

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 525**

51 Int. Cl.:

H04L 12/413 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2010 E 10844904 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2529514**

54 Título: **Ventana de contención adaptativa en canales de comunicación inalámbrica discontinua**

30 Prioridad:

26.01.2010 US 694189

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

06.09.2016

73 Titular/es:

**KAPSCH TRAFFICCOM AG (100.0%)
Am Europlatz 2
1120 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**MCNEW, JUSTIN, PAUL y
MORING, JOHN, THOMAS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 581 525 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Ventana de contención adaptativa en canales de comunicación inalámbrica discontinua

Sector de la invención

5 La presente invención de refiere en general a sistemas de comunicación inalámbrica, y específicamente a aquellos en los que el acceso al canal de comunicación está limitado a intervalos periódicos. Adicionalmente, la invención pertenece a los sistemas en los que el acceso al canal de comunicación se basa en un algoritmo de contención. Una de tales arquitecturas se encuentra en el sistema conocido indistintamente como Acceso inalámbrico en un entorno vehicular (WAVE – Wireless Access in a Vehicular Environment, en inglés) o Comunicaciones exclusivas de corto alcance (DSRC – Dedicated Short Range Communications, en inglés).

10 Antecedentes

El acceso a un canal de comunicaciones inalámbricas puede ser a través de un acceso controlado o de contención. en un sistema de acceso controlado, tal como en un sistema celular o WiMAX (IEEE 802.16), los dispositivos tienen generalmente asignadas oportunidades de transmisión que no entran en conflicto con transmisiones desde otros dispositivos. (Pueden existir algunas excepciones, tal como cuando un dispositivo entra inicialmente en la red). En un sistema de acceso de contención, los dispositivos transmiten en momentos localmente determinados, y existe la posibilidad de colisiones y de pérdida de datos. Ejemplos de tales sistemas son Ethernet (IEEE 802.3) y Wi-Fi (IEEE 802.11).

15 Las colisiones van en detrimento del funcionamiento de la red, dado que resultan en una mayor latencia de datos y un menor caudal de datos del sistema (debido a las retransmisiones) y en una potencial pérdida de datos. Las colisiones son difíciles de evitar en los sistemas de comunicación basados en acceso de contención. Los protocolos de comunicación existentes, tales como los indicados anteriormente, intentan evitar las colisiones. Los dispositivos que operan en tales sistemas intentan recibir del medio antes de transmitir, y solo continúan con la transmisión si el canal se encuentra inactivo. No obstante, esta técnica no es a prueba de errores. Por ejemplo, cuando un dispositivo A está transmitiendo en el medio, si un dispositivo B decide transmitir en el mismo instante que el dispositivo A, las dos transmisiones colisionarán, típicamente impidiendo que otros receptores interpreten correctamente cualquier transmisión. Incluso si la transmisión de los dispositivos B' no ocurre en el instante exacto de los dispositivos A, los retardos en el sistema (por ejemplo, retardos de propagación, de procesamiento y/o de conmutación de recepción / transmisión) impedirán que el segundo dispositivo detecte una transmisión que se inicia muy poco antes que la suya propia, resultando de nuevo en una colisión.

20 Los sistemas de acceso de contención pueden intentar recuperarse de la pérdida de datos por colisiones. En este caso, cuando se detecta una colisión, el dispositivo de transmisión espera durante un tiempo (el “tiempo de espera” y retransmite los datos. Para protegerse frente a una serie repetitiva de colisiones, el tiempo de espera puede ser aleatorizado en un lapso de tiempo denominado “ventana de contención”.

25 El mecanismo de recuperación anterior es problemático cuando se utilizan transmisiones de multidifusión o difusión. A diferencia de las transmisiones de unidifusión, que pueden aprovechar los acuses de recibo o mecanismos de retorno de información o similares, las transmisiones de multidifusión típicamente no tienen ninguna información del receptor al transmisor. De este modo el transmisor puede no tener modo de reconocer la ocurrencia de una colisión.

30 El tamaño de la ventana de contención óptima depende del número de dispositivos que intentan transmitir en el canal. Si hay pocos dispositivos, una ventana de contención (CW – Contention Window, en inglés) permite que todos los dispositivos transmitan con una probabilidad de colisiones pequeña. Si más dispositivos están intentando transmitir, el tamaño de la ventana de contención óptima es mayor, para distribuir las transmisiones en un lapso de tiempo mayor y reducir con ello la probabilidad de colisiones. Esto se muestra en la figura 1, en la que se muestran las curvas de caudal de datos / eficiencia del canal para tres tamaños diferentes de ventana de contención. La CW pequeña funciona mejor en baja carga de canal, y la CW grande funciona mejor en alta carga de canal. En los extremos más bajos de las curvas, en los que la CW es mayor que la óptima, existe un mal comportamiento del caudal de datos debido a que el canal está inactivo durante la mayor parte de la ventana de contención. En los extremos más altos de las curvas, en los que la CW es menor que el óptimo, el comportamiento del canal es malo debido a que el mayor número de intentos de transmisión en la ventana de contención resulta en más colisiones.

35 Los algoritmos existentes intentan optimizar el comportamiento ajustando dinámicamente el tamaño de la CW. Por ejemplo, el estándar IEEE 802.11 utiliza tiempo de espera exponencial. La CW empieza en un valor pequeño, CWmin. Siempre que las transmisiones tengan éxito (tal como se determina, por ejemplo, ser la recepción de un acuse de recibo), la CW permanece en el valor de CWmin. No obstante, tras un fallo en la transmisión, la CW aumenta su tamaño al doble. Otro fallo producirá otra duplicación, hasta que se alcanza un valor máximo predefinido, CWmax. Este tamaño de la CW aumenta bajo la asunción de que las colisiones resultan de la presencia de una mayor carga en la red, y de que el sistema funcionará de manera más eficiente con la CW mayor, como se ha descrito anteriormente. Cualquier transmisión con éxito (incluyendo una transmisión de multicanal, con o sin colisión) hace que la CW vuelva al valor CWmin pequeño.

Pueden existir mejoras adicionales en los esquemas de contención tradicionales. Por ejemplo, a las transmisiones de niveles de prioridad variables se les pueden asignar diferentes tamaños de ventanas de contención para enviar el tráfico de mayor prioridad con una mayor probabilidad de transmisión; o, de acuerdo con el documento WO 2005/006661 A1, los tamaños de la ventana de contención mínima y/o máxima CW_{min} , CW_{max} pueden ser ajustados sobre la base de estadísticas acumuladas durante varios intentos de transmisión anteriores.

Cuando se aplican técnicas de acceso de contención tradicionales a un canal discontinuo, se puede producir una degradación del comportamiento en forma de mayores colisiones. Un canal discontinuo es aquel en el que el acceso está limitado a intervalos periódicos o semiperiódicos. Por ejemplo, en un sistema WAVE, se intercambia información de control y de seguridad en un canal de información de control o de control / seguridad (CSI – Control / Safety Information, en inglés) durante un “intervalo de canal CSI” que se produce por ejemplo durante 50 ms de cada 100 ms. Durante los otros 50 ms, los dispositivos de “intervalo de canal de servicio”, pueden ajustarse a otros canales de radio para otros tipos de intercambios de comunicaciones, y no se intercambia ninguna información de control. Cualquier información de control que llega para su transmisión durante el intervalo del canal de servicio debe ser puesta en cola para su transmisión durante el siguiente intervalo del canal CSI. Asimismo, el tráfico de servicio que llega durante el intervalo del canal CSI debe ser puesto en cola hasta el siguiente intervalo del canal de servicio. Dado que existe una probabilidad superior a la media de que múltiples dispositivos hayan puesto en cola tráfico para su transmisión el inicio del intervalo del canal, las técnicas de contención adicionales resultan en un peor comportamiento del sistema cuando funciona en canales discontinuos, dado que el tamaño de la CW debe adaptarse en el tiempo a la mayor carga del canal, que se encuentra al principio del intervalo del canal. Por lo tanto, existe la necesidad de un canal de comunicación inalámbrica más efectivo, en el cual las ventanas de contención puedan ser cambiadas dinámicamente el inicio de un intervalo de canal discontinuo sobre la base de un comportamiento pronosticado del canal.

Compendio

La presente invención se comporta substancialmente mejor eligiendo un tamaño de CW adecuado (CW_{inic}) para utilizar al inicio del intervalo del canal, y cambiando el tamaño de CW_{inic} dinámicamente de acuerdo con las condiciones del canal pronosticadas. La presente invención introduce una técnica de acceso de contención para mejorar el comportamiento de la red de comunicaciones en canales discontinuos mediante la manipulación de la ventana de contención. La ventana de contención puede ser reiniciada a un tamaño mayor al inicio de cada intervalo de acceso al canal para distribuir las transmisiones en el tiempo durante los periodos de carga alta, reduciendo con ello la probabilidad de colisiones. El tamaño de la ventana de contención puede a continuación ser ajustado dinámicamente en el curso del intervalo del canal utilizando un medio conocido en la técnica anterior.

En algunas realizaciones, la presente invención es un método para la comunicación inalámbrica discontinua con las características de la reivindicación 1.

