

Calidad de servicio en WLAN considerando un escenario mixto IEEE 802.11e y IEEE 802.11b

Jakub Majkowski, Ferran Casadevall Palacio
Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones – Universidad Politécnica de Cataluña
C/ Jordi Girona 1-3 08034 Barcelona
[jakub,ferranc]@tsc.upc.edu

Resumen

En los próximos años las redes inalámbricas IEEE 802.11 estarán formadas por dos tipos de nodos: unos con mecanismos que garantizan la calidad de servicio (QoS) y otros básicos que no disponen de ningún tipo de elementos de control de la calidad de servicio. Esta inevitable coexistencia puede perjudicar a nodos con aplicaciones que necesitan QoS ya que no se ha desarrollado ningún mecanismo de control de recursos radio que permita proteger la QoS de los nodos nuevos. En esta contribución se identifica los problemas que aparecen cuando se intenta garantizar la QoS en un escenario mixto con ambos tipos de estaciones y se proponen dos mecanismos para supervisar el comportamiento de los nodos básicos basados en el estándar 802.11. Para ello, en la primera propuesta se protege las garantías de QoS de los nodos 802.11e proporcionando un servicio del tipo best effort para las estaciones básicas, mientras que en la segunda propuesta además de proteger la QoS se proporcionan también mecanismos de diferenciación y priorización del tráfico de los nodos 802.11.

1. Introducción

En los últimos años se ha registrado una progresiva introducción de la tecnología IP en el despliegue de redes móviles e inalámbricas con objeto de facilitar la integración de distintas tecnologías de acceso radio tales como: GSM/GPRS/EDGE, UMTS y WLAN (IEEE 802.11). Esta integración ha sido bautizada con el nombre redes móviles heterogéneas All-IP ó sistemas “Beyond 3G”.

En el marco de las redes móviles heterogéneas All-IP existen tres aspectos fundamentales a investigar: la selección de la red de acceso optima, el desarrollo de una arquitectura de red considerando aspectos de movilidad (seamless handover, calidad de servicio (QoS) extremo a extremo, seguridad y contabilidad) y la adaptación de los servicios multimedia para distintos redes.

En este contexto, ha sido necesario dotar de mecanismos para garantizar la calidad de servicio a la tecnología WLAN (IEEE 802.11). Para ello, a principio de año se cerró una nueva variante del estándar IEEE 802.11 (llamada IEEE 802.11e) que desarrolla mecanismos para dotar de QoS al sistema. En el estándar IEEE 802.11e [1] se introduce un nuevo elemento llamado Hybrid Coordination Function (HCF) con dos tipos de acceso: Enhanced Distributed Channel Access (EDCA) y HCF Controlled Channel Access (HCCA).

En diversos estudios [2] se han demostrado que en un sistema 802.11e aislado es posible garantizar la QoS. Sin embargo, el nuevo estándar ha sido desarrollado para ser compatible con versiones anteriores que no proporcionan ningún tipo de QoS. Por lo tanto, es previsible la operación conjunta de ambos tipos de nodos. En este entorno mixto, cabe la posibilidad de que las estaciones basadas en el estándar 802.11e no tengan garantizada la QoS debido a las limitaciones del estándar básico, ya que

no existe ningún mecanismo de control de las transmisiones de las estaciones 802.11.

En este trabajo se presentan los principales resultados de los estudios realizados para garantizar QoS en los mencionados entornos mixtos. En primer lugar se han identificado y analizado los problemas de provisión de QoS en el estándar básico. Posteriormente se han propuesto dos mecanismos para supervisar comportamiento de las estaciones 802.11 en un escenario mixto, con un doble objetivo: introducir la QoS en el estándar básico y no alterar las garantías QoS de los terminales basados en el estándar 802.11e.

2. IEEE 802.11 vs IEEE 802.11e - limitaciones y mejoras

Las limitaciones en la calidad de servicio del estándar básico 802.11 son debidas a la falta de diferenciación y priorización del tráfico y al uso no controlado del mecanismo de modulación adaptativa implementado en la capa física. El recién aceptado estándar IEEE 802.11e hace frente a todos estos obstáculos considera y mejora las prestaciones del sistema en términos de QoS.

En este artículo nos centramos en concreto en las mejoras del acceso con contención denominado Enhanced Distributed Channel Access (EDCA) ya que este tipo de acceso es el dominante en el estándar básico, es menos complejo que el acceso centralizado y su uso es del tipo plug and play.

