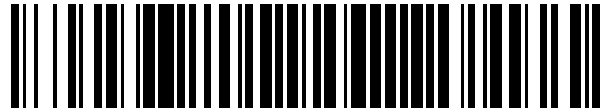


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 137**

51 Int. Cl.:

H04L 12/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2002 E 02741041 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.09.2014 EP 1405463**

54 Título: **Selección dinámica de frecuencia con recuperación para una red inalámbrica de conjunto de servicios básicos**

30 Prioridad:

02.07.2001 US 302628 P
07.03.2002 US 93300

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.11.2014

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
HIGH TECH CAMPUS 5
5656 AE EINDHOVEN, NL

72 Inventor/es:

SOOMRO, AMJAD y
CHOI, SUNGHYUN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 523 137 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

Selección dinámica de frecuencia con recuperación para una red inalámbrica de conjunto de servicios básicos

5 La presente invención se refiere, en general, a redes inalámbricas de área local y, más específicamente, a usar selección dinámica de frecuencia en redes inalámbricas de área local.

10 En la actualidad, las redes inalámbricas de área local (WLAN) se implementan generalmente según la norma 802.11-1999 del Instituto de Ingenieros en Electricidad y en Electrónica (IEEE), denominada frecuentemente como "fidelidad inalámbrica" o "WiFi". Las implementaciones contemporáneas siguen generalmente la norma IEEE 802.11b, que define redes inalámbricas de área local para la banda de 2,4 gigahercios (GHz). Sin embargo, la(s) banda(s) de 5 gigahercios (5,15 – 5,25 GHz, 5,25 – 5,35 GHz y 5,725 – 5,825 GHz en los Estados Unidos; 5,15 – 5,35 GHz y 5,470 – 5,725 GHz en Europa; y 5,15 – 5,25 GHz en Japón) ofrece(n) mejores perspectivas para mayores velocidades de transmisión de datos y menos comunicaciones perturbadoras.

15 Han surgido dos normas contrapuestas para las redes inalámbricas de área local en la(s) banda(s) de 5 gigahercios: implementaciones de la norma IEEE 802.11a están desarrollándose actualmente para usarse en los Estados Unidos, mientras que el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI) ha promulgado la versión 2 de la norma de Red de Área Local de Radio Europea de Alto Rendimiento (HiperLAN2). Ambas normas están basadas en multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) para la capa física (PHY) y ambas permiten velocidades de transmisión de datos de hasta 54 megabits por segundo (Mbps).

20 Mientras que la norma IEEE 802.11a utiliza una forma de acceso múltiple por detección de portadora con evitación de colisiones (CSMA/CA) similar a Ethernet, HiperLAN2 define una arquitectura de tipo modo de transferencia asíncrona (ATM) más adecuada para aplicaciones multimedia y de voz e implementa una capa de control de acceso al medio (MAC) más sofisticada. Asimismo, además de ofrecer comunicaciones isócronas que proporcionan una calidad de servicio (QoS) intrínseca, HiperLAN2 implementa selección dinámica de frecuencia (DFS) para reducir las interferencias y permitir una mejor utilización del espectro, así como control de potencia de transmisión (TPC) para ajustar el nivel de salida de potencia. Estas características tienen como objetivo permitir comunicaciones sin interrupciones entre redes celulares de tercera generación (3G) y redes privadas.

25 Actualmente están desarrollándose dispositivos de circuitos integrados de modo dual que pueden soportar tanto la norma IEEE 802.11a como la norma HiperLAN2, y se está tratando de incorporar características ventajosas de la norma HiperLAN2 en implementaciones IEEE 802.11a. En particular, se ha formado el grupo de trabajo IEEE 35 802.11, Grupo de Tarea H (TGh), para desarrollar una norma (IEEE 802.11h) para la incorporación opcional de la selección dinámica de frecuencia y el control de potencia de transmisión en implementaciones IEEE 802.11a. Además, las interferencias con otros operadores de licencia primaria dentro de una banda deben detectarse y evitarse en algunos dominios reguladores.

40 En el documento "*Transmitter power control (TPC) and dynamic frequency selection (DFS) joint proposal for 802.11h WLAN*", IEEE 802.11-01/169, 12 de marzo de 2001, páginas 1 a 16, se propone un mecanismo de selección dinámica de frecuencia para WLAN que siguen la norma 802.11h. En la propuesta, un mecanismo DFS está compuesto por las siete etapas siguientes: inicio de una selección de nuevo canal; solicitud de mediciones de canal por parte de AP; proceso de medición de canal; notificaciones de medición de STA; toma de decisiones por parte de AP; anuncio de cambio de canal por parte de AP; y conmutación al nuevo canal. En el documento se introducen dos nuevas tramas de gestión, así como varios elementos de información nuevos, que se usan junto con las tramas de gestión, las tramas de baliza y las tramas de respuesta de sonda definidas. Las dos nuevas tramas de gestión son una trama de solicitud de medición de canal y una trama de notificación de medición de canal. En las tramas de baliza y de respuesta de sonda se introduce un elemento de información de cambio de canal que comprende un anuncio de cambio de canal.

55 Por lo tanto, en la técnica se necesita incorporar la selección dinámica de frecuencia en arquitecturas de conjunto de servicios básicos (BSS) y de conjunto de servicios básicos independientes (IBSS) para redes inalámbricas de área local.

Este problema se soluciona proporcionando un sistema según la reivindicación 1.

60 Para abordar las deficiencias de la técnica anterior mencionadas anteriormente, un objeto principal de la presente invención es proporcionar, para su uso en una red de conjunto de servicios básicos independientes (IBSS), un proceso de selección dinámica de frecuencia (DFS) habilitado por un elemento DFS en tramas de baliza y de respuesta de sonda que define un titular de DFS, un intervalo DFS que especifica el tiempo hasta el cambio de canal en intervalos de baliza, un contador DFS que especifica un tiempo en intervalos de baliza hasta que el titular de la selección dinámica de frecuencia inicie la selección de la siguiente frecuencia de canal de funcionamiento a partir del conjunto de canales permitidos, y un intervalo de recuperación DFS que especifica un tiempo después del final del intervalo DFS en el que se inician procedimientos de recuperación si no se ha recibido ninguna información de

cambio de canal durante el pasado intervalo DFS. La información de cambio de canal está incluida en balizas tras el final del proceso de selección de canal y en balizas durante el intervalo de recuperación DFS.

Lo anterior ha expuesto en términos generales las características y las ventajas técnicas de la presente invención para que los expertos en la técnica puedan entender mejor la siguiente descripción detallada de la invención. Posteriormente se describirán características y ventajas adicionales de la invención que forman el contenido de las reivindicaciones de la invención. Los expertos en la técnica apreciarán que pueden usar fácilmente el concepto y la realización específica dados a conocer como base para modificar o diseñar otras estructuras para llevar a cabo los mismos objetivos de la presente invención. Los expertos en la técnica también se percatarán de que tales construcciones equivalentes no se apartan del espíritu y el alcance de la invención en su forma más genérica.

Antes de abordar la descripción detallada de la invención, puede ser ventajoso presentar definiciones de determinadas palabras o expresiones usadas a lo largo de este documento de patente: los términos "incluir" y "comprender", así como sus derivados, significan inclusión sin limitación; el término "o" es inclusivo y significa y/o; las expresiones "asociado con" y "asociado con el mismo", así como sus derivados, pueden significar incluir, estar incluido en, interconectar con, contener, estar contenido en, conectar a o con, acoplar a o con, estar en comunicación con, actuar conjuntamente con, intercalar, yuxtaponer, ser próximo a, estar sujeto a o con, tener, tener la propiedad de, o similares; y el término "controlador" significa cualquier dispositivo, sistema o parte del mismo que controla al menos una operación, tanto si tal dispositivo está implementado en hardware, firmware, software o alguna combinación de al menos dos de los mismos. Debe observarse que la funcionalidad asociada a cualquier controlador particular puede estar centralizada o distribuida, ya sea de manera local o remota. A lo largo de este documento de patente se proporcionan definiciones de determinadas palabras y expresiones, y los expertos en la técnica entenderán que tales definiciones se aplican en muchos casos, si no en la mayoría, a usos tanto anteriores como futuros de tales palabras y expresiones definidas.

Para un entendimiento más completo de la presente invención, y de las ventajas de la misma, a continuación se hace referencia a las siguientes descripciones tomadas junto con los dibujos adjuntos, donde los mismos números designan los mismos objetos, y en los que:

La Fig. 1 ilustra sistemas de comunicaciones inalámbricas en modos BSS e IBSS que utilizan selección dinámica de frecuencia según una realización de la presente invención.

La Fig. 2 es un diagrama de estructura de datos de la parte de elemento DFS de tramas de baliza y de respuesta de sonda utilizadas en comunicaciones inalámbricas con selección dinámica de frecuencia según una realización de la presente invención.

