

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 502**

51 Int. Cl.:
H04W 36/08 (2009.01)
H04W 40/36 (2009.01)
H04W 84/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09740539 .3**
96 Fecha de presentación: **28.09.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2351415**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.08.2011**

54 Título: **Conmutación de canal en redes de tipo malla**

30 Prioridad:
09.10.2008 EP 08166215

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.11.2012

73 Titular/es:
KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.
(100.0%)
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven, NL

72 Inventor/es:
DENTENEER, THEODORUS

74 Agente/Representante:
ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 391 502 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

Conmutación de canal en redes de tipo malla.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a un aparato, a un sistema, a un método y a un producto de programa informático para comprobar la disponibilidad de canales en sistemas de transmisión inalámbrica tales como, pero sin limitarse a, una malla de una red de área local inalámbrica (WLAN).

10

Antecedentes de la invención

En implementaciones de WLAN sin servicios en malla, las estaciones terminales (STA) deben asociarse con un punto de acceso (AP) con el fin de obtener acceso a la red. Estas estaciones terminales dependen del AP con el que están asociadas para comunicarse.

15

Una denominada red en malla parece ser funcionalmente equivalente a una Ethernet de difusión desde la perspectiva de otras redes y protocolos de capa más altos. Como ejemplo, la red en malla puede ser una LAN según las especificaciones de la norma IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) 802.11, en la que los enlaces y los elementos de control reenvían tramas entre los elementos de red. Por tanto, normalmente, parece como si todos los nodos de radio o puntos de malla (MP) en una malla están conectados directamente en la capa de enlace. Esta funcionalidad es transparente para los protocolos de capa más altos.

20

La Draft Standard for Information Technology Telecommunications and Information Exchange Between Systems actual - LAN/MAN Specific Requirements - Part 11: especificaciones de control de acceso al medio (MAC) inalámbrico y capa física (PHY): Amendment: Mesh Networking, borrador no aprobado de IEEE, IEEE P802.11s/D2.0, marzo de 2008, incluye un protocolo para la conmutación de canal. Sin embargo, todavía existen varios problemas asociados con el protocolo actual que se describe en la sección 11B.4 de la norma en borrador anterior y, en particular, en la sección 11B.4.3. La conmutación de canal se basa en una trama de anuncio de conmutación de canal (véase la sección 7.4.16.10), que contiene un valor de temporizador y un valor de precedencia de canal, además de la información sobre el canal de frecuencia al que conmutar.

25

30

Según el protocolo, un nodo de radio que detecta una interferencia (por ejemplo un radar o similar) u otra necesidad de conmutar el canal, decide sobre un canal de frecuencia al que conmutar. Luego, inicia una conmutación de canal enviando nueva información de canal en un anuncio de conmutación de canal a sus iguales. Sin embargo, no conmuta inmediatamente de canal, sino aplaza la conmutación real una cantidad de tiempo indicada por el valor de temporizador. Además, incluye un valor de precedencia de canal en el anuncio. Éste es un valor aleatorio, y se usa para priorizar, por si más estaciones iniciaran una conmutación de canal más o menos de manera concurrente.

35

40

Además, según el protocolo, las estaciones que reciben un anuncio de conmutación de canal lo propagan a sus iguales y también ajustan sus temporizadores. Las estaciones que tienen sus temporizadores ajustados están en el proceso de conmutación. Si un nodo que está en el proceso de conmutación de canal recibe otro mensaje de conmutación de canal, compara el valor de precedencia de canal en este nuevo mensaje con su valor de precedencia de canal actual. Si el nuevo valor supera el valor actual, entonces se acepta el mensaje, se ajustan los parámetros de la operación de conmutación de canal de manera correspondiente y se propaga el mensaje a los iguales. Si el valor de precedencia de canal es numéricamente menor que el valor de precedencia de canal actual, entonces se ignora este nuevo mensaje. Existe una regla de ruptura de conexión basada en las direcciones de MAC si los valores de precedencia de canal son iguales.

45

50

Por tanto, los valores de precedencia de canal aleatorios están incluidos en el anuncio como soporte de decisión en el caso de que múltiples estaciones inicien una conmutación de canal de manera concurrente.

Por tanto, el canal al que se conmuta se decide por el nodo de radio que detecta la interferencia e inicia la conmutación de canal. Sin embargo, el protocolo no contiene ninguna garantía, ni ninguna precaución, de que éste sea un canal válido al que conmutar. Se ilustra una situación sencilla en la figura 2. Un primer nodo A de radio inicia una conmutación de canal y propone conmutar al canal n.º 5 a un valor de precedencia de canal CPV=5. Sin embargo, un segundo nodo B de radio es un nodo de múltiples radios que ya tiene uno de sus dispositivos de radio sintonizados en el canal n.º 5 a un valor de precedencia de canal más alto CPV=7. En este caso, la conmutación de canal no puede llevarse a cabo, y la malla se rompe.

55

60

Surgiría una situación similar si el segundo nodo B de radio experimentara mucha interferencia en el canal n.º 5, por ejemplo debido a un subsistema de estación base (BSS) que está ubicado en las cercanías.

Adicionalmente, en el protocolo anterior, un canal de frecuencia operativo siempre está caracterizado por un valor de precedencia de canal. Para iniciar la conmutación, el nodo iniciador debe elegir de manera aleatoria un valor de

65

precedencia de canal que sea más alto que el valor de precedencia de canal en el canal actual. Sin embargo, después de alguna conmutación de canal esto puede ya no ser posible.

5 Tal como ya se mencionó, el protocolo se basa en un valor de temporizador. La conmutación de canal no se ejecuta hasta que el temporizador expira. Sin embargo, el valor de temporizador debe elegirse de modo que el mensaje de conmutación de canal pueda propagarse a todos los nodos que funcionan en el canal que va a evacuarse. Pero debe permitirse un margen de tiempo adicional, ya que pueden iniciarse mensajes competidores desde el otro lado de la malla.