La probabilidad estimada de colisiones de canal disminuye cuando se detecta un éxito de transmisión durante una porción de uno o más intervalos de canal anteriores, y la probabilidad estimada de colisiones de canal aumenta cuando se detecta un fallo de transmisión durante una porción de uno o más intervalos de canal anteriores.

Además, el tamaño de la ventana de contención puede aumentar cuando la probabilidad estimada de colisiones de canal supera un valor predeterminado, y el tamaño de la ventana de contención puede disminuir cuando la probabilidad estimada de colisiones de canal es menor que el valor predeterminado.

En algunas realizaciones, la presente invención es un dispositivo para comunicación inalámbrica discontinua con las características de la reivindicación 9.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra el comportamiento de un canal de comunicaciones de contención de ejemplo bajo carga de tráfico variable y con diferentes tamaños de ventana de contención.

La figura 2 muestra intervalos de canal alineados en tiempo y frecuencia.

La figura 3 muestra llegadas de mensaje y carga de canal.

La figura 4 muestra un ejemplo de un algoritmo de espera de contención de acuerdo con la técnica anterior.

La figura 5 muestra el comportamiento representativo de un sistema de comunicación tradicional con ventana de contención adaptativa.

La figura 6 representa un diagrama de flujo a modo de ejemplo, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

La figura 7 muestra la relación entre los comportamientos de canal en un intervalo de canal y el siguiente intervalo de canal, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

La figura 8 muestra un flujo de proceso de ejemplo realizando la transmisión de datos, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

5 La figura 9 muestra un comportamiento representativo de un sistema de comunicación con una ventana de contención inicial adaptativa al inicio de un intervalo de canal, mejorado en el comportamiento del sistema tradicional mostrado en la figura 5, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

La figura 10 es un diagrama de ejemplo que muestra cómo las condiciones observadas en los M intervalos de canal anteriores pueden ser utilizadas para calcular el tamaño de la ventana de contención inicial para un intervalo de canal actual, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

10 La figura 11a y la figura 11b son diagramas de ejemplo que muestran cómo se adapta el tamaño de la ventana de contención inicial a una carga de tráfico alta o baja en los intervalos de canal recientes, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

La figura 12 es un diagrama de bloques de hardware de ejemplo de un dispositivo de radio, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

Descripción detallada

15 La figura 2 muestra una temporización representativa de un sistema DSRC /WAVE típico. Durante el intervalo de canal CSI, los dispositivos operan en el canal CSI. Durante el intervalo de canal de servicio, los dispositivos pueden operar en uno de varios canales de servicio. Por lo tanto, la operación en un canal de servicio o en el canal CSI es discontinua. Por ejemplo, considérense las unidades de transmisión de tipo control que llegan al dispositivo en los instantes T1 y T2, mientras el dispositivo está operando en el canal de servicio 1. Estas unidades de transmisión son puestas en cola para su transmisión hasta el inicio del siguiente intervalo del canal CSI, en el instante T3. Las unidades de transmisión de tipo control que llegan a otros dispositivos durante el intervalo del canal de servicio son puestas asimismo en cola para su transmisión en el canal CSI en T3, aumentando la probabilidad de colisión.

20 La figura 3 muestra un comportamiento de ejemplo del tráfico de paquetes en un entorno de comunicaciones discontinuas que representa las llegadas de mensajes y la carga del canal. Las llegadas de paquetes al sistema se producen a una velocidad media nominal en el tiempo, durante y entre los intervalos de acceso. Durante el tiempo de no acceso, los paquetes son puestos en cola, de manera que la cola de transmisión en un dispositivo dado crece. Al inicio del intervalo de acceso, las colas del dispositivo son cargadas, de manera que la carga del canal es alta. Durante este tiempo, la mayor carga de tráfico aumenta el potencial de que se produzcan colisiones. Dado que los paquetes son transmitidos durante el intervalo de acceso, los tamaños de las colas y la carga del canal disminuyen hasta que se alcanzan los niveles nominales (mostrado en esta memoria aproximadamente a medio camino en el intervalo de acceso). En este momento se alcanza un estado de equilibrio que continúa hasta el fin del intervalo de acceso, en cuyo momento el ciclo se repite.

25 La figura 4 muestra un proceso de espera de contención típico según la técnica anterior, tal como los implementados en un dispositivo basado en el estándar IEEE 802.11. Inicialmente, la ventana de contención CW está ajustada a un valor mínimo CW_{min} (41) predefinido. El dispositivo determina si un paquete está puesto en la cola para su transmisión (42) y, si no, espera. Cuando un paquete está listo para su transmisión, calcula el instante de la transmisión (43), lo que consiste en una espera aleatoria dentro de la ventana de contención. En el instante de la transmisión, el dispositivo asegura que el medio no está siendo utilizado (44), y transmite el paquete de acuerdo con ello (45). Si el paquete es transmitido con éxito (por ejemplo, se recibe un acuse de recibo que no muestra ninguna colisión), entonces el dispositivo pasa a su estado inicial. Si el paquete no es transmitido (46) con éxito, el dispositivo comprueba si la CW está en su valor máximo (47). (Sin ninguna información relativa a su recepción, la transmisión de un paquete transmitido es considerada un éxito, en cuyo caso el proceso se reinicia). Si no, el tamaño de la CW aumenta (48) y se lleva a cabo un intento de retransmisión del paquete en un instante posterior.

30 Si la CW ha alcanzado su tamaño máximo, el dispositivo comprueba si el paquete ha sido retransmitido ya el número máximo de veces permitido (49). Si no, se lleva a cabo otro intento de retransmitir el paquete. Si se ha alcanzado el número máximo de intentos de transmisión el paquete es borrado, y el algoritmo se reanuda desde el principio. (En ciertas condiciones, por ejemplo, si el recuento máximo de reintentos es bajo, es posible que se pueda alcanzar el número máximo de intentos de transmisión antes de que la ventana de contención alcance su tamaño máximo. Por sencillez, este caso no se muestra).

35 La figura 5 muestra cómo se comporta el proceso anterior en un sistema de comunicaciones discontinuas. Tal como se muestra, al inicio del intervalo de acceso al canal, la CW es pequeña, pero la carga del canal es alta, lo que resulta en un mal comportamiento debido a excesivas colisiones. Lleva un cierto tiempo el que el valor de CW se adapte a la carga alta al inicio del intervalo del canal. La presente invención mejora este comportamiento ajustando la CW a un valor apropiado para las condiciones actuales del canal.

40 La figura 6 representa un diagrama de estado a modo de ejemplo, según algunas realizaciones de la invención. Existen tres estados, según se indica en la figura 8. Cada estado se describe con detalle en los siguientes párrafos.

5 A. Predecir (estimar) el comportamiento del canal (carga). Este estado implica predecir la probabilidad de múltiples transmisiones que se disputan el acceso al canal en el inicio de un periodo de acceso al canal, sobre la base de la actividad reciente del canal, de la actividad histórica y/o de otra información relevante. Por ejemplo, múltiples transmisiones que se disputan el acceso al canal al inicio de un periodo de acceso al canal constituyen una mayor oportunidad de colisión.

B. Calcular el tamaño de la ventana de contención inicial (CW_{inic}). Sobre la base del comportamiento estimado (pronosticado) del canal (carga), se calcula una CW_{inic} preferida, para optimizar el comportamiento del sistema bajo las condiciones estimadas (pronosticadas) del canal. Por ejemplo, una CW_{inic} más grande reduce la probabilidad de colisión.

10 C. Llevar a cabo un acceso de contención. En este estado, la CW_{inic} calculada se utiliza en el proceso de acceso de contención, empezando en el siguiente intervalo del canal. Utilizando el valor de CW_{inic} seleccionado, se consigue un mejor comportamiento del canal.

15 Predecir (estimar) el comportamiento (carga) de un canal implica predecir la probabilidad de múltiples transmisiones disputándose el acceso al canal al inicio de un periodo de acceso al canal, sobre la base de las actividades recientes del canal, de las actividades históricas y/o de otra información. Por ejemplo, existen varios casos observables que pueden ser utilizados para predecir el comportamiento de un canal en lo que se refiere a las transmisiones intentadas al inicio de un intervalo del canal. El comportamiento de la transmisión en el intervalo de canal previo N-1 es típicamente un buen pronosticador del comportamiento en el intervalo siguiente N. Esto se debe a que la carga de tráfico cambia lentamente con respecto a los intervalos del canal. Los comportamientos de la transmisión en los intervalos de canal anteriores N-2 ... N-k pueden ser asimismo buenos pronosticadores del comportamiento en el intervalo siguiente N, tal como se muestra en la figura 10.

20 Tal como se ha descrito anteriormente, las colas de transmisión recogen paquetes para su transmisión hasta el inicio del intervalo del canal, lo que resulta en un cuello de botella y en una mayor probabilidad de colisiones al inicio del intervalo del canal. En el curso del intervalo del canal, se entregan paquetes con éxito, aligerando la congestión y resultando en relativamente menos colisiones. Por esta razón, el comportamiento del canal en los periodos previos cerca del inicio del intervalo de canal, antes de que las colas alcancen un estado estacionario (en aproximadamente 50% del intervalo del canal mostrado en la figura 3), se utiliza para estimar la carga del canal con vistas al cálculo de la ventana de contención. El instante en el que las colas se retrasan, antes de que lleguen al estado estacionario, es el instante en el que la CW se está aproximando a su tamaño óptimo para las condiciones del momento. Cuanto más tiempo se tarde en alcanzar el estado estacionario, más alto será el valor de CW_{inic} que se indique.