Las Fig. 3A a 3D ilustran un diagrama de flujo de alto nivel para un proceso que utiliza tramas de baliza con un elemento DFS en una red IBSS según una realización de la presente invención.

La Fig. 4 ilustra un diagrama de tiempos para la selección dinámica de frecuencia en una red IBSS según una realización de la presente invención.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo de alto nivel para un proceso de selección de canal para una red inalámbrica que utiliza selección dinámica de frecuencia según una realización de la presente invención.

Las Fig. 1 a 5, descritas posteriormente, y las diversas realizaciones usadas para describir los principios de la presente invención en este documento de patente se presentan solamente a modo de ilustración y no debe considerarse que limitan de manera alguna el alcance de la invención. Los expertos en la técnica entenderán que los principios de la presente invención pueden implementarse en cualquier dispositivo dispuesto de manera adecuada.

La Fig. 1 ilustra un sistema de comunicaciones inalámbricas que utiliza selección dinámica de frecuencia según una realización de la presente invención. El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 está implementado según la edición de 1999 de la norma IEEE 802.11 con la funcionalidad y/o modificaciones adicionales descritas posteriormente en mayor detalle. Por consiguiente, el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 de la realización a modo de ejemplo incluye una pluralidad de redes inalámbricas 101, 102 y 103, cada una comprendiendo una red de conjunto de servicios básicos (BSS) que incluye una pluralidad de estaciones (STA) 104-105, 106-107 y 108-109, respectivamente, en comunicación inalámbrica entre sí. La red inalámbrica 101 incluye solamente estaciones 104-105 en comunicación inalámbrica entre sí y proporcionando cada una solamente servicios de estación (SS) tales como autenticación (sistema abierto o clave compartida), desautenticación, privacidad (opcional) utilizando el algoritmo de privacidad equivalente cableada (WEP) y distribución de datos. La red inalámbrica 101 forma por tanto una red de conjunto de servicios básicos independientes (IBSS). La presente invención está dirigida principalmente al funcionamiento de redes inalámbricas en modo IBSS, pero también puede aplicarse a redes inalámbricas que funcionan en modo BSS.

Por otro lado, las redes inalámbricas 102 y 103 incluyen cada una al menos una estación 107 y 108, respectivamente, que sirven como un punto de acceso (AP) a un sistema de distribución (DS) 110 que enlaza las dos redes inalámbricas 102 y 103. El sistema de distribución 110 puede ser cualquier medio adecuado mediante el cual los puntos de acceso se comunican entre sí para intercambiar tramas para estaciones de sus redes respectivas de conjunto de servicios básicos, reenviar tramas para seguir a estaciones móviles que pasan de una red de conjunto de servicios básicos a otra y, opcionalmente, intercambiar tramas con una red externa/cableada (servicio

de integración). Por tanto, el sistema de distribución 110 puede ser, por ejemplo, una red de área local (LAN) cableada tal como una red IEEE 802.X, donde X denota una versión distinta a la norma IEEE 802.11 que puede aplicarse a redes cableadas, o una red IEEE 803.2.

5 Mientras que las estaciones 106 y 109 de las redes inalámbricas 102 y 103 solo proporcionan servicios de estación como las estaciones 104-105 de la red inalámbrica 101, las estaciones 107 y 108 de las redes inalámbricas 102 y 103 proporcionan servicios de estación y, junto con el sistema de distribución 110, servicios de sistema de distribución (DSS) tales como asociación, disociación, reasociación, distribución e integración. Las redes inalámbricas 102 y 103 forman por tanto redes de conjunto de servicios básicos de infraestructura y, junto con el sistema de distribución 110, una red de conjunto de servicios extendidos (ESS) 111.

15 Según la norma IEEE 802.11, las comunicaciones inalámbricas en las redes inalámbricas 101 a 103 utilizan una capa de control de acceso al medio (MAC) y una capa física (PHY) para proporcionar una distribución de datos asíncrona, de mayor esfuerzo y sin conexión utilizando acceso múltiple por detección de portadora con evitación de colisiones (CSMA/CA).

20 La norma IEEE 802.11 actual incluye un mecanismo para explorar canales antes de iniciar una red BSS o IBSS. El canal de funcionamiento no varía a lo largo de la vida útil de la red y solo puede cambiarse deteniendo la red e iniciando después una nueva red, un proceso lento que además interrumpe el tráfico de la red. Para obtener la aprobación de nuevas asignaciones de espectro (tales como la banda de 5 GHz) a través de organismos reguladores tanto europeos como estadounidenses y de otras regiones geográficas, se necesita un medio para detectar o inferir la presencia de otros operadores con licencia en el canal de funcionamiento actual, junto con la capacidad de conmutar de manera selectiva a un nuevo canal para evitar interferencias si tales otros usuarios con licencia están presentes. Además, el cambio a un nuevo canal de funcionamiento también puede ser deseable por otros motivos, tales como, por ejemplo, obtener mejores condiciones de canal, como una relación de señal a ruido.

25 Por lo tanto, es deseable incorporar un mecanismo en la norma IEEE 802.11 actual que permita que una red inalámbrica en funcionamiento conmute a un nuevo canal de frecuencia sin interrumpir el funcionamiento actual de la red. Por consiguiente, el sistema inalámbrico 100 de la presente invención utiliza selección dinámica de frecuencia, como se describe posteriormente en mayor detalle.

30 Los expertos en la técnica reconocerán que no se ilustra o describe en su totalidad toda la estructura y el funcionamiento de un sistema inalámbrico. En el presente documento solo se ilustra y se describe la estructura y el funcionamiento conocidos de redes inalámbricas en la medida en que son particulares de la presente invención o necesarios para el entendimiento de la presente invención.

35 Al menos una estación de cada una de las redes inalámbricas 101 a 103 (normalmente la estación iniciadora en una red de conjunto de servicios básicos independientes y el (los) punto(s) de acceso de cada red de conjunto de servicios básicos de infraestructura que forma(n) parte de una red de conjunto de servicios extendidos) transmite una trama de gestión de clase 1 de subtipo baliza a intervalos periódicos para "difundir" las capacidades de interconexión inalámbrica.

40 Además, las estaciones inalámbricas que tratan de iniciar comunicaciones de red inalámbricas con las redes inalámbricas 101 a 103 transmiten tramas de solicitud de sonda, a las que al menos una estación de la red inalámbrica receptora 101 a 103 responde con una trama de gestión de subtipo respuesta de sonda. Los expertos en la técnica reconocerán que el contenido de las tramas de baliza y de respuesta de sonda IEEE 802.11 es sustancialmente similar. Al igual que todas las tramas de gestión IEEE 802.11, cada trama de baliza y de respuesta de sonda comienza con una cabecera de control de acceso al medio (MAC) que incluye control de trama, duración de trama, dirección de destino (DA), dirección origen (SA), identificación de conjunto de servicios básicos (BSSID) e información de control de secuencia, y termina con una secuencia de comprobación de trama (FCS).

45 Los cuerpos de las tramas de baliza y de respuesta de sonda contienen elementos similares que incluyen una indicación de tiempo, un intervalo de baliza, información de capacidad, identificación de conjunto de servicios (SSID), una identificación de velocidades soportadas, un conjunto de parámetros de saltos de frecuencia (FH) en tramas de estaciones que utilizan una capa física (PHY) de saltos de frecuencia, parámetros de secuencia directa (DS) en tramas de estaciones que utilizan una capa física (PHY) de secuencia directa, un conjunto de parámetros sin contenciones (CF) en tramas de puntos de acceso que soportan la función de coordinación de puntos (PCF) y un conjunto de parámetros de conjunto de servicios básicos independientes en tramas de estaciones de una red IBSS. En la presente invención, los cuerpos de trama de baliza y de respuesta de sonda incluyen además un conjunto de parámetros DFS como el descrito posteriormente en mayor detalle, ya sea además de o en lugar de otros conjuntos de parámetros, en tramas procedentes de estaciones (STA).

50 La Fig. 2 es un diagrama de estructura de datos de tramas de baliza y de respuesta de sonda utilizadas en comunicaciones inalámbricas con selección dinámica de frecuencia según una realización de la presente invención. Las tramas de baliza y de respuesta de sonda transmitidas en redes inalámbricas 101 a 103 incluyen, dentro del cuerpo de la trama, un elemento DFS 200. El elemento DFS 200 incluye un identificador de elemento (2 octetos) y

un parámetro de longitud (1 octeto), dirección de titular (6 octetos), un parámetro de intervalo DFS (2 octetos), un parámetro de contador DFS (2 octetos) y un parámetro de intervalo de recuperación DFS (1 octeto). Las longitudes de los campos se proporcionan simplemente con fines ilustrativos, pudiendo utilizarse asimismo de manera adecuada otras longitudes de campo usando los mismos conceptos.

