

Metodología Combinada de Planificación y Gestión de Recursos Radio para el Despliegue de Redes 3G W-CDMA

J. Sánchez-González, J. Pérez-Romero, O. Sallent, R. Agustí
Universidad Politécnica de Cataluña
c/ Jordi Girona 1-3, 08034 Barcelona, Spain
Telf: 93-401-59-48
E-mail: [juansanchez, jorperez, sallent, ramon @ tsc.upc.es]

Abstract

En esta comunicación se propone una nueva metodología para la implantación de redes W-CDMA de tercera generación. A la hora de realizar la planificación de la red radio se tendrá en cuenta la dinámica de la red en lugar de realizar una planificación de una forma puramente estática. Como resultado, para una esperada densidad de tráfico (es decir, ciertos Erlangs/km²) no solamente se determinará el radio más adecuado de la celda sino que también se determinará el umbral óptimo de admisión que se deberá configurar en algoritmo de control de admisión. Por otro lado, esta comunicación desarrolla de forma analítica una nueva formulación estática, demostrando que la consideración teórica representa adecuadamente una situación casi estática pero que para las situaciones dinámicas, la propuesta de considerar de una forma conjunta la planificación de la red radio y las técnicas de gestión de recursos radio mediante simulación, permitiría observar los efectos que produce por ejemplo los procedimientos de handover y en consecuencia obtener resultados más ajustados a la realidad.

1. Introducción

El problema que encuentra un operador de red de sistemas de comunicaciones móviles es maximizar el número de usuarios en el sistema garantizando ciertos requerimientos de calidad de servicio. Se pueden distinguir dos aspectos: la planificación de red (es decir, el diseño de la infraestructura de la red fija en términos de número de celdas necesario para garantizar cobertura en una zona determinada, ubicación de las celdas, etc.) y la asignación de recursos radio (es decir, para una planificación determinada, la manera de gestionar dinámicamente los recursos radio para garantizar la demanda instantánea de los usuarios que se mueven por la red).

En el marco de los sistemas de comunicaciones móviles de segunda generación (2G) basados en acceso TDMA (por ejemplo GSM, IS-95), el principal problema aparece en términos de planificación de red. La calidad de servicio percibida por un usuario de voz se controla principalmente mediante la asignación de frecuencias para proporcionar una suficiente relación entre la portadora y las interferencias (C/I Carrier to Interference Ratio). Por otro lado, en los sistemas 2G la probabilidad de bloqueo es otro de los parámetros fundamentales de calidad de servicio y se soluciona por un lado, proporcionando suficientes frecuencias en una celda y por otro lado, aumentando el número de celdas. Dada la configuración de una red 2G la máxima capacidad de la red es un valor fijo. Además, la asignación de

recursos radio a corto plazo (es decir, del orden de decenas o centenas de milisegundos) no permite muchas posibilidades en un escenario en el que el servicio soportado (es decir, voz) requiere un canal con una calidad constante y unos requerimientos estrictos de retardo.

Los sistemas de comunicaciones móviles de tercera generación tienen el objetivo de proporcionar calidad de servicio a servicios multimedia, tratando de maximizar la capacidad y de asegurar la cobertura. Cuando se considera un sistema móvil de tercera generación con acceso W-CDMA la situación es considerablemente diferente a la de un sistema de segunda generación. Por un lado, en los sistemas basados en W-CDMA no existe un valor fijo de máxima capacidad disponible ya que dependerá del nivel de interferencias en la interfaz aire. Por otro lado, el escenario multi-servicio rompe los estrictos requerimientos de retardo para ciertos servicios y por lo tanto, permite explotar las estrategias de gestión de recursos radio (RRM) para garantizar cierta calidad de servicio objetivo, manteniendo el área de cobertura y permitiendo ofrecer mayor capacidad haciendo que los usuarios utilicen los recursos disponibles de una forma más eficiente.

