

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 738**

51 Int. Cl.:

H04B 1/7183 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2015 PCT/US2015/030382**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15175540**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2015 E 15726789 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019 EP 3143701**

54 Título: **Sincronización de nodos en una red inalámbrica de salto de frecuencia**

30 Prioridad:

13.05.2014 US 201414276257

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

12.02.2020

73 Titular/es:

**SENSORMATIC ELECTRONICS, LLC (100.0%)
6600 Congress Avenue
Boca Raton, FL 33487, US**

72 Inventor/es:

**RASBAND, PAUL, BRENT y
TRIVELPIECE, CRAIG, EVAN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 741 738 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

Sincronización de nodos en una red inalámbrica de salto de frecuencia

5 Antecedentes de la invención

Declaración del campo técnico

10 Las disposiciones de la invención se refieren a redes inalámbricas, y más particularmente a redes inalámbricas que se comunican de acuerdo con un esquema de salto de frecuencia.

Descripción de la técnica relacionada

15 Muchos sistemas de comunicaciones inalámbricas utilizan los llamados métodos de salto de frecuencia para permitir la comunicación entre nodos de una manera que hace uso de varios canales de comunicación (bandas de frecuencia), uno a la vez, y variando el canal de radiofrecuencia en el tiempo de acuerdo con una secuencia predeterminada. Por lo general, este "salto" del canal se produce varias veces (por ejemplo, 3-5 veces) por segundo de acuerdo con un horario muy regular. El tiempo empleado en cada frecuencia de radio o canal se define como el "tiempo de intervalo" o "duración de permanencia" y la extensión de este período de tiempo generalmente se mantiene en un valor constante.

20 El valor del salto de frecuencia reside en el hecho de que (1) permite que los sistemas pasen un mínimo de tiempo en cualquier canal o en un pequeño número de canales que puedan ser perturbados por el ruido electromagnético en el entorno, (2) permite que múltiples sistemas coexistan y usen un conjunto común de canales, y (3) proporciona seguridad adicional, Además del cifrado de los datos comunicados. Sin embargo, en ciertos tipos de redes inalámbricas, Los nodos que conforman la red duermen la mayor parte del tiempo y tienen una gran dificultad para mantener un reloj preciso. Un ejemplo de una red inalámbrica de este tipo es una red de sensores inalámbricos de ciclo de trabajo de bajo coste. En tales redes, un gran desafío al implementar el salto de frecuencia es proporcionar algún mecanismo o método mediante el cual los diversos nodos (que están durmientes o inactivos la mayor parte del tiempo) pueden mantener la sincronización del salto de canal con otros nodos en la red. Este problema se hace especialmente difícil cuando dicha sincronización se debe mantener sin mensajes regulares entre los nodos para lograr la corrección de temporización.

35 Hay dos soluciones comunes al problema de mantener la sincronización del salto en las redes inalámbricas como se describe en el presente documento. Según un enfoque, cada nodo inalámbrico que participa en la red usa un reloj en tiempo real y se requiere que se despierte con la frecuencia suficiente para mantener la precisión de ese reloj. El problema con este enfoque es que la frecuencia a la que el nodo debe activarse para mantener la sincronización puede ser tan grande que utiliza con el tiempo una cantidad significativa de los recursos de energía limitados disponibles en el nodo. En consecuencia, este enfoque puede reducir en gran medida la vida útil de la batería de los nodos inalámbricos en la red. Un enfoque alternativo al problema acepta el hecho de que un nodo inactivo o durmiente no mantendrá la sincronización. En su lugar, cuando un nodo en particular necesita comunicarse, primero explora la red para "re-encontrar" el canal actualmente activo de la red. Pero este proceso de escaneo de la red también puede consumir una gran cantidad de energía y, por lo tanto, reducir la vida útil de la batería de los nodos que funcionan con batería en la red.

45 Sumario de la invención

50 Las realizaciones de la invención se refieren a un método para controlar una red. Dos o más nodos en una red de dispositivos de comunicación inalámbrica utilizan un método de salto de frecuencia para comunicarse. Esta técnica implica variar una frecuencia de onda portadora de RF para comunicar datos entre un conjunto de canales de frecuencia de salto de acuerdo con una secuencia de salto de frecuencia. Antes de un tiempo de transición de la red de una primera frecuencia de onda portadora de RF de la secuencia de salto a una segunda frecuencia de onda portadora de RF en la secuencia de salto, un anuncio de salto se transmite en un grupo seleccionado de canales de control (es decir, ajustes de la onda portadora). El anuncio del salto es transmitido por un nodo coordinador de red y especifica la segunda frecuencia de onda portadora de RF (por ejemplo, el siguiente salto en la secuencia). Después de transmitir el anuncio de salto y cambiar su canal al nuevo canal (frecuencia de onda portadora), el nodo coordinador de red transmite un mensaje de inicio de intervalo en la segunda frecuencia de RF para señalar el comienzo de un período de intervalo. El período de intervalo es el período durante el cual la red utilizará la segunda frecuencia de RF para comunicar datos entre los distintos nodos, antes de saltar a la siguiente frecuencia. Después de transmitir el mensaje de inicio de intervalo, el nodo coordinador escucha durante el período de intervalo para recibir un mensaje de un nodo subordinado de los dos o más nodos que forman la red. Al final del período de intervalo, se inicia un nuevo ciclo con un nuevo conjunto de mensajes de anuncio de salto, un nuevo cambio de canal y una transmisión de mensaje de inicio de intervalo en el nuevo canal. El salto de canal procede de esta manera indefinidamente.

65 La invención también se refiere a un método para establecer la sincronización de salto en un nodo subordinado de

una red de salto de frecuencia. Un nodo subordinado supervisa cualquiera de una pluralidad de canales de frecuencia de salto de RF para detectar un anuncio de salto transmitido en un grupo de canales de control en uso por un nodo coordinador de red. El anuncio de salto especifica una segunda frecuencia de onda portadora de RF que se utilizará después de una primera frecuencia de RF en la secuencia de salto. En respuesta a la recepción del anuncio de salto, el nodo subordinado se controla a través de su software interno para hacer que supervise la segunda frecuencia de RF especificada por el anuncio de salto. El proceso continúa al recibir en el nodo subordinado en la segunda frecuencia de RF un mensaje de inicio de intervalo. El mensaje de inicio de intervalo se transmite desde el nodo coordinador para señalar el comienzo de un período de intervalo durante el cual la red utilizará la segunda frecuencia de RF para comunicar datos.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones se describirán con referencia a las siguientes figuras de dibujo, en las que los números similares representan elementos similares en todas las figuras, y en las que:

La figura 1 es un dibujo que es útil para comprender una red inalámbrica de salto de frecuencia.

La figura 2 es un diagrama de flujo que es útil para comprender el funcionamiento de un nodo coordinador en la red inalámbrica de salto de frecuencia de la figura 1.

La figura 3 es un plan de frecuencia que es útil para comprender los grupos de frecuencia de control en la red inalámbrica de la figura 1.

La figura 4 es un diagrama de temporización que es útil para comprender las operaciones de un nodo coordinador de red.

La figura 5 es un diagrama de flujo que es útil para comprender un método para coordinar saltos de frecuencia en un nodo subordinado en la red inalámbrica de salto de frecuencia de la figura 1.

La figura 6 es un diagrama de temporización que es útil para entender el método para coordinar saltos de frecuencia como se describe en las figuras 2-5.

La figura 7 es un dibujo que es útil para comprender un nodo inalámbrico a modo de ejemplo de la red inalámbrica de salto de frecuencia en la figura 1.

Descripción detallada

La presente invención se describe con referencia a las figuras adjuntas. Las figuras no están dibujadas a escala y se proporcionan solo para ilustrar la invención instantánea. Varios aspectos de la invención se describen a continuación con referencia a aplicaciones de ejemplo para ilustración. Debe entenderse que se establecen numerosos detalles específicos, relaciones y métodos para proporcionar una comprensión completa de la invención. Uno que tenga habilidad ordinaria en el arte relevante, sin embargo, reconocerá fácilmente que la invención puede ponerse en práctica sin uno o más de los detalles específicos. En otros casos, las estructuras u operaciones bien conocidas no se muestran en detalle para evitar oscurecer aspectos de la invención. La invención no está limitada por el ordenamiento ilustrado de actos o eventos, ya que algunos actos pueden ocurrir en diferentes órdenes y / o simultáneamente con otros actos o eventos. Asimismo, no se requieren todos los actos o eventos ilustrados para implementar una metodología de acuerdo con la invención.

Brevemente, la invención se refiere a una red de salto de frecuencia que incluye un nodo coordinador y una pluralidad de nodos subordinados. La red utiliza tiempos de espera de canal variables (y generalmente muy cortos) a medida que la red salta a través de un conjunto de canales de frecuencia de salto. Antes de cada salto, el nodo coordinador de red transmite un breve mensaje de anuncio de salto en un subconjunto de canales seleccionados del conjunto más grande de canales de frecuencia de salto. El subconjunto de canales que se seleccionan comprende un conjunto o grupo de canales de control. Como un ejemplo, en una red particular de salto de frecuencia, se pueden proporcionar 50 canales de frecuencia de salto y un conjunto de canales de control particular incluiría 10 canales. En consecuencia, habría cinco grupos de canales de control, cada uno con 10 canales.

El mensaje de anuncio de salto contiene información que especifica la frecuencia de onda de la portadora de salto (es decir, número de canal) correspondiente al siguiente tiempo de intervalo. El coordinador de red luego salta al nuevo número de canal especificado por el mensaje de anuncio y transmite un segundo tipo de mensaje llamado mensaje de inicio de intervalo. El nodo coordinador escucha en ese nuevo canal un mensaje de cualquiera de los distintos nodos que participan en su red. Al final del período de intervalo, el coordinador pasa nuevamente por el ciclo de etapas (mensaje de anuncio de salto en un conjunto (nuevo y diferente) de canales de control, seguido de un cambio de canal, seguido de un mensaje de inicio de intervalo, seguido de una breve escucha de cualquier mensaje que pueda llegar al canal).

