



Estudio de Estrategias de Administración de Recursos de Radio en un Sistema 3G.

David Benjamín Balseca Del Campo ⁽¹⁾, Francisco David Andrade Briones ⁽²⁾
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
Davicho_B_@hotmail.com ⁽¹⁾, Francisco.andrade@gmail.com ⁽²⁾
Ing. Washington Medina
wmedina@espol.edu.ec

Resumen

En la actualidad garantizar la calidad de servicio de los usuarios de una red celular se vuelve cada vez más exigente debido al incremento en el número de aplicaciones y servicios que van apareciendo con el desarrollo de nuevas tecnologías, por este motivo es necesario administrar los recursos de radio de una manera eficiente. Utilizando estrategias de administración de recursos de radio se pueden minimizar los problemas de congestión causados por la interferencia excesiva de los usuarios así como también los problemas del efecto near-far. En este trabajo se presentan cuatro estrategias relacionadas con la administración de recursos de radio concretamente: Control de Congestión, Control de Admisión, Handover y Control de Potencia; además se mostrarán los resultados obtenidos al simular dos algoritmos de control de potencia usando MatLab evaluando su eficiencia al ser sometidos a diferentes escenarios con distinto número de móviles.

Palabras Claves: Administración de recursos de radio, handover, control de potencia, control de congestión, control de admisión, 3G, MSPC, ASPC, SIR, BLER.

Abstract

Nowadays guaranteeing the quality of service of users of a cellular network it's more challenging each time due to the increase of the number of applications and services that are appearing with the development of new technologies, this is why it is necessary to manage the radio resources in an efficient way. By using radio resource management strategies it is possible to minimize the congestion problems caused by excessive users interference as well as the problems caused by near-far effect. In this paper we present four strategies related to radio resource management specifically: Congestion Control, Admission Control, Handover and Power Control, besides we will show the results obtained after simulating two power control algorithms using MatLab and we will evaluate their efficiency after being submitted to different scenarios of different numbers of mobiles.



1. Introducción

Para entender por que se usan las estrategias de administración de recursos de radio es necesario detallar los problemas más comunes en la red celular, una vez analizados estos problemas presentaremos cuatro posibles soluciones y se hará una descripción general de los pasos que usan los algoritmos de control de congestión, control de admisión, handover y control de potencia. Además para entender mejor el funcionamiento de estos algoritmos se presentarán las simulaciones realizadas a dos algoritmos de control de potencia para el caso del enlace de bajada (downlink), estos algoritmos se los puede encontrar en [1], la programación usada para simular estos algoritmos en Matlab [2] puede ser encontrada en los anexos de [3]. Para encontrar información más detallada acerca de las estrategias de administración de recursos de radio para redes de tercera generación se recomienda ver [4].

2. Problemas que afectan las redes celulares.

Hemos identificado dos problemas principales que afectan las redes celulares específicamente: congestión de la red y el efecto Near-Far.

Congestionamiento de la red: Es causado por la interferencia excesiva de los usuarios al momento de querer comunicarse con la red puesto que para comunicarse con un nodo base se necesita emitir un nivel de potencia para transmitir su señal. El conjunto de todas estas señales forma un nivel de interferencia que de no ser manejado correctamente puede saturar la red.

Efecto Near-Far: Este fenómeno se da cuando hay móviles que están más cerca de un nodo base que otros. Por ejemplo si no hubiera un control de potencia adecuado y existiera un móvil A que se encuentra ubicado en el borde de cobertura de una estación base y un móvil B que estuviera ubicado muy cerca de la misma estación base y ambos estuvieran transmitiendo al mismo nivel de potencia tendríamos como resultado que el móvil B sería escuchado por la estación base y el móvil A no porque sería opacado por aquel móvil que esté más cerca del nodo base.

Por este motivo es necesario que los recursos de radio se administren de forma eficiente y así poder minimizar los problemas mencionados anteriormente.

3. Estrategias de Administración de Recursos de Radio

Control de Congestión: El control de congestión, también llamado control de carga, afronta situaciones en las cuales las garantías de QoS están en riesgo debido a la evolución de la dinámica del sistema. Las situaciones de congestión en la interfaz de radio son causadas por interferencia excesiva. Es por esto que los algoritmos de control de congestión necesitan monitorear continuamente el estado de la red para poder corregir situaciones de sobrecarga cuando estas se presenten. [5]

El control de congestión se basa en algoritmos que toman decisiones dependiendo del estado de la red, generalmente la mayoría de los algoritmos siguen los siguientes pasos:

Detección de congestión: Este primer paso es el encargado de analizar si el sistema ha llegado a una etapa de congestión basándose en parámetros que se han fijado previamente en la red. El parámetro establecido para saber si la red está en niveles de congestión se llama factor de carga.