5 La dirección de titular dentro del elemento DFS 200 indica la dirección de control de acceso al medio (MAC) del "titular" actual de la selección dinámica de frecuencia en una red BSS. En una red IBSS, por ejemplo, la STA que inicia la red IBSS introduce inicialmente su propia dirección MAC en el campo de titular. Después de un cambio de canal, la primera STA que transmite una trama de baliza incluye su propia dirección MAC en ese campo. En una red BSS de infraestructura, un punto de acceso (AP) sirve como el titular de DFS. El titular de DFS es responsable de las mediciones de canal, la selección del nuevo canal y el anuncio del nuevo canal.

15 El intervalo DFS indica la duración máxima (en intervalos de baliza) durante la cual una red BSS o IBSS permanece en un canal de frecuencia particular en funcionamiento normal. En una red IBSS, el valor de intervalo DFS es establecido por la STA que inicia la red IBSS. En una red BSS de infraestructura, un AP establece el valor de intervalo DFS. El valor de intervalo DFS necesita satisfacer requisitos reguladores aplicables, tales como los promulgados por la Comisión Europea de Radiocomunicaciones (ERC), si los hubiera.

20 El valor de contador DFS (que debe ser inferior o igual al valor de intervalo DFS) indica el número de intervalos de baliza que quedan antes de que el titular de DFS actual inicie la selección del siguiente canal de frecuencia. Si es cero, el contador DFS indica que el titular de DFS está llevando a cabo o ya ha completado las mediciones de canal.

25 El intervalo de recuperación DFS indica el tiempo, en intervalos de baliza totales, después de que haya expirado el intervalo DFS, en que las STA conmutan a otro canal en caso de que no se haya recibido un anuncio de cambio de canal durante el pasado intervalo DFS. La estación que inicia la red BSS o IBSS determina el valor de intervalo de recuperación DFS, que debe satisfacer requisitos reguladores aplicables.

30 En la presente norma basada en la norma IEEE 802.11-1999, el mensaje de indicación de tráfico de anuncio (ATIM) heredado tiene un cuerpo de trama nulo. En su lugar, se utiliza un nuevo mensaje de indicación de tráfico de anuncio que incluye un elemento de información de anuncio de cambio de canal (CSAI).

35 Las Fig. 3A a 3D ilustran un diagrama de flujo de alto nivel para un proceso de utilización de tramas de baliza con un elemento DFS en una red IBSS según una realización de la presente invención. Los expertos en la técnica reconocerán que un proceso sustancialmente similar, modificado de manera adecuada, puede utilizarse para tramas de respuesta de sonda y/o redes BSS de infraestructura.

40 Haciendo referencia en primer lugar a la Fig. 3A, el proceso 300 comienza durante la fase de inicio IBSS (etapa 301) con la STA iniciando la red IBSS seleccionando un valor de intervalo DFS (etapa 302), junto con valores para el tamaño del intervalo de baliza y del mensaje de información de tráfico de anuncio (ATIM), los conjuntos de canales que serán permitidos por todas las estaciones de la red IBSS y el conjunto de velocidades básicas / conjunto de velocidades operativas de BSS, como en el caso de la norma IEEE 802.11-1999. La estación iniciadora se adueña del primer proceso de selección de canal e incluye su propia dirección MAC en el parámetro de dirección de titular de DFS del elemento de información DFS de la trama de baliza (etapa 303).

45 Después, la STA iniciadora transmite la trama de baliza de manera distribuida basándose en la regla de transmisión de balizas de la norma IEEE 802.11-1999 (etapa 304). Tras recibir una trama de baliza, cada STA receptora actualiza los valores de titular de DFS y de contador DFS almacenados localmente, es decir, sustituye la dirección de titular de DFS y el contador DFS anteriores con los nuevos valores encontrados en la trama de baliza recibida, sustituyendo de este modo al titular de DFS si es diferente del especificado en la baliza anterior recibida más recientemente.

50 En la situación normal, cualquier STA que transmita posteriormente una trama de baliza reduce en uno el valor del contador DFS de la trama transmitida, si el valor del contador DFS no es todavía igual a cero. Si el valor del contador DFS es cero, la baliza se transmite con un contador DFS de cero. Si cualquier STA experimenta malas condiciones de canal, esa estación puede reducir en un valor mayor que uno el valor del contador DFS, permitiendo que la red permanezca menos tiempo en un canal en el que una STA experimenta malas condiciones de canal, aunque posiblemente otras STA no experimentan dichas malas condiciones de canal.

60 Siempre que el valor del contador DFS no sea cero (etapa 305), las STA que transmiten tramas de baliza en intervalos de baliza siguen reduciendo el valor del contador DFS de la trama transmitida.

65 Haciendo referencia a la Fig. 3B, en la que las etapas 306 a 311 se aplican solamente a la STA titular de DFS y las etapas 312 a 318 se aplican a todas las STA diferentes al titular de DFS, justo después de recibir una baliza con un valor de contador DFS de cero, la STA titular de DFS de la red IBSS lleva a cabo mediciones de canal (etapa 306), si es necesario, para permitir la selección de un nuevo canal. El (los) canal(es) seleccionado(s) y medido(s) está(n) limitado(s) al conjunto de canales soportados BSS. Cuando la STA titular de DFS ha completado cualquier medición

requerida y la decisión de cambio de canal, la STA titular de DFS anuncia, en el canal actual, el siguiente canal a utilizar por la red IBSS a través de, según llegue primero, la siguiente trama de baliza o el elemento de información de anuncio de cambio de canal en una trama de gestión de anuncio de cambio de canal dirigida hacia la dirección de difusión (etapa 307). Posteriormente prosiguen las operaciones IBSS habituales (etapa 308).

5 Aunque la STA titular de DFS esté fuera del canal actual que realiza mediciones de canal y la selección del siguiente canal, las STA restantes se comunican del modo habitual, excepto que las tramas dirigidas a la STA titular de DFS son retenidas y almacenadas (etapa 312). Las tramas almacenadas pueden transmitirse a la STA titular de DFS cuando esa STA vuelve al canal actual (etapa 315), que es conocido por el destinatario de una trama de baliza o de gestión de anuncio de cambio de canal con un elemento de anuncio de cambio de canal de la STA titular de DFS (etapa 313). Siempre que no se reciba ningún anuncio de cambio de canal y no haya expirado el intervalo DFS (etapa 314), todas las STA diferentes al titular de DFS siguen comunicándose y almacenando tramas según sea necesario (etapa 312).

15 Todas las STA que reciben la trama de baliza o de gestión de anuncio de cambio de canal con el elemento de anuncio de cambio de canal de la STA titular de DFS siguen con el funcionamiento IBSS habitual (etapa 316) pero incluyen la información de cambio de canal en sus tramas de baliza posteriores (etapa 317) antes de que se alcance el tiempo de cambio de canal (etapa 318). Después del cambio de canal, ninguna STA incluirá tal información de cambio de canal en tramas de baliza hasta que se reciba otra trama de baliza o de gestión de anuncio de cambio de canal con un elemento de información de anuncio de cambio de canal, a no ser que se inicien procedimientos de recuperación como los descritos posteriormente.

20 Después de anunciar el cambio de canal, la STA titular de DFS prosigue con el funcionamiento IBSS habitual (etapa 308) pero busca en balizas posteriores de otras STA el elemento de información de anuncio de cambio de canal (etapa 309). Si una baliza posterior a la trama inicial de baliza o de gestión de anuncio de cambio de canal con el elemento de información de anuncio de cambio de canal no presenta el elemento de información de anuncio de cambio de canal, la STA titular de DFS transmite otra trama de gestión de anuncio de cambio de canal con el elemento de información de anuncio de cambio de canal (etapa 310). Esto puede ser necesario cuando una STA que no recibió la primera trama de baliza o de gestión de anuncio de cambio de canal con el elemento de información de anuncio de cambio de canal o las balizas siguientes con el elemento de información de anuncio de cambio de canal envía una baliza. La STA titular de DFS comprueba todas las balizas recibidas y retransmite la trama de gestión de anuncio de cambio de canal con el elemento de información de anuncio de cambio de canal hasta el tiempo de cambio de canal (etapa 311).

35 Haciendo referencia a continuación a la Fig. 3C, si la información de cambio de canal se ha recibido (etapa 319) antes de la expiración del intervalo DFS (etapa 311 y 318 en la Fig. 3B), todas las STA conmutan al canal de frecuencia anunciado en o justo antes del tiempo de transmisión de baliza objetivo / cambio de canal (etapa 320). La primera STA que transmite una baliza en el nuevo canal introduce su propia dirección MAC en el campo de dirección de titular (etapa 321), adueñándose del proceso de selección dinámica de frecuencia, y establece el valor del contador DFS. Aunque el valor del contador DFS puede fijarse a cualquier valor inferior al intervalo DFS, el contador DFS debe ser lo bastante elevado para permitir varias transmisiones de baliza con un valor de contador DFS distinto de cero. Asimismo, la duración total implicada por el contador DFS y la máxima duración de medición de la estación titular de DFS debería ser inferior al intervalo DFS en un margen suficiente para garantizar que el elemento de información de anuncio de cambio de canal se transmita varias veces en balizas para la red IBSS antes del cambio de canal.