Si el nodo coordinador escucha el comienzo de un mensaje de uno de los otros nodos durante su breve tiempo de intervalo en un canal, va a, si fuera necesario, extender el tiempo de intervalo el tiempo que sea necesario para escuchar el mensaje completo y enviar cualquier respuesta requerida (como un mensaje de confirmación). El nodo coordinador también puede iniciar mensajes a otros nodos en la red durante el tiempo de intervalo. A los efectos de estos mensajes transmitidos, se supone que los otros nodos de la red pueden rastrear (y sincronizarse con) los saltos de frecuencia de la red como resultado del procesamiento de los mensajes de anuncio de salto y de inicio de intervalo. Si este supuesto no se puede hacer (por ejemplo, si el destinatario del mensaje de salida del coordinador está en modo de espera con toda probabilidad), El coordinador retendrá el mensaje en su memoria, continúa con el salto de frecuencia del canal como se describió anteriormente, y luego, en un momento posterior, cuando se pueda suponer con seguridad que el nodo receptor está despierto (por ejemplo, inmediatamente después de que el coordinador recibe un mensaje desde ese nodo), el coordinador le enviará un mensaje saliente al nodo del destinatario. En general, la mensajería hacia y desde dichos nodos se realiza mediante el reconocimiento del mensaje (es decir, respuesta-después del receptor) para asegurar la entrega del mensaje.

Cuando un nodo subordinado durmiente despierta de un estado parcialmente inactivo, elegirá uno de los canales de frecuencia de salto para monitorear un mensaje de anuncio. El canal de frecuencia de salto seleccionado para este propósito no es crítico. Para apreciar por qué el canal de frecuencia de salto seleccionado no es crítico, debe entenderse que el nodo coordinador continuará erigiéndose o desplazándose a un siguiente grupo o conjunto de canales de frecuencia de salto que se designan momentáneamente como canales de control durante la duración de un salto en particular. Para cada salto, el nodo coordinador emitirá su mensaje de anuncio en ese grupo de canales de control para identificar el canal de frecuencia de salto siguiente o posterior que utilizará la red. En consecuencia, un nodo subordinado que monitoriza un canal de frecuencia de salto particular inevitablemente escuchará un mensaje de anuncio en cualquier canal de frecuencia de salto después de un número predeterminado de saltos de frecuencia de red. Por ejemplo, considere un sistema con 50 canales de frecuencia de salto que se organizan en 5 grupos de canales de control de 10 canales cada uno. Si el coordinador de red selecciona iterativamente un grupo de canales de control diferente con cada salto de frecuencia de red, luego, el coordinador de red saltará (en el peor de los casos) no más de 5 veces antes de que ocurra el envío de un anuncio de salto en el canal de frecuencia de salto que está siendo monitoreado por el nodo subordinado. Las disposiciones de la invención se describirán ahora con más detalle en relación con las figuras 1-7.

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra una red inalámbrica 100 que comprende un nodo coordinador 104 y una pluralidad de nodos subordinados $102_1, 102_2, 102_3 \dots 102_n$. Los nodos coordinadores y los nodos subordinados se comunican de forma inalámbrica entre sí mediante un método de salto de frecuencia. El método de salto de frecuencia generalmente implica variar una frecuencia de onda portadora de RF para comunicar datos entre un conjunto de canales de salto de acuerdo con una secuencia de salto de frecuencia. Las operaciones básicas de los sistemas de salto de frecuencia son generalmente bien conocidas y, por lo tanto, no se describirán aquí en detalle. Brevemente sin embargo, en un sistema de comunicación de salto de frecuencia, la frecuencia de la onda de la portadora de radio que se utiliza para comunicarse entre los diversos nodos que comprenden la red (en lo sucesivo denominada "la frecuencia de salto") se cambia rápidamente. La frecuencia utilizada en un momento dado será una frecuencia asociada con uno de los diversos canales de frecuencia de salto asignados a la red. Un conjunto a modo de ejemplo de canales de frecuencia de salto se muestra en la figura 3. En este ejemplo mostrado, hay 50 canales de frecuencia de salto diferentes que se identifican como $f_1 - f_{50}$. Cada canal de frecuencia de salto corresponde a una frecuencia de salto particular que puede ser utilizada por la red 100 para comunicar datos. Por supuesto, la invención no está limitada a ningún número particular de canales de frecuencia de salto y se pueden usar más o menos canales.

El tiempo entre saltos cuando la frecuencia de salto no está cambiando se denomina aquí como la duración del tiempo de intervalo o simplemente como el tiempo de intervalo. Esta duración del tiempo de intervalo es el tiempo durante el cual las comunicaciones de red se llevan a cabo entre los distintos nodos de la red en una frecuencia particular. Como se explica a continuación con más detalle, la duración del tiempo de intervalo en la red 100 es variable. En la red inalámbrica 100, la frecuencia de salto asignada a cada salto de red subsiguiente se determina generalmente de acuerdo con una secuencia de salto predeterminada. La secuencia de salto especificará la secuencia de frecuencias de radio o canales que se utilizarán para tales comunicaciones. La secuencia se puede determinar de acuerdo con una función pseudoaleatoria o por cualquier otro medio.

Cada nodo de la red 100 tendrá un medio suficiente (por ejemplo, una tabla de consulta o un algoritmo) para determinar una secuencia de frecuencias de salto posteriores si se conoce una frecuencia de salto actual de la red. Sin embargo, si los nodos $102_1, 102_2, 102_3 \dots 102_n$ duermen (operan en un estado de ahorro de energía parcialmente inactivo) durante la mayor parte del tiempo, pueden tener dificultades para mantener un reloj de tiempo con la precisión suficiente para mantener la sincronización de salto con el resto de la red 100. Un ejemplo de una red inalámbrica de este tipo es una red de sensores inalámbricos de ciclo de trabajo de bajo coste. En consecuencia, se proporciona ventajosamente algún mecanismo o método mediante el cual los diversos nodos $102_1, 102_2, 102_3 \dots 102_n$ puede mantener la sincronización de salto de canal con otros nodos en la red.

En la red mostrada en la figura 1, la sincronización del salto de canal se mantiene utilizando el nodo coordinador 104 de red y un método de sincronización como se describe a continuación. El nodo coordinador de red puede ser un

nodo que tenga un hardware y / o software especial que se proporciona específicamente para facilitar la operación de dicho nodo como coordinador de red. Alternativamente, uno o más de los nodos subordinados 102₁, 102₂, 102₃... 102_n puede diseñarse para funcionar opcionalmente como un nodo coordinador 104 cuando es seleccionado por la red o un operador para este propósito. La configuración de los nodos como se describe en el presente documento se describe con mayor detalle en relación con la figura 7.

Haciendo referencia a la figura 2, se muestra un proceso 200 que es útil para comprender el funcionamiento del nodo coordinador en la red 100. El proceso 200 se entiende mejor con referencia a la figura 3, que es un plan de frecuencia, y la figura 4 que es un diagrama de temporización.

El proceso 200 comienza en la etapa 204 en el que se selecciona un grupo de canales de control para el salto de canal actual. Los canales de frecuencia de salto en el grupo de canales de control seleccionados son aquellos que serán utilizados por el nodo coordinador para transmitir el mensaje de anuncio como se describió anteriormente. De acuerdo con un aspecto de la invención, el conjunto completo de canales de frecuencia de salto disponibles (por ejemplo, 50 canales) se divide en N número de grupos de canales de control. Por lo tanto, el bucle de QP se ilustra en la figura 3, hay 50 canales f1-f50 de frecuencia de salto que se dividen uniformemente en cinco grupos de canales de control (N = 5). Los canales f1-f10 de frecuencia de salto están incluidos en el grupo 1 de canales de control, los canales f11-f20 de frecuencia de salto están incluidos en el grupo 2 de canales de control, los canales f21-f30 de frecuencia de salto están incluidos en el grupo 3 de canales de control, los canales 31-40 de frecuencia de salto están incluidos en el grupo 4 de canales de control, y los canales 41-50 de frecuencia de salto están incluidos en el grupo 5 de canales de control. En esta realización a modo de ejemplo, cada uno de los cinco grupos o conjuntos de canales de control incluye 10 canales de frecuencia de salto. Por supuesto, el número de canales de frecuencia de salto en cada grupo de canales de control puede ser mayor o menor que los mostrados en la figura 3. Por ejemplo, el número de canales de frecuencia de salto puede variar desde relativamente pocos (por ejemplo, 10 o 25) hasta más de 1000.

De forma similar, el número de canales de frecuencia de salto asignados a cada grupo de canales de control puede variar según el sistema en particular y sus requisitos. El número de canales de control en cada grupo de canales de control se hace preferiblemente lo suficientemente grande para minimizar el tiempo que tarda el nodo coordinador 104 en recorrer todos los N grupos de canales de control. La inclusión de un mayor número de canales de frecuencia de salto en cada grupo de control dará lugar necesariamente a un número menor de grupos de canales de control que el nodo coordinador debe recorrer. A la inversa, se debe tener en cuenta las limitaciones del transmisor del nodo coordinador 104. Si se incluye un número excesivamente grande de canales de frecuencia de salto en cada grupo de control, puede dar como resultado que una fracción excesiva del tiempo total de la red se dedique a controlar la mensajería del canal, y una fracción correspondientemente pequeña del tiempo total de la red se use para la permanencia del canal durante la cual la red conduce su mensajería orientada a la aplicación. Un administrador del sistema puede configurar el valor de N y la asignación de canales de frecuencia de salto a cada grupo de control. Alternativamente, el nodo coordinador 104 puede seleccionar automáticamente el valor de N en un etapa opcional (no se muestra).

