change total events*) y hallar la media de las muestras obtenidas de la simulación correspondientes a la probabilidad de pérdidas (*Grade of service*) y a la probabilidad de bloqueo (obtener este resultado de la distribución del número de conexiones, que puede visualizarse mediante F6-*Show distribution*). ¿Son iguales ambos valores? Justificar la respuesta. Comprobar que la probabilidad de pérdidas media cumple las especificaciones.

4.2. Aumentar el tráfico ofrecido en un 20% y hallar la probabilidad de pérdidas media mediante tres simulaciones rápidas de 100.000 eventos. ¿En qué medida varía la probabilidad de pérdidas?

4.3. Para el nuevo valor del tráfico ofrecido repetir las cuestiones 3.1 y 4.1. ¿Aumenta el número mínimo de salidas que se requieren para satisfacer la probabilidad de pérdidas especificada en la misma proporción que el tráfico ofrecido? Justificar la respuesta.