

Ejercicios de sistemas de comunicaciones móviles

Ejercicio 1

Dos comunicaciones móviles en una autopista (línea recta) deben establecerse entre dos pares MS-BTS, transmitiendo ambas BTSs con misma forma de onda y misma frecuencia. Los esquemas de codificación y modulación han sido elegidos tales que la relación C/I mínima admisible es de 10 dB. Asumiendo que el terminal MS2 se encuentra a una distancia d_{22} de la BTS2 y que la distancia entre BTSs es D , evaluar la distancia máxima a la que puede situarse MS2 de su estación base BTS2 para cumplir los criterios de interferencia en los dos casos siguientes:

- a) $P_{\text{BTS1}} = P_{\text{BTS2}}$
- b) $P_{\text{BTS1}} = 2 \cdot P_{\text{BTS2}}$

Ejercicio 2

Un sistema de comunicaciones móviles tiene un total de 100 canales a repartir entre las diferentes celdas de un cluster. Para ello, se debe satisfacer un criterio de calidad formado por un mínimo de relación portadora a interferencia de 19 dB. Se asume que las pérdidas de propagación varían con la cuarta potencia de la distancia $\alpha = 4$. Asumiendo que las celdas son hexagonales con una estación base situada en el centro y considerando únicamente la interferencia relacionada con la primera circunferencia interferente, calcular el número de canales por celdas disponible.

Ejercicio 3

Se estudia un sistema celular diseñado para clusters con 9 celdas que tienen un radio celular de 1 Km. ¿Cuál es la capacidad del sistema (Erlangs/Km²) si se admite una probabilidad de bloqueo del 1% y se dispone de 720, 180 ó 45 canales totales? Asumir distribución uniforme de tráfico en todo el área de

una celda.

Nota: asumir que la probabilidad de bloqueo (B) en una celda sigue la siguiente ecuación:

$$B(c, u) = 0.012 \cdot \frac{u}{c}$$

donde u es el tráfico total de la celda (medido en Erlangs) y c representa el número de canales o frecuencias de la celda.

Ejercicio 4

En un sistema de comunicaciones móviles se desea dar servicio a diferentes usuarios, diferenciando entre servicio a viandantes y servicio a automóviles. En lugar de dar servicio a todos los usuarios a través de las mismas estaciones base, se pretende dar servicio a los usuarios viandantes a través del sistema tradicional de microceldas y a los vehículos a través de una macrocelda que contiene un total de 7 microceldas. En caso de que un usuario normal no pueda adquirir un canal en su microcelda, lo intentará con un canal de la macrocelda.

Para realizar el diseño se dispone de los siguientes datos:

- Radio de la celda $R = 300$ m
- Densidad de viandantes con terminal MS: 200 viandantes/Km²
- Densidad de coches con terminal MS: 500 coches/Km²
- Tráfico por viandante: 0.05 Erlangs
- Tráfico por terminal de coche: 0.025 Erlangs

Se pide dimensionar el número de canales en una microcelda y en una macrocelda para una probabilidad de bloqueo en la microcelda $P_{Bm} = 0.01$ y un en la macrocelda $P_{BM} = 0.02$.

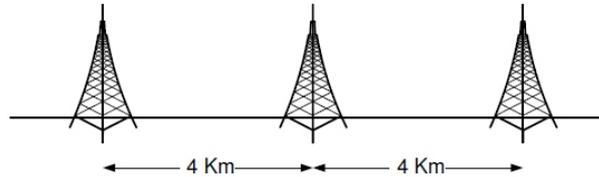
Nota: asumir que la probabilidad de bloqueo (B) en una celda sigue la siguiente ecuación:

$$B(c, u) = 0.012 \cdot \frac{u}{c}$$

donde u es el tráfico total de la celda (medido en Erlangs) y c representa el número de canales o frecuencias de la celda.

Ejercicio 5

Se desea instalar un sistema de telefonía móvil celular en una carretera (línea recta) para lo que se emplean antenas direccionales que radían lo mismo en ambos sentidos. La distancia entre las posiciones de las antenas es de 4 Km.



Se dispone:

- Admitiendo que el factor de pérdidas es $\alpha = 4$, determinar el número de celdas por cluster (k) si se desea tener un $C/I > 15$ dB. En el cálculo considerar únicamente la interferencia de las dos estaciones interferentes más cercanas.
- Si el tráfico por terminal es de 0.05 Erlangs, asumiendo que un 10% de automóviles llevan terminal móvil y que la densidad de vehículos en situación normal es de 50 vehículos por Km, determinar cuántos circuitos son necesarios para proporcionar una probabilidad de bloqueo inferior al 2%.
- Determinar cuántas frecuencias son necesarias para dar servicio al sistema.
- ¿Cómo se asignarían las frecuencias a cada sistema?

