

Control de Admisión en IEEE 802.11e EDCA

Jakub Majkowski, Ferran Casadevall, Ferran Adelantado Freixer
Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones – Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)
C/ Jordi Girona 1-3. Campus Nord. Edifici D4 08034 Barcelona
Tel: 34 93 401 59 48 Fax 34 93 401 74 24 e-mail: [jakub, ferranc, ferran-adelantado]@tsc.upc.es

Resumen

En el estándar IEEE 802.11e el mecanismo EDCA (Enhanced Distributed Channel Access) permite diferenciar el acceso al medio de tráfico con prioridades distintas. Sin embargo este mecanismo por si mismo no puede garantizar la Calidad de Servicio (QoS). Por consiguiente, para garantizar QoS hay que considerar algoritmos de control de admisión o DAC. Este artículo investiga el comportamiento de un mecanismo de control de acceso distribuido que toma en consideración algunas de las ineficiencias de los algoritmos DAC propuestos por el IEEE. Los estudios se han realizado mediante un simulador de sistema desarrollado utilizando la herramienta OPNET.

1. Introducción

Hasta el momento, la tecnología IEEE 802.11 se ha hecho popular como mecanismo eficiente de transmisión de datos en las redes inalámbricas de Campus Universitarios, como red de área local en empresas o en puntos de alta densidad de tráfico (hotspots). No obstante, su aplicación a la transmisión de servicios en tiempo real quedaba limitada a casos específicos en donde el número de estaciones implicadas fuera pequeño y controlado. Con el nuevo estándar 802.11e, que esta a punto de ser completado, la tecnología IEEE 802.11 soportará tráfico en tiempo real en todo tipo de entornos y situaciones. En efecto, hasta el momento, este tipo de aplicaciones en tiempo real eran casi imposibles introducir por la falta de garantías de Calidad de Servicio (QoS) en los sistemas 802.11 actuales.

El objetivo del nuevo estándar 802.11e es introducir nuevos mecanismos a nivel de capa MAC para soportar los servicios que requieren garantías de Calidad de Servicio. Para cumplir con su objetivo IEEE 802.11e 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)[1].

En este estudio nos hemos centrados en el funcionamiento del EDCA, y estudiamos un nuevo concepto, definido en el Draft 4.0 de IEEE 802.11e, denominado Control de Admisión Distribuido o Distributed Admission Control (DAC) para EDCA. Este mecanismo toma en consideración que es muy difícil realizar un mecanismo preciso de control de admisión ya que, por la propia definición del estándar, el modo de acceso al canal es puramente aleatorio. Es decir, las estaciones compiten entre ellas para acceder al canal usando la información de ocupación de canal obtenida del punto de acceso (AP). En este contexto el mecanismo DAC trata de proteger el tráfico ya existente en el EDCA. Para

entender mejor el problema a continuación vamos a explicar brevemente los mecanismos básicos del estándar IEEE 802.11 así como los conceptos introducidos en el IEEE802.11e para dotar al sistema de Calidad de Servicio.

2. WLAN 802.11

Dentro de la capa MAC del 802.11 podemos distinguir dos tipos de acceso: con contención y sin contención. El mecanismo de acceso con contención constituye la parte obligatoria del MAC de 802.11 y lo controla la entidad denominada “Distributed Coordination Function” o DCF. Para soportar los servicios que requieren ciertas garantías relacionadas con, por ejemplo, el retardo en la transmisión o la tasa de error, el estándar 802.11 usa el denominado Point Coordination Function (PCF). El PCF es un mecanismo de acceso sin contención realizado mediante “polling” con un gestor centralizado en el llamado punto de acceso (AP). Como este estudio se centra en el mecanismo de acceso con contención no presentaremos más detalles del PCF. Un estudio más detallado se puede encontrar en [2] [3].

2.1. DCF del 802.11 MAC

DCF es el protocolo básico y obligatorio del 802.11 basado en el mecanismo Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance (CSMA/CA)[2]. El acceso al medio realizado mediante CSMA implica que cada estación toma la decisión de acceder al canal individualmente, ya que se trata de un mecanismo de acceso distribuido. Este comportamiento puede provocar colisiones si dos o más estaciones detectan el canal libre en el mismo instante y empiezan a transmitir en dicho momento. Para disminuir la probabilidad de colisiones se utiliza el mecanismo de Collision Avoidance (CA). Esto implica que cada estación tiene que realizar un proceso de backoff (espera aleatoria) antes de poder transmitir un paquete. Las reglas de funcionamiento que definen este mecanismo son las siguientes:

- Después de detectar que el medio ha estado libre durante el tiempo “DCF interframe space” (DIFS) la estación espera un tiempo aleatorio llamado tiempo de backoff. La duración del tiempo de backoff es un múltiple del tiempo de “slot”.
- La estación elige aleatoriamente el número de slots de espera entre 0 y el valor de la ventana de contención (CW), que al principio es igual a un valor mínimo (CWmin).
- El tiempo de backoff va disminuyendo de slot en slot mientras el medio esté libre, es decir sin transmisiones. Si durante el tiempo de backoff la estación detecta que el medio ha sido ocupado por otra estación WLAN, el contador del tiempo de backoff se para en su valor actual.
- Cuando el canal está libre otra vez, y una vez concluido el intervalo DIFS, el proceso de backoff se reinicia con el valor de backoff restante en el momento de la suspensión.
- Cuando el contador del tiempo de backoff llega a cero la estación obtiene permiso para transmitir y de hecho la transmisión empieza inmediatamente.
- El paquete que llega a una cola vacía sin que haya ningún proceso de backoff pendiente es transmitido después del intervalo DIFS sin esperar el tiempo de backoff.