Casos en el periodo inicial del intervalo N-1 que pueden ser utilizados para estimar la carga del canal y que son buenos pronosticadores de la probabilidad de colisiones en el periodo inicial del intervalo N, pueden incluir lo siguiente:

- 35 • El que el dispositivo de comunicación haya tenido un intento de transmisión sin éxito o diferido en el periodo inicial del intervalo N-1 (y los intervalos N-2 ... N-k) implica una mayor probabilidad de colisión en el intervalo N. En contraste, el que el dispositivo de comunicación haya tenido un intento de transmisión con éxito al inicio del periodo del intervalo N-1 (y los intervalos N-2 ... N-k) implica una menor probabilidad de colisión en el intervalo N.
- 40 • Detectar colisiones por parte del dispositivo de comunicación entre otros dispositivos al inicio del periodo del intervalo N-1 (y los intervalos N-2 ... N-k) implica una mayor probabilidad de colisión en el intervalo N. Cuantas menos colisiones se detecten, menor probabilidad de colisiones existe en el intervalo N.
- 45 • Detectar ocupación del canal por parte del dispositivo de comunicación durante una gran fracción del periodo inicial del intervalo N-1 (y de los intervalos N-2 ... N-k) implica una mayor probabilidad de colisión en el intervalo N. Cuanto menor sea la fracción de ocupación del canal, menor probabilidad de colisiones existe en el intervalo N.

Los mismos pronosticadores descritos anteriormente, considerados a través de las últimas porciones del intervalo N-1, en lugar de solamente en el periodo inicial, se pueden considerar pronosticadores malos de la probabilidad de colisión en el intervalo N, tal como se muestra en la figura 7.

50 Pueden existir otros pronosticadores disponibles en un sistema específico. Los pronosticadores (factores) anteriores pueden ser ponderados de manera diferente cuando se utilizan en la predicción del comportamiento del canal. Por ejemplo, a las colisiones y/o un estado de ocupación en el intervalo N-1 se les puede asignar un peso mayor que a las colisiones y/o un estado de ocupación en el intervalo N-2, etc. De manera similar, a las colisiones en el dispositivo N-1 se les puede asignar un peso mayor que a un estado de ocupación en el intervalo N-1, etc. En otras palabras, la presente invención permite un mayor factor de ponderación para un fallo de transmisión detectado durante un intervalo del canal inmediatamente anterior, y factores de ponderación cada vez más bajos para un fallo de transmisión detectado durante intervalos del canal anteriores más antiguos.

Una fórmula de ejemplo para calcular el tamaño de ventana de contención inicial se describe a continuación.

$$CW_{init\ N} = CW_0 + s \sum_{n=1}^k (L_n * w(n))$$

a) en la que:

b) CW_{inicN} es el tamaño de la ventana de contención inicial para el intervalo de canal actual N.

5 c) CW_0 es un tamaño de ventana de contención permitido básico o mínimo, utilizado por ejemplo cuando no existe carga del canal

d) s es un factor de escalado para mantener el rango de los tamaños de la ventana de contención dentro de unos límites predefinidos. (Por ejemplo, el tamaño de la ventana de contención no debe superar la duración del intervalo del canal).

10 e) k es el número de intervalos de canal recientes que se consideran en el cálculo. En un caso simple, se considera $k = 1$ y solo el intervalo del canal más reciente.

f) n es el recuento de los intervalos de canal recientes. Por ejemplo, $n = 1$ indica el intervalo de canal inmediatamente anterior (N-1); $n = k$ indica el intervalo de canal más antiguo que se considera en el cálculo.

15 g) L_n es el factor de carga (pronosticador de colisiones) calculado para el intervalo n. El cálculo del factor de carga puede considerar factores tales como colisiones u ocupación del canal tal como se ha descrito anteriormente. En un caso simple, L_n toma solo dos valores, por ejemplo, 0 para carga baja, 1 para carga alta.

h) $w(n)$ es una función de la distancia en el tiempo del intervalo del canal para el cual se calculó L_n . $w(n)$ en este ejemplo es un número positivo y está en relación inversa a n ($w(n)$ disminuye a medida que n aumenta). Su efecto es ponderar L_n de tal manera que los factores de carga más recientes tienen un mayor impacto en el resultado. En el caso más simple, $w(n)$ es igual a 1.

20 En algunas realizaciones, un dispositivo de comunicación de acuerdo con la presente invención monitoriza los casos enumerados anteriormente, y genera una estimación de si las colisiones son probables en el intervalo N. El peso dado a cada caso en el proceso de estimación puede ser particularizado para las características específicas del sistema operativo. A los pronosticadores buenos se les asigna más peso que a los pronosticadores malos. Debe observarse que los casos en los intervalos de canal anterior adicionales (N-2, N-3, etc.) pueden ser utilizados para mejorar la estimación.

El cálculo del tamaño inicial de la ventana de contención se lleva a cabo sobre la base del comportamiento estimado para optimizar el comportamiento del sistema en las condiciones de canal estimado.

25 De manera más específica, si se determina una alta probabilidad de colisiones en el intervalo N, el tamaño inicial de la ventana de contención (CW_{inic}) aumenta, como se muestra en la figura 11a. Si existe una baja probabilidad de colisiones en el intervalo N, entonces CW_{inic} disminuye, como se muestra en la figura 11b.

En el estado de Efectuar acceso de contención de la figura 6, el CW_{inic} calculado se utiliza para la transmisión, empezando en el intervalo de canal siguiente N.

35 La figura 8 muestra un flujo del proceso de ejemplo que lleva a cabo la transmisión de datos, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. Al final de un intervalo de acceso (81), los paquetes que llegan para su transmisión son puestos en cola (82), y no se transmite ninguno. Al inicio del siguiente intervalo de acceso (83), la CW se ajusta a un valor nuevo, CW_{inic} (84), que se utiliza en el cálculo del instante de transmisión del primer paquete (843). Asimismo, cuando se calcula un instante de transmisión, el dispositivo determina si el instante calculado se encuentra dentro del intervalo de acceso actual (85). Si es el final del intervalo de acceso, el dispositivo se muestra transmitiendo en el intervalo de acceso actual, y empieza a poner en cola los paquetes (82) y espera al siguiente intervalo de acceso (83). Al inicio del siguiente intervalo, se calcula el siguiente instante de transmisión (843), a continuación, sigue la secuencia de transmisión normal (844–845) y la CW se actualiza (846–849). Debe observarse que una transmisión emitida puede ser considerada un éxito por defecto en el bloque 846, en cuyo caso, la CW se reajusta a CW_{min} y el proceso se repite.

45 La figura 9 muestra cómo se comporta la invención en un sistema de comunicación discontinua, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. Como se muestra, al inicio del intervalo de acceso al canal, la CW está mejor adaptada para la carga de tráfico más alta, lo que resulta en menos colisiones y una mejor eficiencia en comparación con el algoritmo tradicional mostrado en la figura 5. La CW se puede adaptar más rápidamente al valor óptimo, y las colas alcanzan el estado estacionario con relativa rapidez, lo que resulta en un rendimiento del sistema globalmente mejorado y una menor latencia.

50 La explicación anterior proporciona una descripción de una realización de la invención distribuida en tiempo real. Otras realizaciones incluyen una realización centralizada en tiempo real y una realización sin conexión. En estas realizaciones, la información del comportamiento del canal es recogida (por una unidad de procesamiento central, o

5 una unidad de procesamiento sin conexión) que lleva a cabo las etapas de estimación de la carga del canal y el cálculo de CW_{inic} . El valor de CW_{inic} es entonces distribuido (por ejemplo, a través de un mensaje de control emitido o de otro mecanismo de configuración), para su uso por los dispositivos de comunicación. En el caso sin conexión, el procesador central puede considerar la información histórica del comportamiento, por ejemplo, disponiendo una marca en el tráfico durante la hora punta de la mañana.

10 La figura 12 es un diagrama de bloques de hardware de ejemplo de un dispositivo de radio, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El transmisor receptor (1201) incluye, pero no está limitado a, componentes estándar tales como un modulador, un desmodulador y un amplificador. Puede asimismo incluir un mecanismo de detección de canal (por ejemplo, un detector de la envolvente de la potencia recibida) para detectar un estado de ocupación del canal. La función de modulador puede asimismo incluir la función de detectar colisiones de canal. El transmisor receptor acepta paquetes para su transmisión, y entrega información (por ejemplo, estado de ocupación) acerca del estado del medio al procesador (1202).

15 El procesador puede incluir uno o más elementos de procesamiento de hardware o software. Sus funciones incluyen preparación de paquetes para su transmisión e implementación de algoritmos de acceso de contención, que incluyen el ajuste del tamaño de la ventana de contención. Considera el estado del medio tal como se ha descrito en este documento en decidir cuándo enviar paquetes desde la cola de transmisión (1204) residentes en la memoria (1203), al transmisor receptor para su transmisión.