Solución de la congestión: En esta etapa se decide cual es la mejor opción para salir del estado de congestión ya sea limitando las capacidades de conexión de ciertas transmisiones, bloqueando nuevas peticiones de conexiones o forzar un handover para aquellos móviles donde sea posible.

Recuperación de la congestión: Una vez que el sistema ha salido de la situación de sobrecarga se trata de restaurar las capacidades iniciales que tenían los móviles antes de entrar a la etapa de congestión, es decir, si se tuvo que limitar la tasa de bits de ciertos usuarios durante la situación de sobrecarga una vez superado este estado se le renovarían las capacidades de transmisión que tenía anteriormente. [6]

Control de Admisión: Los siguientes eventos deben ser minimizados por el control de admisión:

Malos o falsos rechazos, los cuales ocurren cuando sea que el algoritmo de control de admisión rechaza una petición de conexión así hayan los suficientes recursos en el sistema para ubicarlo. En este caso, la capacidad es desperdiciada y el ingreso del operador no es óptimo. Los malos rechazos pueden deberse a la excesiva rigidez de los algoritmos de control de admisión o estimaciones del incremento en la interferencia muy elevadas.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Malas o falsas admisiones, las cuales ocurren cuando el algoritmo de control de admisión acepta una petición de conexión así no haya suficiente capacidad en el sistema para ubicarla. En este caso, las garantías de QoS no son provistas y la satisfacción del usuario disminuye.

Si las decisiones tomadas por el control de admisión son demasiado flexibles, y muchos usuarios son aceptados, puede crearse una situación de sobrecarga y puede que se necesiten activar mecanismos de administración de recursos de radio adicionales. Si las decisiones son demasiado estrictas, y muy pocos usuarios se están aceptando, el operador tendrá una pérdida de ingresos y será necesario un ajuste del algoritmo de control de admisión. [7]

Handover: Es el proceso en el cual un usuario pasa de una celda a otra sin que se pierda la conexión existente [8]. Existen diferentes tipos de handover tales como:

Hard-Handover: Es aquel en el que se pasa de una celda a otra perdiendo momentáneamente la conexión con la estación base anterior.

Soft-Handover: En este tipo de handover no se pierde la conexión con la estación anterior sino que más bien se abre un nuevo canal de conexión con la nueva estación base y una vez que el móvil ha acampado en esa celda entonces se produce el handover y se cierra la conexión con la estación base anterior. [9]

El proceso Handover puede llevarse a cabo por diferentes motivos:

Cuando el teléfono se está moviendo de un área cubierta por una celda y entra en otra área de cobertura de otra celda, la llamada es transferida a la segunda celda con la finalidad de evitar la terminación de la llamada cuando el teléfono sale de la zona de la primera celda.

Cuando la capacidad para la conexión de nuevas llamadas de una determinada celda se está utilizando y una existente o nueva llamada de un teléfono entra, que se encuentra en una zona superpuesta a otra celda, se transfiere a esta celda con el fin de liberar cierta capacidad en la primera celda para otros usuarios, que sólo pueden ser conectados a esta celda.

En redes CDMA un soft-handoff puede ser inducido a fin de reducir la interferencia a una celda vecina más pequeña debido al efecto “near-far” incluso cuando el teléfono tiene una excelente conexión con su actual celda.

Control de Potencia: Se pueden distinguir dos tipos, control de potencia de lazo abierto y control de potencia de lazo cerrado.

Control de potencia de lazo abierto: El control de potencia es realizado en el equipo terminal. Este se activa en el momento en que el equipo terminal inicia su transmisión. Es decir el momento en que el equipo quiere acceder a la red utiliza el control de potencia de lazo abierto para fijar los valores de potencia tanto para el uplink como para el downlink. El equipo terminal se ayuda del canal de piloto común “CPICH” el cual recibe lecturas de potencia del Nodo B. Estas lecturas de potencia tiene relación con la pérdida por recorrido o también llamado “path loss”, lo cual sirve para que el equipo terminal pueda hacer una estimación de la distancia a la que se encuentra del Nodo B, de esta manera el equipo terminal puede establecer un nivel de potencia de transmisión de señal de acuerdo a estas lecturas.

