



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 291 316**

51 Int. Cl.:  
**H04L 12/56** (2006.01)  
**H04L 12/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01936707 .7**  
86 Fecha de presentación : **07.06.2001**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1297661**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.04.2003**

54 Título: **Método y sistema para asignación de canales de transmisión adaptativos para bandas de frecuencia sin licencia e ISM.**

30 Prioridad: **06.07.2000 US 610758**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.03.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.03.2008**

73 Titular/es: **Nokia Corporation**  
**Keilalahdentie 4**  
**02150 Espoo, FI**

72 Inventor/es: **Honkanen, Mauri;**  
**Lappeteläinen, Antti y**  
**Palin, Arto**

74 Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

ES 2 291 316 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

Método y sistema para asignación de canales de transmisión adaptativos para bandas de frecuencia sin licencia e ISM.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere, en general, a los llamados sistemas de comunicaciones Bluetooth que operan en frecuencias radioeléctricas de alrededor de 2,45 GHz y, más en particular, a la asignación de un canal de transmisión adaptativo en una pico-red que opera en la banda de frecuencia radioeléctrica del Bluetooth.

10 **Antecedentes de la invención**

Un sistema Bluetooth proporciona un canal de comunicaciones entre dos dispositivos eléctricos a través de un enlace radioeléctrico de corto alcance. En particular, el sistema Bluetooth opera en la frecuencia radioeléctrica de alrededor de 2,4 GHz en la banda de frecuencia sin licencia Industrial-Científica-Médica (ISM). El enlace radioeléctrico Bluetooth está pensado para ser un sustituto del cable entre dispositivos eléctricos fijos y/o portátiles. Los dispositivos portátiles incluyen teléfonos móviles, comunicadores, auriculares de audio, ordenadores portátiles, otros dispositivos con base GEOS o con base Palm OS y dispositivos con diferentes sistemas operativos.

La frecuencia operativa del Bluetooth se encuentra disponible de forma global, pero el ancho de banda permisible de la banda de Bluetooth y los canales RF disponibles pueden ser distintos de un país a otro. Globalmente, la frecuencia operativa del Bluetooth cae en el rango de 2.400 MHz a 2.497 MHz. En Europa y en Estados Unidos, se encuentra disponible una banda con ancho de banda de 83,7 MHz y la banda se divide en 79 canales RF separados con un espacio de 1 MHz. Las disposiciones de red Bluetooth pueden ser punto-a-punto o punto-a-multipunto para proporcionar enlaces de conexión entre una pluralidad de dispositivos eléctricos. En una pico-red pueden estar conectados operativamente de dos a ocho dispositivos, donde, en un periodo dado, uno de los dispositivos sirve como el maestro mientras los otros son los esclavos. Varias pico-redes, pueden formar una red de comunicaciones mayor conocida como red de dispersión, manteniendo cada pico-red su independencia. El protocolo de banda base para un sistema Bluetooth combina la conmutación por paquetes y por circuito. La conmutación por circuito puede ser asíncrona o sincrónica. Un canal físico puede dar soporte a hasta tres canales de datos sincrónicos (lógicos), o un canal de datos asíncrono y uno sincrónico. Cada canal sincrónico puede soportar una velocidad de transferencia de 64 Kb/seg mientras que un canal asíncrono puede transmitir hasta 721 Kb/seg en un sentido y 57,6 Kb/seg en el sentido opuesto. Si el enlace es simétrico, la velocidad de transferencia en el canal asíncrono puede soportar 432,6 Kb/seg. Un sistema Bluetooth típico consiste en un enlace radioeléctrico, una unidad de control de enlace y una unidad de soporte para las funciones del interfaz de terminal anfitrión y de la gestión del enlace. El controlador del enlace Bluetooth lleva a cabo los protocolos de banda base y otras rutinas de nivel bajo. En el Protocolo de Gestión de Enlace (LMP) se definen mensajes de capa de enlace para establecimiento del enlace y control. Con el fin de superar los problemas de interferencia de ruido radioeléctrico y desvanecimiento de la señal, actualmente se utilizan saltos de frecuencia para hacer las conexiones robustas.

Actualmente, cada uno de los 79 canales RF se utiliza mediante una secuencia de salto pseudo-aleatoria a través del ancho de banda Bluetooth. La secuencia de salto es única para cada pico-red y se determina mediante la dirección del dispositivo Bluetooth del maestro cuyo reloj se utiliza para determinar la fase de la secuencia de salto. El canal de divide en intervalos temporales de 625  $\mu$ s de duración y numerados de acuerdo con el reloj maestro, donde cada intervalo temporal corresponde a una frecuencia de salto RF y donde cada salto consecutivo corresponde a una frecuencia de salto RF diferente. La velocidad de salto nominal es 1600 saltos/seg. Todos los dispositivos Bluetooth que participan en la pico-red están sincronizados en tiempo y salto con el canal. La numeración de intervalos tiene un rango desde 0 a  $2^{27}-1$  y es cíclica con una longitud de ciclo de  $2^{27}$ . En los intervalos temporales, los dispositivos maestro y esclavo pueden transmitir paquetes. Los paquetes transmitidos por el dispositivo maestro o el esclavo pueden extenderse hasta cinco intervalos temporales. La frecuencia de salto RF permanece fija durante la transmisión del paquete.