Para implantar un sistema de comunicaciones móviles se hace necesario realizar un ejercicio de planificación de red. Sin embargo, la planificación de red es esencialmente de naturaleza estática mientras que un sistema real tiene un comportamiento dinámico. Esto es particularmente

crítico para los sistemas radio basados en acceso W-CDMA limitados por interferencias (como UTRA-FDD) donde la dinámica del sistema impacta fuertemente en su funcionamiento. Por esto, efectos como los handovers, la velocidad de los usuarios, la existencia de estrategias de gestión de recursos radio (algoritmos de control de admisión, control de congestión, control de potencia, etc.) provocarían un comportamiento en el sistema diferente de lo planificado. Por lo tanto, se debería realizar una revisión de la planificación de red siendo necesario un reajuste y refinado de los parámetros de red. Por otro lado, dependiendo de la planificación de red, la estrategia óptima de gestión de recursos radio es diferente. Por lo tanto, para la implantación de un sistema 3G con acceso W-CDMA se debería realizar un proceso iterativo, partiendo de una planificación estática de la red radio y continuando con reajustes de estos parámetros de acuerdo con el funcionamiento observado [1].

En esta comunicación se plantea el hecho de considerar de forma conjunta la planificación de la red radio y la gestión de recursos radio ya desde el principio. La principal ventaja de esta consideración es que permite una planificación más precisa porque no solamente tiene en cuenta componentes estáticas sino también dinámicas. En particular, la movilidad de los usuarios, los procedimientos de handover además de parámetros específicos de las diferentes estrategias de gestión de recursos radio que permiten una visión más real del comportamiento del sistema y por lo tanto, proporcionan de forma más precisa una planificación más apropiada. Además, se desarrolla un marco teórico para poderlo contrastar con las simulaciones realizadas.

Dependiendo de las características del escenario (radio de la celda, niveles máximos de potencia de transmisión de la estación base y de los terminales móviles, velocidad de los terminales móviles, servicios considerados, etc.), el sistema puede quedar limitado por el enlace ascendente o por el enlace descendente.

En este contexto, este documento está organizado de la siguiente manera: La sección 2 proporciona una visión de las principales funciones de la gestión de recursos radio y cómo influyen en el funcionamiento del sistema. En la sección 3 se presenta un modelo teórico que tiene en cuenta los requerimientos de calidad de servicio en términos de probabilidad de admisión y BLER y el mecanismo de cómo determinar el radio adecuado de la celda y los umbrales del control de admisión para una carga de tráfico esperada en el enlace ascendente. Por último, en la sección 4 se presentan algunos resultados obtenidos por medio de simulaciones donde también se incluyen los modelos de movilidad y generación de tráfico considerados. En la sección 5 se muestran las conclusiones.

2. Funciones de la gestión de recursos radio en W-CDMA

En un escenario 3G, la provisión de servicios multimedia bajo ciertos requerimientos de servicio no se podría llevar a cabo sin una utilización adecuada de los recursos de la interfaz aire mediante el uso de estrategias de gestión de recursos radio. Estas estrategias deben tener en cuenta las peculiaridades específicas de la tecnología de acceso radio, reaccionando ante las variaciones dinámicas en la red radio debidas a la generación del tráfico, la variabilidad del canal, etc., de manera que puedan mantener el sistema en una situación en la que se pueda garantizar la calidad de servicio a los usuarios conectados minimizando el consumo de recursos.

En el contexto de UMTS, las funciones de la gestión de recursos radio deben tener en cuenta las restricciones impuestas por el canal radio y por lo tanto son responsables de ajustarse configurando parámetros como la tasa de transmisión instantánea, la máxima tasa de transmisión, niveles de potencia, asignación de códigos, etc. Estas funciones incluyen [2]: 1) control de admisión, 2) control de congestión, 3) gestión de códigos, 4) control del handover, 5) gestión de los parámetros de transmisión, que a su vez incluyen: a) algoritmos MAC, b) packet scheduling y c) control de potencia ejecutado en dos pasos: c.1) control de potencia interno y c.2) control de potencia externo.