Una vez que se ha seleccionado un grupo de canales de control en 204, el nodo coordinador procede en la etapa 206 para transmitir un mensaje de anuncio de frecuencia de salto en todos los canales de control que comprenden el grupo de canales de control seleccionado. Esta etapa se ilustra en la figura 4 que muestra que un mensaje de anuncio 402 de frecuencia de salto se transmite en el grupo 1 de canales de control. El mensaje de anuncio indica que el siguiente canal de frecuencia de salto es f31.

El formato exacto del mensaje de anuncio 402 no es crítico, siempre que especifique el número de canal de frecuencia de salto (o datos equivalentes) para el canal de frecuencia de salto que será utilizado por la red en un salto posterior. En una realización preferida, el mensaje de anuncio 402 especificará la frecuencia de salto que será utilizada por la red 100 en el siguiente salto inmediatamente después de aquella en la que se transmite el mensaje de anuncio.

Después de transmitir el mensaje de anuncio 402 de frecuencia de salto, el nodo coordinador continúa en 208 para transmitir un mensaje de inicio de intervalo. El mensaje de inicio de intervalo se transmite en el canal de frecuencia de salto especificado previamente en el mensaje de anuncio para ese salto. Para ilustrar esta etapa, la figura 4 muestra que un mensaje 404 de inicio de intervalo se transmite en el canal f31 de frecuencia de salto. Tenga en cuenta que el canal f31 es el canal de frecuencia de salto que se especificó previamente en el mensaje de anuncio 402. El formato exacto del mensaje de inicio de intervalo no es crítico siempre que sea suficiente para permitir que un nodo 102₁, 102₂, 102₃... 102_n recibir dicho mensaje para marcar el comienzo de una duración de tiempo de intervalo para ese salto en particular.

Después de transmitir el mensaje de inicio de intervalo, el nodo coordinador en la etapa 210 monitorea el canal de frecuencia de salto actual como se especifica para un salto particular. Más particularmente, el nodo coordinador 104 escucha o recibe en el canal de frecuencia de salto durante un tiempo de intervalo. Este concepto se ilustra en la figura 4, que muestra que el nodo coordinador supervisa el canal f31 de frecuencia de salto durante un tiempo de intervalo 496. El nodo coordinador escucha en el canal f31 de frecuencia de salto la aparición de un mensaje de

datos (por ejemplo, el mensaje 106 de datos) de uno de los nodos subordinados $102_1, 102_2, 102_3... 102_n$ que comprende la red 100. Se puede utilizar cualquier formato de mensaje adecuado para comunicar de forma inalámbrica el mensaje 106 de datos. Alternativamente, el nodo coordinador 104 puede usar la duración del tiempo de intervalo disponible para transmitir un mensaje de datos a uno o más de los nodos subordinados que mantiene la sincronización de salto de frecuencia con la red 100 mediante la supervisión de los mensajes de inicio de intervalo y aviso como se describe aquí.

El coordinador supervisa para determinar dónde se ha recibido un mensaje en el canal de salto (etapa 212), y también supervisa el tiempo para determinar si el intervalo de tiempo de intervalo ha expirado (etapa 214). Si se recibe algún mensaje (212: Sí) se procesa (etapa 216). Como ejemplo de la implementación de la etapa 214, el nodo coordinador puede iniciar un temporizador cuando el mensaje de inicio de intervalo se transmite por primera vez y luego puede hacer un rastreo de la cantidad de tiempo transcurrido. Si la duración del tiempo de intervalo no ha expirado (214: No), entonces el proceso continúa en la etapa 210 donde se continúa el tiempo de intervalo para el salto de frecuencia en particular. El coordinador continúa verificando los mensajes recibidos y la expiración del tiempo de intervalo de esta manera hasta que se determine que la duración del tiempo de intervalo ha expirado (214: Sí). Tenga en cuenta que debido a que la etapa 212 ocurre antes de la etapa 214 y siempre ejecuta la etapa 216 en la condición de sí, el efecto neto de la disposición particular y la secuencia de las etapas 212, 214 y 216 es que siempre que aparece un mensaje se procesa, y cualquier mensaje de acuse de recibo enviado al nodo de la red de origen antes de declarar el final del tiempo de intervalo del canal (214: Sí). Esto da como resultado una extensión pequeña a moderada del tiempo de intervalo real en el canal de salto, pero garantiza que el salto al siguiente canal no ocurra de manera inconveniente en medio de un intercambio de mensajes con un nodo de red particular.

Con el arreglo anterior, la duración total del tiempo de intervalo para un salto de frecuencia particular se hace variable. Este concepto se ilustra en la figura 4, que muestra que un tiempo de intervalo 412 puede tener una duración diferente en comparación con un segundo tiempo de intervalo 496. Se puede establecer inicialmente un valor de tiempo mínimo para la duración del tiempo de intervalo en la etapa 214. Dicho tiempo mínimo se elegirá para que sea suficiente para al menos determinar si un mensaje se está recibiendo (o se está enviando) en el nodo coordinador. En lo sucesivo, esta duración mínima predeterminada del tiempo de intervalo puede extenderse automáticamente para adaptarse a mensajes de mayor longitud. La característica de duración del tiempo de intervalo de duración variable es ventajosa ya que facilita la transición rápida a la frecuencia del siguiente salto cuando no hay mensajes. Esto asegura que un nodo subordinado $102_1, 102_2, 102_3... 102_n$ que acaba de despertar de su estado inactivo se sincronizará más rápidamente con la red 100 utilizando los métodos descritos aquí.

En una disposición a modo de ejemplo, si se selecciona el grupo i en la etapa 204 para el salto actual, luego se usó el grupo $i - 1$ para el salto anterior y el grupo $i + 1$ se usará para el siguiente salto (si i es igual a 5, entonces $i + 1$ es igual a 1). Dado que todos los canales de frecuencia de salto se incluyen en un grupo de canales de control, y cada uno solo una vez, entonces debe ser cierto que, en promedio, cada canal se utilizará durante el mismo tiempo en el control del canal (es decir, transmisión de anuncios de salto antes de un salto de canal). Este enfoque iterativo simple para recorrer los grupos de canales de control designados es satisfactorio para la mayoría de los propósitos. Sin embargo, la invención no está limitada a este respecto y también se pueden usar otros medios para seleccionar el siguiente grupo de canales de control. Aun así, es preferible que la selección de grupos de canales de control se realice de una manera que garantice que cada canal de frecuencia de salto se utilizará la misma cantidad de tiempo en el control de canales.

En una realización particular, el grupo de canales de control puede comprender los canales de salto utilizados más recientemente (por ejemplo, cuatro canales más recientes), así como el canal actual. Por ejemplo, si la red está actualmente en el canal 17, y antes de esto, la red estaba en los canales 3, 25, 1, 44, 6 y 34 (en ese orden, con el canal 34 siendo usado inmediatamente antes del canal 17), entonces el grupo de control actual de cuatro canales de control sería 17, 34, 6 y 44. Inmediatamente antes de saltar desde el intervalo del canal 17 a un nuevo canal (por ejemplo, canal 8), el coordinador transmitiría un mensaje de anuncio de salto en esos canales de control (es decir, 17, 34, 6, y 44). En el siguiente ciclo (después del intervalo en el canal 8), el grupo de control se convertiría en 8, 17, 34 y 6, habiendo sido eliminado el canal 44 del grupo de canales de control. Este método de "grupo de canales de control final" tiene la gran ventaja de que, si un nodo subordinado está intentando rastrear la red y pasa por alto uno o dos mensajes de anuncio de salto en su canal actual, todavía tiene una buena posibilidad de captar finalmente un mensaje de anuncio de salto antes de que su canal actual caiga de la lista. En el ejemplo anterior, se necesitarían cuatro fallos consecutivos del anuncio de salto antes de que el canal actual del nodo subordinado de rastreo se eliminara de la lista de canales de control. Esto hace posible implementar redes muy robustas y rastreables con una buena eficiencia de uso del canal de control y tiempos de adquisición de red promedio cortos.

En la etapa 206, el nodo coordinador transmite un mensaje de anuncio de frecuencia de salto en los canales de frecuencia de salto asociados con el grupo de canales de control seleccionado. Por ejemplo, en la figura 4, se muestra que el nodo coordinador transmite un mensaje 408 de anuncio de frecuencia de salto que especifica que el canal f48 de frecuencia de salto es la siguiente frecuencia de salto. A continuación, el nodo coordinador transmite un mensaje 410 de inicio de intervalo en el canal f48 de frecuencia de salto, seguido de un tiempo de intervalo 412 en el canal f48 de frecuencia de salto durante el cual se pueden recibir (o transmitir) los mensajes, y concluir con un mensaje de confirmación 414. En lo sucesivo, puede observarse en la figura 4 que el grupo 3 de canales de control

está seleccionado y un mensaje de anuncio especifica que el siguiente canal de frecuencia de salto es f5.

De la discusión anterior y de la figura 3 se apreciará que los diversos grupos de canales de control se seleccionan entre los canales de frecuencia de salto. En general, cada grupo de canales de control contendrá dos o más de los canales de frecuencia de salto como se muestra. Además, se apreciará que un grupo de canales de control particular utilizado para transmitir un mensaje de anuncio durante un tiempo de intervalo particular se selecciona entre dos o más grupos de canales de control como se muestra en la figura 3. El grupo de canales de control utilizado durante un salto particular puede seleccionarse iterativamente entre los dos o más grupos de canales de control, o puede seleccionarse por otros medios (por ejemplo, al azar).

Haciendo referencia a la figura 5, se proporciona un diagrama de flujo 500 que es útil para comprender un proceso realizado por un nodo subordinados 102₁, 102₂, 102₃... 102_n. El proceso comienza en 502 y continúa en la etapa 504 donde se selecciona uno de los canales de frecuencia de salto para el monitoreo. El propósito de tal monitoreo es escuchar un anuncio de frecuencia de salto desde un nodo coordinador 104. Como se ha explicado anteriormente, cada canal se utilizará en promedio durante la misma cantidad de tiempo en el control de canal (es decir, transmisión de mensajes de anuncios de salto antes de un salto de canal). En consecuencia, la frecuencia de salto particular elegida por el nodo subordinado para monitoreo no es crítica y cualquier método adecuado puede usarse para seleccionar un canal para monitorear para este propósito. En este sentido, el canal de frecuencia de salto se puede seleccionar al azar, iterativamente, o por algún medio alternativo como se describe a continuación.