10 Pueden encontrarse otros ejemplos relevantes de la técnica anterior de enfoques de conmutación de canal en redes de tipo malla en los documentos de patente US2008/0240026 A1, US2004/0157613 A1 y US2007/0060141 A1

15 La figura 3 muestra un entorno de red esquemático en el que un mensaje de conmutación de canal (por ejemplo anuncio de conmutación de canal (CSA)) se propaga de un extremo (nodo A) de una red en malla al otro extremo (nodo Z). En este caso, el nodo A inicia una conmutación de canal. Por tanto, necesita ajustar el temporizador en el mensaje de conmutación de canal. El valor T de temporizador debe ser lo suficientemente grande, no sólo para permitir que el mensaje de conmutación de canal se propague al nodo de borde de la malla (nodo Z) sino también para dejar que un mensaje competidor con un valor de precedencia de canal (CPV) más alto se propague de vuelta, en este caso del nodo Z al nodo A. El problema se agrava, ya que el nodo originador (nodo A) del mensaje de conmutación de canal no conoce ni el tamaño ni la topología de la malla. Si el valor de temporizador no se ajusta correctamente, por ejemplo es demasiado corto, entonces esto dará como resultado una malla desconectada. Por tanto, debe establecerse el tiempo de conmutación de canal de modo que el mensaje de conmutación de canal pueda propagarse de un extremo de la malla al otro extremo, pero también debe tener suficiente margen para que un mensaje competidor se propague de vuelta.

25 Si, en el escenario anterior, el valor de temporizador se ajusta a un valor muy conservador, entonces esto dará como resultado una malla que funciona durante un tiempo muy largo en un canal de frecuencia ya no se le está permitido usar. Como alternativa, puede rechazarse que los nodos intercambien mensajes durante el periodo de conmutación. Sin embargo, con esta opción, la malla no está operativa durante un periodo de tiempo sustancial.

30 **Sumario de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un enfoque de conmutación de canal más flexible que pueda no requerir nuevas tramas ni algoritmos.

35 Este objeto se consigue mediante un aparato según la reivindicación 1, un método según la reivindicación 10 y un sistema según la reivindicación 11.

40 Por consiguiente, las estaciones o nodos individuales pueden prepararse para la conmutación de canal y pueden conmutar ahora al mismo canal independientemente unos de otros incluso cuando se inicia una conmutación simultáneamente. Ya no es necesario basarse en un valor de precedencia de canal para un arbitraje. Los nodos no sólo notifican su propio criterio de disponibilidad de canal. Más bien notifican un criterio, en el que han agregado su propia perspectiva de disponibilidad de canal más la perspectiva de sus iguales que operan en el mismo canal que han obtenido en informes anteriores de estos iguales. Al realizar esto, los informes se combinan y se propagan por toda la red. Mediante una combinación de la manera correcta, los informes de todos los nodos que operan en el mismo canal convergen en un criterio similar de los canales disponibles.

50 Según un primer aspecto, puede proporcionarse un selector para seleccionar un canal para la conmutación de canal basándose en dicha información de canal actualizada. De este modo, puede prepararse una selección de canales mediante intercambios de información en los que los nodos acumulan su información de canal. Como ventaja adicional, es posible una implementación mediante una extensión apropiada de enfoques de conmutación de canal actuales, y no son necesarias nuevas tramas ni algoritmos.

55 Según un segundo aspecto que puede combinarse con el primer aspecto anterior, puede proporcionarse un generador para generar la información de canal como información binaria que indica la disponibilidad de al menos un canal. Una información binaria de este tipo puede propagarse mediante un único bit por canal y, por tanto, requiere poca señalización adicional y carga de procesamiento. Según una implementación a modo de ejemplo del segundo aspecto, el combinador puede estar adaptado para combinar información de canal propia e información de canal recibida para cada canal de modo que la información de canal actualizada corresponde a un mínimo de la información de canal propia y la información de canal recibida. Esta operación mínima sencilla garantiza actualizaciones de información rápidas con una carga de procesamiento pequeña.

60 Según un tercer aspecto que puede combinarse con uno cualquiera o ambos de los aspectos primero y segundo anteriores, puede proporcionarse un generador para generar la información de canal como información numérica que indica la disponibilidad de al menos un canal. La información numérica proporciona una base para esquemas de ponderación más avanzados. Según una implementación a modo de ejemplo del tercer aspecto, el combinador

puede estar adaptado para combinar información de canal propia e información de canal recibida para cada canal de modo que la información de canal actualizada corresponda a una combinación ponderada de la información de canal propia y la información de canal recibida. Esto proporciona la ventaja de que las clasificaciones asignadas a canales individuales permiten tomar una decisión colectiva incluso si no se ha alcanzado completamente la convergencia. En un ejemplo de implementación específico adicional, la combinación ponderada puede basarse en un algoritmo de evaluación de canal despejado. De este modo, el intercambio propuesto de información de canal puede implementarse como extensión de enfoques convencionales actuales usando el algoritmo de evaluación de canal despejado.

Según un cuarto aspecto que puede combinarse con uno cualquiera o ambos de los aspectos primero y segundo anteriores, el selector puede estar adaptado para aplicar una regla de ruptura de conexión para identificar sin ambigüedad un canal que va a seleccionarse. Una regla de ruptura de conexión de este tipo garantiza que un canal se identifique sin ambigüedad como el primero. La regla de ruptura de conexión puede aplicarse para romper conexiones entre canales con un valor de selector numéricamente igual, pero también para romper conexiones entre canales con valores de selector numéricos que están lo suficientemente cerca de modo que se categorizan como de la misma clase.

Según un quinto aspecto que puede combinarse con uno cualquiera o todos los aspectos primero a tercero anteriores, el generador puede estar adaptado para incorporar la información de canal actualizada en una trama para solicitar o notificar una medición. De este modo, puede usarse una señalización existente para implementar el intercambio propuesto de la información de canal.

Se definen desarrollos ventajosos adicionales en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirá la presente invención basándose en diversas realizaciones con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 muestra una topología de red esquemática de varios nodos inalámbricos en una red en malla;

la figura 2 muestra una situación de red en la que no puede llevarse a cabo una conmutación de canal convencional;

la figura 3 muestra un entorno de red para explicar las restricciones de sincronismo;

la figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un nodo de radio según una primera realización;

la figura 5 muestra un diagrama de señalización y procesamiento que indica un procedimiento de intercambio de información según una segunda realización;

la figura 6 muestra un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento de conmutación de canal según una tercera realización;

la figura 7 muestra tablas que indican la evolución de una información de canal binaria en diferentes nodos;

la figura 8 muestra tablas que indican la evolución de una información de canal numérica en diferentes nodos;

la figura 9 muestra tablas que indican la evolución de una información de canal numérica en diferentes nodos con un patrón de intercambio aleatorio; y

la figura 10 muestra una tabla que indica las extensiones de una trama convencional para abarcar datos agregados.