20 Debe observarse que la presente invención puede ser aplicada también a sistemas de múltiples colas (por ejemplo, basados en la prioridad). En el caso de un sistema de múltiples colas, es posible utilizar un valor de CW_{inic} diferente para diferentes niveles de prioridad de transmisión.

25 Los expertos en la materia reconocerán que es posible realizar varias modificaciones a las realizaciones mostradas de la invención descrita anteriormente, y a otras, sin separarse del alcance extendido de la invención de las mismas. Debe entenderse por lo tanto que la invención no está limitada a las realizaciones y disposiciones particulares descritas, sino que por el contrario pretende cubrir cualquier cambio, adaptación o modificación que se encuentre en el alcance y espíritu de la invención, tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la comunicación inalámbrica discontinua en un sistema de acceso de contención, en el que el acceso a un canal de comunicación está limitado a intervalos de canal periódicos, en el que, en caso de detección de un fallo en la transmisión, se aleatoriza un tiempo de espera antes de la retransmisión en una ventana de contención (CW), cuyo tamaño es ajustado dinámicamente entre una ventana de contención mínima y una máxima (CW_{min} , CW_{max}) tras transmisiones con éxito y transmisiones fallidas, respectivamente, comprendiendo el método:
- 10 estimar la probabilidad de colisiones de canal al inicio de un intervalo siguiente del canal sobre la base de al menos uno de un intento de transmisión sin éxito o diferido, una detección de colisión de canal, una detección de ocupación de canal y un tamaño de una cola de transmisión durante una porción inicial cerca del inicio de al menos un intervalo de canal anterior, en el que la citada porción inicial es una porción antes de que la cola de transmisión alcance el estado estacionario en el citado al menos un intervalo anterior del canal;
- sobre la base de la probabilidad estimada de colisiones de canal, calcular una ventana de contención inicial (CW_{inic}); y
- 15 utilizar la ventana de contención inicial (CW_{inic}) calculada como la ventana de contención (CW) al inicio del intervalo de canal siguiente.
2. El método de la reivindicación 1, en el que la probabilidad estimada de colisiones de canal disminuye cuando se detecta una transmisión con éxito durante la citada porción, y aumenta cuando se detecta un fallo en la transmisión durante la citada porción.
- 20 3. El método de una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el tamaño de la ventana de contención inicial (CW_{inic}) aumenta cuando la probabilidad estimada de colisiones de canal supera un valor predeterminado, y disminuye cuando la probabilidad estimada de colisiones de canal es menor que un valor predeterminado.
4. El método de una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además ajustar un tamaño diferente de la ventana de contención inicial (CW_{inic}) para transmitir diferentes niveles de prioridad de múltiples datos puestos en cola para su transmisión.
- 25 5. El método de una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la citada estimación de probabilidad de colisiones de canal comprende predecir la probabilidad de múltiples transmisiones disputándose el acceso al canal, sobre la base de actividades de canal recientes o históricas, y que aumenta la citada probabilidad estimada de colisiones de canal cuando múltiples transmisiones se están disputando el acceso al canal al inicio de un intervalo de canal.
- 30 6. El método de una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la probabilidad estimada de colisiones de canal aumenta cuando se detecta un fallo de transmisión por parte de uno cualquiera de una serie de dispositivos de comunicación durante la citada porción.
7. El método de una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además aplicar un factor de ponderación más alto para un fallo de transmisión detectado durante la citada porción de un intervalo de canal inmediatamente anterior, y aplicar factores de ponderación cada vez menores a un fallo de transmisión detectado durante las citadas porciones de intervalos de canal anteriores más antiguas.
- 35 8. Dispositivo para la comunicación inalámbrica discontinua en un sistema de acceso de contención, en el que el acceso a un canal de comunicación está limitado a intervalos de canal periódicos, que comprende:
- una memoria (1203) para almacenar datos para una cola de transmisión (1204);
- un transmisor receptor (1201) para transmitir datos, recibir datos; y
- 40 un procesador (1202) configurado
- para aleatorizar, en caso de detección de un fallo de transmisión, un tiempo de espera sobre una ventana de contención (CW) antes de la retransmisión, y para ajustar dinámicamente el tamaño de la citada ventana de contención (CW) entre una ventana de contención mínima y una máxima (CW_{min} , CW_{max}) tras transmisiones con éxito y fallos de transmisión, respectivamente, en el que el transmisor está configurado para transmitir los datos almacenados para la cola de transmisión (1204) de acuerdo con el tamaño de la ventana de contención (CW);
- 45 caracterizado por que el procesador (1202) está además configurado para
- estimar una probabilidad de colisiones de canal al inicio de un intervalo siguiente de canal sobre la base de al menos uno de un intento de transmisión sin éxito o diferido, la detección de una colisión de canal, la detección de ocupación de canal y un tamaño de cola de transmisión durante una porción inicial cercana al inicio de al menos un intervalo de canal anterior, en el que la citada porción inicial es una porción antes de que las colas de transmisión alcancen el estado estacionario en el citado al menos un intervalo de canal anterior;
- 50

calcular, sobre la base de la probabilidad estimada de colisiones de canal, una ventana de contención inicial (CW_{inic});
y

ajustar la ventana de contención inicial (CW_{inic}) calculada como ventana de contención (CW) para ser utilizada al inicio del intervalo siguiente del canal.

- 5 9. El dispositivo de la reivindicación 8, en el que el procesador (1202) está además configurado para disminuir la probabilidad estimada de colisiones de canal cuando se detecta un éxito de transmisión durante la citada porción, y para aumentar la probabilidad estimada de colisiones de canal cuando se detecta un fallo de transmisión durante la citada porción.
- 10 10. El dispositivo de la reivindicación 8 o 9, en el que el procesador (1202) está además configurado para aumentar el tamaño de la ventana de contención inicial (CW_{inic}) cuando la probabilidad estimada de colisiones de canal supera un valor predeterminado, y para disminuir el tamaño de la ventana de contención inicial (CW_{inic}) cuando la probabilidad estimada de colisiones de canal es menor que el citado valor predeterminado.
- 15 11. El dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el procesador (1202) está además configurado para aplicar un factor de ponderación mayor para un fallo de transmisión detectado durante la citada porción de un intervalo de canal inmediatamente anterior, y para aplicar factores de ponderación cada vez menores para un fallo de transmisión detectado durante las citadas porciones de intervalos de canal anterior más antiguos.
- 20 12. Un sistema con una serie de dispositivos de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, en el que cada dispositivo está configurado para aumentar la probabilidad estimada de colisiones de canal cuando se detecta un fallo de transmisión entre otros dispositivos del sistema durante la citada porción.