La representación gráfica del mecanismo explicado anteriormente se muestra en la Figura 1. Después de la transmisión, si ésta es correcta, la estación de destino transmite un paquete de confirmación (ACK). El ACK se transmite después de sondear que el canal está libre un tiempo “Short IFS” o SIFS que es más corto que el DIFS. Con ello se evitan colisiones con el objetivo de proteger al tráfico ACK.

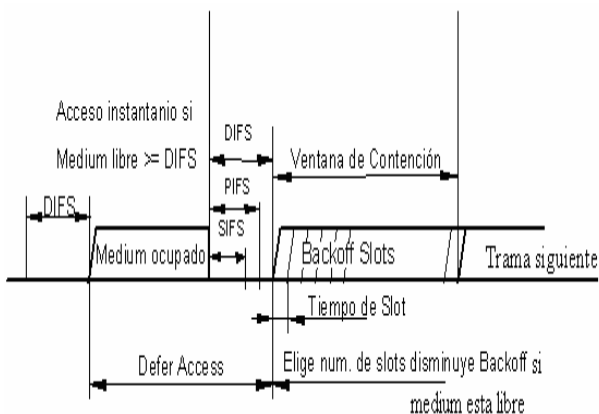


Figura 1 Acceso al medio en IEEE 802.11 DCF

Si la estación no recibe el ACK, supone que ha habido una colisión con otro usuario, y tiene que retransmitir el paquete tras el proceso de backoff. Además, después de cada transmisión incorrecta el tamaño de la ventana de contención aumenta mediante la fórmula $(CW + 1)^2 - 1$; si bien el nuevo valor no puede ser más grande que un cierto valor máximo CWmax. Cuanto mayor es la ventana de contención, menor es la probabilidad de colisión.

Después de una transmisión correcta el tamaño de la ventana de contención (CW) vuelve al valor mínimo (CWmin). Después de cada transmisión la estación también realiza un nuevo proceso de backoff, llamado post backoff, con objetivo de separar dos transmisiones consecutivas en, por lo menos, un intervalo de backoff.

3. IEEE 802.11e EDCA – Conceptos de Calidad de Servicio

Gracias a su simplicidad y facilidad en cuanto a implementación, el mecanismo DCF del estándar IEEE 802.11, es mucho más popular que el mecanismo PCF pero no aporta ninguna posibilidad de priorizar diferentes tipos de tráfico. Con la estrategia DCF todas estaciones tienen la misma probabilidad de acceder al canal. Por eso, el TGe del IEEE802.11 ha propuesto una nueva variante del estándar (IEEE 802.11e) en el que modo DCF ha sido mejorado dando lugar al denominado “Enhanced DCA” o EDCA. Este nuevo estándar ofrece mecanismos para soportar prioridades para diferentes tipos de tráficos. 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, y los complementa con otros nuevos que permiten introducir calidad de servicio en el sistema como son los conceptos de TXOP o AIFS[1], que se explican a continuación.

La calidad de servicio en el mecanismo EDCA está asociada al concepto de Categoría de Acceso (AC). Cada categoría de acceso corresponde a una prioridad distinta, 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 que las caracterizan se presentan en la Figura 2.

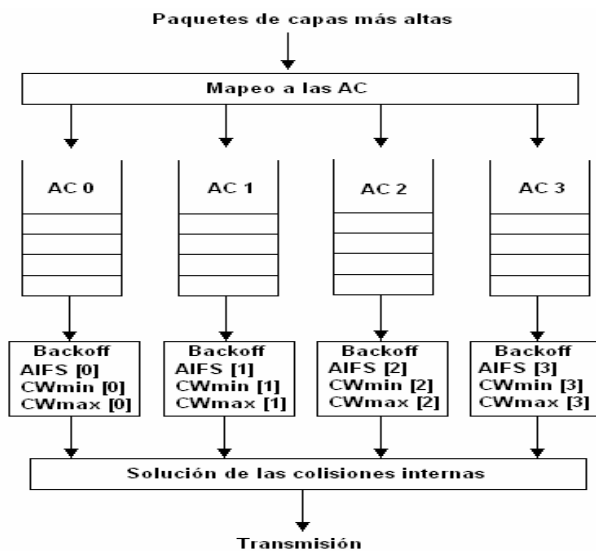


Figura 2 Cuatro AC dentro de una estación IEEE 802.11e

En caso de que, en una estación con distintas categorías de acceso (AC), más de una categoría acabe el mecanismo de backoff en el mismo instante, la categoría con la prioridad más alta empieza a transmitir y las otras se comportan como si hubiera habido una colisión al acceder al medio. La diferenciación entre prioridades se consigue con el empleo de distintos valores de los parámetros de contención, presentados a continuación [4].