El mecanismo EDCA, como evolución del IEEE 802.11 DCF, incluye todos los elementos básicos de DCF como el protocolo CSMA/CA, el mecanismo de backoff o los distintos tiempos IFS (Inter Frame Space), y los complementa con otros nuevos que permiten introducir calidad de servicio en el sistema como son los conceptos de TXOP o AIFS [1]. Los nuevos elementos de QoS están asociados al

concepto de Categoría de Acceso (AC). Cada categoría de acceso corresponde a una prioridad distinta y compite por el canal radio utilizando una versión mejorada del DCF, llamada Enhanced Distributed Channel Access Function (EDCAF), y caracterizada por un grupo de parámetros de contención y su propio mecanismo de backoff. Las cuatro categorías de acceso definidas en el estándar con sus colas de transmisión y los diferentes parámetros de contención se presentan en la Fig 1. En el caso que una estación opere simultáneamente con distintas categorías de acceso (AC) y varias categorías acaben el mecanismo de backoff en el mismo instante, la categoría con la prioridad más alta es la que empieza a transmitir mientras que las otras se comportan como si hubiera habido una colisión al medio. A este proceso se le denomina como “colisión virtual”. La diferenciación entre prioridades se consigue con el uso de distintos valores de los parámetros de contención, presentados a continuación [1].

- Arbitration Interframe Space (AIFS). Su tarea es equivalente al intervalo DIFS usado en DCF solo que ahora puede haber un valor diferente de AIFS por cada categoría de acceso. El valor del AIFS se calcula mediante la expresión:

$$AIFS[AC] = AIFSN[AC] * aSlotTime + aSIFSTime$$

donde: aSlotTime y aSIFSTime representan parámetros conocidos del DCF correspondientes al tiempo de una ranura y el intervalo más corto entre tramas, el AIFSN[AC] es el denominado “Arbitration Interframe Space Number” y determina la prioridad. La prioridad más alta corresponde al valor más pequeño. De hecho, el estándar fija que la prioridad más alta;

- Para los terminales móviles (estaciones) corresponde a un tiempo de AIFS [AC] igual a DIFS, lo que implica que $AIFSN[AC] \geq 2$
- Para el punto de acceso o Acces Point (AP) el valor del AIFSN puede ser mayor o igual a 1 lo que puede proporcionar al AP una prioridad superior a la de las estaciones.

- El tamaño de la ventana de contención está definido por dos parámetros $CWmin[AC]$ y $CWmax[AC]$. Estos valores no se fijan para las distintas capas físicas como en el estándar básico IEEE 802.11 y pueden ser dinámicos. El aumento de la prioridad se consigue disminuyendo los valores de dichos parámetros.

Cada estación recibe los parámetros de contención en la trama de referencia o “beacon” en el elemento llamado EDCA Parameter Set. Los parámetros se ajustan dinámicamente por el Punto de Acceso dependiendo de las condiciones de la red.

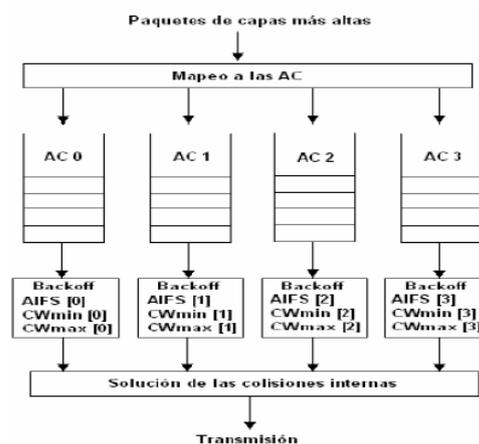


Figura 1. Las 4 AC con correspondientes parámetros de contención

Otra mejora incorporada al estándar IEEE 802.11e es que se permite especificar el tiempo máximo que un paquete puede estar en la capa MAC referenciado como $MaxMSDUtransmitLifetime$. Cuando se sobrepasa este tiempo, el paquete se descarta sin transmitirlo. Esta propiedad es muy importante para las aplicaciones en tiempo real donde es completamente inútil la transmisión de un paquete después de un cierto retardo límite. Además, una estación no puede empezar la transmisión si no está garantizado que pueda finalizarla antes de la siguiente trama de beacon. Esta restricción limita los problemas derivados de los retardos adicionales que pueden sufrir los flujos programados para transmitir en el siguiente intervalo de beacon.