Una vez que el canal de frecuencia de salto ha sido seleccionado en la etapa 504, el nodo subordinado comienza a monitorear las transmisiones en el canal seleccionado para detectar la presencia de un mensaje de anuncio. En 508, el nodo subordinado verifica para determinar si se ha recibido un mensaje de anuncio. Si no es así (508: No), el nodo subordinado regresa a 506 y continúa la supervisión en el canal de frecuencia de salto seleccionado. La etapa 510 puede proporcionarse opcionalmente para situaciones en las que no se recibe un mensaje de anuncio en la frecuencia de salto seleccionada después de un tiempo predeterminado. La etapa 510 puede ser útil en el caso de que la interferencia de RF u otras condiciones de comunicación impidan la recepción de un mensaje de anuncio en un canal de frecuencia de salto particular. Después de que un período de tiempo de intervalo ha expirado en la etapa 510, el proceso puede volver la etapa 504 para seleccionar un nuevo canal de frecuencia de salto antes de continuar.

Después de un tiempo (que no excederá de N saltos) se hará una determinación en 508 de que se ha recibido un mensaje de anuncio (508: Sí). Cuando esto ocurre, el nodo subordinado en la etapa 510 extraerá información del mensaje de anuncio que indica un canal de frecuencia de salto y establecerá su receptor en el canal de frecuencia de salto especificado. En la etapa 511, el nodo subordinado puede usar la frecuencia de salto anunciada para determinar la posición actual de la red en relación con una secuencia de salto de frecuencia conocida. Por ejemplo, supongamos que el nodo subordinado tiene información almacenada que especifica que la secuencia de salto para la red es... f17, f31, f22, f9, f40, f37, f3, f22, f6... y el mensaje de anuncio especifica que el siguiente salto es f31. Basado en la información que especifica el siguiente canal de frecuencia de salto, el nodo subordinado también podrá predecir todos los saltos subsiguientes que estén en la secuencia de saltos conocida o predeterminada. En una realización preferida, el mensaje de anuncio especificará el canal de frecuencia de salto de red que sigue inmediatamente al canal de frecuencia de salto actual en una secuencia de salto de frecuencia. Esta disposición facilitará la sincronización más rápida posible del nodo subordinado con la secuencia de salto. Sin embargo, la invención no está limitada a este respecto y el canal de frecuencia de salto especificado por el mensaje de anuncio también puede ser uno o más saltos más adelante en la secuencia de salto. Este retraso puede ser útil para permitir al nodo subordinado el tiempo suficiente para procesar el mensaje de anuncio y luego hacer la transición de su receptor al canal de frecuencia de salto especificado.

El proceso continuará en 512, donde el nodo subordinado comenzará a escuchar o monitorear el canal de frecuencia de salto anunciado para detectar la presencia de un mensaje de inicio de intervalo transmitido desde el nodo coordinador. El nodo subordinado continuará monitoreando la frecuencia de salto anunciada para determinar en 514 cuándo se ha recibido un mensaje de inicio de intervalo. Cuando se recibe un mensaje de inicio de intervalo (514: Sí) servirá como una señal de sincronización de temporización para el nodo subordinado que indica el comienzo del tiempo de intervalo para el salto de frecuencia actual. Opcionalmente, se puede proporcionar una verificación de tiempo de intervalo en 516, lo que hará que el proceso vuelva a la etapa 506 si no se recibe un mensaje de inicio después de un período de tiempo. Esto hará que el nodo subordinado adquiera un mensaje de anuncio actualizado en 506 y luego continúe como se describió anteriormente.

Debe apreciarse que en algunas formas de realización se puede omitir el mensaje de inicio de intervalo, y el tiempo real de intervalo en el nuevo canal implícito en la información de temporización dada en los anuncios de salto, o se establece explícitamente en los anuncios de salto (por ejemplo, el tiempo de intervalo comienza en "x" número de milisegundos, donde se indica "x" en cada anuncio de salto para reflejar con precisión la cantidad de tiempo restante antes de que se complete la transmisión de todos los anuncios de salto y comience el nuevo intervalo de canal).

Después de recibir un mensaje de inicio de intervalo en 514, el proceso continuará en la etapa 518, donde el nodo subordinado puede transmitir un mensaje de datos. El mensaje de datos puede dirigirse al nodo coordinador 104 o a

uno de los otros nodos subordinados 102₁, 102₂, 102₃... 102_n. Opcionalmente, el nodo subordinado también puede recibir los datos del mensaje durante un tiempo de intervalo asociado con el salto actual. Por ejemplo, los datos del mensaje recibido pueden incluir un mensaje de confirmación de otro nodo que confirma que se ha recibido un mensaje transmitido. Otros datos de mensajes también se pueden recibir opcionalmente durante este tiempo.

5 En 520 se determina si un mensaje se está recibiendo o transmitiendo actualmente. Si es así (520: Sí), luego, la duración del tiempo de intervalo se extenderá en una cantidad predeterminada en la etapa 522 y el nodo subordinado continuará recibiendo en 518. Si actualmente no se está recibiendo o transmitiendo ningún mensaje (520: No), entonces el proceso determinará en 524 si el nodo volverá a su estado inactivo o durmiente. Si no es así (524: No), entonces el proceso continuará hasta la etapa 526 y se moverá a la siguiente frecuencia de salto de acuerdo con la secuencia de salto predeterminada. Esta etapa ahora puede realizarse sin recibir más mensajes de anuncio de frecuencia de salto porque el nodo ha establecido en 511 la posición actual de la red en relación con la secuencia de salto. Si el nodo subordinado no tiene más mensajes y el modo de suspensión es apropiado (524: Sí) entonces el proceso termina en la etapa 528.

15 Se apreciará que uno o más de los nodos subordinados 102₁, 102₂, 102₃... 102_n pueden estar inactivos o en modo durmiente durante la mayor parte del tiempo para limitar el consumo de energía. En consecuencia, estos nodos pueden apagar ciertos subsistemas de nodos (como un receptor de radio y / o un transmisor) para reducir la potencia consumida por el nodo. Dichos nodos subordinados pueden despertar y participar activamente en las comunicaciones solo cuando sea necesario para la comunicación de datos u otras tareas de mantenimiento. Cuando un nodo subordinado particular está activo, los subsistemas apagados anteriormente pueden encenderse y el sistema vuelve a ser completamente funcional. El control sobre estas operaciones puede ser administrado por un microprocesador o controlador a bordo. En algunos escenarios, el nodo puede organizarse para encenderse cuando un sensor detecta una variación o alguna otra actividad en un entorno monitoreado.

25 En el ejemplo de red inalámbrica 100 como se describe en el presente documento, una pluralidad de nodos 102₁, 102₂, 102₃... 102_n puede comprender sensores de algún tipo. Tales nodos a menudo no tienen ningún dato para comunicarse durante largos períodos de tiempo y, por lo tanto, la transición a un estado de reposo durante dichos períodos. Dichos nodos pueden tener dificultades para mantener la sincronización del salto de canal con otros nodos que se comunican en la red debido a los largos períodos de inactividad. Las disposiciones de la invención descritas en el presente documento pueden proporcionar ventajosamente un medio por el cual los nodos inactivos pueden encenderse y sincronizarse rápidamente con la secuencia de salto de frecuencia.

35 Cuando cualquier nodo subordinado 102₁, 102₂, 102₃... 102_n quiere enviar un mensaje al nodo coordinador 104, debe encontrar / rastrear la red 100 y capturar un anuncio de inicio de intervalo, después de lo cual puede enviar su mensaje al nodo coordinador. Para que el nodo coordinador envíe un mensaje a un nodo subordinado, debe (1) asumir que el otro nodo está rastreando la red (en cuyo caso, simplemente puede enviar el mensaje durante el tiempo de intervalo, o (2) esperar que el otro nodo envíe algún tipo de mensaje de "mantener vivo", "latido del corazón", o "buscando mensajes". Dos nodos subordinados 102₁, 102₂, 102₃... 102_n pueden comunicarse directamente entre sí, sin pasar por el nodo coordinador o cualquier otro nodo intermediario, si ambos nodos subordinados están rastreando la red 100 al mismo tiempo (cada uno suponiendo que el otro). Esto se hace esperando el mensaje de inicio de intervalo en el canal de salto actual, seguido por el nodo de origen que comienza la transmisión del mensaje que se dirige directamente al nodo del destinatario.

45 Se debe tener en cuenta que el método de salto de frecuencia descrito aquí no requiere una adhesión exacta a ningún programa de salto en particular. En consecuencia, no se necesitan tiempos de intervalo exactos y predecibles. Por lo tanto, es un esquema flexible que permite tiempos de intervalo largos / mensajes largos cuando es necesario, pero, por lo demás, se basa en tiempos de intervalo cortos y tamaños de grupo de canales de control convenientes (es decir, un número conveniente de canales de frecuencia de salto incluidos por grupo). Este enfoque da como resultado el tiempo de adquisición de red más corto posible (en promedio) para los nodos subordinados 102₁, 102₂, 102₃... 102_n que debe dormir durante mucho tiempo y prácticamente no puede rastrear la red 100 o predecir sus saltos de canal mientras está durmiente.