- Arbitration Interframe Space (AIFS) su tarea es parecida al intervalo DIFS usado en DCF. AIFS se calcula mediante la expresión:

$$\text{AIFS}[AC] = \text{SIFS} + \text{AIFSN}[AC] * \text{SlotTime}.$$

donde AIFSN[AC] es el denominado "Arbitration Interframe Space Number" y determina la prioridad. La prioridad más alta se corresponde con el valor más pequeño. De hecho, el estándar fija que la prioridad más alta corresponde a un tiempo de AIFS [AC] igual a DIFS, lo que implica que AIFSN [AC] ≥ 2 .

- El tamaño de la ventana de contención está definido por dos parámetros CWmin[AC] y CWmax[AC]. 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". Los parámetros pueden ser ajustados dinámicamente por el Punto de Acceso o Acces Point (AP) dependiendo de las condiciones de la red. Los diferentes tiempos de acceso definidos se muestran en la Figura 3.

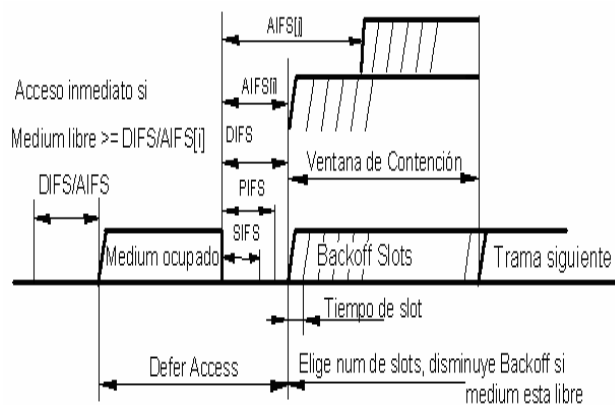


Figura 3 Acceso al medio en IEEE 802.11 EDCA

Además, en el mecanismo DCF una estación sólo puede transmitir un único paquete al acceder al canal. Por el contrario, en el mecanismo EDCA la duración de la transmisión se controla mediante un parámetro llamado Transmission Opportunity (TXOP) [4] [5]. El TXOP es el intervalo definido por el tiempo de inicio y la duración (TXOPLimit[AC]) durante la cual la estación (una del grupo de estaciones de la misma Access Category o AC) puede transmitir paquetes (MSDUs) separados por el tiempo SIFS. Este parámetro permite aumentar el caudal (throughput) del sistema mediante una asignación adecuada de la porción de capacidad del canal para cada Access Category (AC). Cuanto mayor es el parámetro TXOPLimit[AC], mayor es la porción del canal asignada a esta categoría de acceso.

Además el estándar IEEE 802.11e también especifica el tiempo máximo que un paquete puede estar en la capa MAC. Si se sobrepasa este tiempo, el paquete se descarta sin transmitirlo. Esta propiedad es muy importante para las aplicaciones en tiempo real donde un excesivo retardo en la transmisión de un paquete es completamente inútil.

En resumen, el mecanismo EDCA permite un mejor control del canal porque a las estaciones no se les permite transmitir paquetes si no pueden acabar la transmisión antes de la llegada de la trama de beacon (TBTT).

4. Algoritmo de control de admisión distribuido (DAC)

Para limitar el número de estaciones admitidas bajo control de un Access Point (AP), con objeto de garantizar una cierta calidad de servicio, el Draft 4.0 propone un algoritmo de control de admisión distribuido (DAC). El algoritmo propuesto se basa en un grupo de parámetros, proporcionados por el punto de acceso (AP) en la trama "beacon", que facilitan información sobre el uso del canal [1]. El algoritmo consta de dos partes, una que se ejecuta en todas las estaciones así como en el punto de acceso y otra realizada sólo en el punto de acceso. Como la

intención del DAC es proteger el tráfico ya existente, no se aplica a todo tipo de tráfico. El tráfico tiene que ser continuo. Eso implica que, por ejemplo, el mecanismo DAC no se utiliza para tráfico de tipo background, que habitualmente corresponde a un Access Category equivalente a 0.

En el Punto de Acceso (AP) la única función que se realiza es el cálculo de los valores $TxBudget[AC]$ y $SurplusFactor[AC]$, los cuales después se envían en la trama de beacon.