Para solucionar el problema de no controlado uso de recursos provocado por la transmisión a distintas velocidades (multirate) del estándar, se ha propuesto un nuevo mecanismo llamado Transmission Opportunity (TXOP). El TXOP es el intervalo temporal definido por el tiempo de inicio y la duración ($TXOPLimit[AC]$) durante el cual la estación (específicamente una de sus AC) puede transmitir paquetes separados por el tiempo SIFS (Short Intra Frame Space) cuya representación grafica se puede ver en la Fig. 2. Al dividir los recursos disponibles en bloques temporales se obtiene la independencia de la modulación utilizada ya que si el paquete no cabe en la duración de TXOP deberá fragmentarse. Mediante un ajuste adecuado, por AC, del parámetro TXOP se puede aumentar el caudal (throughput) del sistema y proteger la QoS otorgada a cada AC. Obsérvese que cuanto mayor es el parámetro $TXOPLimit[AC]$, mayor es la porción del canal asignada a esta categoría de acceso.

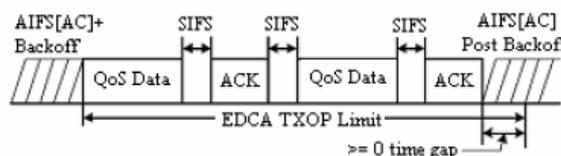


Figura 2. El mecanismo TXOP

Con estas mejoras, el mecanismo EDCA permite diferenciar el acceso al medio de tráfico con prioridades distintas [3]. Sin embargo este mecanismo por si mismo no puede garantizar la QoS ya que frente a un elevado número de terminales móviles no se puede garantizar ni un retardo límite ni un caudal de tráfico mínimo. Por consiguiente, en una situación real, para garantizar QoS hay que considerar algoritmos de control de admisión y protección del QoS, que garanticen dichas prestaciones.

El estándar IEEE 802.11e especifica los procedimientos básicos de un mecanismo de control de admisión para el modo EDCA.

Primero, el AP mediante un campo dentro del elemento EDCA Parameter Set, denominado Admisión Control Mandatory (ACM), marca si se usa el control de admisión para cada AC. Segundo, en el caso que se utilice el AP, al recibir el paquete de petición de incorporación del nuevo flujo se determina, antes de admitirlo, si el dicho flujo puede ser aceptado o no. El algoritmo utilizado por el AP para tomar dicha decisión no es objeto de estandarización y se deja libre para que los fabricantes puedan diferenciar sus productos.

Por otra parte, las estaciones que tienen flujos a transmitir necesitan la reserva de recursos (garantías de QoS). Para ello, tienen que emitir una trama de Acción, llamada ADDTS Request, con los siguientes parámetros:

- Tamaño nominal del paquete (Nominal MSDU Size),
- Tasa media de transmisión (Mean Data Rate),
- Velocidad de transmisión mínima en la capa física (Minimum PHY Rate),
- Periodo de inactividad (Inactivity Interval), y
- Ancho de banda de exceso (Surplus Bandwidth Allowance).

El significado de los primeros tres parámetros es obvio, mientras que el periodo de inactividad corresponde al intervalo de tiempo mínimo sin transmisión o recepción dentro del AC y el ancho de banda de exceso es el ancho de banda adicional que considera el efecto de retransmisiones.

Además cada EDCAF utiliza dos nuevos parámetros llamados: *admitted_time* y *used_time*. Después del proceso de asociación de una nueva estación, el valor de cada uno de estos parámetros se pone a cero y se recalcula si nuevo flujo puede ser admitido.

El *admitted_time* se obtiene mediante la formula:

$$admitted_time = admitted_time + dot11EDCAveragingPeriod * (medium\ time\ of\ TSPEC)$$

donde :

- *dot11EDCAveragingPeriod* representa el intervalo de cálculo de los parámetros "*admitted_time*" y "*used_time*". Por defecto su valor es igual a 5 segundos,.

- *medium time of TSPEC* es el tiempo que la estación puede dedicar a la transmisión de

paquetes del nuevo flujo. Se obtiene de la trama ADDTS Response enviada por el AP.