55 Los métodos descritos aquí incluyen específicamente realizaciones en las que a los nodos subordinados se les asignan canales de frecuencia de salto específicos para su uso como canales de adquisición (es decir, canales asignados que monitorearán los mensajes de anuncio de salto). Esto permite a los nodos 102₁, 102₂, 102₃... 102_n subordinados dividirse en conjuntos, lo que puede ser ventajoso para optimizar el uso del ancho de banda de la red en los casos en que algunos nodos subordinados tienen una prioridad más alta que otros. Por ejemplo, una red 100 podría incluir dos tipos de nodos subordinados: uno de prioridad alta y otro de prioridad baja. En tal escenario, a todos los nodos subordinados de baja prioridad se les pueden asignar canales de adquisición que están asociados con un número limitado de grupos de canales de control (por ejemplo, grupo 5 de canales de control), mientras que los nodos subordinados de alta prioridad se pueden dividir de manera uniforme entre un mayor número de grupos de canales de control (grupos 1-4 de canales de control).

65 En una red en la que se utilizan métodos de escuchar antes de hablar (lo que suele ser el caso), el tráfico de la red será mucho más ligero durante los tiempos de espera del canal luego de los mensajes de anuncio de salto enviados

a través de los grupos 1-4 de canales de control. Para una ilustración más concreta, supongamos que la red consta de 100 nodos (4 nodos de prioridad alta y 96 nodos de prioridad baja). Supongamos que todos estos nodos tienen un ciclo de trabajo muy bajo y, por lo tanto, deben adquirir la red desde cero (es decir, utilizando canales de control) antes de cada intercambio de mensajes. Si los 4 nodos de prioridad alta están asignados para controlar los grupos 1, 2, 3 o 4 de canales (uno en cada uno, por ejemplo), y si los otros 96 nodos de baja prioridad están asignados para controlar el grupo 5 de canales, entonces claramente los mensajes iniciados desde los nodos de alta prioridad tendrán una mejor oportunidad de ser transmitidos sin múltiples fallas y reenvíos / reintentos. Los nodos de baja prioridad estarán compitiendo entre sí (cada quinto salto) para tener la oportunidad de enviar sus mensajes respectivos. Durante los periodos de red ocupada, esto podría provocar un retraso en el mensaje de esos nodos de baja prioridad. Tenga en cuenta también que un nodo puede estar en un modo de prioridad baja en ciertas circunstancias (por ejemplo, al enviar mensajes simples de limpieza), pero cambie a un modo de alta prioridad cuando se encuentre en un conjunto diferente de circunstancias (por ejemplo, cuando en estado de alarma).

En algunas realizaciones de la invención, el mensaje de anuncio descrito aquí puede contener datos adicionales más allá de la simple identificación de la frecuencia del siguiente salto. Por ejemplo, en redes que pueden utilizar varias secuencias de saltos diferentes, el mensaje de anuncio puede especificar una secuencia de salto particular en uso. El mensaje de anuncio también podría especificar otra información que sea útil para los nodos subordinados. Por ejemplo, si un nodo coordinador 104 ha determinado que la interferencia de RF en un canal de frecuencia de salto particular es excesiva, entonces ese canal se puede omitir de una secuencia de salto predeterminada. Los canales de frecuencia de salto omitidos de una secuencia de salto predeterminada pueden identificarse en el mensaje de anuncio.

Refiriéndonos ahora a la figura 7 se muestra un dibujo que es útil para comprender un nodo inalámbrico 700 a modo de ejemplo. Un nodo coordinador 104 y un nodo subordinado $102_1, 102_2, 102_3, \dots, 102_n$ pueden tener cada uno una arquitectura y una disposición similares al nodo inalámbrico 700 como se describe a continuación. El nodo inalámbrico 700 puede incluir una unidad central de procesamiento 712, una memoria principal 716, y una memoria estática 718, que se comunican entre sí a través del bus 720 del sistema. El nodo inalámbrico 700 también puede incluir un transmisor 724 a través del cual pueden transmitirse señales de radiofrecuencia, y un receptor a través del cual se pueden recibir señales de radiofrecuencia. De acuerdo con una realización preferida, el nodo inalámbrico 700 incluye un transceptor en lugar del receptor y el transmisor, donde el transceptor funciona como transmisor y receptor.

Se pueden incluir uno o más dispositivos de entrada de usuario 704 en el nodo inalámbrico 700, tal como un teclado y / o dispositivo de control del cursor. Un dispositivo de salida de usuario 702, tales como una pantalla de visualización o una luz(ces) indicadora(s) de estado pueden utilizarse para comunicar información al usuario sobre las operaciones y el estado del nodo inalámbrico 700. Los dispositivos de entrada de usuario 704 y los dispositivos de salida de usuario 702 pueden comunicarse con la unidad central de procesamiento a través de un bus de sistema, pero también puede estar conectado por otras interfaces y estructuras de bus. El hardware de interfaz 714 de red de usuario opcional puede facilitar las operaciones de comunicación de datos con otros equipos de procesamiento de datos a los que el dispositivo de nodo inalámbrico está conectado por medios cableados o inalámbricos. Sin embargo, en ciertas realizaciones, estas funciones pueden ser realizadas por la unidad central de procesamiento 712.

Una unidad 706 de accionamiento incluye un medio de almacenamiento legible por ordenador 710 en el que se almacena uno o más conjuntos de instrucciones 708 (por ejemplo, código de software) configurado para implementar una o más de las metodologías, métodos, o funciones descritas en el presente documento. Las instrucciones 708 también pueden residir, total o al menos parcialmente, dentro de la memoria principal 716, la memoria estática 718 y / o dentro de la unidad central de procesamiento 712 durante la ejecución de la misma por el nodo inalámbrico 700. La memoria principal 716 y la unidad central de procesamiento 712 también pueden constituir medios legibles por máquina.

La expresión "medio legible por ordenador" debe tomarse también para incluir cualquier medio no transitorio que pueda almacenar un conjunto de instrucciones para su ejecución por la máquina para hacer que la máquina realice una o más de las metodologías de la presente divulgación. En consecuencia, se considerará que el término "medio legible por ordenador" incluye, pero no se limita a, memorias de estado sólido, como una tarjeta de memoria u otro paquete que alberga una o más memorias de solo lectura (no volátiles), memorias de acceso aleatorio u otras memorias regrabables (volátiles). En consecuencia, se considera que la divulgación incluye un medio legible por ordenador como se indica en el presente documento e incluye equivalentes reconocidos y medios sucesores, en el que se almacenan las implementaciones de software en el presente documento. Los expertos en la materia apreciarán que la arquitectura del dispositivo ilustrada en la figura 7 es un ejemplo posible de un nodo inalámbrico. Sin embargo, la invención no está limitada a este respecto y cualquier otra arquitectura de dispositivo informático adecuada también se puede usar sin limitación.

Implementaciones de hardware dedicado que incluyen, pero no se limitan a, circuitos integrados de aplicación específica, Las matrices lógicas programables y otros dispositivos de hardware también pueden construirse para implementar los métodos descritos en el presente documento. Las aplicaciones que pueden incluir el aparato y

5 sistemas de diversas realizaciones pueden incluir ampliamente varios sistemas electrónicos e informáticos. Algunas realizaciones implementan funciones en dos o más módulos o dispositivos de hardware interconectados específicos con señales de control y datos relacionados que pueden comunicarse entre y a través de los módulos o como porciones de un circuito integrado de aplicación específica. Por lo tanto, el sistema a modo de ejemplo es aplicable a implementaciones de software, de firmware, y de hardware. De acuerdo con varias realizaciones de la presente invención, los métodos descritos a continuación se almacenan como programas de software en un medio de almacenamiento legible por ordenador y están configurados para ejecutarse en un procesador de ordenador.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar una red (100) que comprende:

5 comunicándose entre una pluralidad de nodos ($102_1 - 102_n$, 104) en una red (100) de dispositivos de comunicación inalámbrica que utilizan un método de salto de frecuencia variando una frecuencia de onda portadora de RF para dicha comunicación entre un conjunto de canales de frecuencia de salto de acuerdo con una secuencia de salto de frecuencia; caracterizado por
 10 antes de un tiempo de transición de red desde una primera frecuencia de onda portadora de RF de dicha secuencia de salto a una segunda frecuencia de onda portadora de RF en dicha secuencia de salto, transmitir un anuncio de salto en un grupo de canales de control utilizando un nodo coordinador (104) de dicha pluralidad de nodos ($102_1 - 102_n$, 104), especificando dicho anuncio de salto la segunda frecuencia de onda portadora de RF; comenzar una duración de tiempo de intervalo en un tiempo especificado por el nodo coordinador (104) durante el cual la red utilizará la segunda frecuencia de onda portadora de RF para dicha comunicación; y
 15 recibir en dicho nodo coordinador (104) durante la duración de dicho tiempo de intervalo un mensaje de un nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) de dicha pluralidad de nodos ($102_1 - 102_n$, 104); que comprende además determinar la segunda frecuencia de onda portadora de RF en el nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) al recibir dicho anuncio de salto, y
 20 determinar en el nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) dicho comienzo de la duración del tiempo de intervalo en función de un mensaje de inicio de intervalo recibido desde el nodo coordinador (104); en donde el mensaje de inicio de intervalo se transmite en el canal de frecuencia de salto especificado en el anuncio para el salto respectivo.

25 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además transmitir dicho mensaje de datos desde dicho nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) a dicho nodo coordinador (104) durante dicha duración del tiempo de intervalo.

30 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además determinar en el nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) al menos una tercera frecuencia de onda portadora de RF de la secuencia de salto posterior a la segunda frecuencia de onda portadora de RF sin recibir un anuncio de salto de dicha tercera frecuencia de RF.

35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además determinar en el nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) al menos una tercera frecuencia de onda portadora de RF de la secuencia de salto posterior a la segunda frecuencia de onda portadora de RF basada en la información almacenada en dicho nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) que especifica la secuencia de salto.

40 5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, que además comprende la transición automática en el nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) desde la segunda frecuencia de onda portadora de RF a la tercera frecuencia de onda portadora de RF que responde a la expiración de un período de tiempo predeterminado correspondiente a dicha duración de tiempo de intervalo.