40 La primera baliza transmitida en el nuevo canal puede no recibirse correctamente por una STA particular como resultado de errores de canal o colisiones. Esa STA, al transmitir una baliza posterior, creará por tanto erróneamente que la baliza que está transmitiéndose es la primera baliza en el nuevo canal. Para manejar tales errores de baliza, cualquier STA que reciba una baliza válida en el nuevo canal que contiene una dirección de titular de DFS diferente de una dirección de titular de DFS almacenada localmente actualizará la información almacenada localmente con la nueva información de la baliza. Con un número suficiente de intervalos de baliza en el nuevo canal, la posibilidad de tener alguna discrepancia en las direcciones de titular de DFS almacenadas localmente en las STA del IBSS es mínima.

55 Por consiguiente, las STA que transmiten balizas después de la primera baliza en el nuevo canal reducen el contador DFS (etapa 322), y las operaciones IBSS prosiguen de la manera habitual (etapa 323) excepto que todas las STA que reciban alguna baliza en el nuevo canal comprueban la dirección de titular de DFS de la baliza con la información almacenada localmente (etapa 324). Si las dos direcciones de titular de DFS son diferentes, la dirección de titular de DFS y el valor de contador DFS almacenados localmente son actualizados con la baliza recibida (etapa 325). Si las dos direcciones de titular de DFS son idénticas, el valor de contador DFS almacenado localmente se actualiza con la baliza recibida (etapa 335).

65 Asimismo, cualquier información de cambio de canal recibida, tal como frecuencia de nuevo canal, tiempo de cambio de canal, etc., en la trama de baliza o de gestión de anuncio de cambio de canal más reciente se utiliza para actualizar la información de cambio de canal almacenada localmente. Cuando el valor de contador de DFS en el

nuevo canal llega a cero (etapa 326), el proceso de medición y de selección de canal se repite, seguido del anuncio de cambio de canal y la conmutación al nuevo canal.

Haciendo referencia a la Fig. 3D, si una STA no ha recibido una trama de gestión de anuncio de cambio de canal o una baliza que contiene un elemento de información de anuncio de cambio de canal antes de la expiración del intervalo DFS actual (etapa 319 en la Fig. 3C), esa STA lleva a cabo un procedimiento de recuperación DFS. Durante la recuperación DFS, la primera STA en transmitir con éxito una baliza incluye su propia dirección MAC en el campo de titular de DFS del elemento DFS (etapa 327). La primera STA en transmitir con éxito una baliza también establece los valores de contador DFS y de contador de cambio de canal, e incluye información de cambio de canal en la baliza basándose en su propia información acerca de otras condiciones de canal, que debería estar disponible para cualquier STA incluso si no está actualizada (etapa 328).

La primera baliza durante el periodo de recuperación DFS establece el valor inicial de contador DFS del elemento DFS y el valor inicial de contador de cambio de canal del elemento de información de cambio de canal como específica el campo de intervalo de recuperación DFS del elemento DFS para facilitar un cambio de canal. El funcionamiento IBSS habitual continua (etapa 329), excepto que la información de cambio de canal y de titular de DFS se repite en balizas subsiguientes (etapa 330), y el contador DFS y el contador de cambio de canal se reducen en cada baliza de la manera descrita anteriormente. Durante los procedimientos de recuperación, una STA que recibe una baliza que contiene una dirección de titular de DFS diferente o información de conmutación de canal diferente a la que está almacenada localmente actualiza los valores locales con los de la baliza y trata de transmitir la siguiente baliza con la información actualizada. Cuando el valor del contador de cambio de canal es igual a cero (etapa 331), todas las STA conmutan al siguiente canal (etapa 320 en la Fig. 3C).

La Fig. 4 ilustra un diagrama de tiempos para la selección dinámica de frecuencia en una red IBSS según una realización de la presente invención. Se ilustran las relaciones de parámetros DFS para un periodo de canal en una red IBSS. El periodo de canal, un intervalo DFS, comienza con una baliza transmitida por el titular de DFS para el periodo de canal. La titularidad del proceso DFS, una vez adquirido por una STA, permanece hasta el final del intervalo DFS a no ser que cambie según las reglas descritas anteriormente (por ejemplo, una baliza es transmitida con una dirección de titular de DFS diferente a la de la primera baliza transmitida).

Las balizas siguen transmitiéndose por STA diferentes a la STA titular de DFS durante la vida útil de la red IBSS. El titular de DFS lleva a cabo cualquier medición de canal requerida y selecciona el nuevo canal, transmitiendo posteriormente una trama de gestión de anuncio de cambio de canal con la información de frecuencia de nuevo canal en la realización a modo de ejemplo.

Las balizas posteriores al anuncio de cambio de canal deben contener la información de cambio de canal del anuncio de cambio de canal. Cada vez que una baliza no incluya la información de cambio de canal, el anuncio de cambio de canal puede repetirse. En el instante del cambio de canal anunciado, todas las STA conmutan al nuevo canal.

El intervalo de recuperación DFS sigue al intervalo DFS. Las balizas transmitidas durante el intervalo de recuperación DFS incluyen la información de anuncio de cambio de canal.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo de alto nivel para un proceso de selección de canal para una red inalámbrica que utiliza selección dinámica de frecuencia según una realización de la presente invención. El proceso 500 se lleva a cabo por el titular de DFS para determinar el siguiente canal (etapa 307 en la Fig. 3A), y comienza realizando la selección de canal (etapa 501) mediante la transmisión o recepción de una baliza que contiene un valor de contador DFS de cero.

Un canal del conjunto de canales soportados se selecciona de manera aleatoria, o al menos de manera pseudoaleatoria, para realizar pruebas (etapa 502) y se miden las condiciones de canal para el canal seleccionado (etapa 503). Si la condición de canal medida no supera, o al menos es igual a, una condición de umbral (etapa 504), se selecciona y se mide otro canal del conjunto de canales soportados. En caso contrario, el canal probado se selecciona como el nuevo canal (etapa 505) y el proceso de selección de canal se vuelve inactivo hasta que sea activado de nuevo por una baliza que contenga un valor de contador DFS de cero. Este proceso de selección de canal minimiza el tiempo de medición de canal.

La presente invención permite incorporar la selección dinámica de frecuencia en redes inalámbricas IEEE 802.11 mediante un pequeño cambio en la norma IEEE 802.11, de modo que una implementación IEEE 802.11 existente puede modificarse fácilmente para incorporar la presente invención. La presente invención consigue una selección dinámica de frecuencia de manera distribuida en una red IBSS, donde los cambios de canal tienen un impacto mínimo en las operaciones de red existentes.

Es importante observar que aunque la presente invención se ha descrito en el contexto de un sistema completamente funcional, los expertos en la técnica apreciarán que al menos partes del mecanismo de la presente invención pueden distribuirse en forma de medio usable por máquina que contiene instrucciones de varias formas, y

5 que la presente invención se aplica asimismo independientemente del tipo particular de medio portador de señales utilizado para llevar a cabo realmente la distribución. Ejemplos de medios usables por máquina incluyen: medios no volátiles preprogramados tales como memorias de solo lectura (ROM) o memorias de solo lectura borrables eléctricamente programables (EEPROM), medios de grabación tales como discos flexibles, unidades de disco duro y memorias de solo lectura de disco compacto (CD-ROM) o discos versátiles digitales (DVD), y medios de transmisión tales como enlaces de comunicación digitales y analógicos.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema de comunicaciones inalámbricas (100), que comprende:

5 una pluralidad de estaciones (104-105, 106-107) que están dispuestas para transmitir una trama de gestión (200) y para conmutar a un siguiente canal en un instante de cambio de canal anunciado, caracterizado porque al menos una estación (104, 107) de la pluralidad de estaciones está dispuesta para incluir en la trama de gestión (200) transmitida por la al menos una estación un elemento de selección dinámica de frecuencia que se define a sí mismo como un titular de selección dinámica de frecuencia, y para transmitir un anuncio de cambio de canal que identifica un siguiente canal y un instante de cambio de canal tras seleccionar el siguiente canal, y cada estación (104-105, 106-107) de la pluralidad de estaciones está dispuesta para, tras recibir la trama de gestión (200), actualizar un titular de selección dinámica de frecuencia almacenado localmente con un nuevo valor encontrado en la trama de gestión recibida, y para incluir el elemento de selección dinámica de frecuencia en tramas de gestión subsiguientes (200) transmitidas por la estación respectiva hasta el instante de cambio de canal.

2.- El sistema de comunicaciones inalámbricas (100) según la reivindicación 1, en el que el titular de la selección dinámica de frecuencia, tras detectar una baliza sin información de cambio de canal tras la transmisión del anuncio de cambio de canal, retransmite el anuncio de cambio de canal.