Las bandas de frecuencia ISM pueden ser utilizadas por muchos dispositivos diferentes los cuales incluyen redes de área local inalámbricas (WLANs), hornos microondas, y equipos de iluminación. La interferencia causada por estas diferentes múltiples aplicaciones es inherente a casi cualquier dispositivo que se encuentre conectado a la pico-red. Actualmente, el uso de las bandas de frecuencia ISM está creciendo muy rápidamente. Con el fin de sobrevivir en estas bandas de frecuencia, los nuevos sistemas de comunicaciones inalámbricos deben utilizar un esquema de modulación robusto con un determinado método de asignación de canales. Por ejemplo, los sistemas WLAN utilizan un método de Espectro Ensanchado por Saltos de Frecuencia (FHSS), en el que la transmisión tiene lugar sólo en un corto tiempo en cada canal, y modulación de Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS), que supera la interferencia de banda estrecha mediante ensanchamiento. No obstante, la asignación de canales, o canalización, en estos sistemas se organiza utilizando un método de detección de portadora (CS) o un método de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA). En el método CS, se mide cada uno de los canales a utilizar con el fin de determinar si en ese canal está teniendo lugar una transmisión. Si el canal sometido a medición no tiene una transmisión en curso, entonces el canal puede utilizarse para salto. El principal problema con el método de detección de portadora es que la medición resulta ineficaz para el tipo de tráfico que utiliza un método de modulación diferente. En el método CDMA, mientras que la interferencia de banda estrecha se ensancha en el receptor, el ruido recibido aumenta realmente,

## ES 2 291 316 T3

reduciendo así el margen de ruido del sistema. Opcionalmente, también es posible establecer canales de tráfico virtual utilizando diferentes frecuencias de salto. No obstante, esto no evita las partes de espectro en las que ocurre la interferencia.

- 5 Resulta ventajoso y deseable proporcionar un método y un sistema para realizar conexiones entre dispositivos que operan en las bandas ISM evitando de forma efectiva las partes del espectro en las que las condiciones de canal tales como los niveles de ruido e interferencia puedan afectar adversamente a la conexión de canal.

### Resumen de la invención

10

El objetivo principal de la presente invención es proporcionar un método y un sistema para asegurar la compatibilidad hacia atrás de un dispositivo de pico-red que es capaz de operar en la forma sin salto de frecuencia (BT 2.0) en un entorno en el que también se utiliza la forma con salto de frecuencia (BT 1.0). La retro-compatibilidad asegura que un dispositivo BT 2.0 sea compatible con un dispositivo BT 1.0.

15

De acuerdo con ello, la presente invención proporciona un método para establecer un enlace de conexión entre un dispositivo maestro y una pluralidad de dispositivos esclavos en una red de comunicaciones que tiene una pluralidad de canales de frecuencia en una banda de frecuencia radioeléctrica, donde los enlaces de conexión entre el dispositivo maestro y los dispositivos esclavos pueden llevarse a cabo en una forma con salto de frecuencia. El método comprende las etapas de:

20

enviar una petición de enlace al dispositivo maestro solicitando el establecimiento de un enlace de conexión sin salto de frecuencia entre el dispositivo maestro y un dispositivo esclavo;

25

establecer el enlace de conexión sin salto de frecuencia como se solicita cuando el dispositivo maestro es capaz de seleccionar un canal de comunicaciones para dicho enlace de conexión de sin salto de frecuencia; y

30

establecer o mantener el enlace de conexión en la forma con salto de frecuencia si el dispositivo maestro es incapaz de seleccionar el canal de comunicaciones para dicho enlace de conexión sin salto de frecuencia.

35

Preferentemente, el método comprende además la etapa de medir las condiciones del canal, incluyendo la potencia de portadora del canal y los niveles de ruido e interferencia que afectan al enlace de conexión, con el fin de que el dispositivo maestro seleccione el canal de comunicación sin salto de frecuencia. La medición de las condiciones del canal la realiza el dispositivo maestro o el dispositivo esclavo peticionario.

40

Preferentemente, el método también incluye la etapa de enviar al dispositivo esclavo peticionario una pluralidad de parámetros de medición incluyendo el tiempo de la medición y las frecuencias a medir con el fin de que el dispositivo esclavo mida las condiciones del canal a partir de los parámetros de medición.

45

Preferentemente, el método también incluye la etapa de enviar un informe de medición al dispositivo maestro, mediante el dispositivo esclavo, informando de los resultados de las mediciones de las condiciones del canal.

50

Con el establecimiento del enlace de conexión sin salto de frecuencia con el dispositivo esclavo, el dispositivo maestro puede ceder o retener su papel como dispositivo maestro para los dispositivos esclavos no peticionarios.

55

La presente invención también proporciona un sistema para la asignación adaptativa de canales de transmisión con el fin de establecer un enlace de conexión entre un dispositivo maestro y, al menos, un dispositivo esclavo en una red de comunicaciones que tiene una pluralidad de canales de frecuencia en una banda de frecuencia radioeléctrica, donde el enlace de conexión entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo puede llevarse a cabo en una forma con salto de frecuencia. El sistema comprende:

60

un mecanismo para que el dispositivo esclavo solicite al dispositivo maestro que le asigne un canal para un enlace de conexión de una forma sin salto de frecuencia;

65

un mecanismo para que el dispositivo maestro determine si es capaz de asignar el canal solicitado;

un mecanismo para establecer el enlace de conexión sin salto de frecuencia entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo peticionario en el canal asignado si el maestro es capaz de asignar el canal solicitado; y

70

un mecanismo para establecer o mantener un enlace de conexión con salto de frecuencia entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo peticionario si el dispositivo maestro es incapaz de asignar el canal solicitado.

Preferentemente, el dispositivo esclavo mantiene el enlace de conexión con salto de frecuencia si el dispositivo esclavo falla en recibir una respuesta del dispositivo maestro respondiendo a la petición.

75

La presente invención se hará evidente tomada en conjunto con las figuras 1a a 15.

## ES 2 291 316 T3

### Breve descripción de los dibujos

5 La figura 1a es una representación en diagrama que ilustra el procedimiento de establecimiento de un enlace de conexión en una pico-red en la que un dispositivo esclavo envía una petición al dispositivo maestro solicitando un enlace de conexión BT 2.0.

La figura 1b es una representación en diagrama que ilustra que el dispositivo maestro responde al dispositivo esclavo peticionario, pidiendo al dispositivo esclavo que conecte las mediciones del canal.

10 La figura 1c es una representación en diagrama que ilustra que el dispositivo esclavo envía un informe de medición al dispositivo maestro.

15 La figura 1d es una representación en diagrama que ilustra que el dispositivo maestro envía una pluralidad de parámetros de canal al dispositivo esclavo.