Las decisiones resultantes tomadas por las funciones de gestión de recursos radio se ejecutan mediante mensajes de señalización intercambiados entre la red y el terminal móvil. Estos mensajes son Radio Bearer Set-up, Physical Channel Reconfiguration y Transport Channel Reconfiguration [3].

3. Modelo teórico

En W-CDMA, uno de los parámetros importantes en el enlace ascendente es el factor de carga η que viene determinado de la siguiente manera:

$$\eta = \left(1 + \frac{\chi}{P_R}\right) \sum_{i=1}^n \frac{1}{\frac{W}{\left(\frac{E_b}{N_o}\right)_i R_{b,i}} + 1} = \frac{P_R + \chi}{P_R + \chi + P_N} \quad (1)$$

donde n es el número de usuarios transmitiendo simultáneamente en un instante determinado, $R_{b,i}$ es la tasa de transmisión del usuario i ésimo, W es el ancho de banda total después del spreading, P_N es la potencia de ruido, χ es la interferencia intercelular y $(E_b/N_o)_i$ corresponde a los requerimientos de calidad del usuario i ésimo. P_R es la potencia total recibida en la estación base de la celda que se está analizando.

Dado un valor determinado de factor de carga, la potencia transmitida requerida por un terminal situado a una distancia r de la estación base viene determinada por la ecuación (2). donde se han considerado unas pérdidas de propagación que incluyen el shadowing $L(r)$ y unos requerimientos objetivo de calidad $(E_b/N_o)_t$.

$$P_T = L_p(r) \frac{(P_N + \chi + P_R)}{W} = L_p(r) \frac{P_N \frac{1}{1-\eta}}{W} + 1 \quad (2)$$

$$\frac{\left(\frac{E_b}{N_o}\right)_t R_b}{\left(\frac{E_b}{N_o}\right)_t R_b} + 1$$

Cabe observar que un incremento en el factor de carga η provocará un incremento en la potencia de transmisión requerida para un usuario. Por lo tanto, un nivel de carga en la celda demasiado elevado, provocará que los usuarios que están situados a mayor distancia de la estación base no puedan llegar a garantizar la E_b/N_o requerida, dado que la potencia máxima transmitida de un terminal móvil está limitada. De esta manera, el radio de cobertura de la celda se ve reducido cuando aumenta la carga en el sistema (fenómeno conocido como cell-breathing).

Desde el punto de vista de la gestión de recursos radio, el control dinámico del factor de carga se realiza mediante algoritmos de control de admisión y control de congestión. Más concretamente, el principio del control de admisión hace uso del factor de carga η y se estima el incremento de carga $\Delta\eta$ que supone la admisión de un nuevo usuario en la red radio [1], de manera que una solicitud de admisión es admitida si la carga total es menor que cierto umbral de admisión $\eta_{\text{máx}}$.

$$\eta + \Delta\eta \leq \eta_{\text{máx}} \quad (3)$$

El valor del umbral de admisión $\eta_{\text{máx}}$ va a tener un impacto considerable en el funcionamiento del sistema en términos de probabilidad de admisión y BLER (Block Error Rate). En particular:

- Si $\eta_{\text{máx}}$ es demasiado bajo, la carga aceptada será también baja. En este caso, la BLER obtenida será cercana al valor objetivo ya que la limitación de potencia de los terminales móviles tendrá lugar en pocas ocasiones. En cambio, la probabilidad de admisión decrecerá rápidamente a medida que el tráfico ofrecido aumenta.
- Si $\eta_{\text{máx}}$ es elevado, la carga aceptada será también elevada. En este caso, el control de admisión permite el acceso al sistema a mayor número de usuarios. Sin embargo, la BLER obtenida se verá gravemente degradada si la carga que se ha aceptado es demasiado elevada.