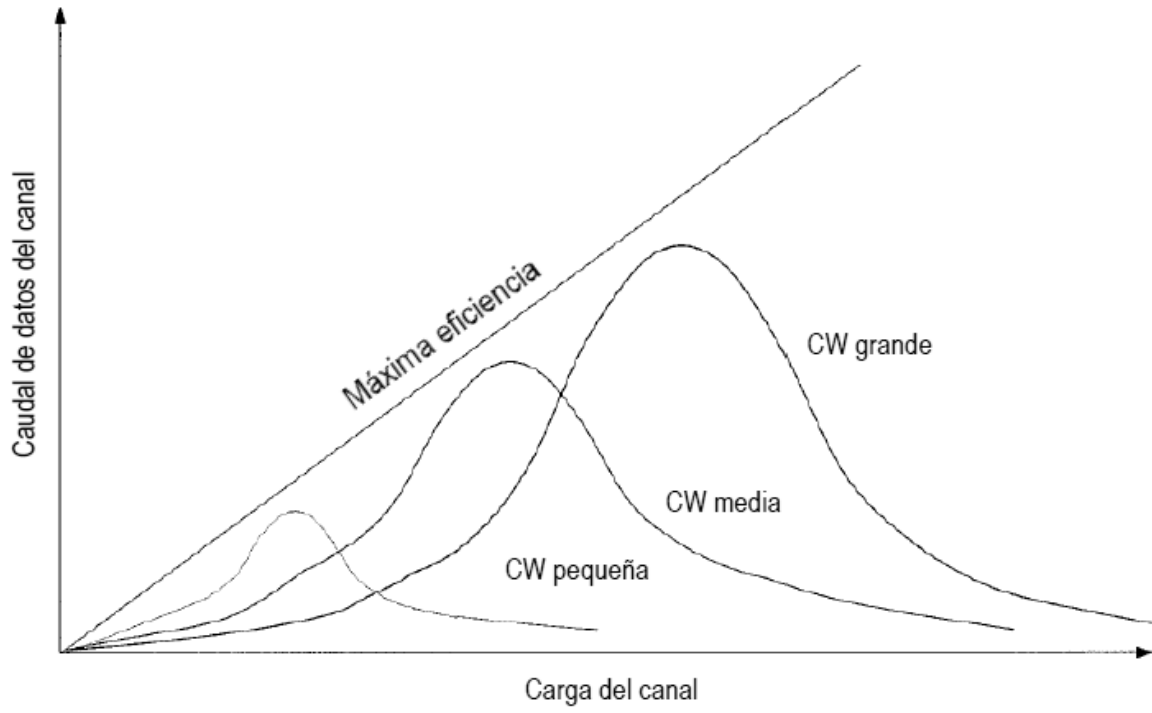


FIG. 1

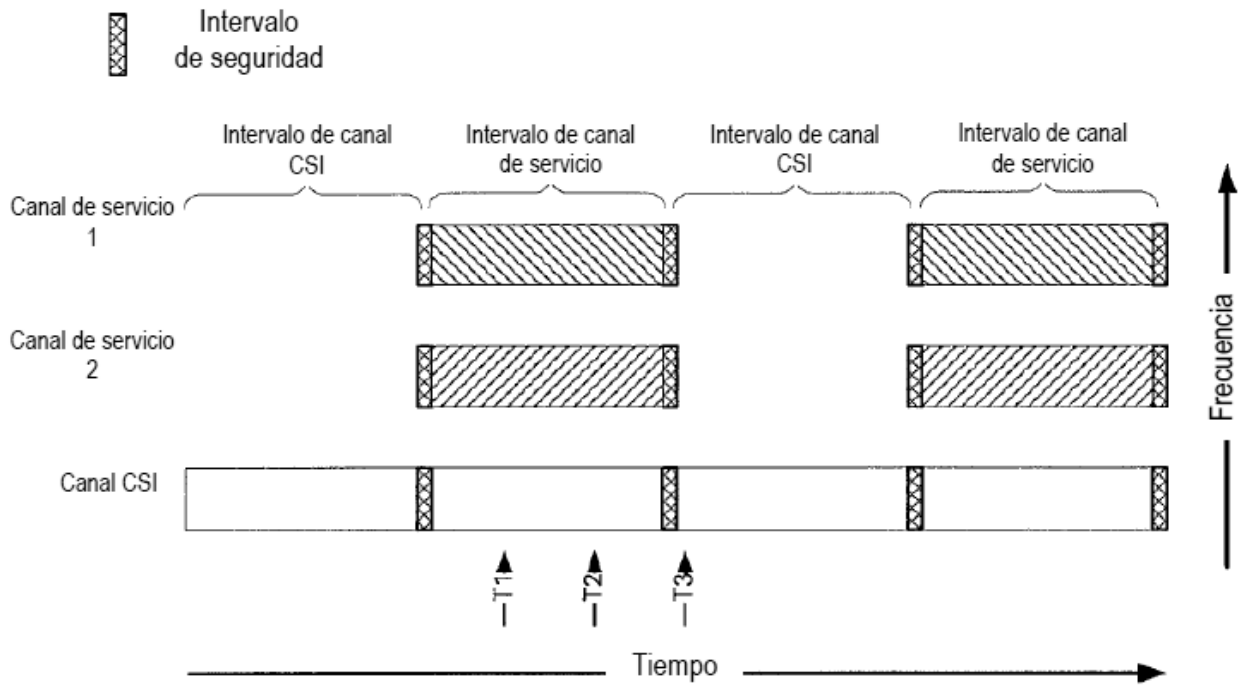


FIG. 2

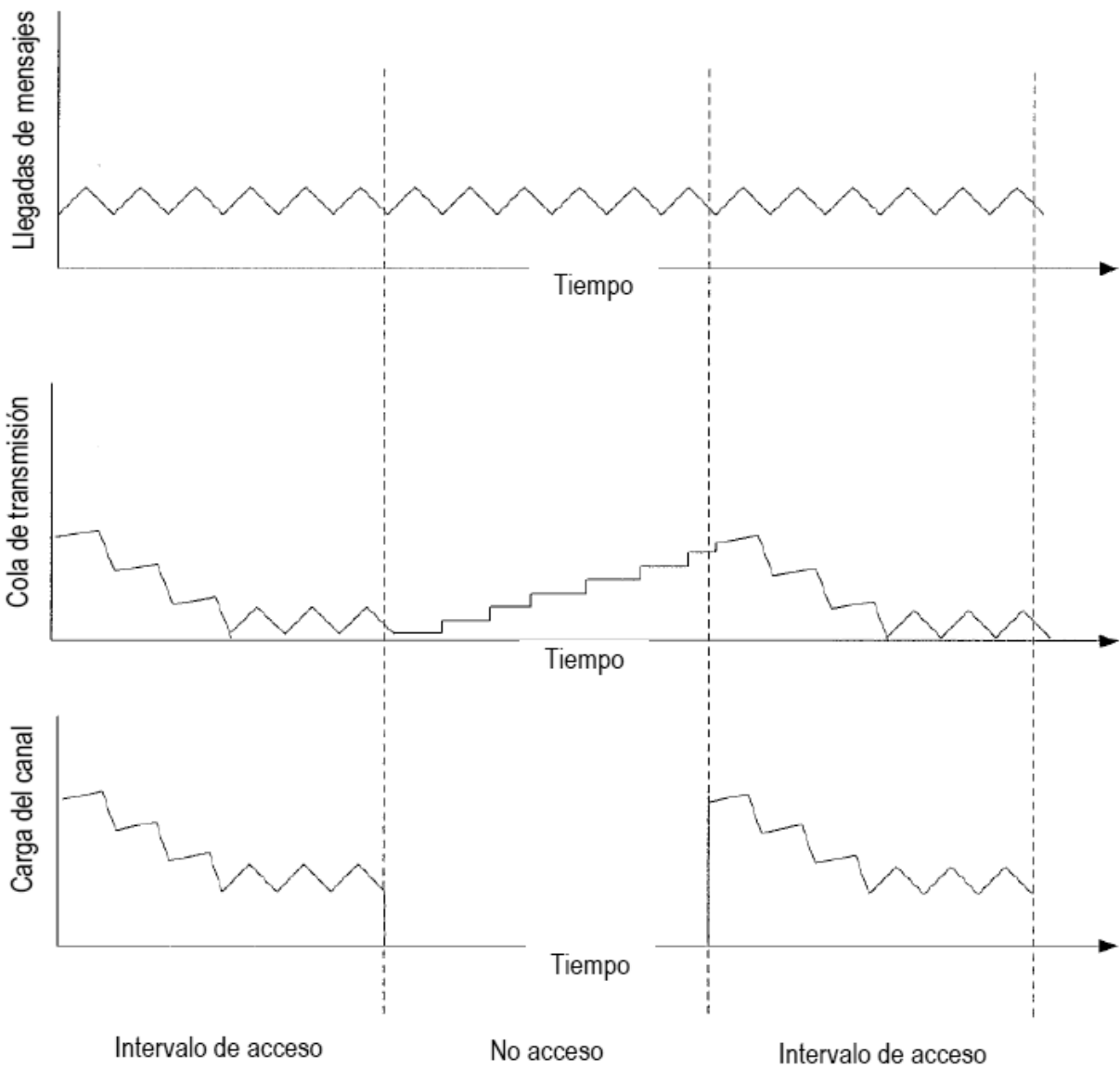


FIG. 3