La figura 1e es una representación en diagrama que ilustra que el dispositivo esclavo acusa recibo de la recepción de los parámetros de canal.

20 La figura 1f es una representación en diagrama que ilustra que el dispositivo maestro deja de ser el dispositivo maestro de los dispositivos esclavos no peticionarios.

La figura 1g es una representación en diagrama que ilustra el establecimiento de un enlace de conexión BT 2.0 entre el antiguo dispositivo maestro y el dispositivo esclavo peticionario.

25 La figura 2 es una estructura de tramas que ilustra una PDU ejemplar para que un dispositivo esclavo solicite un enlace de conexión BT 2.0 con un dispositivo maestro.

30 La figura 3 es una estructura de tramas que ilustra un formato PDU ejemplar utilizado como una respuesta LMP\_no\_aceptado.

La figura 4 es una estructura de tramas que ilustra un formato PDU ejemplar utilizado como una respuesta inicio\_LMP\_aceptado.

35 La figura 5 es una estructura de tramas que ilustra un formato PDU ejemplar utilizado como una respuesta establecer\_LMP\_aceptado.

La figura 6 es una estructura de tramas que ilustra un formato PDU ejemplar utilizado como una respuesta informe\_medición\_LMP.

40 La figura 7a ilustra una posible secuencia de señalización al establecer un enlace de conexión BT 2.0.

La figura 7b ilustra otra posible secuencia de señales al establecer un enlace de conexión BT 2.0.

45 Las figuras 8a y 8b son diagramas de flujo que ilustran un diagrama de estado ejemplar de un dispositivo esclavo solicitando un enlace de conexión BT 2.0.

Las figuras 9a y 9b son diagramas de flujo que ilustran un diagrama de estado ejemplar de un dispositivo maestro que responde a una petición para establecer un enlace de conexión BT 2.0.

50 La figura 10 es una representación en diagrama que ilustra la selección de frecuencias de mediciones de canal.

Las figuras 11a y 11b son representaciones en diagrama que ilustran un ejemplo de secuencia de salto para paquetes que ocupan 5 intervalos temporales.

55 Las figuras 12a y 12b son representaciones en diagrama que ilustran un ejemplo de secuencia de salto para paquetes que ocupan 3 intervalos temporales.

La figura 13 es una representación en diagrama que ilustra un ejemplo de un rango dinámico RSSI.

60 La figura 14 muestra un ejemplo de división de ventanas de canal.

La figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema para la asignación adaptativa de canales de transmisión.

### 65 Descripción detallada

Las figuras 1a a 1f son representaciones en diagrama que ilustran el procedimiento de establecimiento de un enlace de conexión en una pico-red (10) que tiene una pluralidad de dispositivos (M), (S1), (S2) y (S3), los cuales

## ES 2 291 316 T3

5 pueden conectarse en una forma con salto de frecuencia. Los enlaces de conexión con salto de frecuencia son bien conocidos en la técnica, y dicha conexión se refiere aquí como un enlace de conexión BT 1.0, asociado con la Versión de Especificación Bluetooth 1.0 (BT 1.0). Como se muestra, (M) es actualmente un dispositivo maestro y (S1), (S2) y (S3) son dispositivos esclavos. El procedimiento descrito aquí se encuentra limitado al caso en el que un dispositivo esclavo desea establecer un enlace de conexión con el dispositivo maestro (M) en una forma sin salto de frecuencia. Aquí la forma sin salto de frecuencia se refiere como BT 2.0. Como se muestra en la figura 1a, los enlaces de conexión (102), (104) y (106) entre el dispositivo maestro (M) y con los dispositivos esclavos (S1), (S2) y (S3) se establecen inicialmente de acuerdo con la forma BT 1.0. En cualquier momento, cualquiera de los dispositivos esclavos (S1), (S2) y (S3) puede enviar una petición al dispositivo maestro (M) solicitando un establecimiento de enlace BT 2.0. Con propósitos ilustrativos, en la fase de inicialización el dispositivo esclavo (S2) es la unidad de inicialización que desea establecer un enlace de conexión BT 2.0 con el dispositivo maestro (M). Como se muestra en la figura 1a, el dispositivo esclavo (S2) envía una petición (200) al dispositivo maestro (M) solicitando un enlace de conexión BT 2.0. Por ejemplo, la petición puede enviarse en la forma de una PDU LMP, como se muestra en la figura 2. Al recibir la petición, el dispositivo maestro (M) puede responder a la solicitud con tres PDUs diferentes, como se relaciona en la tabla 1.

TABLA 1

*PDUs LMP Maestro-Eslavo*

PDU	Contenido
LMP_no_aceptado	Razón si se conoce
inicio_LMP_aceptado	Inicia medición con parámetros
establecer_LMP_aceptado	Parámetros de establecimiento del enlace (¿frecuencia, MCR, QoS?)

De acuerdo con ello, el maestro puede enviar:

- a) una PDU LMP\_no\_aceptado (ver figura 3), si el dispositivo maestro es incapaz de soportar este enlace de conexión sin salto de frecuencia; o
- b) una PDU inicio\_LMP\_aceptado (ver figura 4) o una PDU establecer\_LMP\_aceptado (ver figura 5), si el dispositivo maestro es capaz de soportar este enlace de conexión sin salto de frecuencia.