45 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además extender automáticamente dicha duración de tiempo predeterminada cuando sea necesario para facilitar la recepción de dicho mensaje en su totalidad.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además seleccionar cada uno de dichos grupos de canales de control para incluir una pluralidad de dichos canales de frecuencia de salto.

50 8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además seleccionar el grupo de canales de control para incluir una frecuencia de onda portadora que se especifica actualmente para las comunicaciones de red de acuerdo con la secuencia de salto de frecuencia.

55 9. El método de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además seleccionar dinámicamente dicha pluralidad de canales de frecuencia de salto de dicho grupo de control para incluir aquellas frecuencias de onda portadora de RF que se han utilizado más recientemente para comunicarse de acuerdo con la secuencia de salto de frecuencia.

10. Un método para establecer la sincronización de salto en una red de salto de frecuencia (100), que comprende:

60 comunicar entre una pluralidad de nodos ($102_1 - 102_n$, 104) en una red (100) de dispositivos de comunicación inalámbrica que utilizan un método de salto de frecuencia variando una frecuencia de onda portadora de RF para dicha comunicación entre un conjunto de canales de frecuencia de salto de acuerdo con una secuencia de salto de frecuencia; caracterizado por
 monitoreo en un nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) de dicha pluralidad de nodos ($102_1 - 102_n$, 104) cualquiera de la pluralidad de canales de frecuencia de salto de RF para detectar un anuncio de salto transmitido en un grupo de canales de control en uso por un nodo coordinador (104) de red, especificando dicho anuncio de salto una
 65 segunda frecuencia de onda portadora de RF que se utilizará después de una primera frecuencia de onda portadora de RF en la secuencia de salto;

- receptivo a recibir el anuncio de salto, controlar el nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) para hacer que supervise la segunda frecuencia de onda portadora de RF;
 recibir por el nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) en la segunda frecuencia de onda de la portadora de RF un mensaje de inicio de intervalo desde el nodo coordinador (104) para indicar el comienzo del tiempo de intervalo durante el cual se utilizará la segunda frecuencia de onda de la portadora de RF por la red (100) para dicha comunicación; en donde el mensaje de inicio de intervalo se transmite en el canal de frecuencia de salto especificado en el anuncio para el salto respectivo.
- 5
- 10 11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además después de recibir dicho mensaje de inicio de intervalo, transmitir a dicho nodo coordinador (104) durante la duración de dicho tiempo de intervalo un mensaje desde el nodo subordinado ($102_1 - 102_n$).
- 15 12. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además determinar en el nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) al menos una tercera frecuencia de onda portadora de RF de la secuencia de salto posterior a la segunda frecuencia de RF sin recibir un anuncio de salto de dicha tercera frecuencia de onda portadora de RF.
- 20 13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha tercera frecuencia de onda portadora de RF se determina en función de la información almacenada en dicho nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) que especifica la secuencia de salto.
- 25 14. El método de acuerdo con la reivindicación 12, que además comprende la transición automática en el nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) desde la segunda frecuencia de onda portadora de RF a la tercera frecuencia de onda portadora de RF que responde a la expiración de un tiempo predeterminado que corresponde a dicho tiempo de intervalo.
- 30 15. El método de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende además extender automáticamente dicha duración de tiempo predeterminada en dicho nodo subordinado ($102_1 - 102_n$) cuando sea necesario para facilitar la recepción de dicho mensaje en su totalidad.
- 35 16. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además seleccionar cada uno de dichos grupos de canales de control para incluir una pluralidad de dichos canales de frecuencia de salto.
- 40 17. El método de acuerdo con la reivindicación 16, que comprende además seleccionar el grupo de canales de control para incluir una frecuencia de onda portadora que se especifica actualmente para las comunicaciones de red de acuerdo con la secuencia de salto de frecuencia.
18. El método de acuerdo con la reivindicación 16, que comprende además seleccionar dinámicamente dicha pluralidad de canales de frecuencia de salto de dicho grupo de control para incluir aquellas frecuencias de onda portadora de RF que se han utilizado más recientemente para comunicarse de acuerdo con la secuencia de salto de frecuencia.