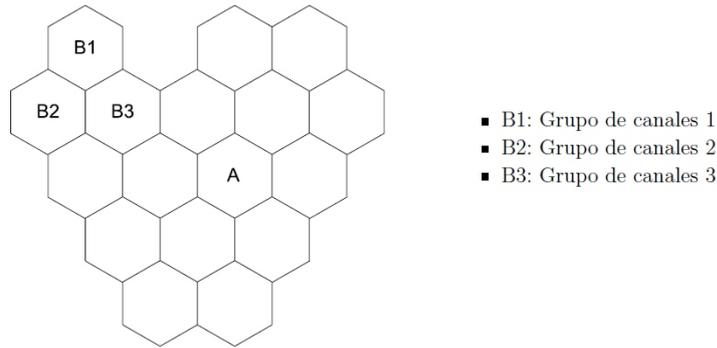
Nota: asumir que la probabilidad de bloqueo (B) en el área de cobertura sigue la siguiente ecuación:

$$B(c, u) = 0.08 \cdot \frac{u}{c}$$

donde u es el tráfico total del área de cobertura (medido en Erlangs) y c representa el número de canales o frecuencias.

Ejercicio 6

Supongamos que un área se tesela hexagonalmente con células de radio $R = 1$ Km y que dichas células se agrupan en un cluster de 3, tal como se indica en el dibujo.



- La densidad de habitantes de la zona es $d = 70$ habitantes/ Km^2 , siendo el factor de penetración del 40 %.
 - El tráfico por usuario es de 0.1 Erlangs y el factor de propagación es $\alpha = 4$.
 - Se dispone de 1 MHz de ancho de banda total para los canales de subida y 1 MHz de ancho de banda total para los canales de bajada, con anchura de banda por canal de 25 KHz.
 - Para el cálculo de la relación C/I considerar las señales interferentes a distancia de reuso D .
- a) De cuántos clusters completos se dispone. A cuántos usuarios más se podría dar cobertura si se reutilizan todas las frecuencias el mismo número de veces.
 - b) Calcular la probabilidad de bloqueo de una célula.
 - c) Calcular la relación C/I para la célula A.
 - d) Si se aumenta C/I en 3 dB, calcular el tamaño mínimo del nuevo cluster y la nueva P_B .

Nota: asumir que la probabilidad de bloqueo (B) en una celda sigue la siguiente ecuación:

$$B(c, u) = 0.0356 \cdot \frac{u}{c}$$

donde u es el tráfico total de la celda (medido en Erlangs) y c representa el número de canales o frecuencias de la celda.

Ejercicio 7

Se quiere diseñar un sistema de comunicaciones móviles que proporcione cobertura a una zona rural en la que habría una densidad de abonados de $d = 6$ abonados/ Km^2 con un tráfico por terminal de 0.05 Erlangs. Se considera una geometría celular hexagonal donde cada célula tiene un área de 20 Km^2 . En el cálculo de la relación C/I se tiene en cuenta únicamente la primera corona interferente y se supone que todas las estaciones base interferentes se

encuentran a la distancia de reuso, D , del punto de cálculo de la relación C/I . El coeficiente de pérdidas de propagación es $\alpha = 4$. Si se requiere $C/I \geq 18$ dB, calcular:

- a) El valor del cluster (k) necesario.
- b) El número de canales por estación base necesario para dar un grado de servicio del 2%.

Para aumentar el número de abonados a los que se daría servicio, se propone usar antenas directivas de tres sectores, en lugar de emplear antenas omnidireccionales. Ello implica que cada célula se divide en tres sectores utilizando 3 antenas directivas en cada estación base. A cada sector, y por tanto en cada antena, se le asigna en exclusiva un grupo de frecuencias diferentes (la tercera parte de las que se asignarían a una antena omnidireccional).

- c) Considerando el mismo valor del cluster que el calculado en el apartado 1, calcular la relación C/I del sistema si se hace uso de estaciones base trisectoriales.
- d) Si el requerimiento es que $C/I \geq 18$ dB, cuál es el valor mínimo del cluster que se podría utilizar.
- e) Con el nuevo valor de cluster obtenido en el apartado anterior y con el mismo número total de frecuencias que en el primer diseño (es decir, con antenas omnidireccionales), calcular a qué densidad de abonados se podría dar servicio el sistema, conservando el mismo grado de servicio.

Nota: asumir que la probabilidad de bloqueo (B) en una celda sigue la siguiente ecuación:

$$B(c, u) = 0,04 \cdot \frac{u}{c}$$

donde u es el tráfico total de la celda (medido en Erlangs) y c representa el número de canales o frecuencias de la celda.

Ejercicio 8

Se desea analizar un despliegue aproximado de una red de telecomunicaciones móviles en un entorno urbano de 500 Km² a una frecuencia de 850 MHz. Bajo un criterio de diseño de relación señal a ruido mínima de 20 dB, y utilizando los parámetros de transmisión y recepción mostrados en la tabla, evaluar el número de celdas total de la red.

	UL	DL
Transmisor	MS	BTS
Potencia (dBm)	26	43
Pérdidas por combinador (dB)	0	2.4
Pérdidas por conectores (dB)	0	2
Body loss (dB)	1	0
Ganancia de la antena (dBi)	0 dBi	15 dBi
Receptor	BTS	MS
Ganancia de la antena (dBi)	15	0
Body loss (dB)	0	0
Potencia de ruido (dBm)	-80	-80