Por otro lado, desde el punto de vista de planificación de red, no se considera la dinámica del sistema. Se supone que el sistema opera bajo cierto valor de carga que va a permitir el dimensionado del radio apropiado de la celda y la máxima capacidad de la celda para soportar cierta densidad de tráfico.

Teniendo en cuenta todo esto, se ha desarrollado un entorno teórico que está estructurado de la siguiente manera:

- 1) Para cierto radio de celda R , y teniendo en cuenta las restricciones de calidad de servicio en términos de máxima BLER tolerable, se determina el máximo factor de carga $\eta_{\text{máx}}$ que se usará en el control de admisión.
- 2) Dadas las restricciones impuestas por el control de admisión en términos de $\eta_{\text{máx}}$, esto tendrá un impacto sobre el número de conexiones admitidas y por lo tanto sobre la densidad de tráfico ofrecida máxima que se puede soportar en una celda con cierta limitación en términos de probabilidad de bloqueo. Por lo tanto, de esta manera, a partir del radio de la celda se puede derivar el máximo tráfico.

Una vez se han completado los pasos 1) y 2), en un caso real se operaría de la siguiente manera: partiendo del tráfico ofrecido esperado por el operador, se determinaría el radio de la celda y el umbral del control de admisión $\eta_{\text{máx}}$.

El primer elemento diferencial en el marco teórico es que la medida de calidad de servicio está situada a la salida del receptor (en términos de BLER) en lugar del usual punto de referencia que está situado a la entrada del receptor (en términos de relación señal interferente SIR). La relación entre la BLER a la salida del receptor con la SIR a la entrada o equivalentemente E_b/N_o a la entrada (es decir, $BLER=f(E_b/N_o)$) se puede obtener a partir de la evaluación del comportamiento del nivel de enlace en el que se tiene en cuenta efectos como la codificación de canal, modulación y ecualización de la respuesta impulsional del canal[4].

Por otro lado, la E_b/N_o recibida depende de cómo opera el control de potencia. Concretamente, como se comentaba en la sección 2, el lazo externo del control de potencia selecciona el valor objetivo de $(E_b/N_o)_t$ para garantizar cierta BLER objetivo mientras que el lazo interno del control de potencia ajusta la potencia transmitida instantánea para compensar las variaciones debidas a la interferencia y al fading y asegurar el E_b/N_o objetivo requerida. Como resultado, para un factor de carga determinado η , el inner loop power control determinará el valor que viene dado en (2) teniendo en cuenta que este valor de potencia requerida por un terminal móvil va a estar dentro de un margen de valores determinado por las potencias máxima y

mínima permitidas. En esta situación, la E_b/N_0 medida será igual al valor objetivo y por lo tanto, el valor de la BLER también será igual al valor objetivo. Sin embargo, si la potencia requerida en (2) es mayor que el valor máximo de potencia transmitida (por ejemplo, si el usuario está muy lejos de la estación base), no se alcanzará el valor objetivo de E_b/N_0 y por lo tanto, la BLER quedará degradada. De la misma manera, si la potencia requerida es menor que el valor mínimo de potencia transmitida (por ejemplo, si el usuario está muy cerca de la estación base) se obtendrá una BLER mejor que el objetivo. Como resultado, y teniendo en cuenta la influencia del control de potencia, se puede establecer la siguiente relación entre la E_b/N_0 (en dB) y la potencia requerida P_T (dBm).

$$\left(\frac{E_b}{N_0}\right) = g(P_T) = \begin{cases} \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_t + P_{T,\min} - P_T & \text{si } P_T < P_{T,\min} \\ \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_t & \text{si } P_{T,\min} \leq P_T \leq P_{T,\max} \\ \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_t + P_{T,\max} - P_T & \text{si } P_T > P_{T,\max} \end{cases} \quad (4)$$

donde la potencia de transmisión requerida P_T viene determinada por (2) en dBm. Notar que (4) constituye un segundo elemento diferencial porque el promediado de la BLER será más preciso ya que se consideran los efectos no lineales producidos por las situaciones de corta o larga distancia radioeléctrica entre los terminales móviles y la estación base.