Si el dispositivo maestro (M) responde con una PDU inicio\_LMP\_aceptado (202), como se muestra en la figura 1b, el dispositivo maestro proporciona una pluralidad de parámetros de medición al dispositivo esclavo peticionario (S2) para mediciones del canal. La PDU inicio\_LMP\_aceptado (202) contiene, por ejemplo, el tiempo de medición y las frecuencias a medir. Durante las mediciones del canal, el dispositivo maestro (M) y el dispositivo esclavo (S2) miden la potencia de portadora C y/o los niveles de ruido e interferencia I+N (indicado como I a partir de aquí). Durante este tiempo, el maestro (M) puede soportar otro tráfico BT 1.0 en la pico-red (10). La medición de la banda de frecuencia del sistema se lleva a cabo explorando a través de la banda en cada canal que sigue el patrón salto del dispositivo maestro (M). La medición C se lleva a cabo durante un intervalo temporal maestro-a-esclavo. Preferentemente, la potencia de portadora C en cada canal se determina mediante el dispositivo esclavo utilizando la funcionalidad Indicación de Potencia de Señal Recibida (RSSI) del receptor del dispositivo esclavo medidor. La medición del nivel I se lleva a cabo durante un intervalo temporal esclavo-a-maestro que se transmite mediante otro dispositivo esclavo (es decir, no el dispositivo esclavo peticionario S2). Con el fin de evitar la medición de la propia transmisión esclavo-a-maestro o sus fugas espectrales, tiene que utilizarse un desplazamiento de frecuencia apropiado entre el canal de frecuencia esclavo-a-maestro y la frecuencia a medir. El desplazamiento de frecuencia se describe en más detalle más adelante junto con las figuras 10 a 12b. Cuando ha pasado el tiempo de exploración definido por el dispositivo maestro (M), el dispositivo esclavo (S2) transmite un informe de medición (204) al dispositivo maestro (M), como se muestra en la figura 1c. Por ejemplo, el dispositivo esclavo (S2) devuelve los resultados de medición en una PDU informe\_medición\_LMP, como se muestra en la figura 6.

Debe indicarse que también es posible para el dispositivo maestro (M) llevar a cabo las mediciones de canal. En ese caso, pueden omitirse las etapas del procedimiento descritas en las figuras 1b y 1c.

A partir de los resultados de medición, el dispositivo maestro (M) selecciona un canal sin saltos para el enlace de conexión BT 2.0 y envía los parámetros de canal en una PDU establecer\_LMP\_aceptado (206) (ver figura 5) al dispositivo esclavo (S2), como se muestra en la figura 1d. Puede ser seguido por el esclavo acusando recibo de la

## ES 2 291 316 T3

petición de establecer `_LMP_aceptado` con una señal `ACK (208)`, como se muestra en la figura 1e. En este punto, el dispositivo maestro (M) establece una operación de conmutación maestro-esclavo (118) delegando en uno de los dispositivos esclavos no peticionarios, por ejemplo (S3), como el nuevo dispositivo maestro con el fin de mantener el enlace de conexión BT 1.0 entre los dispositivos esclavos no peticionarios (S1) y (S3), como se muestra en la figura 1f.

5 Al mismo tiempo, el dispositivo maestro (M) inicia una transmisión BT 2.0 con el dispositivo esclavo (S2) enviando ciertas tramas de datos (208) a intervalos fijos hasta que, por ejemplo, el dispositivo esclavo (S2) acusa recibo de esa trama. Finalmente, el dispositivo maestro (M) cede su papel de maestro para volverse un terminal BT 2.0 (T2), con el fin de establecer el enlace de comunicaciones en la forma sin salto de frecuencia con el dispositivo esclavo (S2) que ahora es un terminal BT 2.0 (T1), como se muestra en la figura 1g. El enlace de comunicaciones BT 2.0 se indica mediante el número (212). El nuevo enlace de conexión entre los dispositivos esclavos (S1) y (S3) es un enlace BT 1.0, como se indica mediante el número (120). De ese modo, la retro-compatibilidad del dispositivo maestro (M) y el dispositivo esclavo (S2) hace posible que estos dispositivos operen en una forma BT 1.0 o en una forma BT 2.0.

15 Debe indicarse que también es posible que el dispositivo maestro (M) todavía mantenga su papel de dispositivo maestro para los dispositivos esclavos no peticionarios (S1) y (S3) en el enlace BT 1.0 mientras tiene simultáneamente el enlace BT 2.0 con el dispositivo esclavo (S2).

Es probable que las condiciones de canal en relación con la potencia de portadora C y/o las condiciones I de ruido e interferencia cambien durante la transferencia de datos entre los terminales (T1) y (T2). De ese modo, la frecuencia seleccionada utilizada para el actual canal sin saltos puede ya no ser la mejor frecuencia para la transmisión de datos en el enlace de conexión BT 2.0. Para monitorizar el cambio en las condiciones de canal, los terminales (T1) y (T2) pueden adaptarse para monitorizar las características de propagación y la calidad del flujo de datos en el canal de frecuencia utilizado. Por ejemplo, la monitorización puede incluir promedio continuo de RSSI, energía de transmisión, promedio de tasa de error de paquetes, promedio de tasa de error binario, codificación/modulación utilizada y monitorización de memoria de paquetes de datos. Estos valores se comparan con los parámetros radioeléctricos de calidad de servicio (QoS), los cuales se utilizan como umbrales. Si no se alcanza un umbral, se selecciona otra frecuencia para el nuevo canal sin saltos. Entre los terminales BT 2.0 (T1 Y T2 en este ejemplo ilustrativo) algunos están autorizados para tomar una decisión relativa a la frecuencia a utilizar en el nuevo enlace de conexión BT 2.0 mientras algunos no lo están. De ese modo, los terminales que no toman decisiones deben informar del fallo de umbral a los terminales autorizados. En particular, puede utilizarse para informar del fallo de umbral una PDU específica, `fallo_radioQoS_LMP`. Esta PDU puede indicar que criterio o criterios de QoS radioeléctrico no se cumplen y el valor RSSI actual, tasa de error de paquetes, etc. La PDU puede utilizarse para informar:

- 35 a) si el RSSI medio está por encima o por debajo de un determinado umbral;
- b) si la tasa de errores de paquete excede un cierto umbral;
- c) si la energía de transmisión excede un determinado umbral; y
- 40 d) si la codificación/modulación utilizada pertenece a un conjunto factible de esquemas de codificación/modulación.