Cuando un flujo de datos de un usuario se termina el *admitted_time* se recalcula utilizando ecuación:

$$admitted_time = admitted_time - dot11EDCAveragingPeriod * (medium\ time\ of\ TSPEC)$$

Por su parte, el denominado "*used_time*" significa el tiempo utilizado para las transmisiones durante el periodo *dot11EDCAveragingPeriod* y se calcula como esta detallado abajo.

- a) En cada intervalo *dot11EDCAveragingPeriod*

$$used_time = max((used_time - admitted_time), 0)$$

- b) Después de cada transmisión

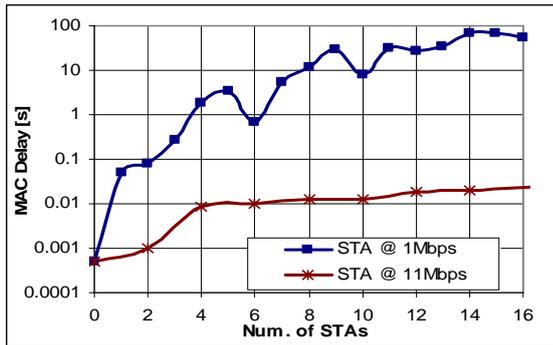
$$used_time = used_time + MPDUExchangeTime$$

donde *MPDUExchangeTime* es el tiempo total de la transmisión del paquete con la confirmación (ACK) correspondiente.

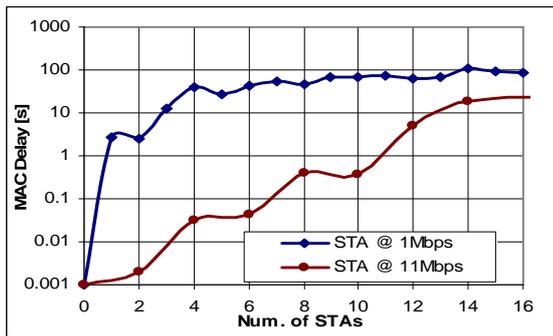
3. Problemas específicos del escenario mixto 802.11 y 802.11e

Las mejoras propuestas en el estándar IEEE 802.11e solucionan todos los problemas de QoS del acceso DCF. En consecuencia la calidad de servicio puede ser garantizada en un sistema homogéneo, es decir compuesto solo por estaciones de tipo 802.11e. Sin embargo, en un entorno mixto con las estaciones con ambos estándares presencia no controlada de estaciones del estándar básico puede provocar la reaparición de las limitaciones en la QoS. En efecto, los siguientes ejemplos demuestran algunos de los posibles problemas. En primer estudio se analiza el retardo de los servicios en un sistema con el numero fijo de las estaciones EDCA y con el numero variable de nodos DCF. Como el tráfico DCF se utiliza una aplicación de web que está compuesta del periodo de lectura de la página web, caracterizado por una estadística de distribución exponencial y media de 30 segundos, y periodo de bajada durante cual se baja la pagina web de 200kB. El tamaño medio del paquete es de 1000 Bytes con una distribución de Pareto truncada en 60kB y con las tasas de transmisión de 512kbps en el enlace descendente y 256kbps en el enlace ascendente. Los servicios EDCA combinan las aplicaciones de VoIP y video streaming. El VoIP se genera como un flujo constante (Constant-Bit Rate ó CBR) con el tamaño de paquete de 60Byte y tasa de transmisión de 24kbps. En el caso de video streaming se utiliza un modelo de MPEG4 propuesto en [4] con los siguientes parámetros GOP 13, 25fps y tasas de transmisión de 128 kbps en el enlace descendente y 16kbps en el enlace ascendente. Se aplica los valores de parámetros de contención por defecto y las velocidades de transferencia de las capas físicas utilizados son de 11Mbps para EDCA y 1Mbps y 11Mbps para el DCF. En la Fig. 3 se puede observar

que dependiendo de la capa física que se adopte para el tráfico DCF los recursos utilizados varían mucho y resultan en distintos valores de retardo para el tráfico EDCA. Esta situación es muy habitual ya que cuando cambia la SNR de la señal recibida el nodo adapta la modulación lo que afecta al número de recursos requeridos. En consecuencia es difícil garantizar los recursos necesarios para el tráfico de voz o video. Además, este comportamiento complica mucho el diseño de mecanismos de gestión de recursos radio, como es el caso de un control de admisión. Por ejemplo, en el caso de 4 nodos DCF sistema funciona bien si los nodos transmiten con 11Mbps pero con la tasa de 1Mbps el retardo de las estaciones EDCA es inaceptable.



a) voz



b) vídeo

Figura 3 Retardo de las estaciones EDCA en función de número de estaciones DCF a) voz, b) vídeo

Otro problema se refiere a los retardos no predecibles de la trama de beacon. Además esta limitación puede ser potenciada por el propio diseño del nuevo estándar, como se demuestra a continuación.