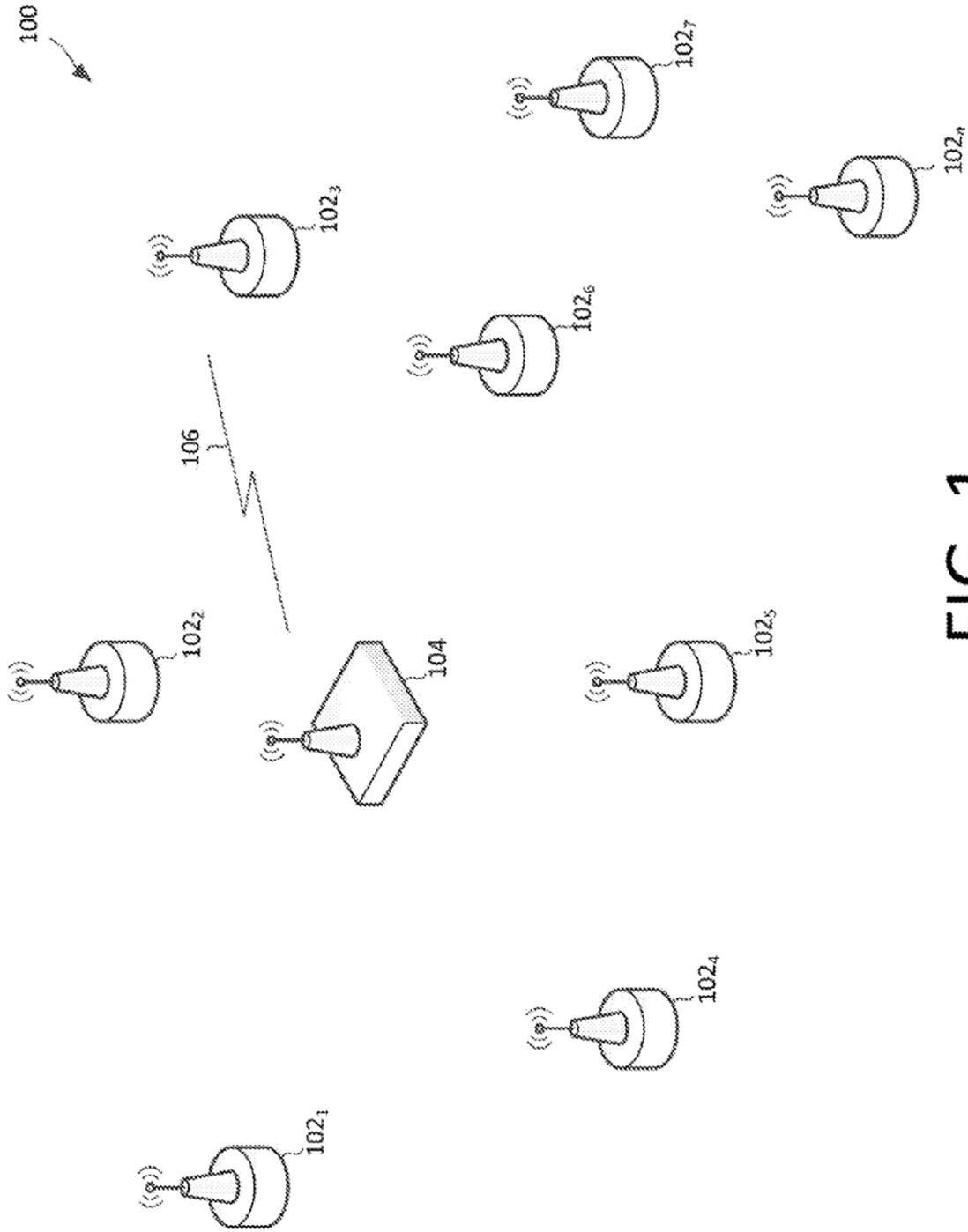


FIG. 1

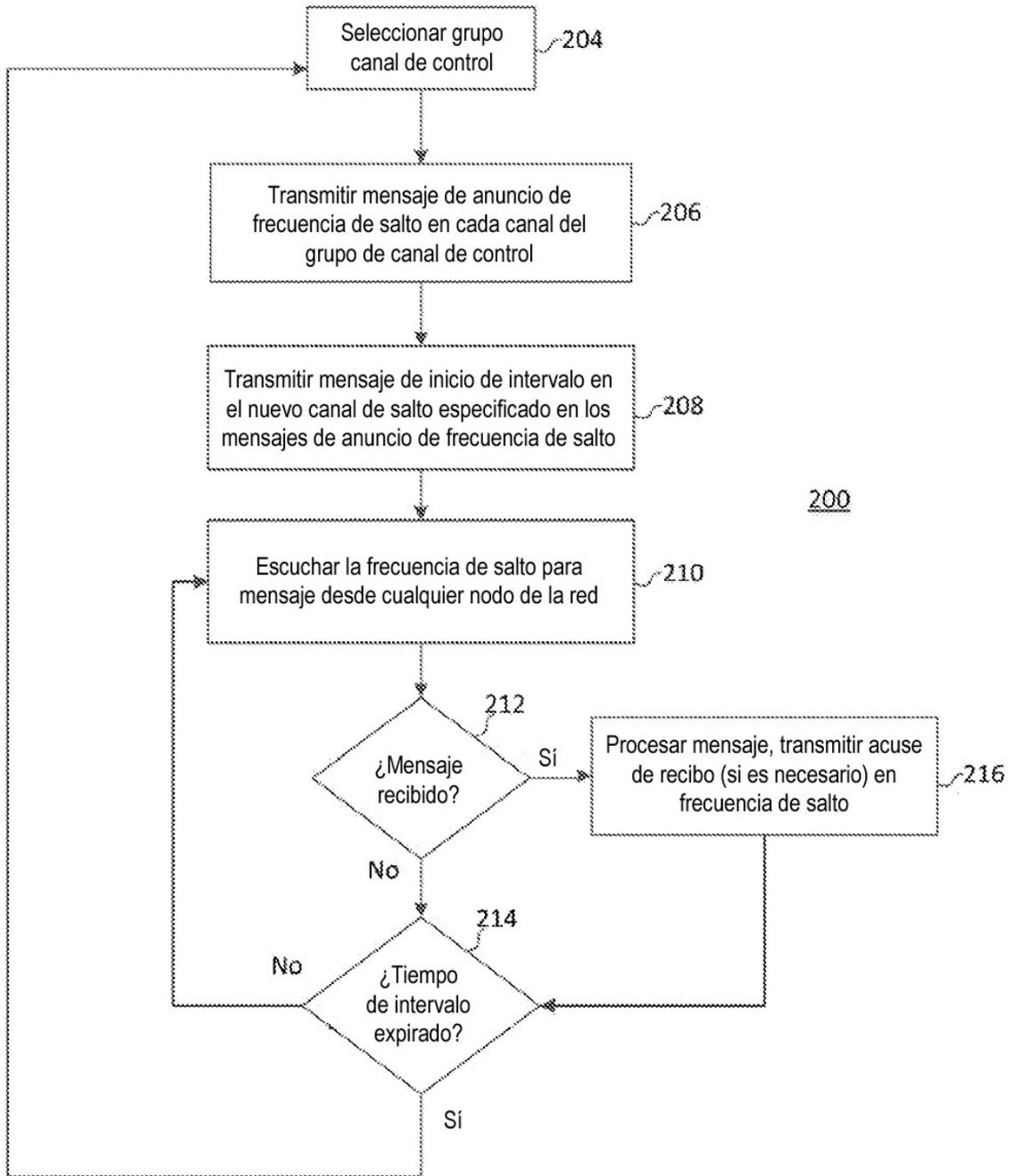


FIG. 2

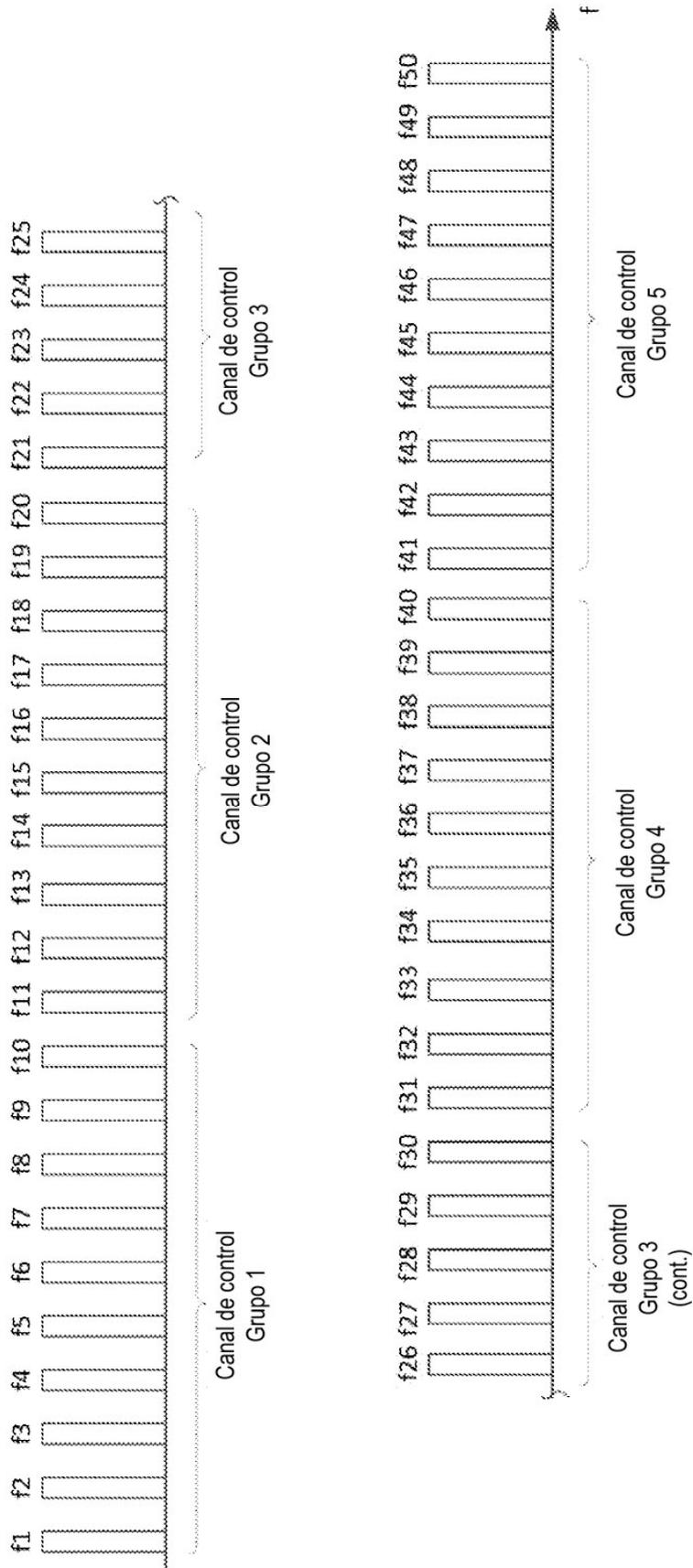


FIG. 3

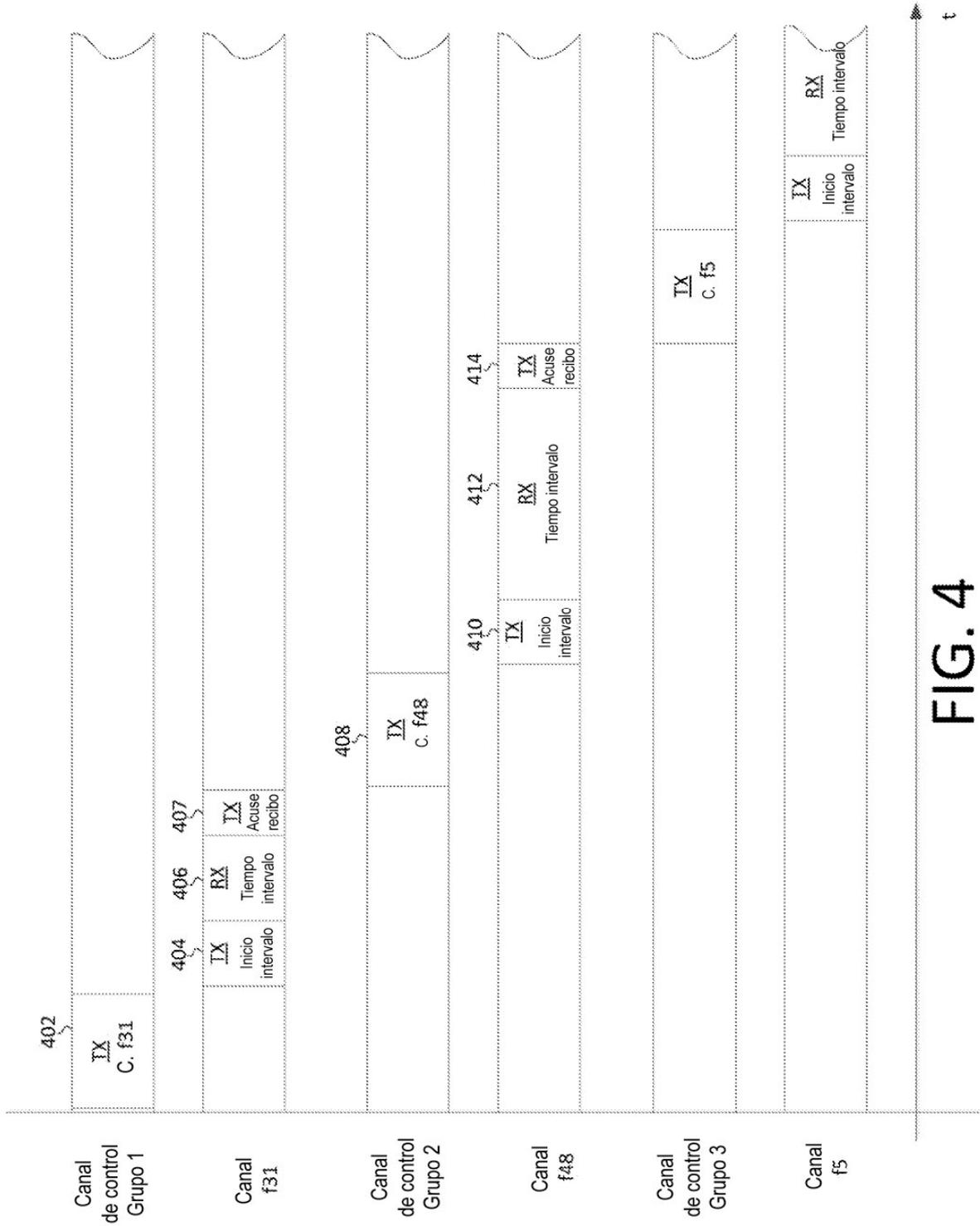