Además, (4) depende de las pérdidas de propagación L_p , que contiene una componente relacionada con la distancia a la estación base r y una componente de shadowing lognormal x . Asumiendo los modelos de propagación en un entorno macrocelular definidos en [5], la relación es la siguiente:

$$L_p \text{ (dB)} = 128.1 + 37.6 \log(r \text{ (km)}) + x \text{ (dB)} \quad (5)$$

De este modo, la potencia de transmisión requerida es función de la distancia, del factor de carga y del shadowing: $P_T(r, x, \eta)$. Combinando las ecuaciones (2), (4) y (5) se puede determinar la BLER de la siguiente manera:

$$BLER(r, x, \eta) = f(g(P_T(r, x, \eta))) \quad (6)$$

Asumiendo que los usuarios están distribuidos homogéneamente en el escenario, la BLER media se puede obtener promediando para todas las posibles distancias y valores de shadowing:

$$\overline{BLER} = \int_0^R \int_0^R BLER(r, x, \eta) f_x(x) dx \frac{2r}{R^2} dr \quad (7)$$

donde R es el radio de la celda y $f_x(x)$ es la función de densidad de probabilidad de una variable aleatoria gaussiana de media 0 y desviación típica σ dB.

Como se puede observar, la \overline{BLER} obtenida depende del factor de carga y del radio de la celda.

Aceptando cierta tolerancia de \overline{BLER} en el sistema respecto a un valor objetivo (por ejemplo $\overline{BLER} \approx 1.2\%$ siendo el objetivo el 1%), para un radio de celda R determinado, se puede obtener el máximo factor de carga de admisión η_{\max} para garantizar la \overline{BLER} tolerable. Cabe destacar, que un tercer elemento diferenciador de este análisis es que la medida del funcionamiento del sistema ha tenido en cuenta un promedio de los efectos de pérdidas por la distancia, a diferencia de la clásica consideración en la que se observa la degradación introducida sobre un usuario situado en el borde de la celda, hecho que es demasiado pesimista.

En la fig. 1, se presentan los resultados obtenidos de forma analítica para el caso de un tráfico del tipo conversacional con $R_b=64$ kb/s, $P_{\max}=21$ dBm, $P_{\min}=-44$ dBm, una BLER objetivo del 1%, $P_N=-100$ dBm $W=3.84$ Mcps y $\sigma=10$ dB. El funcionamiento del nivel de enlace se obtiene a partir de simulaciones y está detallado en [4]. A medida que el radio de la celda se incrementa, es necesario reducir el umbral máximo de admisión para mantener una \overline{BLER} promedio deseada.

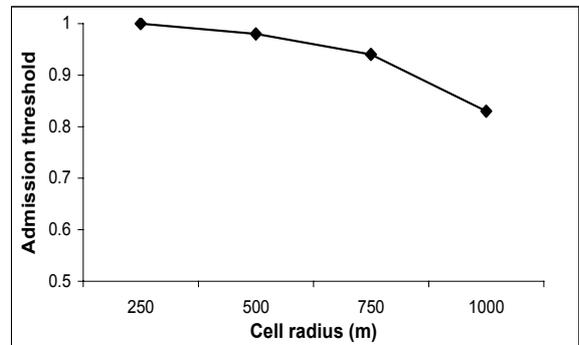


Fig. 1 Umbral de admisión en función del radio de la celda

Con los umbrales de admisión obtenidos en la fig. 1, la máxima densidad de tráfico que se puede soportar en la celda se puede obtener de forma analítica teniendo en cuenta las características de la generación de tráfico. Asumiendo la llegada de llamadas como una variable aleatoria de Poisson, la probabilidad de tener k usuarios en el sistema es:

$$p(k) = \frac{(\lambda T)^k}{k!} e^{-\lambda T} \quad (8)$$

donde λT es el tráfico ofrecido en Erlangs. Por otro lado, el máximo número de usuarios K que pueden ser aceptados en la celda se puede determinar

aproximadamente dividiendo el umbral máximo de admisión por la contribución en la carga de una única conexión:

$$K = \frac{\eta_{\max}}{\Delta\eta} \quad (9)$$

donde la contribución de un único usuario conversacional se puede estimar como [1]:

$$\Delta\eta = \frac{1+f}{\frac{W}{\left(\frac{E_b}{N_o}\right)_t} R_b} + 1 \quad (10)$$

siendo f la relación entre la interferencia intercelular e intracelular que se puede estimar mediante simulaciones.

Además de la \overline{BLER} que está directamente relacionada con la calidad de servicio percibida, otra medida que determinaría la calidad de servicio es la accesibilidad (es decir, la probabilidad de que una petición de conexión sea admitida por el control de admisión). Normalmente, se suele utilizar la probabilidad complementaria denominada probabilidad de bloqueo o P_B (por ejemplo asegurar una $P_B = 2\%$). Esta probabilidad de bloqueo se puede determinar de la siguiente manera:

$$p(k > K) = p\left(k > \frac{\eta_{\max}}{\Delta\eta}\right) = \sum_{i=\frac{\eta_{\max}}{\Delta\eta}}^{\infty} \frac{(\lambda T)^i}{i!} e^{-\lambda T} = 0.02 \quad (11)$$

Por lo tanto, se puede determinar el máximo tráfico ofrecido λT (Erlangs) y para cierto radio de celda se puede expresar en Erlangs/km². Para diferentes radios se muestra en la fig. 2 la densidad de tráfico que se puede soportar. Cuanto más bajo se mantenga la carga mediante el control de admisión (radio más elevado como se observa en la fig. 1), menor es la densidad de tráfico tolerable por el sistema.

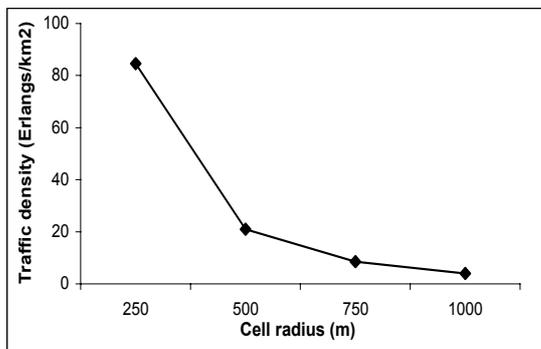


Fig. 2 Densidad de tráfico soportada en función del radio de la celda.

4. Resultados obtenidos

En esta sección, se tratará de comparar los resultados teóricos obtenidos de forma analítica en la sección anterior con los resultados obtenidos mediante la simulación de un modelo dinámico que incluye efectos tales como movilidad de los usuarios, handovers, etc. Los propósitos de esta comparación son los siguientes:

1. Validar el desarrollo analítico para el caso de escenarios con baja movilidad (por ejemplo, peatones a 3 km/h).
2. Demostrar que en escenarios en los que se tiene alta movilidad, donde el comportamiento de la red es muy dinámico, el ejercicio de planificación de red puede sobreestimar la capacidad del sistema. En este caso, el sistema propuesto de análisis conjunto de la planificación de red y las estrategias de gestión de recursos radio proporciona una estimación más precisa del comportamiento de la red, definiendo el radio de la celda y el umbral del control de admisión de una forma más apropiada a las necesidades reales de operación.

El modelo de simulación considera la movilidad y los modelos de propagación definidos en [4], considerando una velocidad de los terminales móviles de 3km/h ó 50km/h y una desviación típica del shadowing de 10 dB. La máxima potencia de transmisión de un terminal móvil es de 21 dBm. A nivel de capa física, se incluye el efecto del turbocódigo de tasa 1/3, un control de potencia en lazo cerrado con frecuencia 1500 Hz y un estimador de la respuesta impulsional del canal.