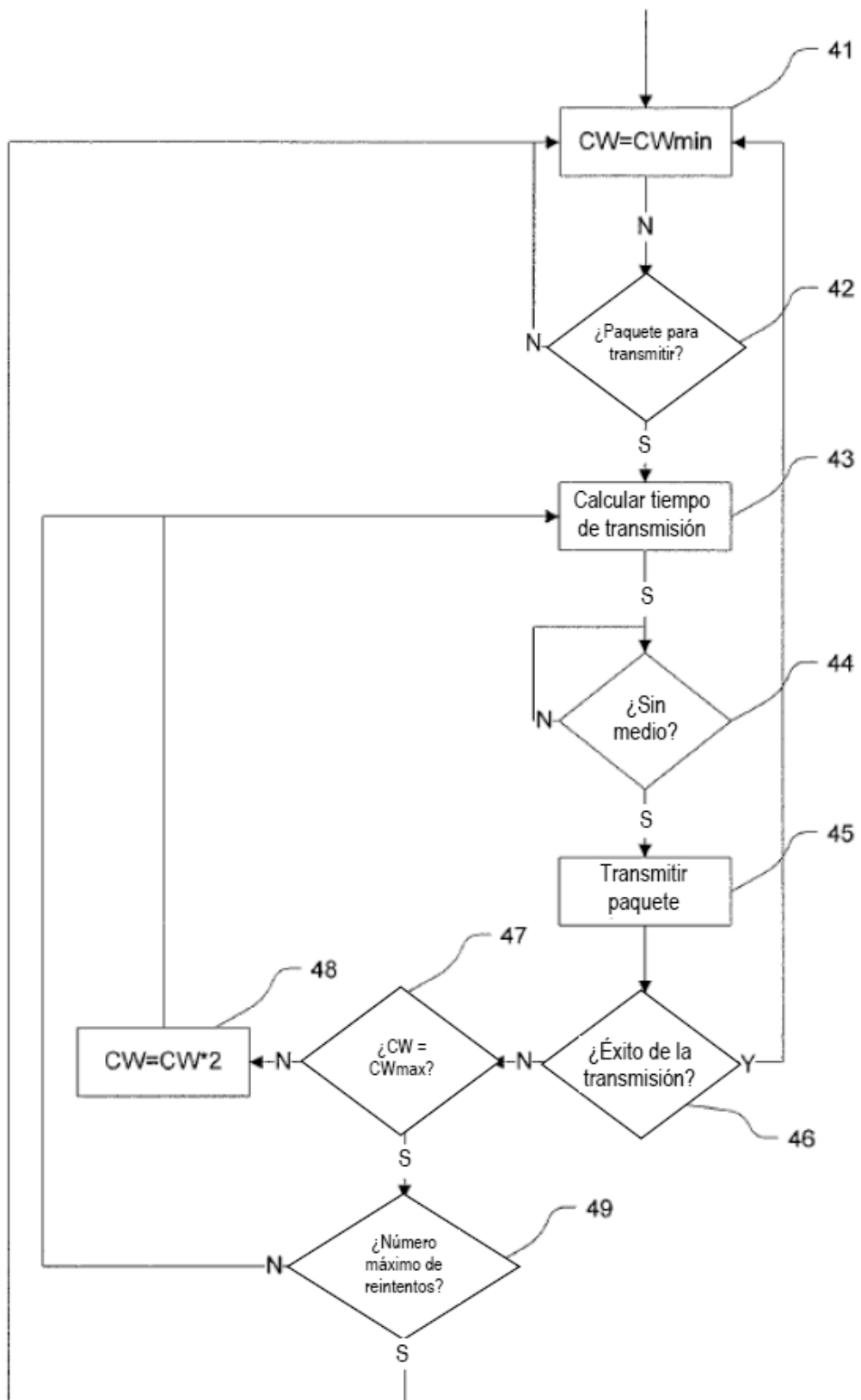


FIG. 4

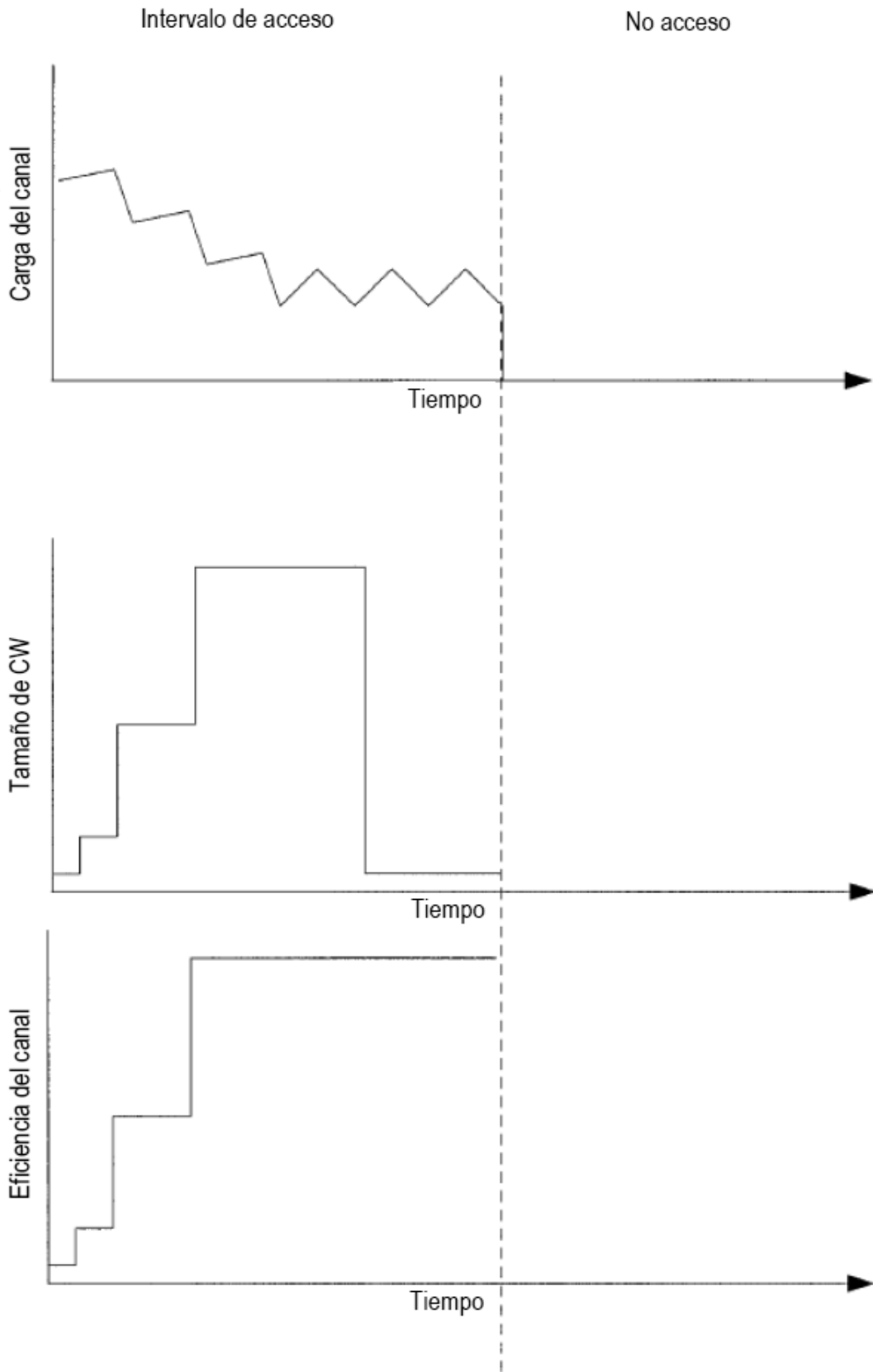


FIG. 5

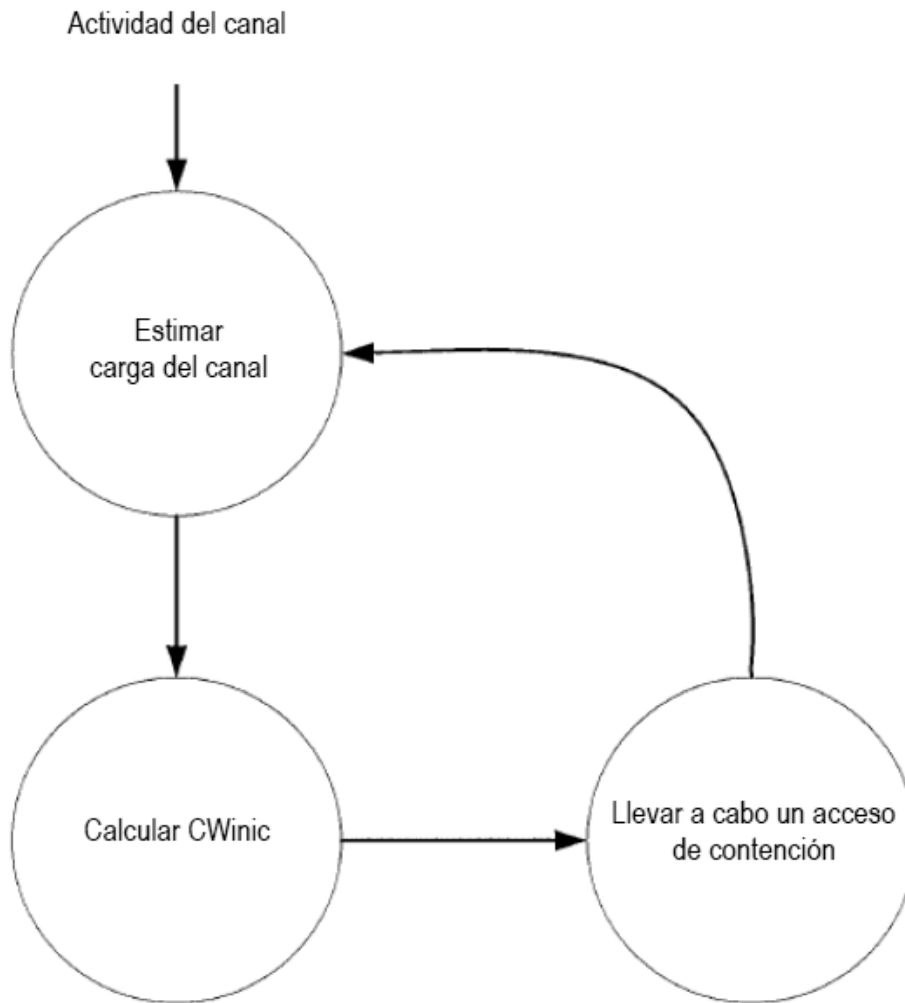


FIG. 6

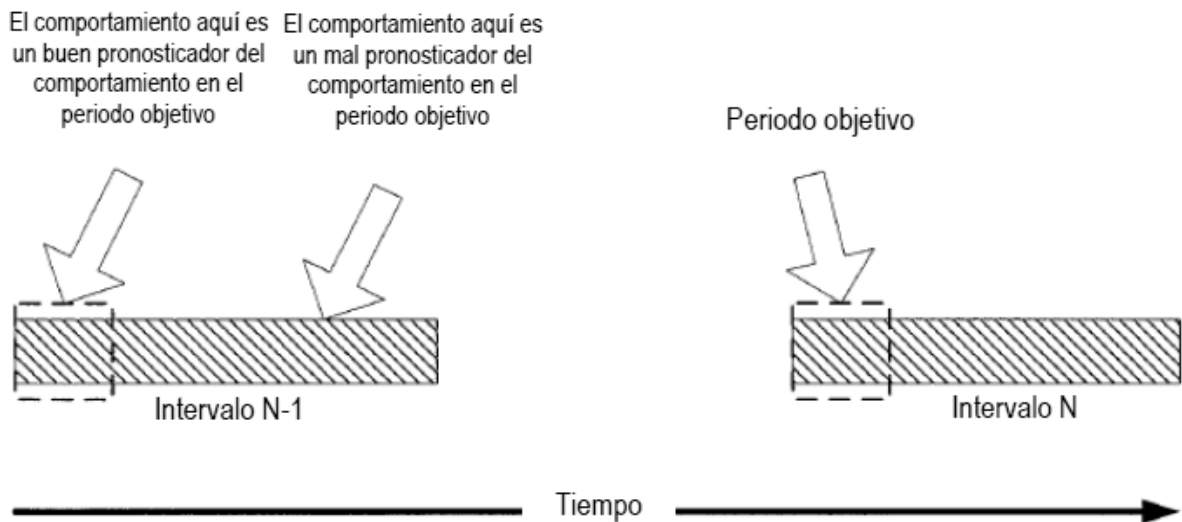


