

# PRÁCTICA LABORATORIO CONMUTACIÓN Y TRANSMISIÓN

## Introducción

El operador Movilsa tiene pensado lanzar la comercialización de una red de telefonía móvil utilizando el estándar GSM y está ultimando la arquitectura y diseño de la red.

## Datos planificación celular

- Dos bandas de 10 Mhz (una para uplink y otra para downlink) en la banda GSM de 900 Mhz.
- Cada BTS necesita reservar 2 de sus canales para señalización.
- Relación señal/interferencia debe ser mayor o igual a 12 dB
- Probabilidad de bloqueo de llamadas no deberá ser mayor del 2%
- Tráfico esperado de los cliente → 25 Erlangs / km<sup>2</sup>
- Debo elegir entre dos modelos:
  1. Estructura celular omnidireccional con N=7 (Cluster de 7 Celdas)
  2. Estructura celular sectorial con N = 4 (Cluster de 4 celdas) y 3 sectores a 120°
- Nuestro suministrador de BTS nos ha ofertado la adquisición y puesta en servicio de cada nodo BTS por 100K€

## Conceptos Clave

- Distancia de reutilización
- Relación Señal / Interferencia
- Superficie de celda hexagonal

## Planificación Celular (Fases de Cálculo)

1.

Tenemos dos bandas de 10Mhz, y cada banda se divide en canales de 200 Khz, por lo tanto, tenemos:

$$N_p = 10 \text{ Mhz} / 200 \text{ khz} = \mathbf{50 \text{ portadoras en cada banda en total}}$$

### *Celda Omnidireccional (N = 7, Cluster de 7 celdas)*

2.

Como estamos en el caso de celda omnidireccional, por lo tanto nuestro cluster está formado por 7 celdas. Como en nuestro cluster se utilizan todas las portadoras, el número de portadoras por celda serían:

$$50/7 = 7.14 = \mathbf{7 \text{ portadoras en cada celda}}$$

3.

En cada celda hay 7 portadoras, y como cada portadora tiene 8 canales, en cada celda hay un total de  $7 \times 8 = 56$  canales.

De estos 56 canales, reservamos 2 de ellos para canales de señalización, por lo tanto tenemos **54 canales de tráfico en cada portadora**.

4.

Nos vamos a la tabla de tráfico Erlang B y calculamos el tráfico Erlang por celda, que da un total de **44 Erlangs**

5.

Ahora vamos a determinar la superficie de la celda en km cuadrados.

En el enunciado habíamos estimado que el tráfico esperado era de 25 Erlangs por km<sup>2</sup>. Como tenemos 44 Erlangs de tráfico en la celda, aplicando una simple regla de 3, sabemos que tenemos una superficie de celda de **1.76 km cuadrados**.

6.

Haciendo el inverso de la superficie, obtenemos el número de BTS por km<sup>2</sup>, el cual da un valor de unos 0.57 BTS por km<sup>2</sup>.

### ***Celda Sectorizada (N = 4, Cluster de 4 celdas)***

7.

En el cluster tenemos 4 BTS, cada una con 3 sectores. Tenemos que referenciar todos nuestros parámetros a sector.

Cada BTS tiene 12 portadoras, por lo tanto **cada sector tendrá 4 portadoras**.

8.

Como en cada portadora hay 8 canales, en cada sector tenemos  $4 \times 8 = 32$  canales, de los cuales 2 se reservan para señalización.

Por lo tanto concluimos con que **disponemos de 30 canales de tráfico por sector**.

9.

Observando la tabla, vemos que el tráfico **es de 21.93 Erlangs**.

10.

Al igual que antes, aplicando una regla de 3, vemos que tenemos una superficie de cada sector de 0.8772 km<sup>2</sup>.

11.

La superficie de la celda, que tiene 3 sectores, es **de 2.6316 km<sup>2</sup>**

12.

Hacemos la inversa y obtenemos el número de BTS por km<sup>2</sup>, que es **0.38**

13.

Ahora vamos a calcular la relación Señal / Interferencia para ambos casos, siguiendo la siguiente fórmula:

$$\frac{S}{I} = \frac{(\sqrt{3N})^n}{N1}$$

- Celda omnidireccional → **73.5 (18.6 dB)**
- Celda sectorizada → **48 (16.81 dB)**

Ambas salen mayores que 12 dB, como pedía el enunciado.

14.

Llega el momento de explicar qué elección resulta más favorable para conseguir los objetivos que pide el enunciado de la práctica.

En el tema coste, lógicamente va a costar más implantar la celda omnidireccional pues tiene un mayor de nodos de conmutación.

Como para ambos casos se cumplen las condiciones tanto de probabilidad como de señal/interferencia(sensibilidad), **elegimos la sectorización porque nos dicen que hay que minimizar el número de BTS.**

Esto se puede comprobar matemáticamente también con los valores de BTS por km<sup>2</sup>.

En celda omnidireccional teníamos 0.57 BTS por km<sup>2</sup>, mientras que en celda sectorizada tenemos 0.38 BTS por km<sup>2</sup>.

**15.**

Ahora en Madrid se quiere cubrir una superficie inicial de 200 km<sup>2</sup>. Obtenemos el número de BTSs requerido en ambos casos:

- Celda omnidireccional →  $0.57 \text{ BTS} / \text{km}^2 * 200 \text{ km}^2 = \mathbf{114 \text{ BTS}}$
- Celda sectorizada →  $0.38 \text{ BTS} / \text{km}^2 * 200 \text{ km}^2 = \mathbf{76 \text{ BTS}}$

**16.**

- Celda omnidireccional →  $114 \text{ BTS} * 100\text{K€} = \mathbf{11.4 \text{ M €}}$
- Celda sectorizada →  $76 \text{ BTS} * 100 \text{ K€} = \mathbf{7.6 \text{ M €}}$

**17.**

Opción seleccionada → celda sectorizada

Canales de Tráfico → 30 por sector

Como tenemos 3 sectores, tenemos 90 canales de tráfico.

Esto hace que nos quedemos con la opción de **Radioenlace PDH 4 x 2 Mbps**, que representa el total de  $4 * E1 = 4 * 30 = 120$  canales.

Con la primera opción nos quedamos corto y con la tercera nos pasamos mucho, por lo tanto la segunda opción es la adecuada.

## Datos diseño Core

Tabla de tráfico entre ciudades en porcentaje respecto al tráfico total generado en cada ciudad. Se considera sólo tráfico origen-destino móvil.

	Madrid	Barcelona	Valencia	Sevilla
Madrid	65%	15%	10%	10%
Barcelona	15%	65%	10%	10%
Valencia	15%	15%	65%	5%
Sevilla	15%	15%	5%	65%

## Transmisión Core

18.

Enlace E1 = 30 canales

Hay un 35% del tráfico que se genera en Madrid que se dirige al resto de ciudades, por lo tanto necesitamos enlaces para transportar ese porcentaje.

Tenemos 76 BTS, cada una con 3 sectores, y cada sector tiene 30 canales de tráfico. Esto nos da un total de 6840 canales, de los cuales un 35%, es decir, 2394 canales son los que necesitamos para transportar.

Por lo tanto, **necesitamos 80 enlaces E1.**

19.

Un enlace E1 son 2 Mbps, por lo tanto tenemos 160 Mbps. Calculamos lo que corresponde a cada ciudad.

- Madrid → 104 Mbps
- Barcelona → 16 Mbps
- Sevilla → 24 Mbps
- Valencia → 16 Mbps

**20.**

**21.**

**22.**

**23.**