- El valor $TxBudget[AC]$ representa el tiempo adicional para cada Access Category (AC) disponible en el siguiente "beacon". Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$TxBudget[AC] = \text{Max}(aACTransmitLimit[AC] - TxTime[AC] * SurplusFactor[AC], 0)$$

- El parámetro $aACTransmitLimit[AC]$ especifica el máximo tiempo posible para las transmisiones de una Access Category (AC) durante un intervalo de trama (intervalo entre dos "beacon")
- El $SurplusFactor[AC]$ representa el cociente entre el tiempo reservado para las transmisiones de una Access Category (AC) durante un intervalo de beacon y el tiempo de transmisión real de los paquetes correctos.
- El $TxTime[AC]$ representa el tiempo total ocupado por las transmisiones de cada AC durante un intervalo de trama.

El cálculo de los tiempos de todas las transmisiones ($TxUsed[AC]$) y de las transmisiones correctas ($TxCounter[AC]$) de cada Access Category (AC) es una tarea común para todas las unidades. Estos valores, más los parámetros obtenidos a partir de la trama de beacon, permiten a cada estación evaluar el resto de parámetros del algoritmo DAC.

Este cálculo se realiza en el instante en el que debería llegar la trama de beacon (TBTT), independientemente de la recepción o no de dicha trama. Los parámetros a fijar son los siguientes: $TxMemory[AC]$, $TxLimit[AC]$, $TxRemainder[AC]$.

- El $TxMemory[AC]$ representa los recursos que la estación ha podido proporcionar para una determinada Categoría de Acceso (AC).
- $TxLimit[AC]$ es igual a $TxMemory[AC]$ más un posible $TxRemainder[AC]$ y especifica un límite de tiempo para las transmisiones de una AC dada. Si la estación deja de transmitir porque el valor del $TxUsed[AC]$ es más grande que el $TxLimit[AC]$, puede almacenar el resto

del tiempo que le queda y utilizarlo en el próximo "beacon", guardándolo en el parámetro $TxRemainder[AC]$. Es decir:

$$TxRemainder[AC] = TxLimit[AC] - TxUsed[AC]$$

En otro caso $TxRemainder[AC]$ es cero.

El cálculo del $TxMemory[AC]$ depende del valor del parámetro $TxBudgetTXOPBudget[AC]$. En caso de ser cero, el $TxMemory[AC]$ es cero para las estaciones que empezaron a transmitir en el último intervalo de trama y no cambia para el resto de estaciones. Si el $TxBudgetTXOPBudget[AC]$ es más grande que 0 el $TxMemory[AC]$ se calcula mediante la fórmula:

$$TxMemory[AC] = f * TxMemory[AC] + (1-f)(TxCounter[AC] * SurplusFactor[AC] + TxBudgetTXOPBudget[AC])$$

El parámetro f es el denominado damping factor, y tiene un valor predefinido de 0.9. Este parámetro influye en el valor de $TxMemory$ si otra estación empieza a transmitir con el nuevo flujo.

5. Prestaciones del mecanismo EDCA

Una vez visto los mecanismo del IEEE 802.11 e, veamos qué parámetros de sistema se han considerado en las simulaciones que hemos realizado. En las simulaciones usamos la capa física definida para el estándar 802.11b. La tasa bruta de transmisión en el canal es de 11Mbps, que es la tasa más alta posible de 802.11b. Teniendo en cuenta las normas del algoritmo DAC consideramos las tres categorías de acceso más altas. Los parámetros EDCA utilizados de cada AC son los presentados en la Tabla 1.

Tabla 1 Parámetros de EDCA

AC	AIFSN	CWmin	CWmax	TXOP limit (sec)
1	3	31	1023	0
2	2	15	31	0.0035
3	2	7	15	0.0015

En la Tabla 2 presentamos los tipos de tráfico utilizados en las simulaciones. Consideramos tres tipos de tráfico: voz, vídeo y datos. Los tráficos de voz y vídeo representan servicios que necesitan ciertas garantías de QoS en cuanto a retardo pero soportan pequeñas pérdidas de tramas. Por otro lado la transmisión de datos tolera retardos pero requiere transmisión sin pérdidas. Por eso las estaciones con tráfico de datos tienen un tamaño de buffers infinito, mientras que en el caso de voz y vídeo pueden fijar el tamaño de los buffers depende del tiempo de estancia de paquetes en la capa MAC.

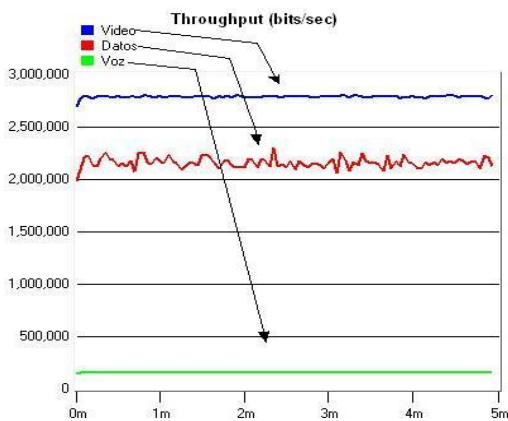
Tabla 2 Parámetros de generación de tráfico

Tipo de Tráfico	Media tasa de generación (Kbps)	Tamaño de paquete (Bytes)	Tasa de llegada (sec)
Voz	38	80	const. 0.017
Vídeo	1400	1500	const. 0.0086
Datos	800	1500	exp. 0.015