Cuando se necesita utilizar otra frecuencia para mantener el enlace de conexión BT 2.0, el terminal autorizado para tomar la decisión relativa a la frecuencia a utilizar en los enlaces de conexión BT 2.0 tiene tres opciones:

- 45 1) puede decidir permanecer en la frecuencia seleccionada que utilizada actualmente para el enlace de conexión BT 2.0, y utilizar la adaptación del enlace y/o el control de energía para mejorar la calidad del flujo de datos. Si las transmisiones no son continuas sino repetidas periódicamente, puede considerarse la reprogramación en el tiempo;
- 50 2) puede iniciar un nuevo proceso de medición con el fin de seleccionar una nueva frecuencia para el nuevo canal sin saltos; o
- 55 3) puede asignar una nueva frecuencia para el nuevo canal sin saltos a partir de los resultados previos de medición del canal. Por ejemplo, podría coger la segunda mejor frecuencia en términos de nivel bajo de ruido e interferencia en los resultados previos de medición del canal (tomar la figura 14, por ejemplo, donde  $f_2$  es la mejor frecuencia, y  $f_1$  es la segunda mejor frecuencia).

La selección de la acción apropiada en términos de las alternativas anteriores puede incluir dos fases. En la primera fase se determina si la degradación en la QoS radioeléctrico es causada por RSSI insuficiente o es debida a interferencia. Esto puede llevarse a cabo comparando valores RSSI, tasas de errores de paquetes y métodos de codificación/modulación utilizados. Si la causa es interferencia (es decir, RSSI es suficiente para la codificación/modulación utilizada pero el error de paquetes es alto), entonces puede llevarse a cabo un nuevo proceso de medición del canal o una nueva asignación de frecuencia basada en la medición previa. Si la causa es RSSI insuficiente, entonces debe seleccionarse la opción 1, como se describió anteriormente. La segunda fase es necesaria sólo si la interferencia es la causa de la degradación de la QoS radioeléctrico. En la segunda fase, debe seleccionarse la opción 2 si los dispositivos implicados no son sensibles a retardo, mientras que debe seleccionarse la opción 3 cuando los dispositivos implicados son sensibles a retardo.

## ES 2 291 316 T3

Las figuras 2 a 6 son ejemplos de formatos PDU LMP. La figura 2 representa una descripción del nivel de bits de la PDU LMP\_BT2.0\_req previa a la verificación de redundancia cíclica (CRC) y codificación. Como se muestra en la figura 2, el “opcódigo” (56) en el área de datos útiles se utiliza para indicar que el enlace de conexión solicitado es acorde con la forma BT 2.0.

5

Como se muestra en la figura 3, la PDU LMP\_no\_aceptado contiene el “opcódigo” (56) en el área de datos útiles para indicar que la respuesta está relacionada con el enlace de conexión BT 2.0 solicitado. El área de datos útiles puede contener una razón por la que el maestro es incapaz de soportar el enlace BT 2.0 (característica\_LMP\_no\_soportada).

10

Como muestra la figura 4, la PDU inicio\_LMP\_aceptado contiene el “opcódigo” (56) en el área de datos útiles para indicar que la respuesta se relaciona con el enlace de conexión BT 2.0 solicitado. El área de datos útiles también contiene parámetros de medición para mediciones del canal. Como se muestra en la figura 4, los parámetros de medición incluyen el tiempo de exploración para que el dispositivo esclavo mida las condiciones del canal en cada canal (tiempo\_medición).

15

Como se muestra en la figura 5, la PDU establecer\_LMP\_aceptado puede incluir parámetros de establecimiento de enlace como la frecuencia a utilizar (frecuencia\_utilizada) para el enlace de conexión BT 2.0, Relación Codificación Modulación (MCR) y parámetros de QoS. El conjunto de parámetros de QoS también incluye umbrales de parámetros radioeléctricos de QoS. Los parámetros de QoS pueden incluir RSSI\_media\_mín, RSSI\_media\_máx, tasa\_máx\_error\_paquetes, energía\_Tx\_máx, energía\_Tx\_mín y conjunto\_de\_características\_de relaciones\_de\_modulación/codificación.

20

Como se muestra en la figura 6, la PDU informe\_medición\_LMP puede incluir el valor C medido de potencia de portadora (valor\_C) y los niveles I de ruido e interferencia (Valor\_I) en una pluralidad de canales medidos (frec\_medición).

25

En el curso de establecer un enlace de conexión BT 2.0 a petición del dispositivo esclavo, en las figuras 7a y 7b se muestran las posibles secuencias de señalización entre un dispositivo esclavo peticionario y el dispositivo maestro. En la figura 7a, inicialmente el dispositivo esclavo y el dispositivo maestro se encuentran enlazados de acuerdo con la forma BT 1.0, como se indica mediante el número (100). En la fase de inicialización, el esclavo envía una PDU LMP\_BT2.0\_req (200) al dispositivo maestro, solicitando el establecimiento de un enlace BT 2.0. Si el maestro es incapaz de soportar el enlace BT 2.0 por cualquier razón, responde a la petición enviando una PDU LMP\_no\_aceptado (201) al esclavo peticionario, estableciendo la razón por la que no soporta el enlace BT 2.0. Por ejemplo, la razón para no soportar el enlace BT 2.0 puede incluir que la calidad del flujo de datos se encuentra actualmente por debajo de los requerimientos radioeléctricos de QoS. De acuerdo con ello, se mantiene el enlace BT 2.0 entre el dispositivo esclavo y el dispositivo maestro, como se indica mediante el número (100'). Es posible que incluso cuando el dispositivo maestro no sabe nada acerca del enlace de conexión BT 2.0 y falla en responder a la petición (200), el dispositivo esclavo no tenga que esperar indefinidamente una respuesta del dispositivo maestro sino que mantiene el enlace de conexión BT 1.0 después de un periodo de espera establecido (ver figura 8a, etapa 317). En un momento posterior, el dispositivo esclavo envía otra PDU LMP\_BT2.0\_req (200') al dispositivo maestro, solicitando de nuevo el establecimiento de un enlace BT 2.0. Si el maestro es capaz de soportar el enlace BT 2.0 y ha seleccionado una frecuencia para el enlace BT 2.0, responde a la petición enviando una PDU establecer\_LMP\_aceptado (206) al dispositivo esclavo peticionario, incluyendo la frecuencia seleccionada, MCR y los parámetros de QoS requeridos. Posteriormente, se establece un enlace BT 2.0 entre el dispositivo maestro y el esclavo peticionario como se indica mediante el número (220). No obstante, el maestro debe ceder su papel de maestro y convertirse en un terminal BT 2.0, como se muestra en la figura 1g.