FIG. 7

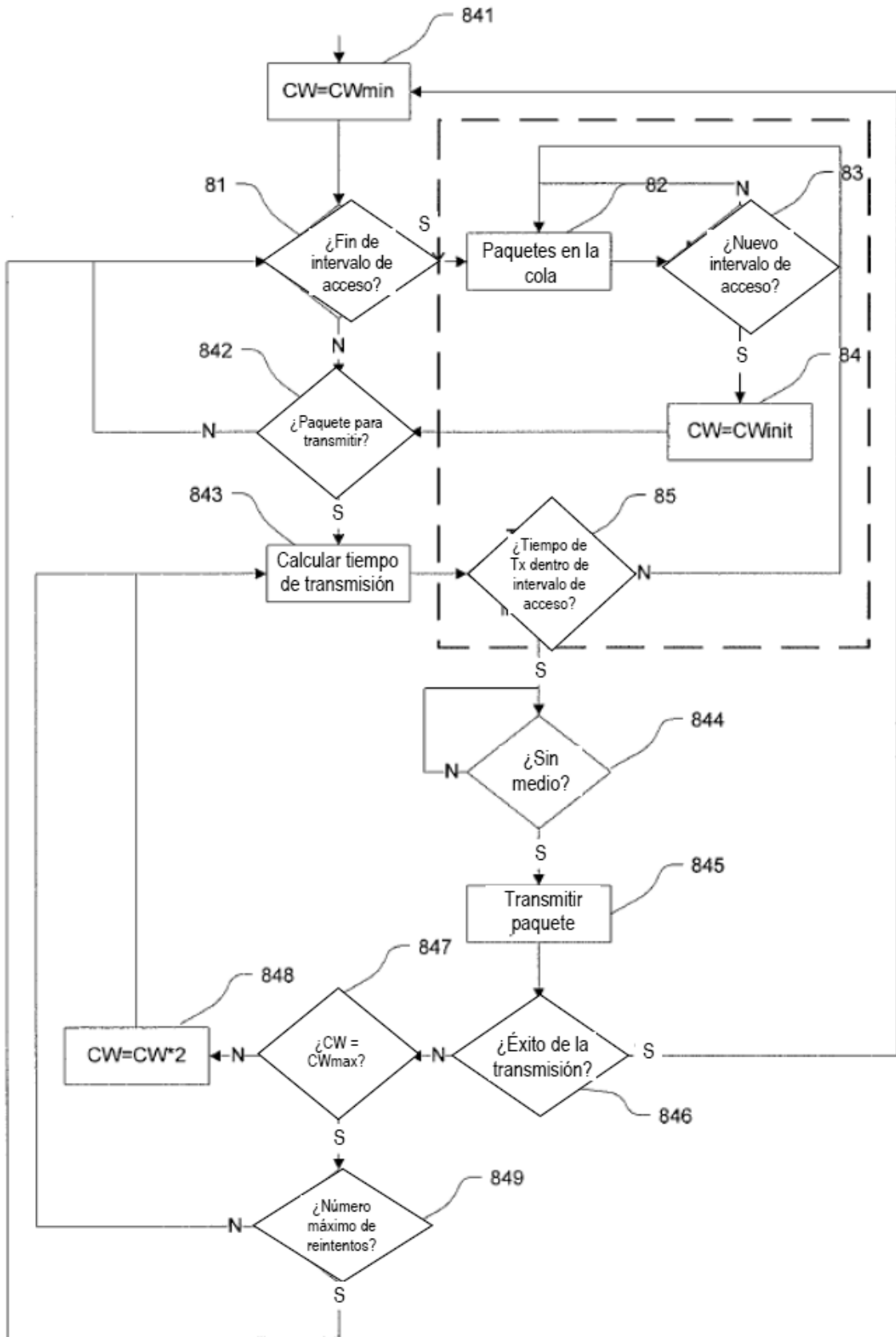


FIG. 8

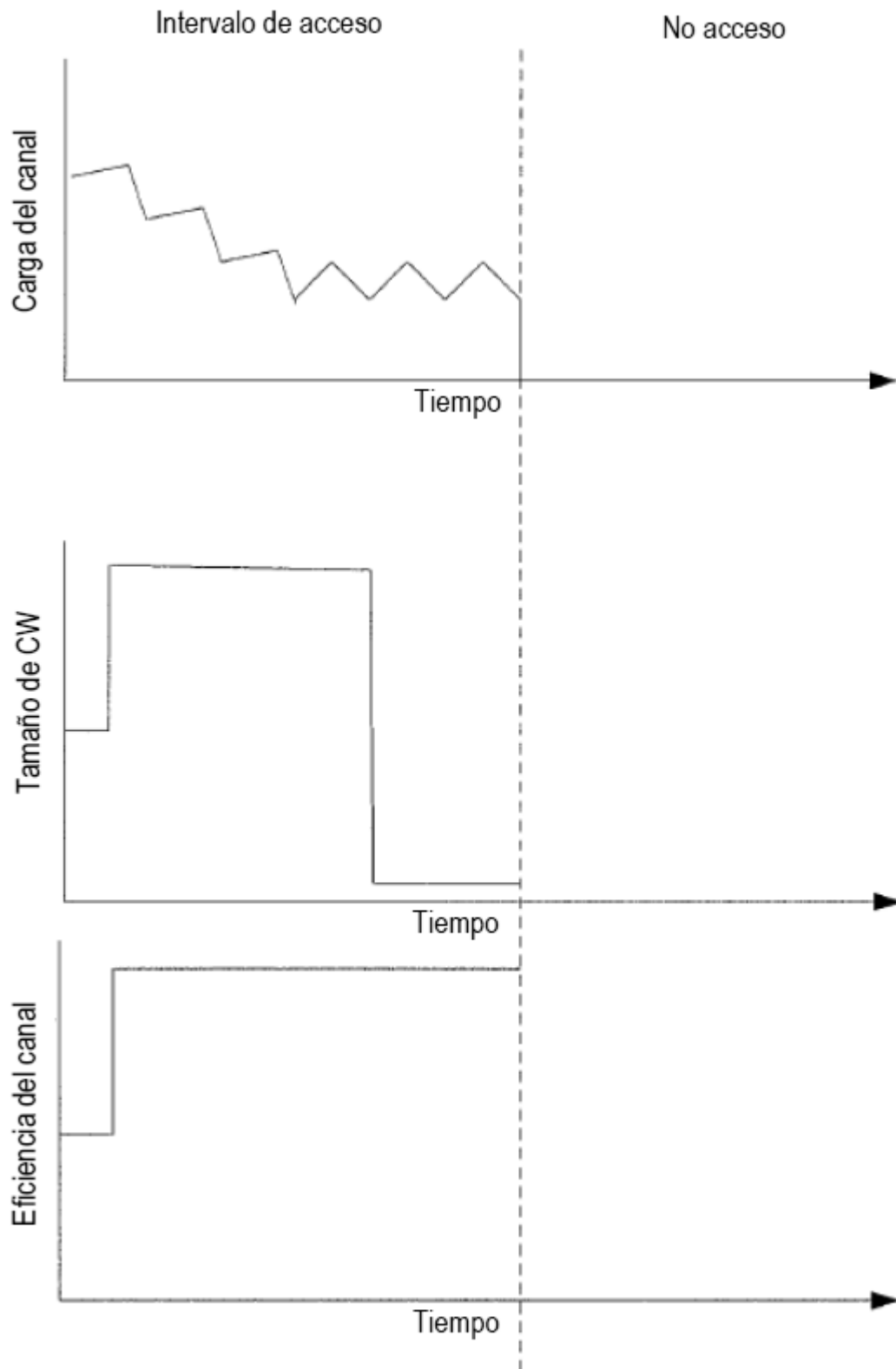


FIG. 9

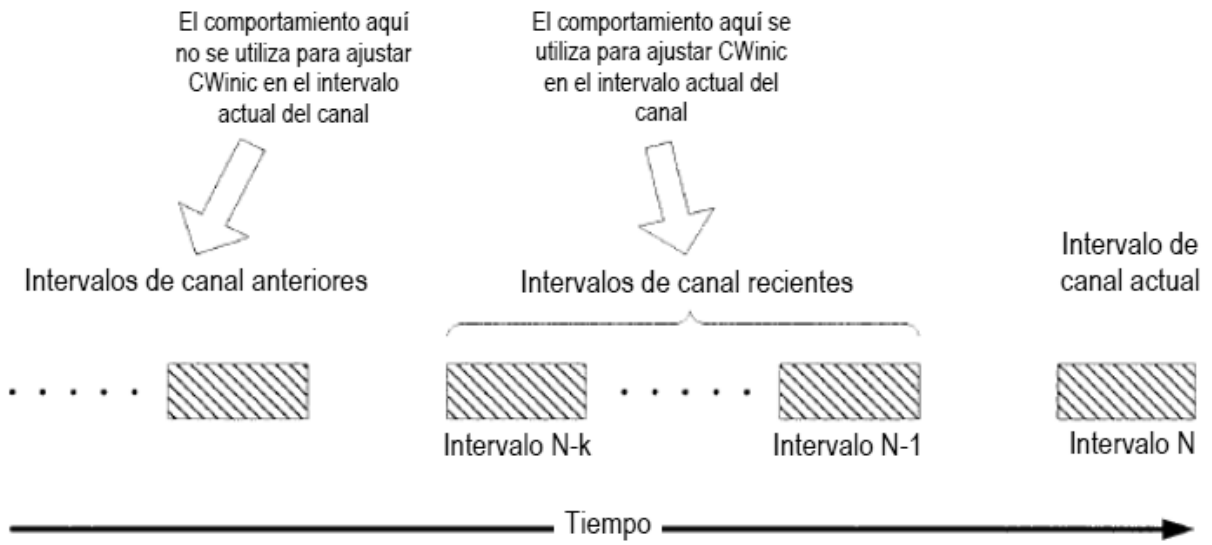