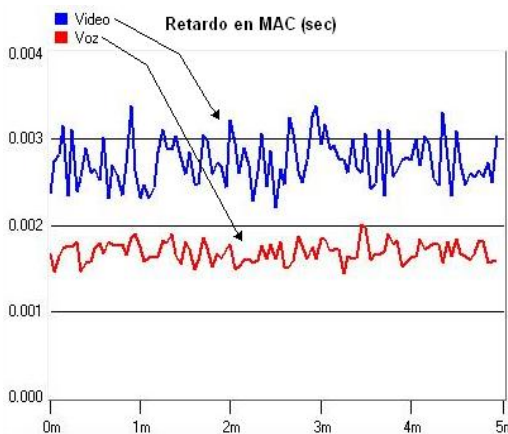
Escenario 1

En el primer escenario consideramos dos estaciones de vídeo, cuatro de voz y cinco de datos. Las estaciones de voz tienen un AC igual a 3, las de vídeo igual a 2 y las de datos igual a 1. El tráfico de cada prioridad se envía en sentido ascendente y descendente. No aplicamos el mecanismo de DAC.

Resultados obtenidos se presenta en la Figura 4.



a) Throughput agregado de cada AC



b) Retardo de paquetes en MAC

Figura 4 EDCA estadísticas para primer escenario

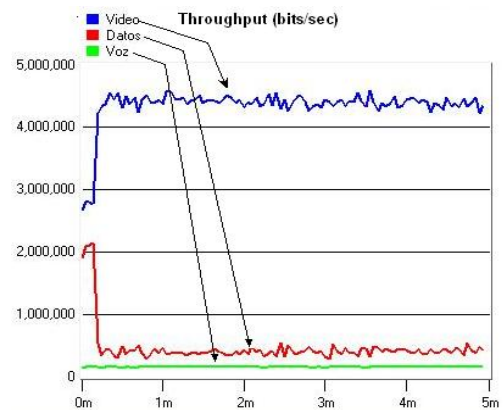
El comportamiento mostrado en la Figura 4 confirma que el mecanismo EDCA permite diferenciar el acceso al medio de tráfico con

prioridades distintas. Teniendo en cuenta que el caudal total de vídeo es 2.8Mbps vemos que el tráfico está servido suficientemente bien. Las aplicaciones de voz tampoco encuentran problemas, el retardo no alcanza el valor de 2ms. En todo caso constatar que el tráfico perjudicado es el de datos, que tiene menos prioridad y además su valor límite de TXOP sólo le deja transmitir un paquete al acceder al canal. Por eso de los 4Mbps requeridos por flujos de datos sólo obtiene 2.2Mbps.

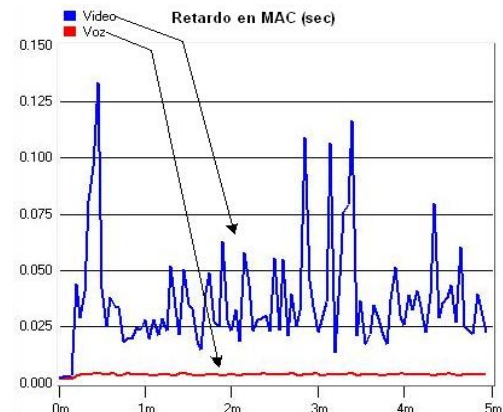
Escenario 2

En este escenario se analiza el comportamiento del sistema en la situación de saturación, creada con la llegada al sistema de un flujo de vídeo nuevo. La topología de la red es la misma que en el escenario anterior considerando una nueva estación cuyo tráfico de vídeo es de 2Mbps. En esta situación de congestión, las características obtenidas, Figura 5, demuestran que la llegada del flujo de vídeo perjudica las prestaciones de todas las estaciones. El caudal (throughput) agregado de vídeo ya no es igual a la suma de las tasas de generación de cada uno de los terminales y por otro lado los retardos aumentan.

Es decir, la falta de control de admisión hace difícil la posibilidad de soportar tráfico real con el mecanismo EDCA.



a) Throughput agregado de cada AC



b) Retardo de paquetes en MAC

Figura 5 EDCA estadísticas para segundo escenario

6. Prestaciones del mecanismo de control de admisión (EDCA-DAC)

Como hemos podido ver en el apartado anterior, para poder garantizar QoS para los flujos de datos ya existentes en la red es necesario tener un proceso de control de admisión. El aspecto clave de los mecanismos de control de admisión es el conocimiento en cada momento del número de recursos disponibles en el sistema, para así poder decidir si el nuevo flujo puede ser admitido o debe ser rechazado. De hecho, éste es el objetivo del DAC propuesto en [1].

No obstante cuando se utiliza el mecanismo de acceso EDCA, dicho control es muy complicado debido al tipo de acceso. En el acceso con contención el Punto de Acceso (AP) no puede saber a priori el AC de la estación que ha ganado el canal y que va transmitir. Es por este motivo que si dos estaciones empiezan a transmitir en el mismo instante el AP no es capaz de determinar las ACs de los paquetes que han colisionado.