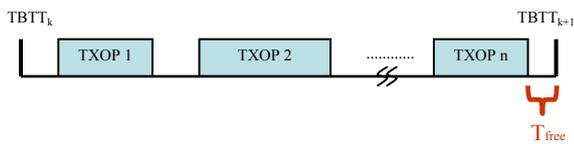


Figura 4 El intervalo de tiempo libre antes de la siguiente trama de beacon

Ya se ha mencionado anteriormente que los nodos con el 802.11e sólo pueden empezar a transmitir en caso de que la duración de la transmisión no sobrepase el inicio de la siguiente transmisión de la trama de beacon. En consecuencia puede crearse un intervalo de tiempo, T_{free} , justo antes del inicio de la

trama de beacon durante cual solamente los nodos 802.11 podrán competir por el acceso al medio, lo que se demuestra en la Fig. 4. El tiempo T_{free} puede tener valores desde cero hasta el tiempo mínimo de la transmisión del paquete. Considerando que los nodos trabajan con la tasa de transmisión de 11Mbps con el preámbulo, una cabecera en la capa PLCP (Physical Layer Convergence Procedure) corta y asumiendo que el tamaño mínimo del paquete es cero el tamaño máximo del tiempo T_{free} , correspondiente al paquete de cero bytes, sería $284\mu s$. Los $284\mu s$ corresponden a 14 ranuras de backoff durante cuales pueden empezar a transmitir los nodos 802.11 y provocar un retardo adicional a los flujos en el siguiente intervalo de beacon. En la Fig. 5 se demuestra la función de distribución acumulativa del retardo de tramas de beacon para distinto número de estaciones DCF en el escenario de anterior experimento. En la figura podemos observar que para 16 estaciones DCF solamente 30% de tramas de beacon han sido enviadas en el tiempo programado.

En resumen, las limitaciones presentadas pueden deteriora considerablemente la calidad de servicio garantizada en el nuevo estándar IEEE 802.11e.

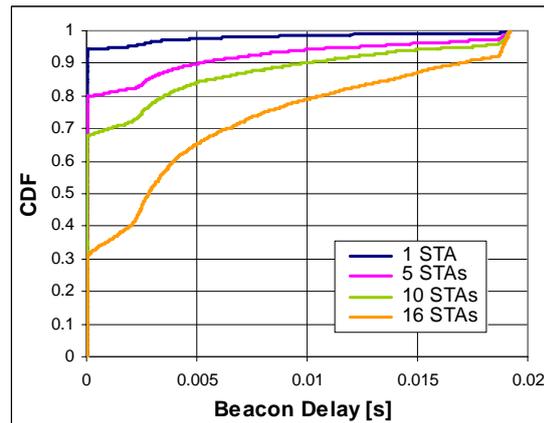


Figura 5 CDF del retardo de las tramas de beacon

4. Algoritmos de gestión de recursos en el escenario mixto 802.11 y 802.11e

El primero de los mecanismos propuestos [5] introduce un cierto nivel de inteligencia en la capa PLCP con objeto de controlar el tiempo de transmisión y establecer una reserva de recursos para las transmisiones de paquetes de 802.11e. Para ello en la capa PLCP la estación comprueba la restricción representada mediante la siguiente formula:

$$T + P_{q_{Length}} \leq TBTT + BI * \mu$$

Donde T representa el tiempo actual, $P_{q_{Length}}$ la duración de la transmisión del paquete con su confirmación (ACK), TBTT es tiempo de transmisión de la trama de beacon y $BI * \mu$ es el

tiempo designado a las transmisiones del tipo best effort dentro del intervalo de beacon mientras que $BI \cdot (1-\mu)$ es el tiempo reservado para las transmisiones EDCA. Los valores de todos estos parámetros son conocidos en cada estación además de, μ que puede ser estático o cambiar dinámicamente y es controlado por el AP. La restricción mencionada se ejecuta cuando la capa MAC pasa la petición PHY_TXSTART.request () a la capa PLCP. Si la condición es cierta, se ejecuta el proceso normal de envío de paquete en el caso opuesto la capa PLCP no responde con la confirmación PHY_TXSTART.confirm y se retrasa la transmisión de paquete hasta que la estación reciba la siguiente trama de beacon. Por lo tanto se obtiene la reserva de recursos demostrada en la Fig.6.