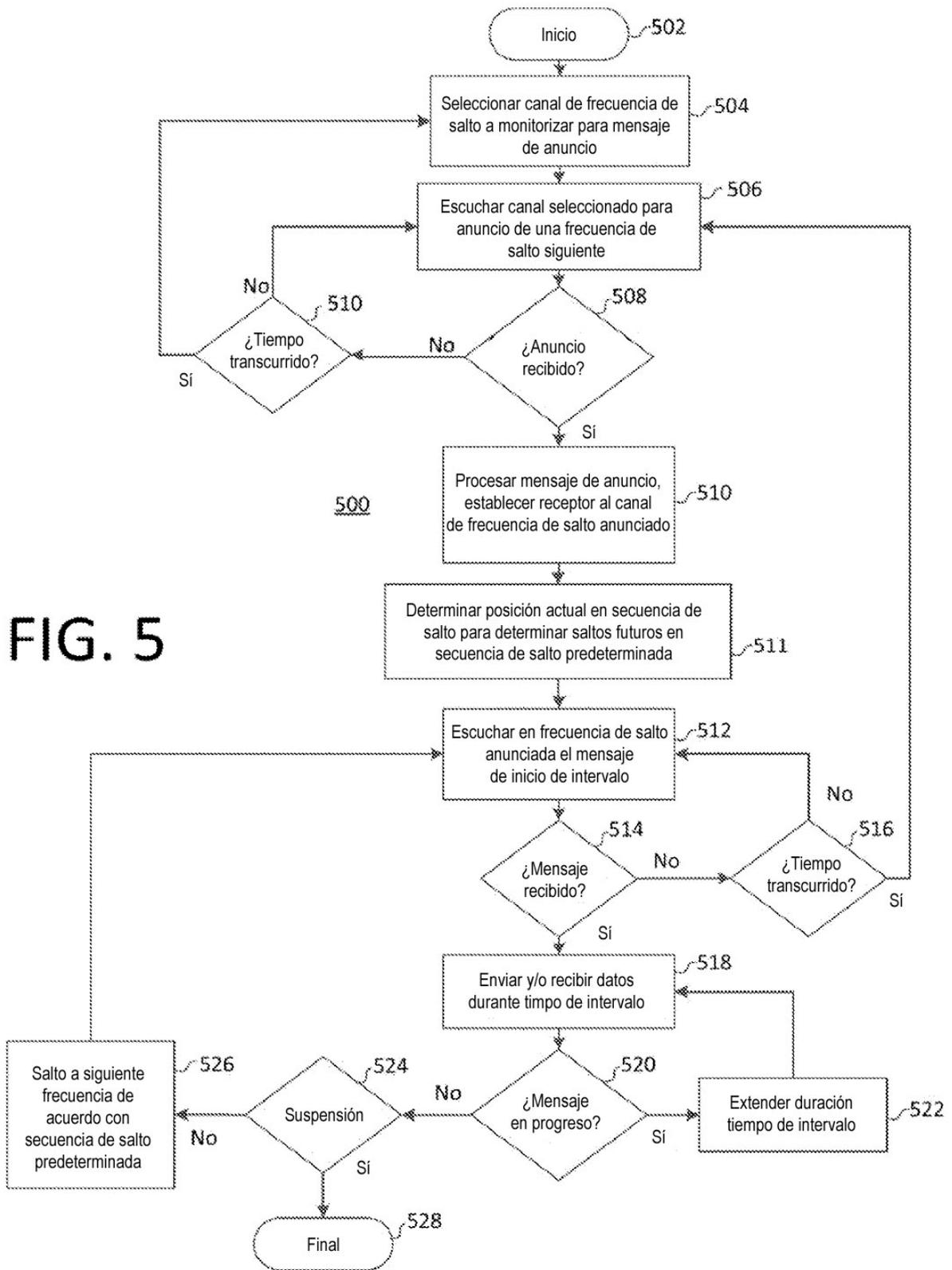
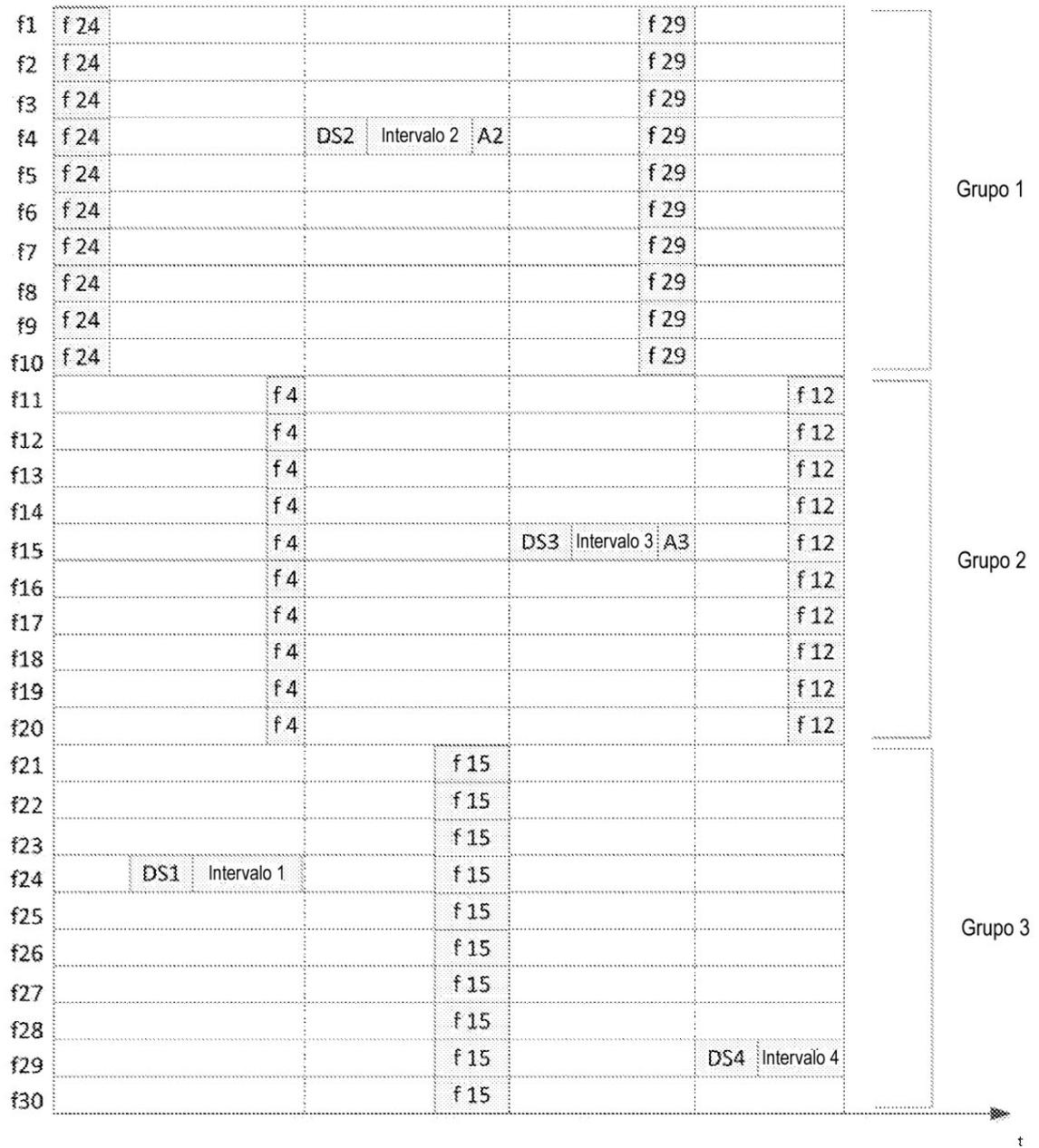


FIG. 4





600

FIG. 6

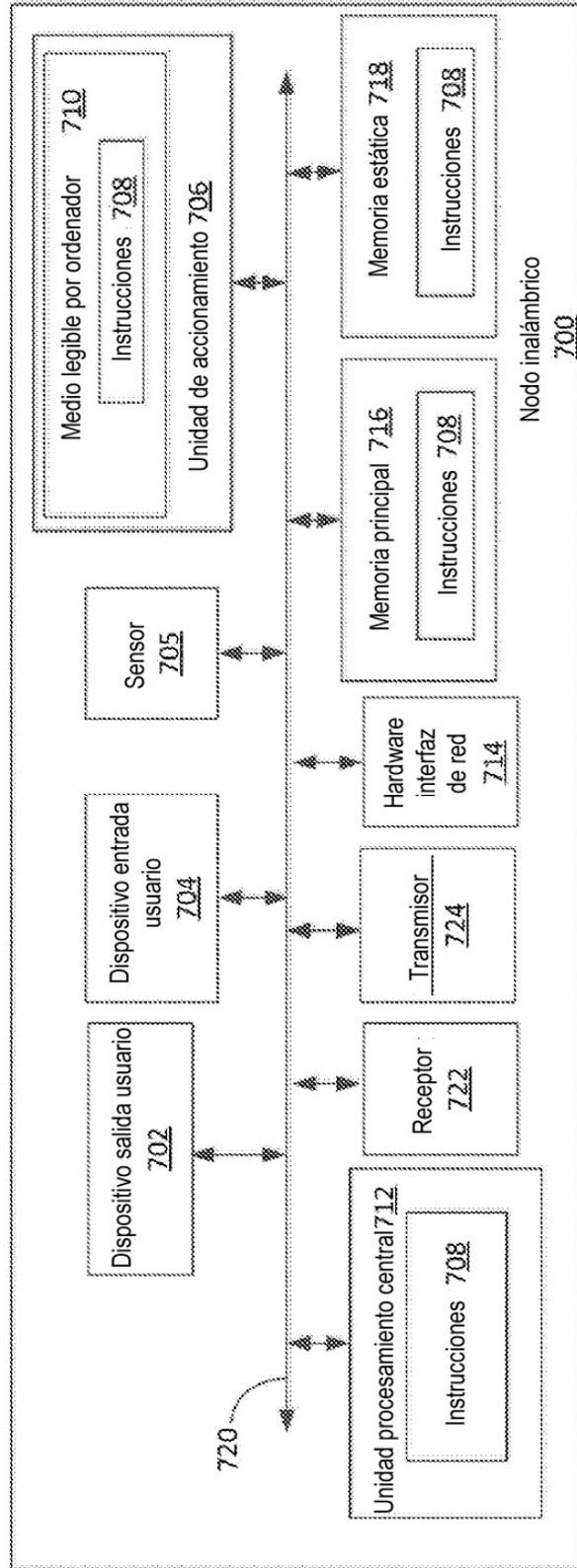


FIG. 7