El parámetro clave para poder estimar correctamente los recursos disponibles es el denominado SurplusFactor. En el algoritmo propuesto en [1] no se especifica cómo debe ser calculado, así que el método más sencillo consiste en doblar el tiempo de transmisión de todos los paquetes que tengan el Retry bit igual a uno (el paquete ha colisionado y se trata de una retransmisión). La estimación, mediante el método mencionado, del tiempo durante el cual se transmiten paquetes de una determinada categoría de acceso (AC) es razonable si bien presenta ciertas limitaciones:

- En primer lugar el tiempo obtenido puede ser mucho mayor que el real, con lo cual el resultado es que disminuyen los recursos disponibles (menor eficiencia).
- Otros problemas asociados a dicha estimación están relacionados con los paquetes que han colisionado más de una vez o que han sido retransmitidos en el siguiente intervalo de beacon.

En el método propuesto en éste artículo el AP después de la colisión espera por lo menos dos paquetes con el Retry bit igual a uno, comprueba sus ACs y, si son las mismas, únicamente incrementa el tiempo ocupado por esa categoría de acceso en la duración de la transmisión del paquete recibido más largo. Si las ACs son distintas el punto de acceso incrementa el tiempo ocupado por cada AC en el tiempo de transmisión del paquete correspondiente. Si antes de recibir los dos paquetes que han colisionado hay otra colisión, entonces desde este momento hasta el final del periodo de beacon se utiliza el método mencionado al principio. Obsérvese que en principio las retransmisiones en el siguiente intervalo de beacon no son tratadas como tales, excepto si en ese intervalo de beacon no hay ninguna colisión. En ese caso el paquete es tratado

como una retransmisión. Dicha excepción sólo afecta al nuevo flujo entrante.

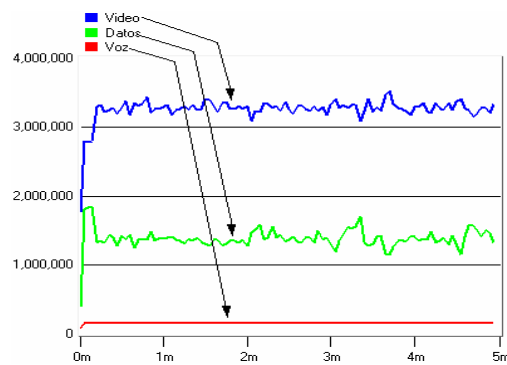
Obsérvese que, si bien el método de calcular el SurplusFactor propuesto es más eficiente, tampoco soluciona el problema de los paquetes con dos o más retransmisiones. No obstante, a pesar de todo, cabe destacar que en general son pocos los paquetes con más de una retransmisión (por motivos de retardo) por lo que el proceso de estimación del SurplusFactor resulta razonable, si bien nos deja una cierta incertidumbre.

Una vez explicado el mecanismo, y considerando el escenario 2, analizamos las prestaciones del algoritmo DAC propuesto. La Tabla 3 indica los parámetros DAC considerados

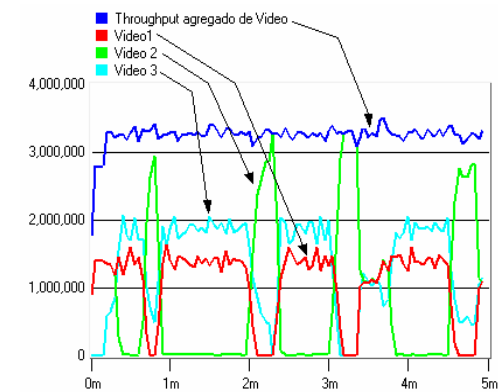
Tabla 3 Parámetros de DAC

AC	aACTransmitLimit
1	∞
2	0.01
3	0.004

Obsérvese como el tráfico de datos, que no se inyecta a la red de forma continua, no puede ser controlado por DAC. Por eso al sistema se aceptan todos los flujos de datos y no tienen límite de tiempo para transmisiones durante un intervalo de trama. De hecho, el tráfico de datos tiene que ser limitado mediante elección adecuada de parámetros de contención como AIFS y CW, y límite TXOP.