3.- El sistema de comunicaciones inalámbricas (100) según la reivindicación 1, en el que una estación (104, 107) que es la primera en transmitir una baliza tras conmutar al siguiente canal pasa a ser el titular inicial de la selección dinámica de frecuencia durante un intervalo de selección dinámica de frecuencia.

4.- El sistema de comunicaciones inalámbricas (100) según la reivindicación 3, en el que una estación (105, 106) que transmite una baliza con un elemento de selección dinámica de frecuencia que define esa estación como el titular de la selección dinámica de frecuencia pasa a ser el titular de la selección dinámica de frecuencia.

5.- El sistema de comunicaciones inalámbricas (100) según la reivindicación 1, en el que el elemento de selección dinámica de frecuencia define además:

un intervalo de selección dinámica de frecuencia que especifica un periodo máximo durante el cual un canal será utilizado por estaciones (104-105, 106-107) del sistema de comunicaciones inalámbricas (100), un contador de selección dinámica de frecuencia que especifica el tiempo restante hasta el inicio de la selección dinámica de frecuencia del siguiente canal, y un intervalo de recuperación de selección dinámica de frecuencia que especifica el tiempo en que se inician los procedimientos de recuperación si no se recibe ninguna información de cambio de canal.

6.- El sistema de comunicaciones inalámbricas (100) según la reivindicación 1, en el que, si una estación (105, 106) no ha recibido un anuncio de cambio de canal antes del final del intervalo de recuperación de selección dinámica de frecuencia, esa estación (105, 106) transmite una baliza tras el final del intervalo de recuperación de selección dinámica de frecuencia, asume la titularidad de la selección dinámica de frecuencia e incluye el elemento de selección dinámica de frecuencia en la baliza.

7.- El sistema de comunicaciones inalámbricas (100) según la reivindicación 6, en el que la estación (105, 106), tras haber asumido la titularidad de la selección dinámica de frecuencia, establece el contador de selección dinámica de frecuencia y un contador de cambio de canal igual al valor de intervalo de selección dinámica de frecuencia, y transmite un anuncio de cambio de canal.

8.- El sistema de comunicaciones inalámbricas (100) según la reivindicación 7, en el que estaciones (105, 106) diferentes al titular de la selección dinámica de frecuencia reducen el contador de selección dinámica de frecuencia e incluyen el elemento de selección dinámica de frecuencia en cualquier baliza transmitida por tal estación (105, 106), e incluyen cualquier anuncio de cambio de canal recibido en cualquier baliza transmitida por tal estación (105, 106) antes del final del intervalo de selección dinámica de frecuencia.

9.- Un procedimiento de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

transmitir de manera inalámbrica una trama de gestión (200) de al menos una estación (104, 107) de una pluralidad de estaciones (104-105, 106-107) que forman un sistema de comunicaciones inalámbricas (100), y conmutar la pluralidad de estaciones a un siguiente canal en un instante de cambio de canal anunciado, caracterizado por incluir en la trama de gestión (200) transmitida desde la al menos una estación un elemento de selección dinámica de frecuencia que se define a sí mismo como un titular de selección dinámica de frecuencia, y transmitir un anuncio de cambio de canal que identifica un siguiente canal y un instante de cambio de canal tras seleccionar el siguiente canal, y

tras recibir una estación la trama de gestión (200), actualizar un titular de selección dinámica de frecuencia almacenado localmente con un nuevo valor encontrado en la trama de gestión recibida, e incluir el elemento de selección dinámica de frecuencia en tramas de gestión subsiguientes (200) transmitidas por la estación respectiva hasta el instante de cambio de canal.

5 10.- El procedimiento según la reivindicación 9, que comprende además:
tras detectar una baliza sin información de cambio de canal tras la transmisión del anuncio de cambio de canal, retransmitir el anuncio de cambio de canal del titular de la selección dinámica de frecuencia.

10 11.- El procedimiento según la reivindicación 9, en el que una estación (104, 107) que es la primera en transmitir una baliza tras conmutar al siguiente canal pasa a ser el titular inicial de la selección dinámica de frecuencia durante un intervalo de selección dinámica de frecuencia.

15 12.- El procedimiento según la reivindicación 10, en el que una estación (105, 106) que transmite una baliza con un elemento de selección dinámica de frecuencia que define esa estación como el titular de la selección dinámica de frecuencia pasa a ser el titular de la selección dinámica de frecuencia.

20 13.- El procedimiento de comunicaciones inalámbricas según la reivindicación 9, en el que el elemento de selección dinámica de frecuencia define además:

un intervalo de selección dinámica de frecuencia que especifica un periodo máximo durante el cual un canal será utilizado por estaciones (104-105, 106-107) del sistema de comunicaciones inalámbricas (100),
un contador de selección dinámica de frecuencia que especifica el tiempo restante hasta el inicio de la selección dinámica del siguiente canal, y
un intervalo de recuperación de selección dinámica de frecuencia que especifica el tiempo en que se inician los procedimientos de recuperación si no se recibe ninguna información de cambio de canal.

30 14.- El procedimiento según la reivindicación 13, en el que, si una estación (105, 106) no ha recibido un anuncio de cambio de canal antes del final del intervalo de recuperación de selección dinámica de frecuencia, esa estación (105, 106) transmite una baliza tras el final del intervalo de recuperación de selección dinámica de frecuencia, asume la titularidad de la selección dinámica de frecuencia e incluye el elemento de selección dinámica de frecuencia en la baliza.

35 15.- El procedimiento según la reivindicación 13, en el que la estación, tras haber asumido la titularidad de la selección dinámica de frecuencia, establece el contador de selección dinámica de frecuencia y un contador de cambio de canal igual al valor de intervalo de selección dinámica de frecuencia, y transmite un anuncio de cambio de canal.

40 16.- El procedimiento según la reivindicación 13, en el que estaciones (105, 106) diferentes al titular de la selección dinámica de frecuencia reducen el contador de selección dinámica de frecuencia e incluyen el elemento de selección dinámica de frecuencia en cualquier baliza transmitida por tal estación (105, 106), e incluyen cualquier anuncio de cambio de canal recibido en cualquier baliza transmitida por tal estación (105, 106) antes del final del intervalo de selección dinámica de frecuencia.

45 17.- El procedimiento según la reivindicación 9, en el que la trama de gestión (200) es una trama de baliza o de respuesta de sonda.

50 18.- El procedimiento según la reivindicación 17, en el que la trama de gestión (200) es una trama de baliza posterior a la primera trama de baliza durante un intervalo de selección dinámica de frecuencia.

55 19.- El procedimiento según la reivindicación 9, en el que el anuncio de cambio de canal comprende una identificación de un siguiente canal que será utilizado por estaciones (104 a 109) del sistema de comunicaciones inalámbricas (100) durante un siguiente intervalo de selección dinámica de frecuencia.

20.- El procedimiento según la reivindicación 19, en el que la trama de gestión (200) es una trama de gestión de baliza (200) transmitida después de un anuncio de cambio de canal durante el intervalo de selección dinámica de frecuencia.

60 21.- Una estación (104, 106) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

medios para transmitir de manera inalámbrica una trama de gestión (200), y
medios para conmutar a un siguiente canal en un instante de cambio de canal anunciado, caracterizada porque comprende además
medios para incluir en la trama de gestión transmitida por la estación un elemento de selección dinámica de frecuencia que se define a sí mismo como un titular de selección dinámica de frecuencia, y para transmitir un

- 5 anuncio de cambio de canal que identifica un siguiente canal y un instante de cambio de canal tras seleccionar el siguiente canal, y medios para recibir una trama de gestión (200), actualizar un titular de selección dinámica de frecuencia almacenado localmente con un nuevo valor encontrado en la trama de gestión recibida, e incluir el elemento recibido de selección dinámica de frecuencia en tramas de gestión subsiguientes (200) transmitidas por la estación hasta el instante de cambio de canal.