30

35

40

45

En la figura 7b se muestra otra posible secuencia de señal. Como se muestra en la figura 7b, al recibir una petición (200') desde el dispositivo esclavo solicitando el establecimiento de un enlace BT 2.0, el dispositivo maestro envía al dispositivo esclavo peticionario una PDU inicio\_LMP\_aceptado (202) incluyendo las frecuencias a medir con el fin de establecer un enlace sin salto de frecuencia. El dispositivo esclavo mide la potencia de portadora C y/o las condiciones de ruido e interferencia I como se indica mediante el número (190) e informa al maestro de los resultados de la medición en una PDU informe\_medición\_LMP (204). A partir de los resultados medidos, el maestro selecciona una frecuencia para el enlace BT 2.0. El maestro envía una PDU establecer\_LMP\_aceptado (206') al dispositivo esclavo peticionario, incluyendo la frecuencia seleccionada, MCR y los parámetros de QoS requeridos. Posteriormente, se establece un enlace BT 2.0 entre el dispositivo maestro y el esclavo peticionario como se indica mediante el número (220'). Debido a que las PDUs LMP se envían por un enlace sin conexión asíncrono (ACL), todos los paquetes tienen acuse de recibo a nivel del Control del Enlace. Por lo tanto, no se requiere una señal de acuse de recibo independiente ACK en el nivel de Gestión del Enlace.

50

55

Las figuras 8a y 8b son diagramas de flujo que ilustran una secuencia de etapas ejecutadas por un dispositivo esclavo peticionario. Como se muestra en la figura 8a, el dispositivo esclavo está conectado inicialmente con un dispositivo maestro en una forma BT 1.0, como se indica mediante el número (310). Cuando el dispositivo esclavo desea establecer un enlace BT 2.0 con el maestro, comienza inicializando un mensaje de establecimiento de enlace BT 2.0 a partir de su capa superior en la etapa (312) y envía una PDU LMP\_BT2.0\_req al dispositivo maestro en la etapa (314). En la etapa (316) espera una respuesta del maestro. Es posible que el dispositivo maestro falle a responder a la petición por una determinada razón y que el dispositivo esclavo no reciba una respuesta del maestro. Preferentemente, el dispositivo esclavo establece un tiempo para recibir tal respuesta. Como se muestra en la etapa (317), si el dispositivo esclavo no recibe la respuesta del dispositivo maestro después de que haya expirado el tiempo

60

65

## ES 2 291 316 T3

establecido, indica el fallo de petición al nivel superior en la etapa (320). Si el tiempo establecido no ha expirado, el dispositivo esclavo se queda esperando hasta que recibe una respuesta en la etapa (318). Hay tres posibilidades en relación a la respuesta desde el dispositivo maestro: a) la respuesta es una PDU LMP\_no\_aceptado; b) la respuesta es una PDU establecer\_LMP\_aceptado; o c) la respuesta es una PDU iniciar\_LMP\_aceptado. Si ocurre la posibilidad (a), el dispositivo esclavo indica el fallo de petición al nivel superior en la etapa (320). El enlace BT 1.0 entre el esclavo y el maestro se mantiene o reestablece, como se indica mediante el número (322). Si ocurre la posibilidad (b), el dispositivo esclavo establece el enlace de conexión BT 2.0 de acuerdo con la frecuencia seleccionada por el dispositivo en la etapa (324) e indica el enlace de conexión BT 2.0 a la capa superior en la etapa (326). El enlace 2.0 entre el dispositivo esclavo y el dispositivo maestro se mantiene tanto como se requiera, como se indica mediante el número (328). Si ocurre la posibilidad (c), el dispositivo esclavo lleva a cabo el procedimiento de medición del canal, como se muestra en la figura 8b.

Como se muestra en la figura 8b, el dispositivo esclavo mide las condiciones del canal en la etapa (330) y envía los resultados de medición al canal maestro en la etapa (332). El dispositivo esclavo debe esperar una respuesta del dispositivo maestro en la etapa (334) con el fin de tomar el siguiente curso de acción. Hay dos posibilidades en relación con la respuesta del dispositivo maestro: a) la respuesta es una PDU LMP\_no\_aceptado; o b) la respuesta es una PDU establecer\_LMP\_aceptado. Si ocurre la posibilidad (a), el dispositivo esclavo indica el fallo de petición al nivel superior en la etapa (340). El enlace BT 1.0 entre el esclavo y el maestro se mantiene o reestablece, como se indica mediante el número (342). Si ocurre la posibilidad (b), el dispositivo esclavo establece el enlace de conexión BT 2.0 de acuerdo con la frecuencia seleccionada por el dispositivo maestro en la etapa (344) e indica el enlace de conexión BT 2.0 a la capa superior en la etapa (346). El enlace 2.0 entre el dispositivo esclavo y el dispositivo maestro se mantiene tanto como sea posible, como se indica mediante el número (348).