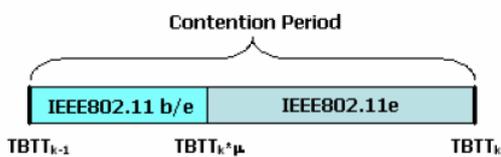
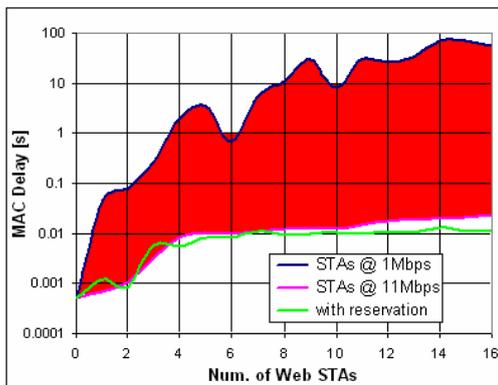
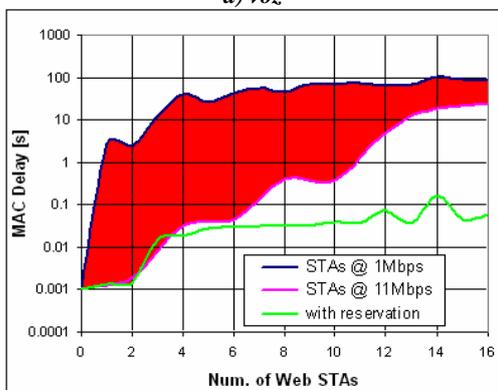


Figura 6 Repartición de recursos entre dos tipos de acceso EDCA y DCF

Aplicando este mecanismo al escenario de apartado 3 se consigue garantizar la QoS de nodos 802.11e así como se presenta en la Fig. 7.



a) voz



b) vídeo

Figura 7 Retardo de las estaciones EDCA en función de número de estaciones DCF a) voz, b) vídeo

Comparando los resultados para el servicio de vídeo se puede ver que solamente con una estación de

802.11b el retardo obtenido cuando no se aplica el algoritmo de reserva es demasiado elevado (del orden de 3 segundos) para soportar dicho servicio mientras con el algoritmo no se observa casi ninguna diferencia en el retardo (retardo menor que 100mseg.) cuando en el sistema hay una o ninguna estación del tipo 802.11b. En el caso de estaciones de voz, se observa un comportamiento parecido. Si no se implementa el algoritmo de reserva, cuando en el sistema hay tres o más estaciones de 802.11b se supera el límite de retardo para el tráfico de voz (100ms). Observase que la clara diferencia entre retardos de voz y vídeo se debe a mecanismos de priorización y diferenciación del estándar 802.11e.

Por su parte, la segunda solución busca proporcionar mecanismos de QoS para los terminales basados en el estándar 802.11 básico. Para ello se propone una nueva capa, ubicada por encima de la capa MAC, denominada HTB [6] (Hierarchical Token Bucket), que proporciona diferenciación y priorización entre los distintos tipos de tráfico. Aparte permite desarrollar mecanismos de scheduling, policing y control de admisión.

El HTB es un mecanismo de repartición de carga jerarquizada en el enlace que define tres tipos de clases: root, intermedia y leaf. La clase root representa el enlace, las clases inferiores se asocian con usuarios y las clases leaf corresponden a las aplicaciones que generan el tráfico. Cada clase esta caracterizada por su tasa asegurada AR, tasa máxima CR, prioridad P y quantum Q. El objetivo del HTB es proporcionar el mínimo de los recursos requeridos y los asignados a cada clase. En el caso que las clases demanden menos recursos que la cantidad asignada a ellas, la parte restante (el ancho de banda de exceso) se distribuye entre otras clases si existe demanda. Para gestionar este control de recursos se utiliza dos mecanismos de llamada (denominados token buckets) internos que originan el nombre de este mecanismo.