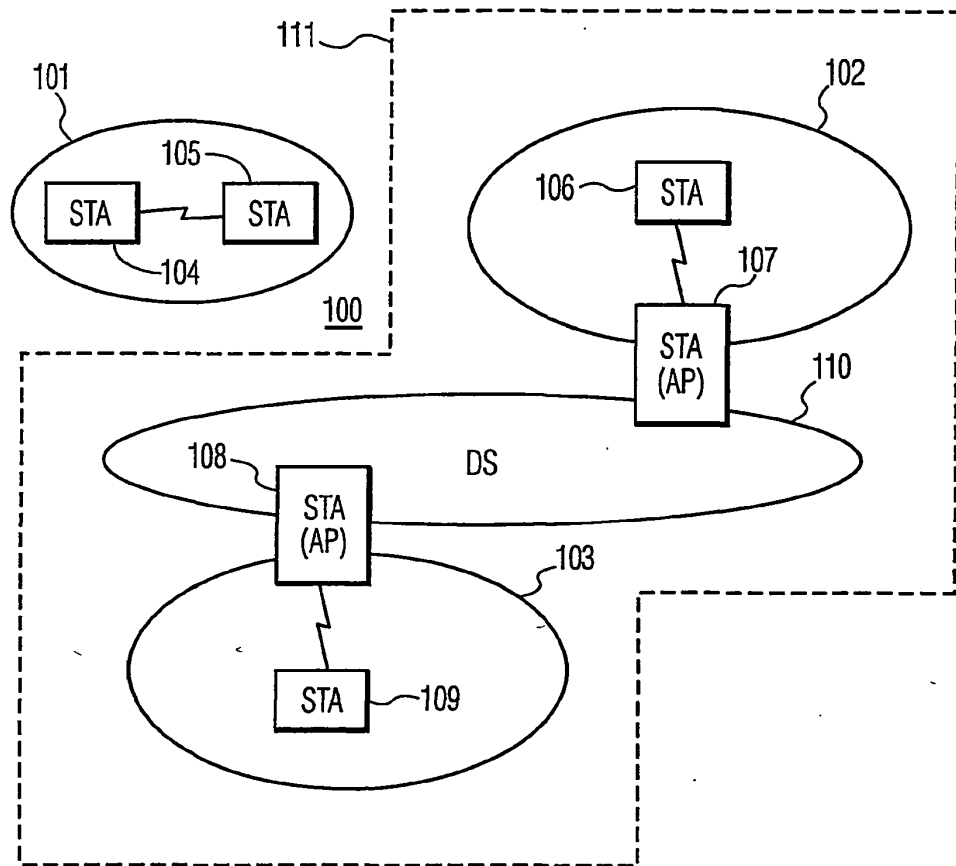


FIG. 1

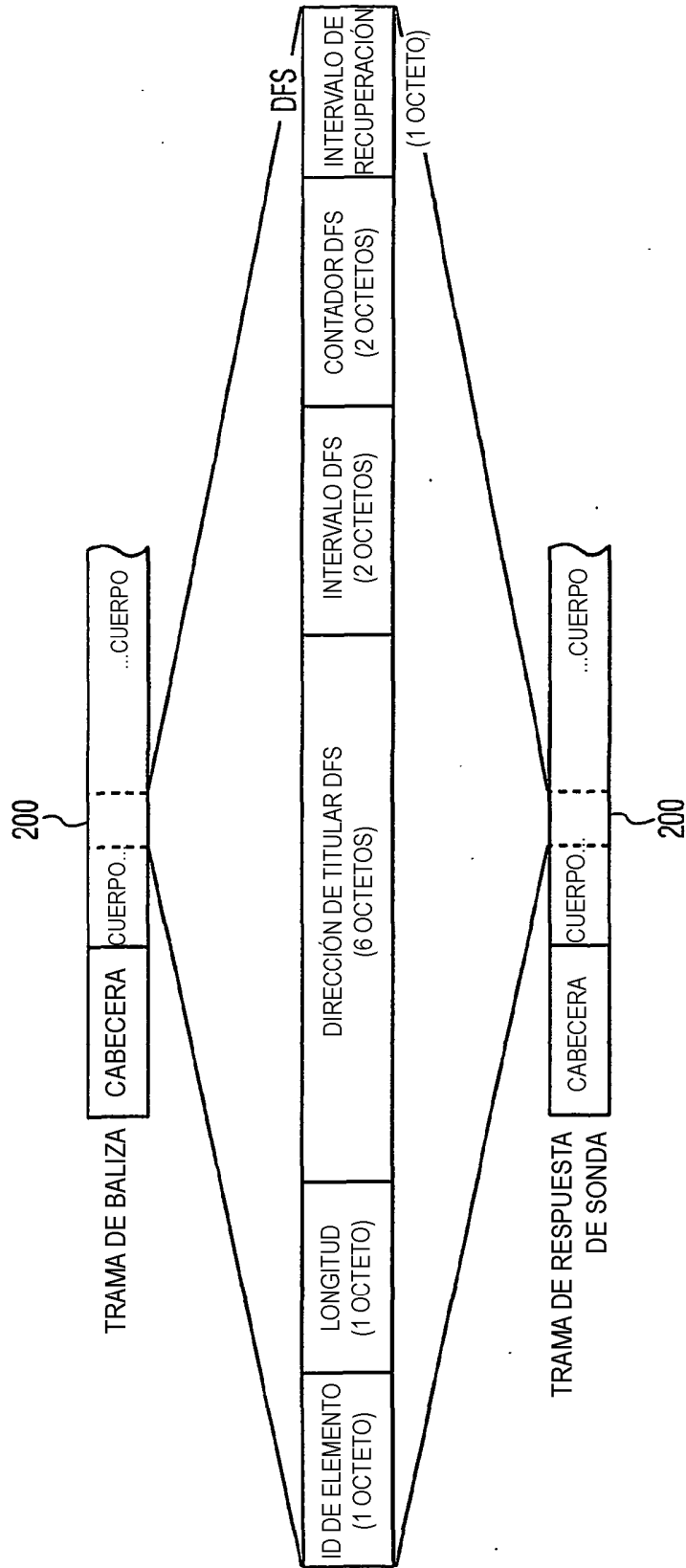


FIG. 2

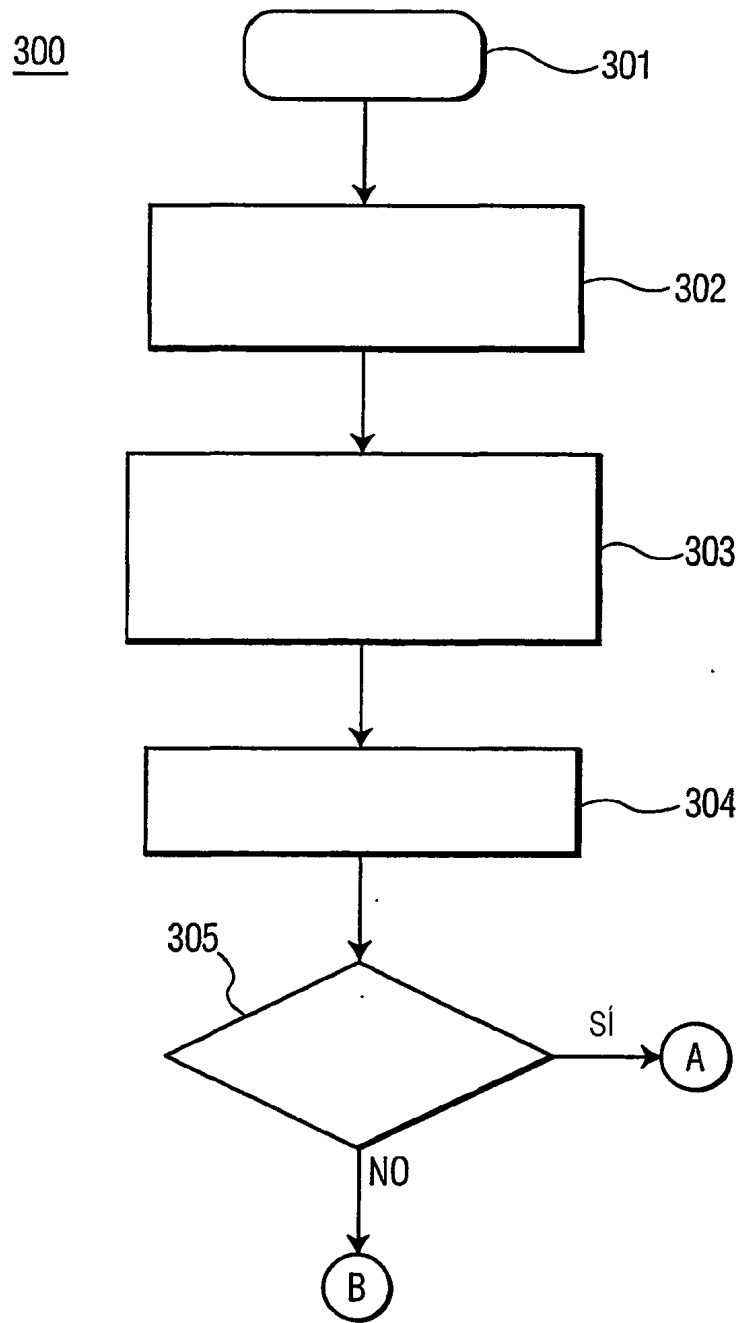