Las figuras 9a y 9b son diagramas de flujo que ilustran una secuencia de etapas ejecutadas por un dispositivo maestro. Como se muestra en la figura 9a, el dispositivo maestro está conectado inicialmente con un dispositivo esclavo en una forma BT 1.0, como se indica mediante el número (360). Con la recepción de una PDU LMP\_BT2.0\_req desde un canal esclavo solicitando establecer un enlace de conexión BT 2.0 en la etapa (362), el dispositivo maestro determina si puede soportar el enlace de conexión BT 2.0 y cómo responder al dispositivo esclavo en la etapa (364). Hay tres posibilidades en relación a la respuesta a enviar al dispositivo esclavo peticionario en la etapa (366): a) la respuesta es una PDU LMP\_no\_aceptado indicando que el dispositivo maestro no puede soportar un enlace de conexión BT 2.0, al menos, por el momento; b) la respuesta es una PDU establecer\_LMP\_aceptado; y c) la respuesta es una PDU iniciar\_LMP\_aceptado. Si ocurre la posibilidad (a), el enlace BT 1.0 entre el esclavo y el maestro se mantiene o reestablece, como se indica mediante el número (368). Si ocurre la posibilidad (b), el dispositivo maestro proporciona parámetros de establecimiento del enlace al dispositivo esclavo peticionario en la etapa (370) e indica el enlace de conexión BT 2.0 a la capa superior en la etapa (372). El enlace 2.0 entre el dispositivo esclavo y el dispositivo maestro se mantiene tanto como sea posible, como se indica mediante el número (374). Si ocurre la posibilidad (c), el dispositivo maestro proporciona al dispositivo esclavo peticionario los parámetros de medición para llevar a cabo el procedimiento de mediciones del canal, y el proceso continúa en la figura 9b.

Como se muestra en la figura 9b, después de enviar la PDU iniciar\_LMP\_aceptado al canal esclavo peticionario, el dispositivo maestro espera los resultados de medición contenidos en una PDU informe\_medición\_LMP desde el dispositivo esclavo peticionario en la etapa (380). En base a los resultados medidos, el maestro debe decidir el siguiente curso de acción en la etapa (382). Hay dos posibilidades en relación con la decisión a tomar por el dispositivo maestro en la etapa (384): a) el maestro envía una PDU LMP\_no\_aceptado al dispositivo esclavo para indicar que es incapaz de soportar el enlace de conexión BT 2.0 solicitado, a partir de las condiciones medidas del canal por el dispositivo esclavo peticionario; o b) el maestro envía una PDU establecer\_LMP\_aceptado para proporcionar parámetros de establecimiento del enlace al dispositivo esclavo peticionario. Si ocurre la posibilidad (a), el enlace BT 1.0 entre el esclavo y el maestro se mantiene o reestablece, como se indica mediante el número (386). Si ocurre la posibilidad (b), se establece el enlace de conexión BT 2.0 en la etapa (388) y se notifica el enlace de conexión BT 2.0 al nivel superior en la etapa (390). El enlace BT 2.0 entre el dispositivo esclavo y el dispositivo maestro se mantiene tanto como sea posible, como se indica mediante el número (392).

Debe indicarse que las figuras 8a a 9b ilustran los diagramas de flujo de un dispositivo esclavo y un dispositivo maestro cuando un dispositivo esclavo solicita el establecimiento del enlace de conexión BT 2.0. De una forma similar, el dispositivo maestro puede iniciar un enlace de conexión BT 2.0 con cualquier dispositivo esclavo de la pico-red.

Como se describió junto con la figura 1b, cuando el dispositivo esclavo peticionario (S2) lleva a cabo la medición I, evita medir la propia transmisión esclavo-a-maestro y/o su fuga espectral. De acuerdo con ello, se utiliza un desplazamiento de frecuencia adecuado entre el canal de frecuencia esclavo-a-maestro y la frecuencia a medir. Preferentemente, el valor del desplazamiento de frecuencia es bastante alto de modo que la fuga de potencia transmitida sobre los canales adyacentes no afecta de forma significativa a los resultados de la medición. En la Figura 10 se muestran frecuencias de mediciones del canal ejemplares. Como se muestra, los intervalos temporales numeradas con número impar son intervalos maestro-a-esclavo en que se realizan las mediciones C de potencia de portadora, y los intervalos temporales numeradas con número par son divisiones esclavo-a-maestro en las que se miden los niveles I de ruido e interferencia. Debe indicarse que el canal que se usa para la medición I en cada intervalo esclavo-a-maestro está desplazado 4 canales de la frecuencia esclavo-a-maestro en la secuencia de salto actual. La figura 10 ilustra una posible vía para seleccionar la frecuencia de medición I durante un intervalo esclavo-a-maestro para transmisión de paquetes en tramas de un intervalo.



## ES 2 291 316 T3

En la transmisión de paquetes multidivisión, se utiliza un cálculo de desplazamiento especial para evitar medir los intervalos esclavo-a-maestro como un canal de medición I. Las figuras 11a y 11b ilustran una secuencia de salto para paquetes que ocupan 5 intervalos temporales. En la figura 11a, la frecuencia de los intervalos maestro-a-esclavo es  $f_1$ , mientras que la frecuencia del intervalo esclavo-a-maestro es  $f_6$ . Es posible, por ejemplo utilizar  $f_b=f_6/64$  como la frecuencia de medición, la cual es diferente de ambas,  $f_6$  y  $f_1$ . Del mismo modo, en la figura 11b, la frecuencia de la división maestro-a-esclavo es  $f_1$ , mientras que la frecuencia de los intervalos esclavo-a-maestro es  $f_2$ . Es posible, por ejemplo, utilizar  $f_b=f_2/64$  como la frecuencia de medición, la cual es diferente de ambas,  $f_2$  y  $f_1$ .

Las figuras 12a y 12b ilustran una secuencia de salto para paquetes que ocupan 3 intervalos temporales. En la figura 12a, la frecuencia de los primeros intervalos maestro-a-esclavo es  $f_1$  mientras que la frecuencia del subsiguiente intervalo esclavo-a-maestro es  $f_4$ . Es posible utilizar, por ejemplo,  $f_b=f_4/64$  como frecuencia de medición, la cual es diferente de ambas,  $f_4$  y  $f_1$ . Del mismo modo, en la figura 12b, la frecuencia de la primera división maestro-a-esclavo es  $f_1$ , mientras que la frecuencia de las subsiguientes divisiones esclavo-a-maestro es  $f_2$ . Es posible, por ejemplo, utilizar  $f_b=f_2/64$  como frecuencia de medición, la cual es diferente de ambas,  $f_2$  y  $f_1$ . No obstante, la situación puede ser más compleja. Permitamos que  $f_a$  sea la primera frecuencia posible de un paquete de intervalos múltiples y que  $f_c$  sea la actual frecuencia de salto, y que la frecuencia del canal de medición I sea  $f_b$  que es 10 MHz a partir de la actual frecuencia de salto. El desplazamiento de frecuencia de 10 MHz es para asegurar que la frecuencia de imagen del receptor no coincide con la frecuencia actual, puesto que el rechazo limitado en la frecuencia de imagen puede afectar a los resultados de la medición.