Control de potencia de lazo cerrado: Se divide en lazo cerrado interior y exterior, para el caso del lazo cerrado interior es la habilidad del transmisor del equipo terminal de ajustar su potencia de salida de acuerdo con uno o más comandos del control de transmisión de potencia “TPC” recibidos en el downlink, y así lograr mantener la tasa de señal a interferencia (*signal to interference ratio* o también llamado *SIR*) a un nivel predeterminado.

Para el caso del lazo cerrado exterior Es usado para mantener la calidad de la comunicación con el nivel de potencia más bajo posible calculando el SIR del objetivo. Se encarga de fijar el SIR recibido de acuerdo con el BLER (Block Error Rate) para alcanzar los niveles requeridos del mismo. Su frecuencia de actualización es de 10-100Mhz. El control de lazo cerrado exterior es diferente para el uplink y para el downlink.

En el caso del uplink fija el SIR del objetivo para cada control de potencia de lazo cerrado interno del Nodo B.

Para el caso del downlink el control de potencia de lazo cerrado exterior opera principalmente en el equipo terminal, este es el responsable de la convergencia de la calidad de enlace requerida por el RNC (Radio Network Controller).

4. Simulaciones

A continuación se presentarán las simulaciones obtenidas de los algoritmos de control de potencia de paso múltiple (MSPC por sus siglas en inglés) y

control de potencia de paso adaptivo (ASPC por sus siglas en inglés) encontrados en [1], el eje vertical muestra el porcentaje de móviles sin servicio mientras que el eje horizontal muestra el número de móviles en la celda.

Algoritmo MSPC: Calcula el SIR observado dependiendo de la distancia que se encuentre el móvil de la estación base, luego compara el SIR observado con el SIR que se ha fijado como el umbral para que la transmisión de la señal sea óptima. Si el SIR observado $>$ SIR del umbral la estación base envía comandos de disminución de potencia para reducir el SIR observado y acercarlo al SIR del umbral y que no se desperdicien recursos de radio, en cambio si el SIR observado $<$ SIR del umbral la estación base envía comandos de aumento de potencia para alcanzar los niveles óptimos de la señal.

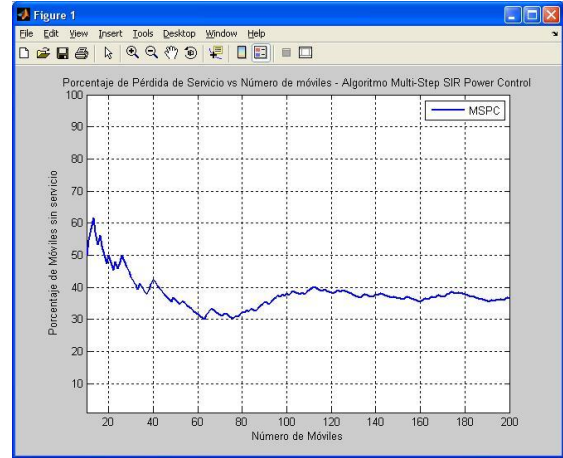


Figura 3. Simulación MSPC 200 móviles.

Algoritmo ASPC: Este algoritmo es una mejora del algoritmo MSPC ya que el algoritmo anterior usaba incrementos o decrementos de potencia en pasos fijos en cambio el algoritmo ASPC usa factores de aumento o disminución de potencia variables. El mecanismo es parecido al del algoritmo anterior mide el SIR observado lo compara con el SIR del umbral pero antes de tomar la decisión de aumentar o disminuir la potencia toma como referencia el estado anterior del móvil, es decir, si en el estado actual el SIR observado es menor que el umbral y en el estado anterior el SIR observado también estaba por debajo del umbral entonces el aumento de potencia va a ser mucho mayor que el aumento de potencia anterior. De la misma manera ocurre con la disminución de potencia.