a) Throughput agregado de cada AC



b) Throughputs de flujos de Video

Figura 6 Throughput con DAC

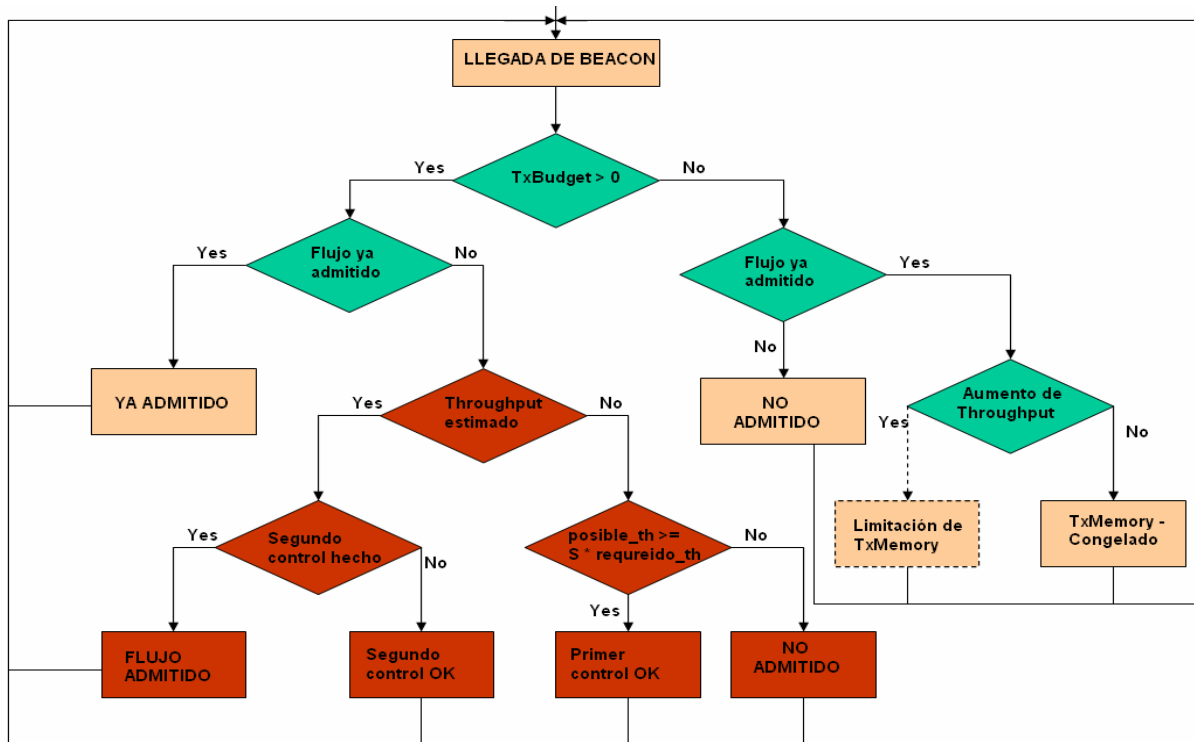


Figura 7 Diagrama del DAC con nueva condición

Como se puede comprobar en la Figura 6 el mecanismo DAC no funciona correctamente. Esto se debe a la situación de saturación que presenta el sistema. En estas situaciones es muy difícil evaluar el ancho de banda perdido debido a las colisiones, siendo ésta la clave de funcionamiento del algoritmo.

Por esta razón se ha añadido una nueva condición al mecanismo DAC para mejorar el proceso de control de admisión, a partir de los valores de SurplusFactor y de la carga¹ (Load) de la red. La Figura 7 presenta el diagrama de flujo que caracteriza al nuevo algoritmo DAC.

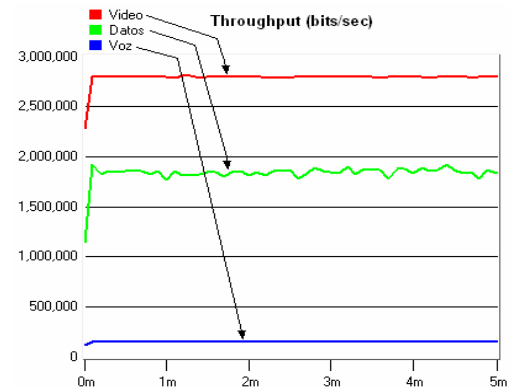
La parte en rojo muestra los cambios añadidos. Se propone que para admitir un flujo nuevo, además de las condiciones antes mencionadas en el algoritmo DAC, se comprueben los recursos disponibles para la Categoría de Acceso (AC) del flujo entrante, utilizando para ello los parámetros: Load, SurplusFactor y TxBudget. En el siguiente paso, y en función de la carga del sistema, se comprueba si estos recursos son suficientes para el flujo nuevo. El

parámetro que se ajusta dinámicamente a los cambios de carga de sistema y hace la condición más o menos restrictiva es el parámetro “S”. A pesar de todo es posible que la condición no sea suficiente debido a la incertidumbre en la estimación del SurplusFactor. Por este motivo se comprueba el comportamiento del sistema durante los dos intervalos de beacon posteriores,

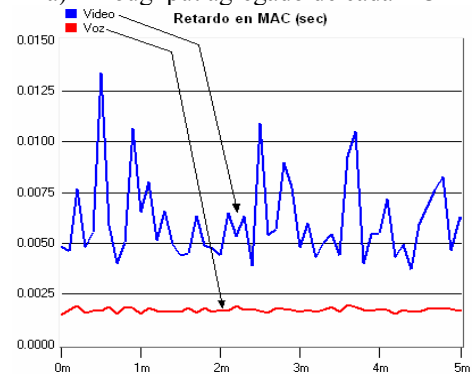
¹ nuevo parámetro en la trama de beacon que especifica el tiempo ocupado por las AC 1, 2 y 3 en el anterior intervalo de beacon

admitiendo el flujo si el parámetro TxBudget para la Categoría de Acceso(AC) del flujo entrante se mantiene positivo.