Se han llevado a cabo simulaciones para diferentes radios de celda R (relacionado con la planificación de la red radio) y para diferentes valores del umbral de admisión η_{\max} (relacionado con la gestión de recursos radio). Para cada pareja (R, η_{\max}) se han realizado una serie de simulaciones para diferentes niveles de densidad de tráfico ofrecido (Erlangs/km²). Entonces, se ha obtenido para cada combinación $((R, \eta_{\max})$ y densidad de tráfico) la \overline{BLER} resultante (es decir, la estadística de la BLER para todas las transmisiones en una celda durante todo el tiempo de simulación) y la probabilidad de admisión. Estos resultados permiten determinar el radio óptimo de la celda y el umbral de admisión óptimo (es decir, la estrategia de planificación y gestión de recursos radio óptima).

La fig. 3 muestra para diferentes radios de celda R , el óptimo η_{\max} que, para el tráfico ofrecido que asegura una probabilidad de admisión superior al 98%, garantiza una \overline{BLER} menor que el 1.2%. En la fig. 3 se puede ver el caso de usuarios móviles a 3km/h y 50km/h. Por otro lado, la fig. 4 presenta para diferentes radios de celda R , el tráfico ofrecido

que se puede soportar para los mencionados parámetros de calidad de servicio y para el valor de η_{\max} de nuevo para 3km/h ó 50km/h.

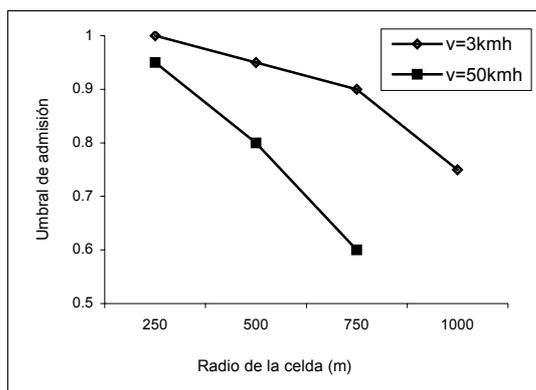


Fig. 3 Impacto de la velocidad de los terminales móviles en el umbral de admisión para diferentes radios de celda

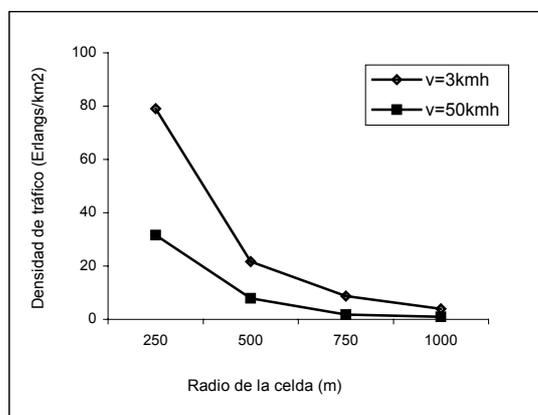


Fig. 4 Impacto de la velocidad de los terminales móviles en la densidad de tráfico para diferentes radios de celda

Si se consideran conjuntamente la fig. 3 y la fig. 4, se puede decidir el radio de celda más apropiado (planificación de red) para un tráfico ofrecido esperado (Erlangs/km²) y además determinar el parámetro del control de admisión η_{\max} (referente a la gestión de recursos). Obviamente, cuanto menor sea el radio de la celda, mayor será el umbral del control de admisión ya que el nivel de potencia requerido será menor. A medida que el radio de la celda aumenta, el umbral de admisión será menor para garantizar el máximo valor tolerable de *BLER*.