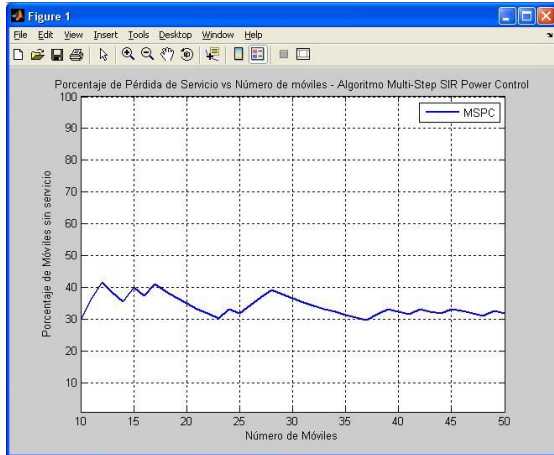


Figura 1. Simulación MSPC 50 móviles.

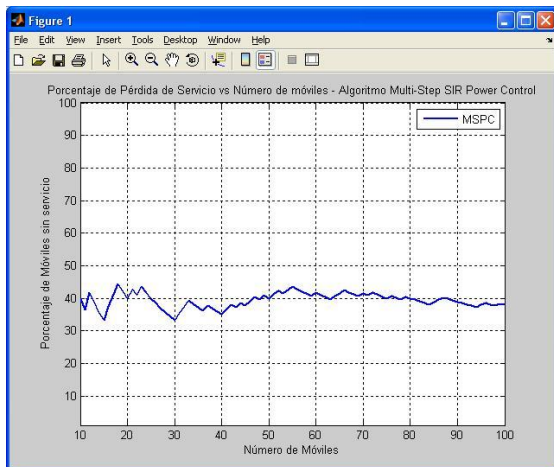


Figura 2. Simulación MSPC 100 móviles.

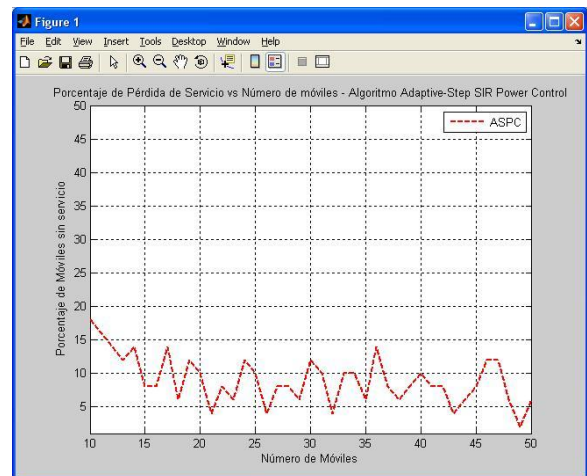


Figura 4. Simulación ASPC 50 móviles.

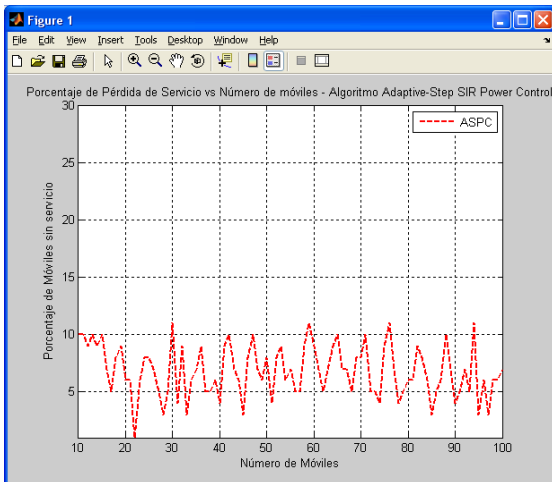


Figura 5. Simulación ASPC 100 móviles.

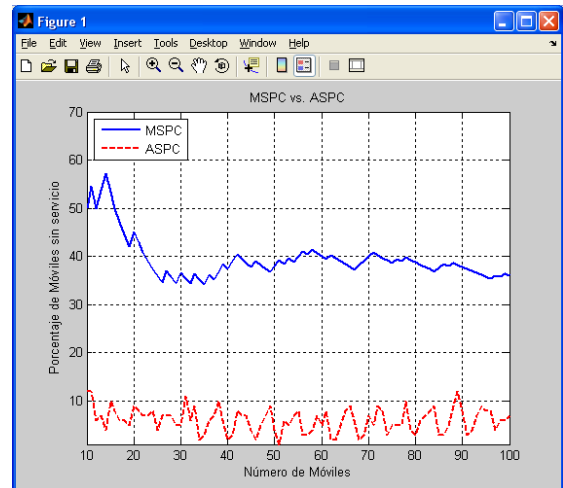


Figura 8. MSPC vs ASPC 100 móviles.