Considerando nuevamente el escenario 2 la Figura 8 muestra los resultados obtenidos.



a) Throughput agregado de cada AC



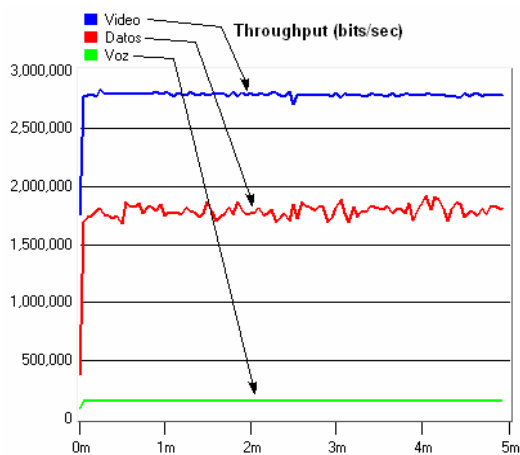
b) Retardo de paquetes en MAC

Figura 8 Estadísticas EDCA con DAC con nueva condición

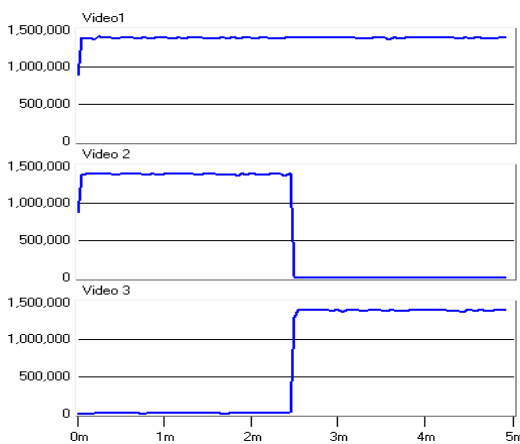
De estas gráficas se puede ver que el nuevo flujo de vídeo no ha sido admitido y los flujos existentes han sido protegidos. La estación con el nuevo tráfico de vídeo está continuamente monitorizando el canal e intentando empezar la transmisión, pero la nueva condición lo impide.

En la Figura 9 se muestra el caso cuando una las estaciones de vídeo para de transmitir y la estación que estaba monitorizando el sistema encuentra suficientes recursos para que sea admitido su flujo².

En resumen comparando las Figuras 8 y 9 se demuestra que el mecanismo DAC con la mejora propuesta puede ser apropiado como mecanismo de control de admisión en EDCA.



a) Throughput agregado de cada AC



b) Throughputs de flujos de Vídeo

Figura 9 Throughputs de video con DAC con mejora

7. Conclusiones.

En este trabajo hemos presentado el funcionamiento del mecanismo de acceso al medio con contención, EDCA, propuesto dentro del nuevo estándar IEEE 802.11e, y hemos analizado sus prestaciones. También hemos estudiado una propuesta de algoritmo de control de admisión DAC.

Del trabajo realizado podemos concluir que la nueva función EDCA proporciona mecanismos adecuados para diferenciar entre distintos tipos de tráfico. No obstante, en situaciones de saturación, la entrada de nuevos servicios (flujos) provoca un empeoramiento de las prestaciones, con la disminución de caudal o aumento de retardo, lo que puede ser problemático cuando se requieren ciertas garantías de retardo o número de paquetes perdidos. Para proteger el tráfico ya existente se ha implementado el algoritmo de control de admisión propuesto en [1] que, si bien funciona correctamente en condiciones normales, tiene un comportamiento deficiente en condiciones de saturación de la red. Por ello hemos propuesto una modificación en su funcionamiento que proporciona una condición de admisión más restrictiva, que protege mucho mejor los flujos existentes en el sistema, permitiendo garantizar su calidad de servicio.

Referencias

- [1] IEEE 802.11e/D4.0 Draft Supplement to Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS), November 2002.
- [2] IEEE Std. 802.11-1999, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications, 1999 edition.
- [3] M. Veeraraghavan, N. Cocker, and T. Moors, "Support of voice services in IEEE 802.11 wireless LANs", IEEE INFOCOM 2001, April 2001 pp. 488-497
- [4] S. Mangold, S. Choi, G.R. Hiertz, O. Klein and B. Walke "Analysis of IEEE 802.11e for QoS Support in Wireless LANs", IEEE Wireless Communications Mag. Dec. 2003, pp. 40-50
- [5] S. Choi, J. del Prado, S. Shankar N and S. Mangold, "IEEE 802.11e Contention-Based Channel Access (EDCF) Performance Evaluation" IEEE ICC 2003, Anchorage, Alaska, May 2003

² Obsérvese que para que pueda ubicarse dentro del límite `aACTransmitLimit` se ha disminuido la velocidad de flujo entrante a 1.4 Mbps.