Descripción detallada de realizaciones

A continuación, se describen realizaciones de la presente invención basándose en una topología de red en malla inalámbrica a modo de ejemplo tal como se muestra en la figura 1.

Muchas implementaciones de WLAN pueden aprovechar el soporte de una conectividad inalámbrica interoperable más flexible. De manera funcional, puede mejorarse un punto de acceso (AP) mediante enlaces inalámbricos interoperables o trayectorias de saltos múltiples entre múltiples AP. Los dispositivos de usuario final (tales como estaciones terminales (STA)) pueden aprovechar la capacidad de establecer enlaces inalámbricos de igual a igual interoperables con dispositivos de usuario final y AP vecinos en una red en malla. Los puntos de malla (MP) pueden ser dispositivos de calidad de servicio (QoS) que soportan servicios en malla, es decir participan en una formación y operación interoperables de la red en malla. Un MP puede estar ubicado conjuntamente con una o más otras entidades (por ejemplo, AP, portal, etc.). La configuración de un MP que está ubicado conjuntamente con un AP se denomina punto de acceso de malla (MAP). Una configuración de este tipo permite que una única entidad

proporcione de manera lógica tanto funcionalidades de malla como funcionalidades de AP simultáneamente. Las estaciones terminales se asocian con AP para obtener acceso a la red. La configuración de un MP que está ubicado conjuntamente con un portal (P) se denomina portal 40 de malla. Los MP participan en funcionalidades de malla tales como selección y reenvío de trayectoria, etc. El portal 40 de malla proporciona una interfaz con otras redes 100, por ejemplo, con otros segmentos de LAN de la norma IEEE 802.

Las siguientes realizaciones se basan en una funcionalidad de selección y conmutación de canales. La selección de canales se prepara mediante intercambios de trama en los que los nodos acumulan su criterio de al menos uno de calidad y disponibilidad de canales, por ejemplo los canales de frecuencia o cualquier otro tipo de canales para transmitir información. Los nodos, dispositivos o estaciones que se han preparado para una conmutación de canal pueden ahora conmutar al mismo canal independientemente unos de otros incluso cuando se inicia un proceso de conmutación simultáneamente.

El intercambio propuesto de información de canal puede avanzar a través de una serie de intercambios de trama entre los nodos del mismo nivel, en los que los nodos del mismo nivel intercambian información sobre los canales disponibles. El intercambio puede ser, por ejemplo, similar a un intercambio según se define en la sección 11.9.6 del borrador de base de la norma 802.11 actual mencionado anteriormente, en el que los nodos o estaciones terminales pueden pedir los unos a los otros que se midan y notifiquen uno o más canales.

Sin embargo, los nodos no sólo notifican su propio criterio de disponibilidad de canal. Más bien notifican un criterio, en el que han agregado su propia perspectiva más la perspectiva de sus iguales que operan en el mismo canal. Han obtenido una respectiva información de canal en informes anteriores de estos iguales. Adicionalmente, pueden notificar su criterio no sólo una vez, sino varias veces. Al hacer esto, los informes se combinan y se propagan por toda la red. Mediante una combinación de la manera correcta, los informes de todos los nodos que operan en el mismo canal convergen en un criterio similar de los canales disponibles.

La figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un controlador o funcionalidad de control según una primera realización, que puede proporcionarse en un nodo de radio (por ejemplo punto de malla, punto de acceso de malla, portal de malla o cualquier otro tipo de nodo de radio) de una red en malla. Puede implementarse como conjunto de circuitos o circuito de hardware diferenciado, un chip, un conjunto de chips, un módulo o un procesador controlado por software o un dispositivo informático en los que las funciones de la figura 4 se proporcionan como programas o rutinas de software.

Las revelaciones pueden recibirse y transmitirse mediante un circuito 52 de transceptor (TRX) que puede proporcionarse en un extremo frontal de radiofrecuencia (RF) del nodo de radio. Las revelaciones que se inician en el controlador pueden generarse en un circuito 55 de procesador (PC) y suministrarse al TRX 52 para una radiotransmisión a través de al menos una antena.

Las revelaciones recibidas se suministran a un extractor 53 o unidad de extracción de información de canal (CIE) con el fin de detectar y extraer la información de canal revelada. La información de canal extraída se suministra a un combinador 54 o unidad de combinación de información de canal (CIC) que combina la información de canal recibida y la información de canal propia almacenada para diversos canales con el fin de actualizar la información de canal. La información de canal actualizada puede almacenarse en una tabla 56 de consulta (LUT) mediante el circuito 55 de procesador o directamente mediante el combinador 54 de información de canal. La tabla 56 de consulta puede proporcionarse en una memoria o registro o similar, por ejemplo, como almacenamiento no volátil programable.

La información de canal actualizada luego puede revelarse o propagarse a través de la red en malla mediante el circuito 55 de procesador a través del TRX 52.

La figura 5 muestra un diagrama de señalización y procesamiento que indica un ejemplo de un procedimiento de intercambio de información entre una cadena de cuatro nodos, etiquetados A, B, C y D según una segunda realización. En el diagrama, se muestran etapas de procesamiento dependientes del tiempo e intercambios de información, mientras que el tiempo avanza de la parte superior a la parte inferior del diagrama.

Los cuatro nodos A a D tienen la posibilidad de operar en cinco canales 1 a 5 distintos. Según la segunda realización, usan un esquema de codificación binario sencillo en el que la disponibilidad de un canal se indica con un estado binario (por ejemplo "1") y la no disponibilidad de un canal se codifica con el otro estado binario (por ejemplo "0"). Luego intercambian la información de disponibilidad de canal. En este ejemplo, la información se intercambia según el siguiente esquema mostrado en la figura 5. En primer lugar, los nodos A y B y los nodos C y D intercambian su información de canal (CI) y luego cada nodo actualiza su información de canal. En segundo lugar, los nodos B y C intercambian y luego actualizan su información de canal, y, finalmente, los nodos A y B y los nodos C y D intercambian y luego actualizan su información de canal de nuevo. Cada intercambio de información va seguido, por tanto, de una actualización de información. En el caso actual, la actualización de información puede llevarse a cabo aplicando una operación mínima a la información de canal recibida (RCI(i)) y la información de canal actual (CCI(i)) disponible para cada canal i (i=1 a 5) para obtener una nueva información de canal (NCI(i)) actualizada basándose en la siguiente ecuación (1):

$$\text{NCI}(i) = \text{mín}(\text{CCI}(i), \text{RCI}(i)) \quad (1)$$

5 en la que la nueva información de canal $\text{NCI}(i)$ corresponde al menor valor de la información de canal actual $\text{CCI}(i)$ y la información de canal recibida $\text{RCI}(i)$.