FIG. 3A

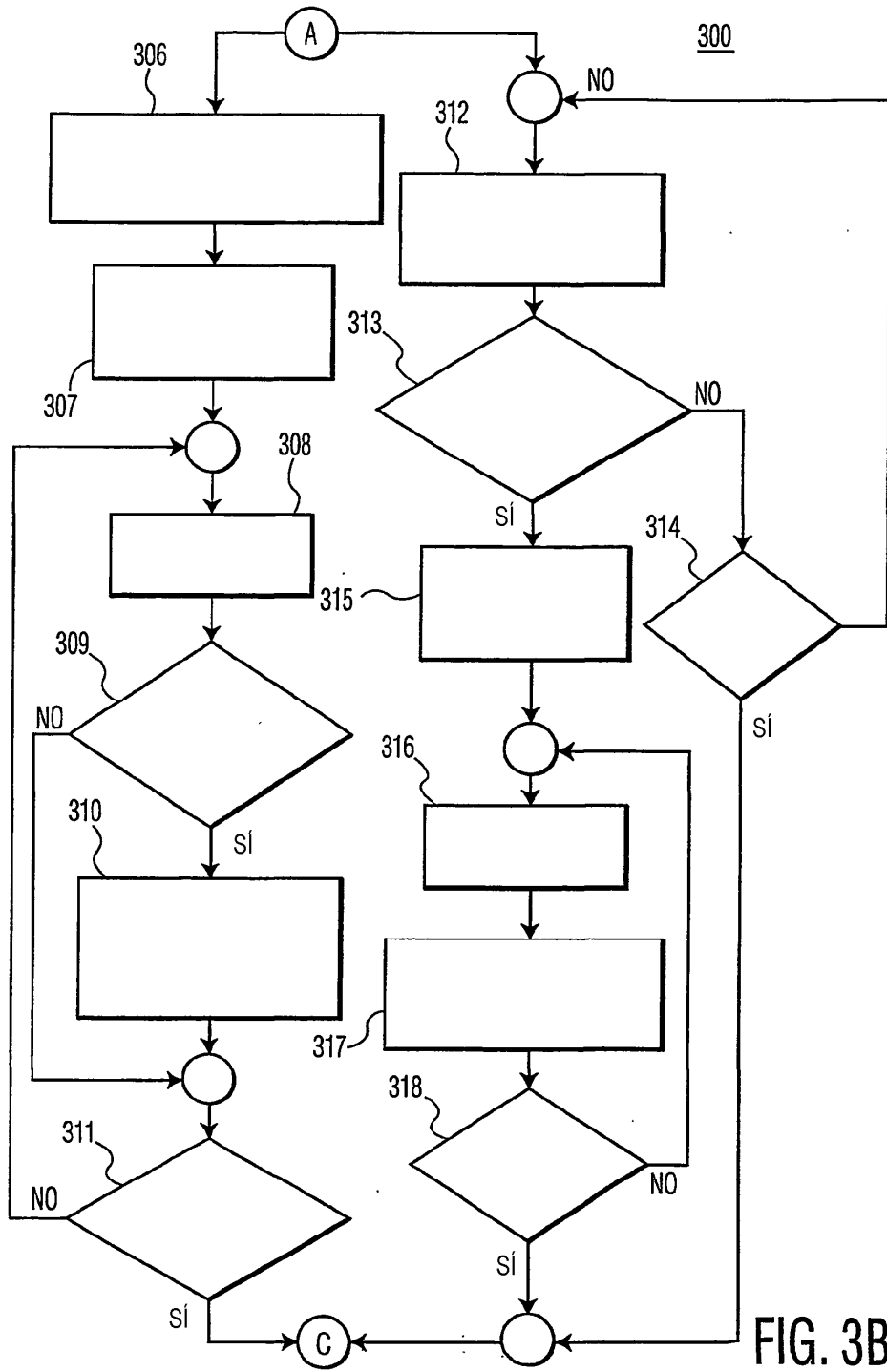


FIG. 3B

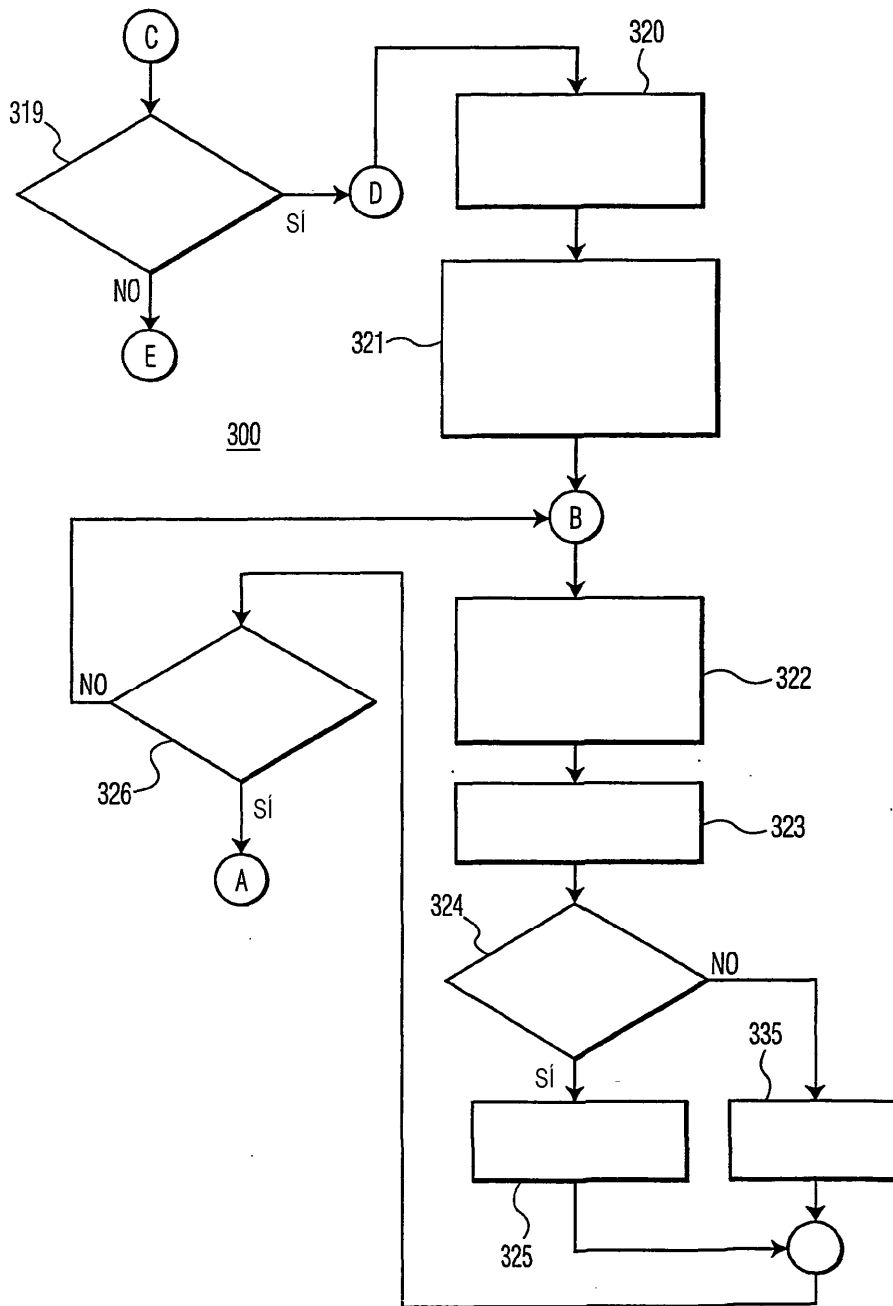


FIG. 3C