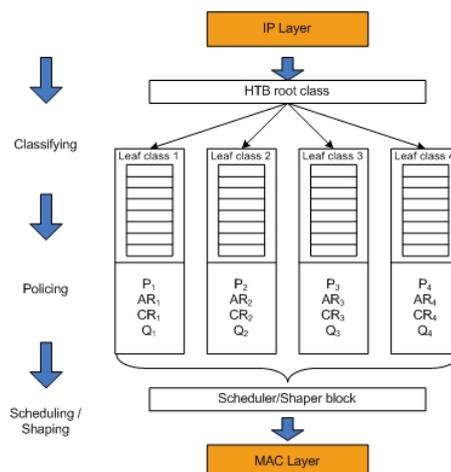


Figura 8 Mecanismo HTB para las estaciones con acceso DCF

La transmisión de los paquetes de las clases se controla mediante el algoritmo de Deficit Round

Robin. Si la clase no ha superado su límite de AR puede transmitir sin condiciones. En el caso que ha sobrepasado el AR pero esta por debajo de su CR solamente puede transmitir si puede coger prestado el ancho de banda (tokens) de otras clases. La cantidad del ancho de banda ofrecida a cada clase es proporcional al parámetro Q mientras que el parámetro P especifica el orden con cual se ofrece los recursos. Implementación del mecanismo HTB en un nodo 802.11 se demuestra en la Fig. 8.

Primero para analizar el funcionamiento del mecanismo HTB se ha estudiado la posibilidad de diferenciar y priorizar el tráfico dentro de cada nodo. Para ello se ha escogido un escenario en el cual coexisten 10 nodos EDCA y 2 nodos DCF. De los nodos EDCA cinco son de voz y otro cinco de video con los modelos de tráfico como en el apartado 3. Cada nodo DCF tiene dos aplicaciones una de voz y otra de datos. El modelo de voz es el mismo que en el modo EDCA y el modelo de datos sigue el modelo de apartado 3 pero el caudal de cada aplicación es de 800kbps y se considera solamente en el enlace ascendente. Todas las estaciones trabajan con la capa física de 802.11b con la tasa de transmisión de 11Mbps y se considera para las estaciones DCF con HTB que su tasa CR es igual a la tasa AR y que la aplicación de voz tiene mayor prioridad que la de datos. Se ha considerado dos escenarios con acceso compartido: primero con nodos EDCA y DCF y el segundo con nodos EDCA y DCF con HTB (denominados desde ahora y adelante HTB). En la Fig. 9 se puede observar la función de la distribución acumulativa del retardo en la capa MAC de paquetes de voz para tres tipos de nodos: EDCA, DCF y HTB. En el caso de nodos DCF el retardo es demasiado elevado para poder soportar los servicios de VoIP. Pero al separar los flujos de nodos DCF mediante el mecanismo HTB se puede priorizar los paquetes de voz y así disminuir su retardo. Como se puede apreciar en la Fig. 9 el retardo de paquetes de voz de nodos HTB es mucho menor que para los nodos DCF y esta dentro del límite para este tipo de servicio.

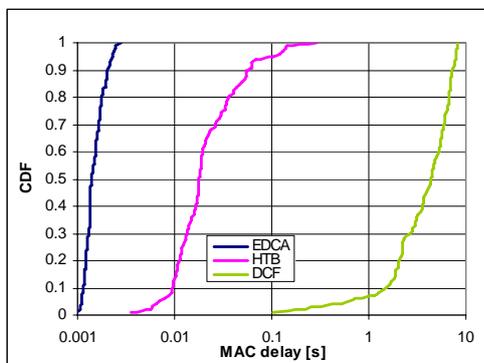


Figura 9 CDF del retardo de paquetes de voz de tres tipos de nodo EDCA, DCF y HTB