10 La figura 7 muestra las tablas 1a a 1d que indican la evolución de una información de canal binaria en los diferentes nodos A a D según la segunda realización. La evolución de la información de estado de canal en las estaciones es como se codifica en las tablas 1a a 1d, ya que el tiempo avanza de la tabla izquierda 1a a la tabla derecha 1d. Tal como puede deducirse de la tabla 1a, los nodos A a D comienzan el proceso con un criterio diferente de disponibilidad de canal. Sin embargo, tras una serie de intercambios con resultados intermedios indicados en las tablas 1b y 1c, han convergido en un criterio común de disponibilidad de canal, tal como se proporciona en la tabla 1d. Esta tabla 1d, ahora común, indica la disponibilidad de canales 1 y 5 y puede usarse luego por los nodos A a D para tomar una decisión colectiva sobre un canal al que conmutar.

15 La figura 6 muestra un diagrama de flujo esquemático de un mecanismo o procedimiento de selección y conmutación de canales en una red en malla, según una tercera realización.

20 Según la figura 6, el procedimiento comienza con un intercambio de información de canal entre todos o al menos algunos de los nodos disponibles (etapa S101). Este intercambio puede implementarse en diferentes etapas y con diferentes patrones de intercambio, tal como se indica en la figura 5. Naturalmente, también podría usarse cualquier otro patrón de intercambio. En la etapa S102, cada nodo combina la información de canal recibida (etapa S102). La información de canal combinada se usa en la etapa S103 para actualizar la información de canal propia almacenada en cada nodo.

25 Luego en la etapa S104, se comprueba si es necesaria la conmutación de canal, por ejemplo, debido a una interferencia detectada. Si no, las etapas S101 y S103 se repiten en periodos de tiempo fijos o arbitrarios. Si se determina en la etapa S104 que se requiere la conmutación de canal, se selecciona un canal en la etapa S105 mediante el nodo en cuestión basándose en su última información de canal actualizada. En la etapa S106, se revela o se anuncia el nuevo canal seleccionado mediante el nodo en cuestión a los nodos del mismo nivel, por ejemplo, a través de una toma de contacto y/o un anuncio de conmutación. Finalmente, en la etapa S107, el nodo en cuestión conmuta al canal seleccionado y el procedimiento puede comenzar de nuevo.

30 El procedimiento de la figura 6 puede implementarse como rutina de software que controla el circuito 55 de procesador de la figura 4.

35 También son posibles esquemas de combinación de información de canal más avanzados. En el siguiente ejemplo de implementación, se considera de nuevo una cadena de cuatro nodos A a D, pero ahora se usa información numérica para describir la disponibilidad de canal.

40 La figura 8 muestra las tablas 2a a 2c que indican la evolución de una información de canal numérica en los cuatro nodos A a D diferentes. La información disponible en el tiempo de inicio se proporciona en la tabla 2a. De nuevo, esta información de canal se intercambia entre los nodos. Esta vez, cada nodo actualiza su propia tabla de información tomando una suma ponderada de su información de canal actual $\text{CCI}(i)$ y la información de canal recibida $\text{RCI}(i)$ o entrante. De nuevo, puede observarse que los nodos convergen en un criterio común de disponibilidad de canal. En este caso, no se ha alcanzado completamente la convergencia. Sin embargo, las clasificaciones que pueden asignarse a los diversos canales debido a la información numérica permiten tomar una decisión colectiva.

45 Se observa que también puede usarse la técnica de distribución numérica anterior para mejorar un modo de conjunto de servicios básicos independientes (IBSS) de la norma IEEE 802.11, también conocido como red *ad hoc*. Actualmente, este caso se trata designando un sistema principal de conmutación de canal que actúa como si fuera el AP en un subsistema de estaciones base (BSS) de infraestructura. Sin embargo, este enfoque requiere un algoritmo elaborado para designar y realizar un seguimiento de un sistema principal de conmutación de canal. Además, sólo el sistema principal de conmutación de canal puede iniciar la conmutación de canal, y esto requiere una acción especial si otra estación detecta la interferencia en el canal y desea iniciar la conmutación.

50 La figura 9 muestra las tablas 3a a 3c que indican la evolución de una información de canal numérica en diferentes nodos con un patrón de intercambio aleatorio. Estas tablas se refieren a un IBSS con cuatro nodos A a D que intercambian información según un patrón aleatorio. Cada nodo actualiza de nuevo su tabla de información tomando una combinación ponderada de su información de canal actual $\text{CCI}(i)$ propia y la información de canal recibida $\text{RCI}(i)$ o entrante.

55 En ambos casos a modo de ejemplo anteriores de las figuras 8 y 9, se realizan actualizaciones de las tablas usando combinaciones ponderadas convencionales tal como se define mediante la siguiente ecuación:

$$\text{NCI}(i) = w * \text{CCI}(i) + (1-w) * \text{RCI}(i) \quad (2)$$

5 El intercambio propuesto de información numérica puede implementarse como extensión de la norma 802.11 actual. Por ejemplo, los nodos tienen la posibilidad de intercambiar información como en los informes de información de canal de evaluación de canal despejado (CCA), tal como se describe por ejemplo en la sección 7.3.2.22.2 de la norma IEEE 802.11-2007, Standard for Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - LAN/MAN Specific Requirements - Part 11: especificaciones de control de acceso al medio (MAC) inalámbrico y capa física (PHY). Este valor de CCA es una buena métrica para su uso en el enfoque de conmutación de canal propuesto.

15 Si los nodos empiezan con criterios ampliamente diferentes de disponibilidad de canal, la convergencia no es tan rápida. Entonces puede suceder que no haya aparecido exactamente el mismo informe en todos los nodos hasta ahora. Sin embargo, lo que realmente importa es el ordenamiento de la disponibilidad de canal y esto puede ser todavía igual para todos los nodos. En el caso de que las conexiones sean posibles (o probables como en el caso en el que se use la codificación binaria de la calidad de canal) puede especificarse una regla de ruptura de conexión de modo que los nodos puedan identificar sin ambigüedad un canal como el primero. También puede usarse la regla de ruptura de conexión para romper las conexiones entre los canales que se categorizan como de la misma clase, por ejemplo "excelente" o "adecuado", aunque pueden diferir los valores de selector numéricos.