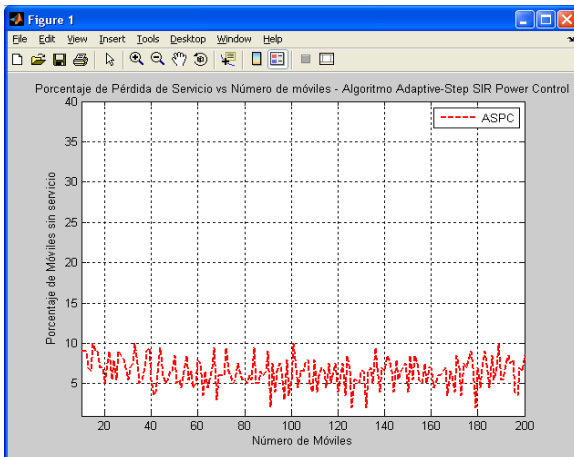


Figura 6. Simulación ASPC 200 móviles.

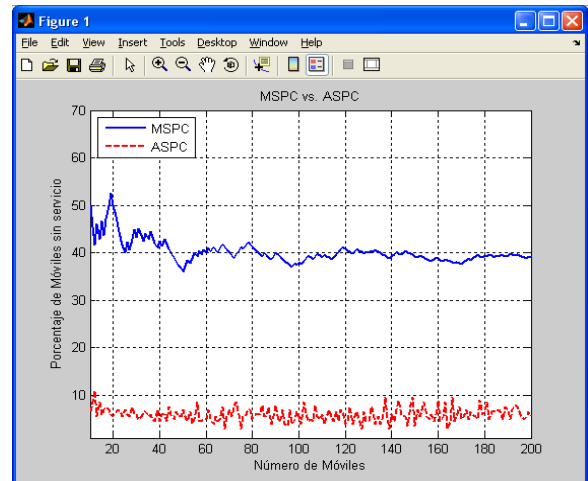


Figura 9. MSPC vs ASPC 200 móviles.

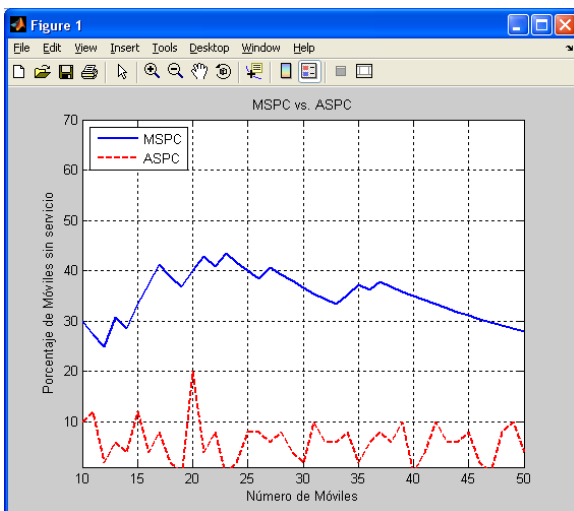


Figura 7. MSPC vs ASPC 50 móviles.

5. Conclusiones

1. Las simulaciones realizadas nos permiten observar el comportamiento de dos algoritmos usados para el control de potencia como estrategias de administración de los recursos de radio. Manejando eficientemente la potencia transmitida se pueden evitar fallas en el sistema como por ejemplo la pérdida de servicio de un usuario en particular. Quedó claramente establecido que el algoritmo ASPC fue el que dio mejores resultados de los dos algoritmos simulados ya que nos ofrecía una menor probabilidad de corte que el algoritmo MSPC.
2. Los algoritmos fueron sometidos a tres diferentes escenarios donde variaba la



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



cantidad de móviles en la celda. El número de usuarios planteado fue de 50, 100 y hasta 200 móviles. Cuando la celda tiene 50 móviles se puede identificar que las curvas siguen un cierto patrón especialmente en el caso del algoritmo ASPC. Este patrón es más visible cuando aumentamos el número de usuarios a 200, donde se puede observar como las curvas tienden a estabilizarse en un valor predeterminado.