Cabe destacar que, si el tráfico ofrecido es menor que el planificado, la red podrá satisfacer los requerimientos de calidad de servicio (es decir, la *BLER* será menor del 1.2% y la probabilidad mayor del 98%). En el caso en el que el tráfico ofrecido sea superior al planificado anteriormente, no será posible garantizar ambos requerimientos de calidad de servicio a la vez a no ser que se cambie la planificación de red (se debería reducir el radio de la celda), tal y como se puede observar en la fig. 4.

Comparando los resultados obtenidos en el análisis estático (fig. 1 y fig. 2) con los resultados obtenidos mediante una simulación casi estática (es decir, fig. 3 y fig. 4 para el caso de 3km/h) se puede observar que los resultados son muy similares permitiendo validar la formulación teórica introducida en la sección 3.

Finalmente, la fig. 3 y la fig. 4 muestran también que los resultados para 3km/h ó 50km/h son bastante diferentes. Por ejemplo, la fig. 3 muestra el efecto de la velocidad sobre el umbral óptimo del control de admisión. Las diferencias con la velocidad son muy destacables principalmente porque los usuarios a mayor velocidad que están en handover se alejarán mucho de su estación base antes de que haya finalizado el proceso de handover y por tanto, incrementarán altamente la carga (o interferencia) en el sistema en términos de interferencia intercelular. Por esto, para 50km/h el control de admisión debe ser más estricto (umbral de admisión menor) para asegurar la probabilidad de admisión del 98% y la *BLER* del 1.2%. Este control de admisión más estricto impactará gravemente en la máxima densidad de tráfico (Erlangs/km²) en el sistema (ver fig. 4) proporcionando un efecto no predecible si se realizara una planificación de la red radio estática.

Consecuentemente, cuanto mayor movilidad haya en el escenario mayores serán las diferencias entre los resultados obtenidos mediante una planificación de red puramente estática comparadas con el sistema propuesto de análisis conjunto de la planificación de la red radio y la gestión de recursos radio.

5. Conclusiones

En esta comunicación se ha propuesto una nueva metodología de planificación de la red 3G con acceso WCDMA. Esta metodología tiene en cuenta la dinámica de la red en vez de basarse en una planificación de la red radio de forma puramente estática. Como resultado, para cierta densidad de tráfico ofrecida al sistema esperada (Erlangs/km²) se ha podido obtener el radio óptimo de la celda y el umbral óptimo del control de admisión. Además, se ha desarrollado una nueva formulación analítica estática y se ha demostrado que esta formulación se ajusta al caso de una situación dinámica cuasi-estática. A medida que la movilidad de los terminales móviles aumenta, las diferencias entre el análisis teórico estático comparado con la simulación dinámica aumenta, de manera que se hace necesaria la simulación para evaluar el análisis conjunto de planificación de red y gestión de recursos radio propuesto. El estudio presentado en esta comunicación se ha basado en el enlace ascendente. Resultaría interesante llevar a cabo un análisis equivalente para el enlace descendente de manera que se disponga de un estudio completo para determinar las situaciones en las que el sistema

viene limitado por el enlace ascendente o por el enlace descendente .

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT de referencia TIC 2001-2222.

Referencias

- [1] H. Holma, A. Toskala (editors), *W-CDMA for UMTS*, John Wiley and Sons, 2000.
- [2] O. Sallent, J.Pérez-Romero, R. Agusti, F. Casadevall, "Provisioning Multimedia Wireless Networks for Better QoS: RRM Strategies for 3G W-CDMA", *IEEE Communications Magazine*, February 2003, Vol. 41, No. 2, pp.100-106.
- [3] 3GPP TS 25.331, "Radio Resource Control Protocol"
- [4] J.J. Olmos, S. Ruiz, "Transport block error rates for UTRA-FDD downlink with transmission diversity and turbo coding", *PIMRC-2002*, Vol. 1, 2002, pp. 31-35.
- [5] 3GPP TR 25.942 "RF System Scenarios".