20 Depende de la topología de la red en cuestión y de la volatilidad de canal con qué frecuencia deben producirse los intercambios de información. Puede realizarse de manera más frecuente después de la formación de malla, y luego al menos en cada periodo de tiempo T, siendo T un parámetro del protocolo y pudiendo estar adaptado al tamaño y a la volatilidad de canal de la malla.

25 También podría suceder que no todos los nodos tengan los mismos canales disponibles al comienzo. Sin embargo, esto no es un problema. Pueden insertarse nuevos canales en la lista de canales prevista en los nodos cuando se unan las listas de canales disponibles de los nodos involucrados.

30 La información de canal intercambiada puede consistir en dos tipos de información, una métrica de canal numérica y una métrica de canal binaria sobre la disponibilidad o no disponibilidad de los canales. Estos dos tipos de elementos de información pueden combinarse entonces apropiadamente.

35 Además, el intercambio de información de canal propuesto puede llevarse a cabo definiendo una nueva trama para esto, similar a las tramas de medición de petición y de notificación en el borrador mencionado inicialmente (véanse las secciones 7.3.2.21-7.3.2.22). El intercambio también podría implementarse modificando las tramas existentes para incluir la información requerida. Para las redes en malla, tanto las balizas como los mensajes de encaminamiento son candidatos probables. El método también puede implementarse basándose en las tramas actuales para solicitar y notificar una medición. En particular, el elemento de petición de medición actual, véase la figura 7.58 en el borrador mencionado inicialmente, contiene un campo de tipo de medición de un octeto. Actualmente, sólo se usan tres bits de este octeto (véase la tabla 7.29).

45 La figura 10 muestra una tabla que indica las extensiones de la trama convencional anterior para solicitar y notificar una medición. Puede incluirse una extensión de este campo para redes en malla para solicitar datos agregados.

50 De manera similar, puede modificarse el elemento de notificación descrito en la sección 7.3.2.22 del borrador descrito inicialmente. En el informe básico, la notificación agregada puede usar entonces el operador mínimo (min) según la figura 7. Para el informe de CCA y el informe de histograma, podría usarse una notificación de suma ponderada según las figuras 8 y 9.

55 En una segunda fase, los nodos llevan a cabo la conmutación de canal real. Un nodo que detecta la necesidad de conmutar de canal, por ejemplo después de la detección de una señal de radar u otra interferencia en el canal operativo, puede consultar su lista de disponibilidad de canal global creada según el intercambio de información de canal expuesto anteriormente. Luego puede seleccionar de esta lista el mejor canal disponible para solicitar y notificar una medición, canal que no es igual al canal operativo actual, y elegir este canal al que conmutar. Luego puede revelar este nuevo canal en un anuncio de conmutación de canal a sus nodos del mismo nivel, y luego conmutar de canal. En este caso, el procedimiento y el intercambio de trama pueden ser similares a un BSS de infraestructura. En esta trama convencional, véanse las secciones 7.3.2.20 y 11.9.7 de la norma IEEE 802.11-2007, hay varios elementos de información adicionales en la trama, tal como un indicador sobre si se permiten mensajes durante la conmutación de canal, y el tiempo hasta la conmutación. Éstos pueden usarse en combinación con el enfoque de selección y conmutación propuesto.

65 En resumen, se han descrito un método y un aparato que permiten una conmutación de canal flexible intercambiando la información de canal entre los nodos de red para acumular su criterio de la calidad y disponibilidad de los canales de comunicaciones disponibles. Los nodos de red pueden ahora conmutar al mismo canal independientemente unos de otros incluso se inicia una conmutación simultáneamente.

5 Se observa que la presente invención no se restringe a las realizaciones anteriores y puede usarse para cualquier entorno de red que permita la revelación de información de canal. El procedimiento propuesto puede usarse en conexión con cualquier clase de información de canal que sea necesario revelar. Por tanto, no se limita a las revelaciones binarias o numéricas específicas descritas en las realizaciones anteriores. La información de canal puede ser cualquier tipo de información.

10 Los expertos en la técnica pueden entender y efectuar variaciones a las realizaciones dadas a conocer, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión “que comprende” no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido “un” o “una” no excluye una pluralidad de elementos o etapas. Un único procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de varios artículos enumerados en las reivindicaciones. El mero hecho de que determinadas medidas se citen en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse de manera ventajosa. Un programa informático usado para controlar un procesador para realizar las características reivindicadas puede almacenarse/distribuirse en un medio adecuado, tal como un medio de almacenamiento óptico o un medio de estado
15 sólido suministrado junto con o como parte de otro hardware, pero también puede distribuirse de otras formas, tal como a través de Internet u otros sistemas de telecomunicación por cable o inalámbricos. Cualquier símbolo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como que limita el alcance de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para comprobar la disponibilidad de canal con el fin de proporcionar una conmutación de canal flexible en una red en malla, comprendiendo dicho aparato:
- 5
- a) un receptor (53) para recibir información de canal revelada por nodos del mismo nivel en dicha red en malla;
- b) un combinador (54) para combinar la información de canal propia prevista en dicho aparato con dicha información de canal recibida para generar información de canal actualizada que indica la disponibilidad de canal en dicha red en malla; y
- 10
- c) un propagador (52) para propagar dicha información de canal actualizada a través de dicha red en malla,
- 15
- d) un selector (55) para seleccionar un canal para la conmutación de canal,
- comprendiendo además el aparato un generador (55) para generar dicha información de canal como información numérica que indica la disponibilidad de al menos un canal, caracterizado porque dicho combinador (54) está adaptado para combinar la información de canal propia y la información de canal recibida para cada canal de modo que la información de canal actualizada corresponde a una combinación ponderada de dicha información de canal propia y dicha información de canal recibida y dicho selector (55) está adaptado para seleccionar un canal basándose en dicha información de canal actualizada.
- 20
2. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un generador (55) para generar dicha información de canal como información binaria que indica la disponibilidad de al menos un canal.
- 25
3. Aparato según la reivindicación 2, en el que dicho combinador (54) está adaptado para combinar información de canal propia e información de canal recibida para cada canal de modo que la información de canal actualizada corresponde a un mínimo de dicha información de canal propia y dicha información de canal recibida.
- 30
4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha combinación ponderada se basa en un algoritmo de evaluación de canal despejado.
- 35
5. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicho selector (54) está adaptado para aplicar una regla de ruptura de conexión para identificar sin ambigüedad un canal que va a seleccionarse.
6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho generador (55) está adaptado para incorporar dicha información de canal actualizada en una trama para solicitar o notificar una medición.
- 40

