



E.T.S.I.I.T - Ingeniería de Telecomunicación  
Redes Telefónicas - Curso 2009/2010

P1	
P2	

Examen de la convocatoria de febrero  
Problemas

Apellidos:..... Nombre:.....

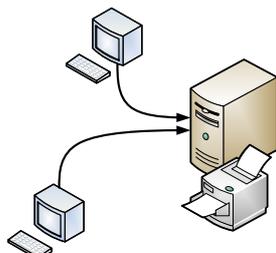
El peso de esta parte en la nota del examen es del 70%. Los dos problemas valen lo mismo.

**Problema 1.** En una oficina trabajan 2 personas, que comparten un servidor de impresión con una única impresora. Al enviar un trabajo, se debe esperar a que haya concluido para poder volver a remitir otro documento. Se supone además que el servidor tiene memoria suficiente para almacenar trabajos pendientes. Se sabe que el tiempo medio entre el momento en que acaba un trabajo y el envío del siguiente es, para cada terminal,  $t_{ia} \left(\frac{1}{\lambda}\right) = 1$  minuto (distribución exponencial negativa) y que el tiempo de impresión (asimismo distribución exponencial negativa), tiene un valor medio de  $t_{impresión} \left(\frac{1}{\mu}\right) = 1$  minuto.

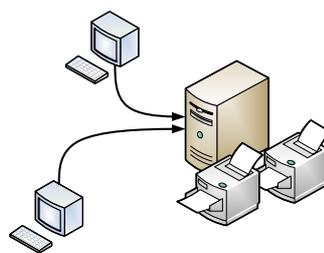
- (a) [2 puntos] Modelar el sistema con una cola de *Markov*. ¿Cuál es la probabilidad de que haya un trabajo esperando en el servidor de impresión?
- (b) [2.5 puntos] Obtener, aplicando la relación de *Little*, el tiempo medio de espera y el de estancia total en el servidor (espera más impresión).

Para mejorar el comportamiento del sistema, se decide añadir al servidor una segunda impresora, el doble de rápida que la anterior. Se modifica la política del servidor, de manera que cuando llegue un trabajo sea atendido por la impresora más rápida, siempre que esté libre; en caso contrario iría a la que había originalmente.

- (c) [3 puntos] Modelar el nuevo sistema, y calcular la probabilidad de que esté funcionando la impresora nueva.  
*Nota: Para analizar la segunda alternativa, representar cada estado como  $(i, j)$ , donde  $i$  representa la ocupación de la primera impresora (rápida) y  $j$  la de la segunda.*
- (d) [2.5 puntos] Volver a calcular el tiempo medio de espera, así como el de permanencia en el sistema, tras la modificación que se ha realizado.



(a) Configuración inicial



(b) Configuración mejorada

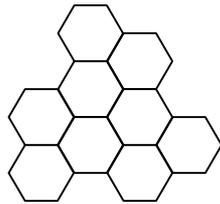
**Redes Telefónicas - Convocatoria febrero 2010**

Apellidos:.....

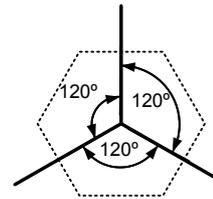
Nombre:.....

**Problema 2.** Un operador de comunicaciones móviles tiene una capacidad total de 60 canales para dar servicio de telefonía en una zona rural (con ellos tiene que cubrir tanto el tráfico ascendente como el descendente). Para ello dispone de antenas omnidireccionales, con un alcance de 1.2 Km y se sabe que la densidad de usuarios es de  $\alpha = 24 \text{ habitantes/km}^2$ . A la hora de desplegar las estaciones base, el operador establece la configuración que aparece en la figura, con la que cubre todo el área de interés.

- (a) **[1.5 puntos]** Calcular el factor de re-uso máximo, asumiendo que el tráfico por usuario se ha estimado en  $\rho = 50 \text{ miliErlangs}$ , y que se pretende alcanzar un *GoS* del 98 %.
- (b) **[1.5 puntos]** Asumiendo que sólo hay interferencia co-canal y que se necesita una relación *CIR* mayor de 11 dB, ¿se podría utilizar la configuración calculada anteriormente? Aplicar un exponente de pérdidas de propagación  $\gamma = 3$ . Considerar que las células interferentes se encuentran a la distancia de reuso.
- (c) **[2 puntos]** Para tener mayor margen en la *CIR*, el operador se plantea llegar hasta los 12 dB, para lo que pretende utilizar una sectorización a 120°, utilizando un diagrama de radiación como el mostrado en la figura. ¿Qué ganancia se obtiene en términos de *CIR*? ¿Qué inconveniente plantea esta solución?
- (d) **[2 puntos]** ¿Habría alguna alternativa adicional para llegar a los 12 dB? Comentar sus ventajas y desventajas.

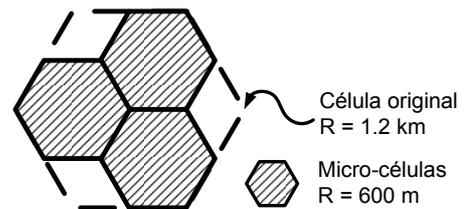


Despliegue inicial de la red



Sectorización a 120°: diagrama de radiación

Para potenciar el turismo en la zona, se abre un complejo residencial en un área que coincide con una de las celdas establecidas por el operador (asumir que se usa el despliegue del apartado (a)). Como consecuencia, se incrementa la densidad de usuarios (en toda la superficie de la celda original) hasta los  $\alpha = 42 \text{ habitantes/km}^2$ . La empresa se plantea incorporar un *cluster* adicional de 3 micro-células (con un radio de 600 m) para satisfacer la mayor demanda, tal y como se muestra en la figura.



Así, las llamadas en el complejo serán atendidas por el nuevo despliegue de red y, en caso de que no tuviera recursos, se desbordarían al sistema original.

- (e) **[2 puntos]** ¿Cuántos canales son necesarios en el *cluster* de micro-células, teniendo en cuenta que la ocupación mínima requerida es del 55% para un canal cualquiera? Suponer que la ocupación de canales es aleatoria.
- (f) **[1 punto]** Calcular la probabilidad de bloqueo en la zona cubierta por las 3 micro-células. Asumir independencia entre las ocupaciones de las micro-células y la celda original y que el tráfico desbordado sigue una distribución de Poisson.

Ayuda:  $A_{\text{hexágono}} = \frac{3\sqrt{3}}{2}R^2$