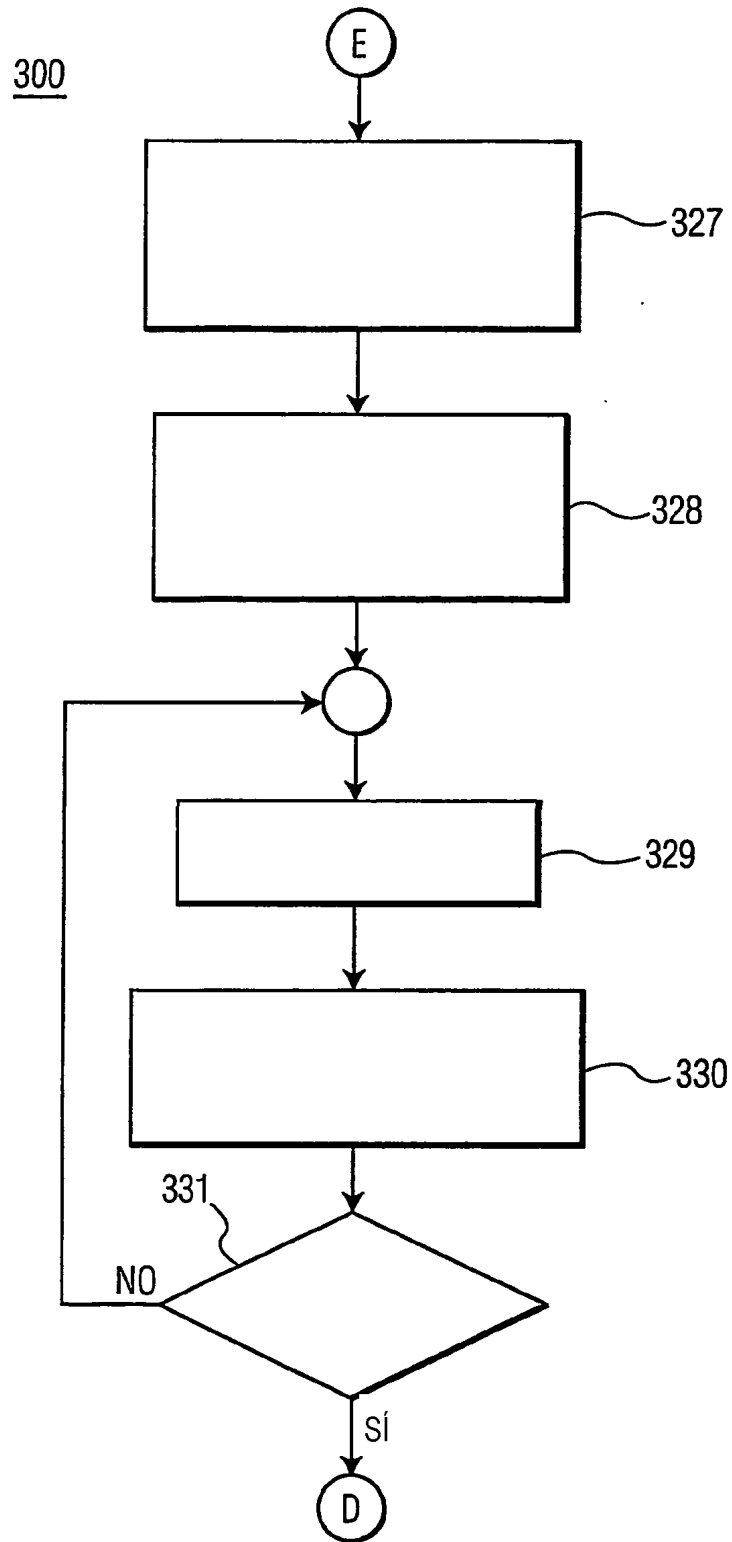


FIG. 3D

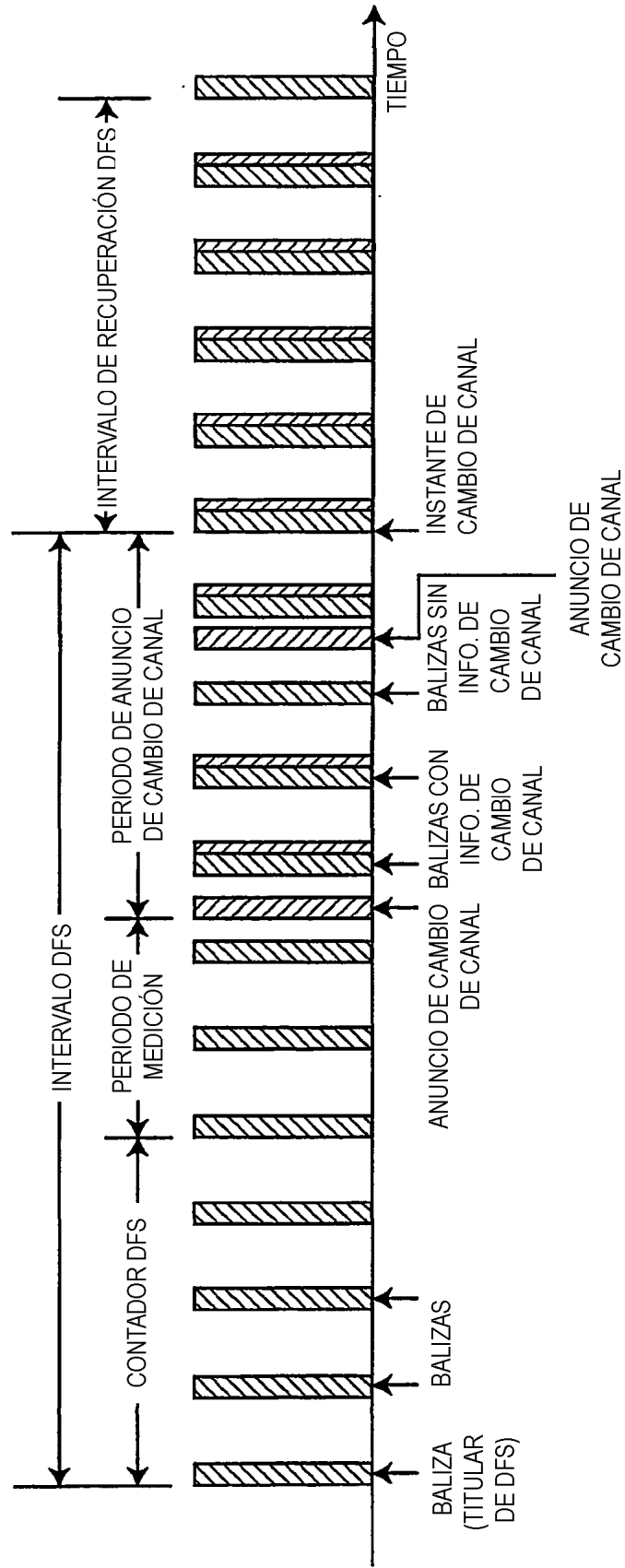


FIG. 4

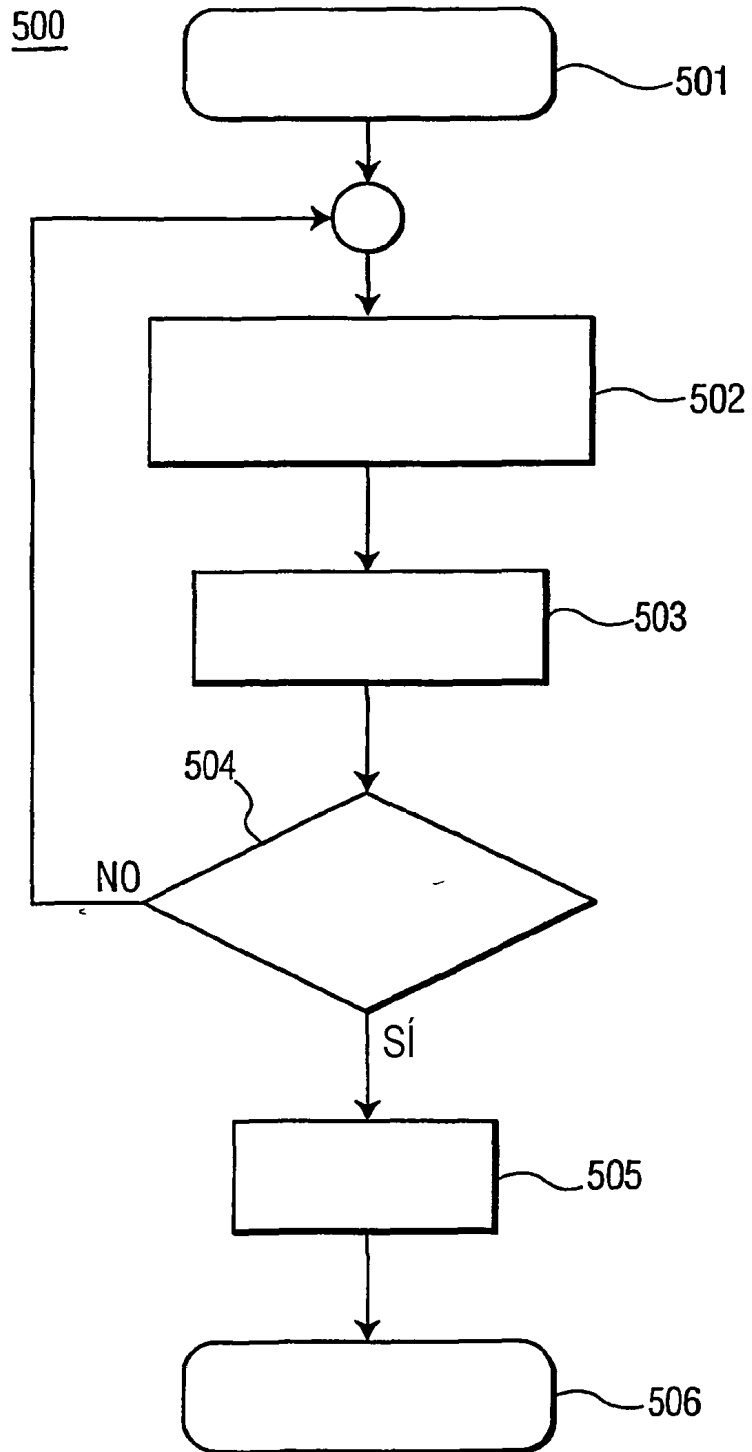


FIG. 5