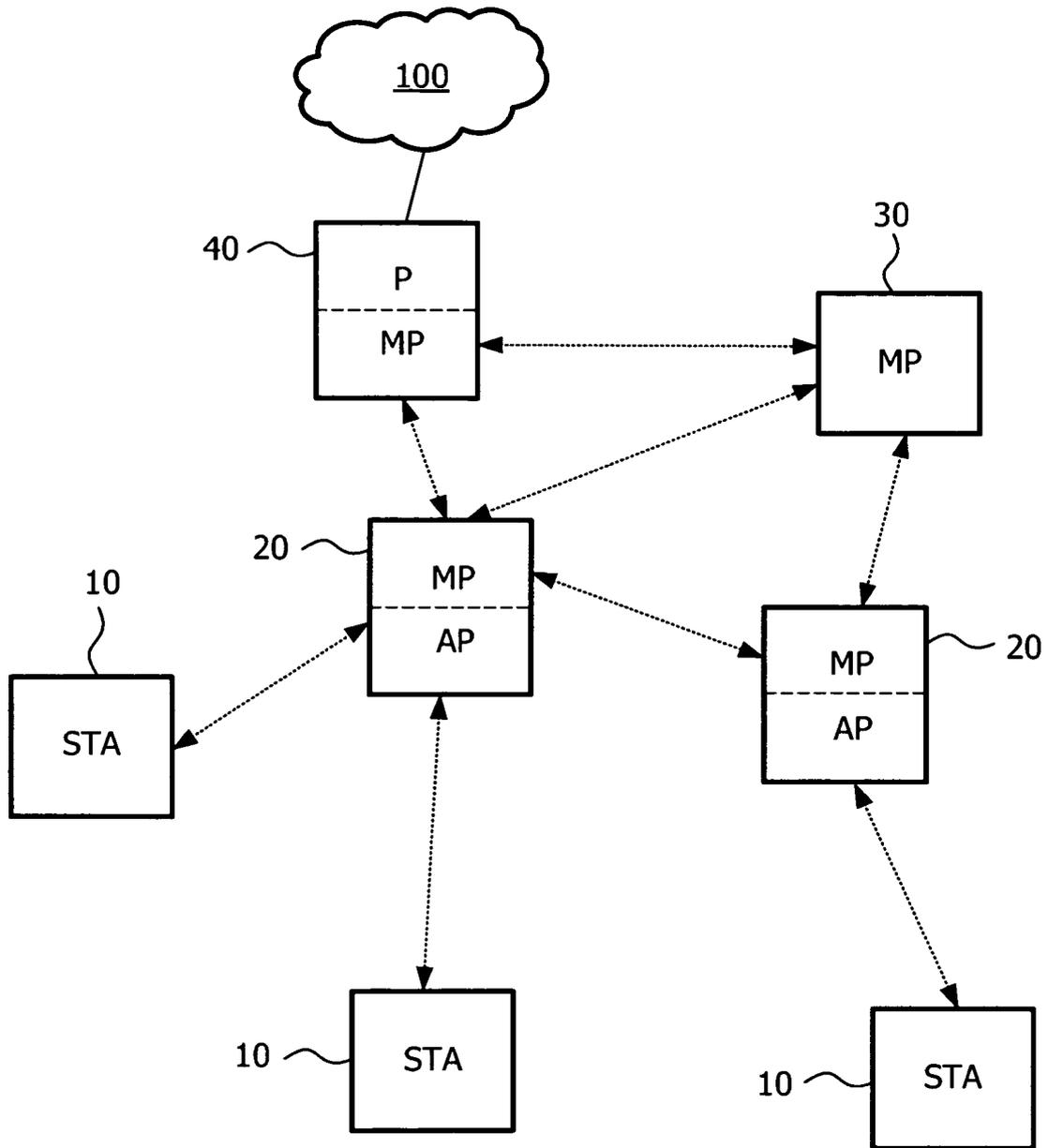


FIG. 1

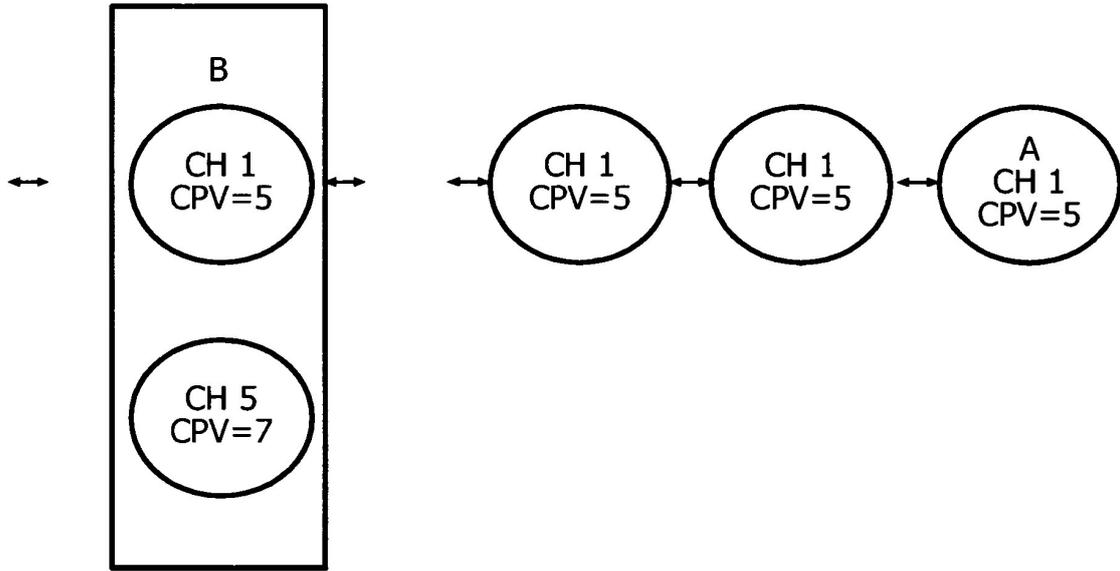


FIG. 2

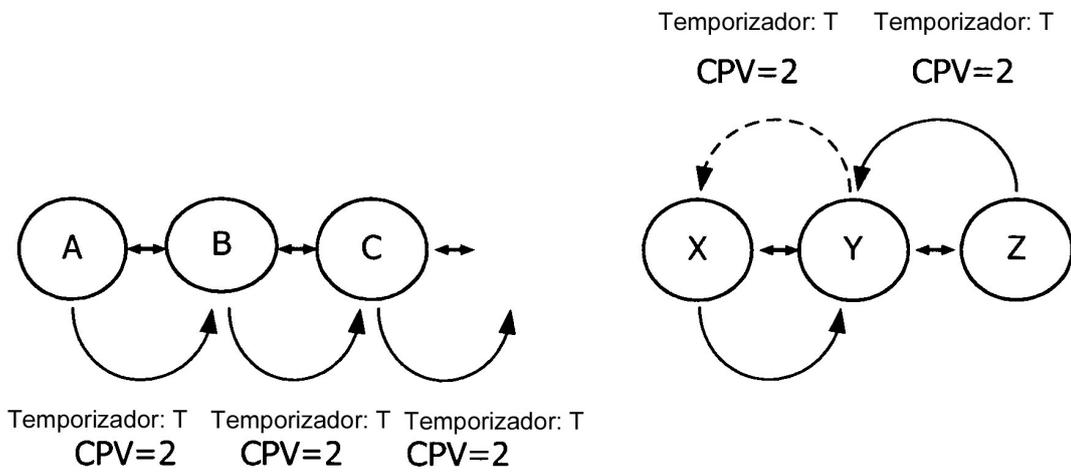


FIG. 3

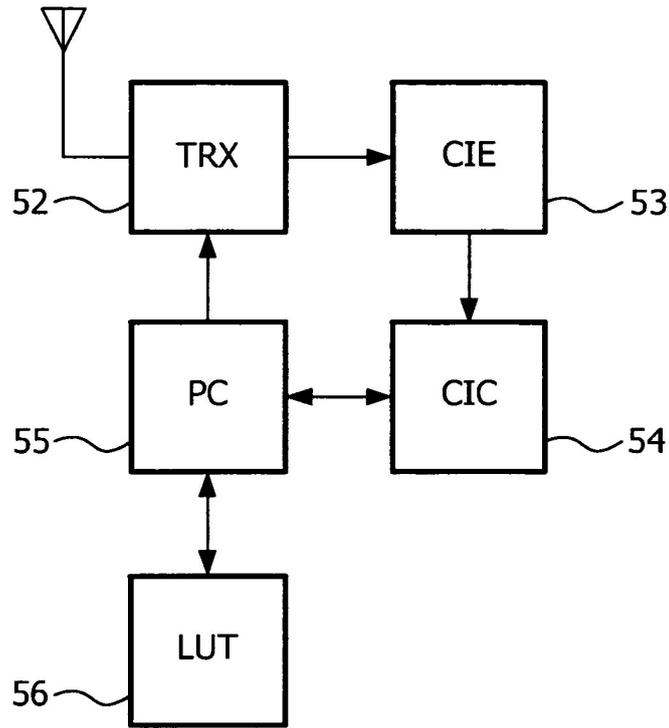


FIG. 4

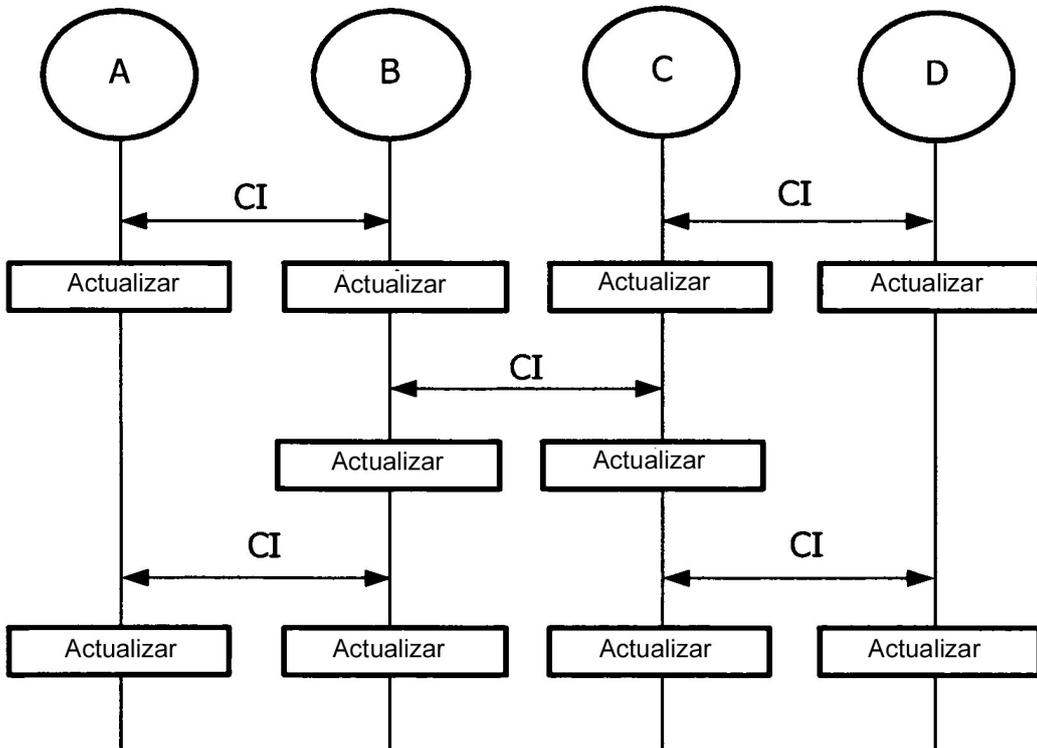


FIG. 5

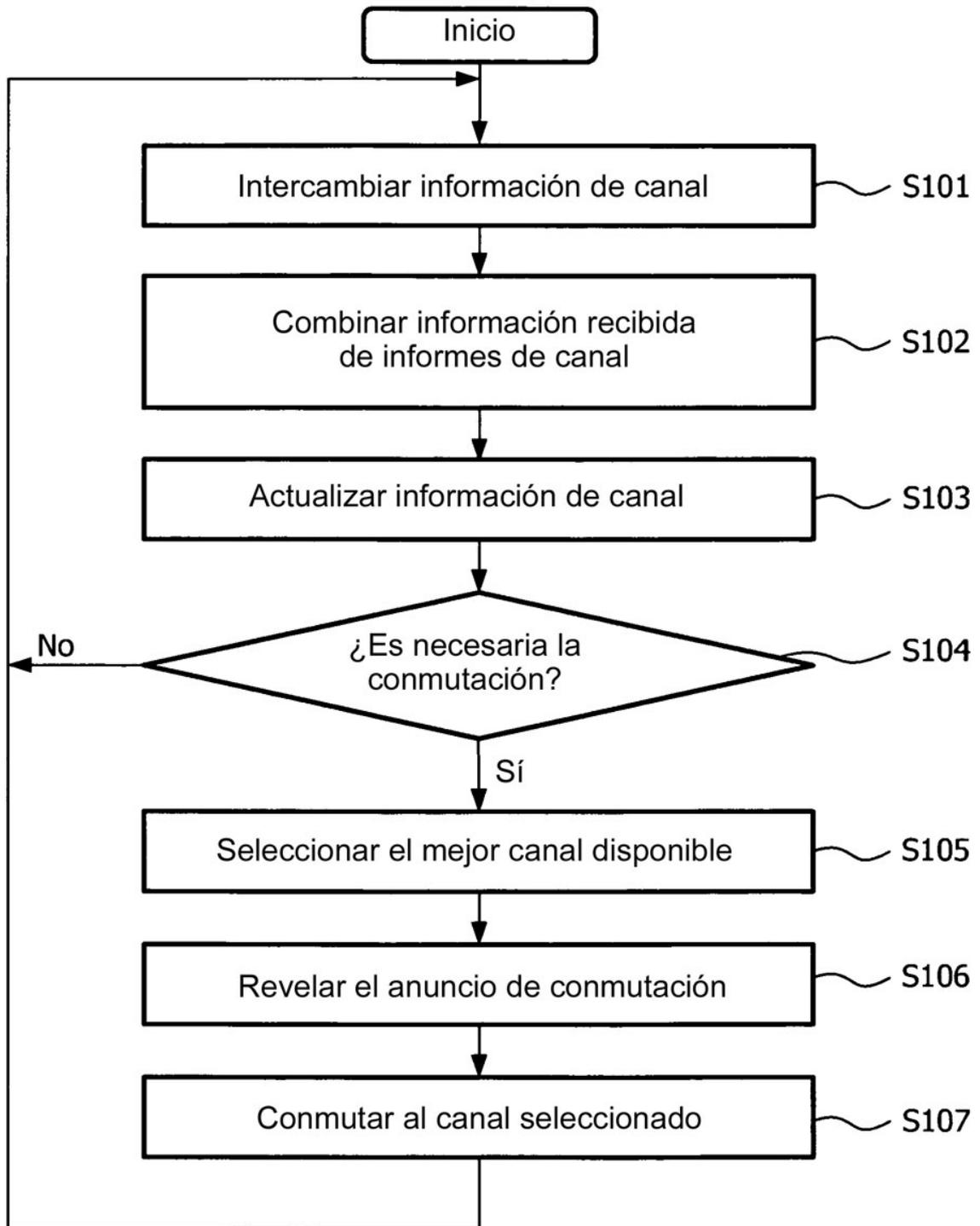


FIG. 6

A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1
1	0	1	1		0	0	1	1		0	0	0	1		0	0	0	0
1	1	1	0		1	1	0	0		1	0	0	0		0	0	0	0
0	1	0	1		0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0
1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1	1
Tabla 1a					Tabla 1b					Tabla 1c					Tabla 1d			

FIG. 7

A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
0,39	0,25	0,14	0,10		0,29	0,26	0,22	0,20		1	1	1	1