En cuanto al control del modo multivelocidad se ha analizado un escenario con 10 nodos EDCA y 5 nodos DCF/HTB. Los nodos EDCA representan los

servicios de VoIP y video streaming con las características como las indicadas en el apartado anterior y los nodos DCF/HTB utilizan el servicio de datos con la tasa de transmisión de 64kbps con los paquetes de tamaño medio de 1020 bytes y máximo de 2304 bytes. Todos los nodos al principio trabajan con la capa física de 11Mbps pero, para estudiar la influencia de la adaptación de la modulación de las estaciones DCF/HTB, cada 10 segundos un nodo se aleja del AP a la zona donde el valor del SNR solamente le permite transmitir con la velocidad de 1Mbps. En la Fig. 10 se demuestra la comparación de la utilización de los recursos por ambos tipos de estaciones DCF y HTB. Obviamente al alejarse del AP las estaciones DCF adaptan la modulación y por lo consiguiente aumenta su necesidad de recursos y con cuatro estaciones trabajando a 1Mbps los recursos requeridos se cuadruplican comparando con el caso cuando todas transmitían a 11Mbps. En el caso de los nodos HTB, la política utilizada prohíbe a los nodos transmitir si su caudal total supera el límite de 64kbps.

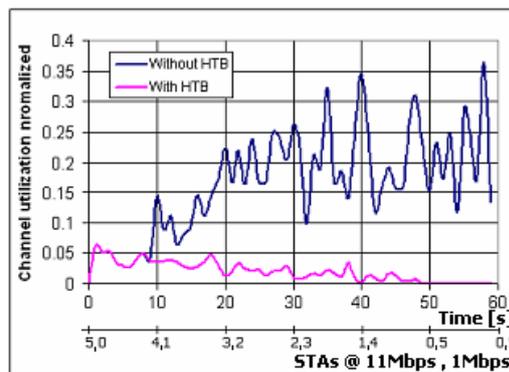


Figura 10 Utilización del canal de los nodos DCF y HTB en función del número de estaciones de 1Mbps

En el resultado de la adaptación de la modulación y falta de control de los recursos utilizados el retardo de los nodos EDCA aumenta como se puede apreciar en la Fig. 11. Por otro lado el retardo puede ser garantizado si se aplica el mecanismo HTB con adecuada configuración de sus parámetros.

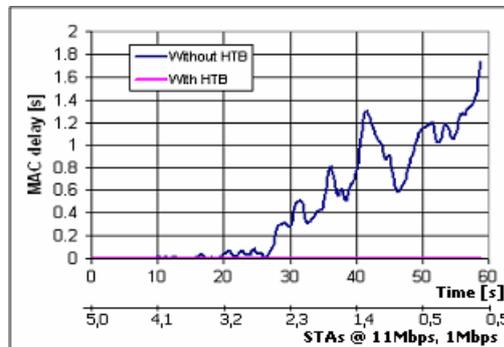


Figura 11 Retardo del tráfico de voz de los nodos EDCA en función de número de estaciones de 1Mbps

5. Conclusiones

En esta contribución se ha puesto de manifiesto la necesidad de incluir mecanismos apropiados de gestión de recursos radio en redes IEEE 802.11 si se quiere garantizar la QoS en un sistema con acceso compartido entre las estaciones del tipo 802.11 y 802.11e. Se ha estudiado las limitaciones en el soporte de QoS en un sistema mixto y se ha propuesto dos mecanismos que permiten proteger la QoS otorgada a las nuevas estaciones y además el mecanismo HTB permite diferenciar y priorizar el nuevo tipo de tráfico en las estaciones básicas 802.11.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el contexto del proyecto AROMA (ref. IST4-027567) financiado parcialmente por la U.E. y del proyecto TEC-2006-26873-E financiado por CICYT.

Referencias

- [1] IEEE 802.11e “Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Medium Access Control (MAC) Quality of Service Enhancements”, IEEE Std 802.11e-2005
- [2] S. Mangold et al., “IEEE 802.11e Wireless LAN for Quality of Service”, Proc. European Wireless '02, Florence, Italy, Feb. 2002
- [3] S. Choi, J. del Prado, S. Shankar, S. Mangold, “IEEE 802.11e Contention-based Channel Access (EDCF) Performance Evaluation”, Proc. ICC'03 Anchorage, Alaska, May 2003.
- [4] EVEREST IST-2002-001858 Deliverable D05 “Target Scenario specification: vision at project stage 1” disponible en: <http://www.everest-ist.upc.es>
- [5] J. Majkowski, F. Cadavevall “QoS protection for IEEE 802.11e in WLAN with shared EDCA and DCF access”, Proc. CSN'06 Palma de Mallorca, Spain
- [6] M. Devera, “Hierarchical Token Bucket”, disponible en: <http://luxik.cdi.cz/~devik/qos/htb/>