FIG. 10

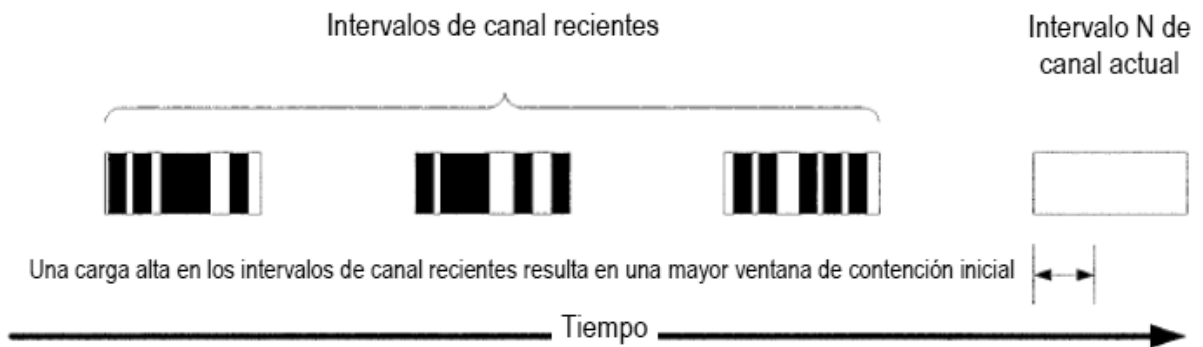


FIG. 11a

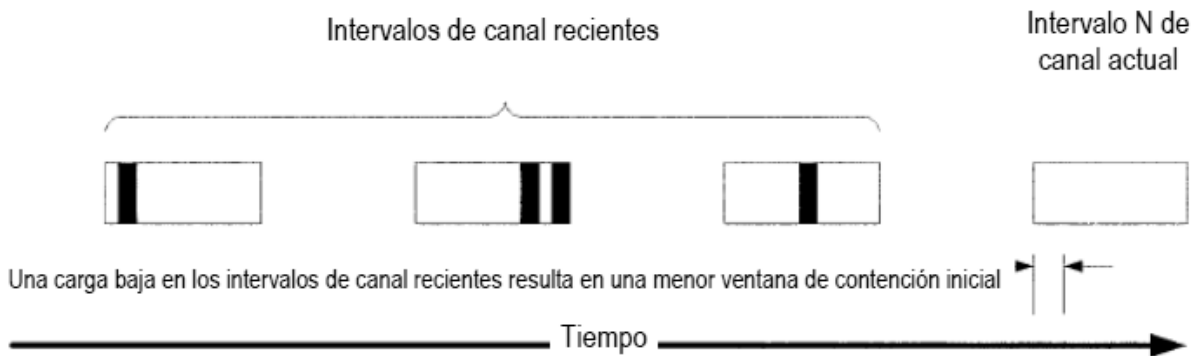


FIG. 11b

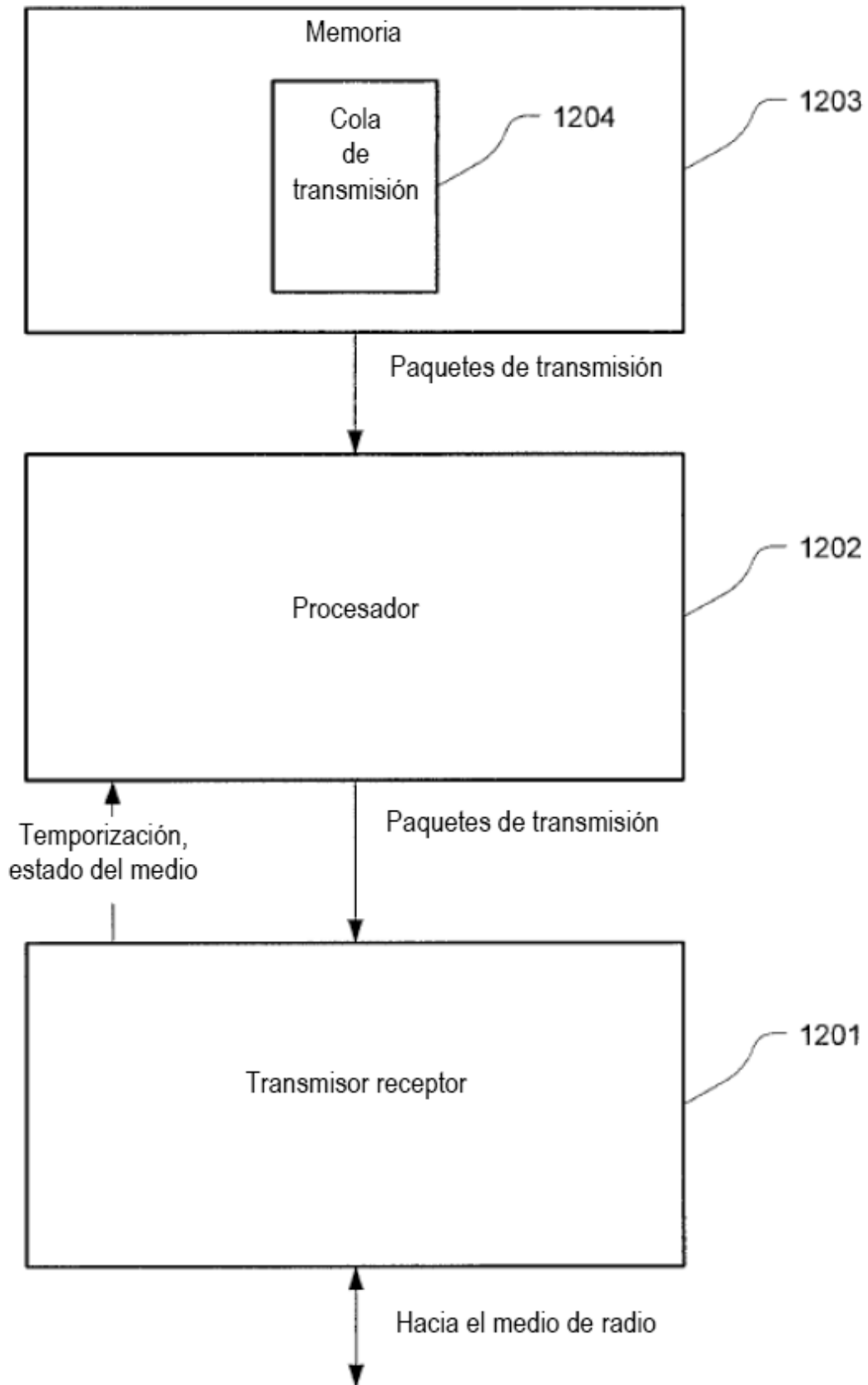


FIG. 12