0,73	0,93	0,41	0,58		0,71	0,69	0,65	0,63		9	9	9	9
0,27	0,87	0,02	0,13		0,33	0,33	0,29	0,26		4	4	2	2
0,21	0,38	0,22	0,59		0,29	0,32	0,34	0,37		2	2	4	4
0,78	0,88	0,17	0,26		0,65	0,59	0,51	0,47		8	8	7	6
0,88	0,15	0,66	0,29		0,63	0,57	0,53	0,50		7	7	8	8
0,40	0,24	0,55	0,32		0,38	0,38	0,39	0,38		5	5	5	5
0,65	0,37	0,15	0,64		0,52	0,49	0,47	0,47		6	6	6	7
0,28	0,28	0,61	0,13		0,31	0,32	0,33	0,31		3	3	3	3
0,86	0,79	0,59	0,43		0,76	0,72	0,67	0,64		10	10	10	10
Tabla 2a					Tabla 2b					Tabla 2c			

FIG. 8

A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
0,99	0,85	0,69	0,58	0,87	0,87	0,87	0,87	10	10	10	10
0,68	0,07	0,97	0,03	0,70	0,69	0,70	0,68	5	5	5	6
0,85	0,57	0,41	0,44	0,69	0,69	0,68	0,68	4	4	4	4
0,75	0,29	0,35	0,59	0,61	0,60	0,60	0,60	9	9	9	9
0,81	0,10	0,91	0,56	0,79	0,78	0,79	0,78	2	2	2	2
0,59	0,40	0,10	0,53	0,44	0,43	0,44	0,44	6	7	6	7
0,62	0,77	0,89	0,42	0,69	0,69	0,69	0,69	3	3	3	3
0,43	0,77	0,40	0,61	0,45	0,45	0,46	0,46	6	6	6	7
0,79	0,83	0,53	0,84	0,72	0,72	0,71	0,72	8	8	8	8
0,32	0,28	0,06	0,04	0,23	0,23	0,22	0,22	1	1	1	1
Tabla 3a				Tabla 3b				Tabla 3c			

FIG. 9

Nombre	Tipo de medición
Petición básica	0
Petición de evaluación de canal despejado	1
Petición de histograma de indicación de potencia recibida (RPI)	2
Agregar petición básica	3
Agregar la petición de evaluación de canal despejado	4
Agregar la petición de histograma de indicación de potencia recibida (RPI)	5
Reservado	6 - 255

FIG. 10