3. El dinamismo de la red nos exige el uso de métodos de administración ya que la variación constante y aleatoria de la misma causa su mal desempeño, por dichas variaciones ocurren situaciones como sobrecarga de la red y esto afecta al usuario.
4. Las estrategias de administración de recursos de radio deben trabajar directamente con los parámetros que influyen la interfaz de radio y estos parámetros están íntimamente relacionados con la cantidad de usuarios activos, cantidad que varía de acuerdo al área geográfica en la cual se ubica la red, por lo que se deben de realizar estudios constantes de la cantidad de usuarios que habrá en dicha zona y así ver cual será la mejor solución para la satisfacción del cliente. Estas soluciones pueden ser tanto un cambio en los algoritmos o cambios físicos como por ejemplo el aumento de celdas.
5. Todas estas estrategias tienen que trabajar en conjunto para lograr que los enlaces en la red satisfagan los requisitos de la calidad de servicio, por más que el control de admisión haga una excelente labor no se pueden prevenir momentos en los cuales se sobrecargue la red y se necesite del control de congestión el cual a su vez tendrá el apoyo del handover para despejar el tráfico en la red.
6. Es importante manipular los niveles de potencia tanto en el uplink como para el downlink, esperando siempre utilizar la mínima potencia requerida para transmitir la señal. De esta manera se logra evitar la interferencia causada por los equipos terminales al momento de querer conectarse a un nodo base.
7. Finalmente podemos concluir que todas las estrategias para administrar los recursos de

radio mencionadas en el presente trabajo constituyen un pilar fundamental en el sostenimiento de las redes de tercera generación ya que el desarrollo de nuevas aplicaciones y nuevos servicios para la telefonía celular exige un manejo eficiente de los recursos del sistema para aprovechar al máximo las ventajas de la comunicación inalámbrica.

6. Recomendaciones

1. Los parámetros que se utilizan para decidir si el sistema ha llegado a una etapa de congestión deberían ser cuidadosamente escogidos ya que de lo contrario se podrían dar dos escenarios. El primero que se hayan fijado en un nivel muy bajo lo cual ocasionaría que los algoritmos utilizados para controlar la congestión se activen con mucha frecuencia restando así la calidad de conexión a otros usuarios para tratar de estabilizar el sistema cuando este no lo necesita. El segundo caso es que se hayan fijado en un nivel muy alto lo que podría ocasionar que el sistema no detecte los niveles de congestión a tiempo y termine colapsando.
2. Es necesario hacer un continuo estudio del tráfico de datos en las celdas existentes en las redes UMTS para de esta manera tener una idea clara de cómo distribuir los recursos de radio y así garantizar la satisfacción de los clientes.

7. Referencias

- [1] Soumya Das, Sachin Ganu, Natalia Rivera, Ritabrata Roy - "Performance Analysis of Downlink Power Control in CDMA Systems" - <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.115.3021&rep=rep1&type=pdf> - 2009
- [2] Wikipedia - MATLAB - <http://es.wikipedia.org/wiki/MATLAB> - 2009
- [3] David Balseca, Francisco Andrade - "Estudio de Estrategias de Administración de Recursos de radio en un Sistema 3G" -



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Facultad de ingeniería en electrónica y telecomunicaciones – Escuela Superior Politécnica del Litoral (FIEC - ESPOL) – págs. 89-92 – 2009

- [4] 3GPP - TR 25.922 v7.1.0 - “Radio Resource Management Strategies” – http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/25_series/25.922/ - 2007
- [5] X. Gelabert, J. Pérez-Romero, O. Sallent, R. Agustí – “Congestion Control Strategies in Multi-Access Networks” - http://s3.amazonaws.com/publicationslist.org/data/xavier.gelabert/ref-6/ISWCS06_congestion_control.pdf - 2009
- [6] J. Pérez-Romero, O. Sallent, R. Agustí, M. Díaz-Guerra – “Radio Resource Management Strategies in UMTS” - Editorial John Wiley and Sons Ltd. – 2005
- [7] J. Sánchez González, J. Pérez-Romero, O. Sallent, R. Agustí - “An Admission Control Algorithm for WCDMA Considering Mobile Speed and Service Characteristics” - <http://www.everest-ist.upc.es/publicdocuments/conferences/c11.pdf> - 2009
- [8] Wikipedia – Handover - <http://es.wikipedia.org/wiki/Handover> - 2009
- [9] Wikipedia – Tipos de Handover - http://es.wikipedia.org/wiki/Handover#Tipos_de_Handover - 2009