Dentro de los 79 canales de frecuencia disponibles de la banda ISM, si  $10 < [f_b - f_a] < 69$ , entonces podemos usar  $f_b = f_c + 10$ . De otro modo, el posible valor para  $f_b$  se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$f_b = g(f_c, f_a, f_b)$$

donde

$$g(f_c, f_a, f_b) = (f_c - 10) - 79[(f_c - 10)/79], \text{ si } [f_b - f_a] < 10 \text{ v } [f_b - f_a] > 69$$

Como se describió anteriormente, la resolución de medición preferida es 1 MHz. Después de que se hayan completado las mediciones del canal, hay 79 valores C y 79 valores I, con un valor C y uno I para cada canal de frecuencia. Normalmente estos valores se promedian sobre una cierta cantidad de valores medidos C e I debido a que el mismo canal podría ser medido varias veces. El promedio de los resultados de medición puede llevarse a cabo durante la medición (promedio continuo) o después de la medición. El procedimiento de promedio para el valor C se muestra a continuación:

$$C_{79}(\text{ave}) = (1/N) \sum_{k=N}^{N-1} C_{79}(k),$$

donde N es el número de mediciones y el promedio se lleva a cabo sobre cada uno de los 79 canales. Si el promedio se lleva a cabo sobre la banda completa, entonces

$$C_f(\text{ave}) = (1/79) \sum_{I=0}^{79} \{ (1/N) \sum_{k=0}^{N-1} C_{fi}(k) \},$$

donde N es el número de mediciones en cada uno de los 79 canales.

Los resultados de medición I se promedian de una forma similar. Sin embargo, no se utiliza el promedio sobre la banda completa. Promediar la potencia de portadora C sobre la banda completa significa que no se utiliza la banda completa. El promedio de la potencia de portadora C sobre la banda completa significa que la selección de la mejor colocación del canal se basa sólo en la medición I. En este caso no se requieren mediciones C. Esta aproximación ignora el hecho del desvanecimiento rápido de la señal que realmente es deseable. Los puntos causados desvanecimiento rápido de la señal están cambiando sus localizaciones bastante rápidamente si hay incluso ligeros cambios en el entorno de propagación y, por lo tanto, sus localizaciones no deben ser tenidas en cuenta cuando se considera la colocación óptima del canal. De forma alternativa, es posible medir las condiciones I debido a que dan probablemente resultados satisfactorios en una colocación de canal.

Como un procedimiento típico, se convierten en parámetros un número de valores medidos I y C a partir de los mismos canales, puesto que esta cantidad depende del tiempo de medición disponible y de los requerimientos de tiempo de inicialización de conexión. Por ejemplo, si se requiere hacer 10 mediciones por canal, entonces el tiempo requerido para la medición viene dado por  $10 \times 79 \times 0,001250 \text{ seg} = 0,98 \text{ seg}$ . La precisión de los valores I y C medidos depende de la precisión de la medición RSSI del receptor. En la figura 13 se ilustra un ejemplo de un rango dinámico de 64 dB de una medición RSSI.

Dependiendo de la resolución de la medición RSSI, puede estimarse la cantidad requerida de bits necesarios para presentar los valores I y C. Por ejemplo, si hay una resolución de 3 dB, el rango dinámico completo de la medición

## ES 2 291 316 T3

RSSI puede dividirse en 22 niveles. De ese modo, se utiliza un mínimo de 5 bits de modo que pueden presentarse todos los niveles. Con los valores I medidos, es posible utilizar sólo 4 bits de datos debido a que los valores I por encima de un cierto nivel puede no merecer la pena que sean considerados. En esos niveles altos, la fuente de interferencia puede ser demasiado fuerte y hacer la relación C/I demasiado pequeña para la selección del canal independientemente de lo que fuese normalmente el valor C. En la tabla 2 se dan los posibles valores para la medición C e I.

TABLA 2  
*Posibles vectores de bit I y C*

Nivel RSSI	Posible vector de bit para C (5 bits)	Posible vector de bit para I (4 bits)
-20	00000	
-23	00001	
-26	00010	
-29	00011	
-32	00100	
-35	00101	
-38	00110	0000
-41	00111	0001
-44	01000	0010
-47	01001	0011
-50	01010	0100
-53	01011	0101
-56	01100	0110
-59	01101	0111
-62	01110	1000
-65	01111	1001
-68	10000	1010
-71	10001	1011
-74	10010	1100
-77	10011	1101
-80	10100	1110
-83	10101	1111

De acuerdo con ello, el tamaño del paquete de datos necesario sería  $9 \times 79 = 711$  bits. Este tamaño de paquete indica que se requiere un paquete del tipo ACL DM3/DH3. No obstante, es posible organizar los datos de medición de modo que puedan utilizarse en la transmisión tipos de paquetes de un intervalo. En la práctica, esto significa un paquete de datos de 136 a 216 bits (DM1/DH1). En este caso, los datos de medición tienen que ser clasificados de modo que, por ejemplo, sólo se informe sobre los 9 a 12 valores más bajos de I y los correspondientes valores de C, en vez de todos los valores medidos de I y C. Debe indicarse cuando la información de I y C se asigna sólo a determinados canales de

## ES 2 291 316 T3

frecuencia, la información de frecuencia asociada también debe notificarse junto con los valores I y C sobre los que se ha informado. Las 79 frecuencias en la ISM necesitan 7 bits de datos para notificar. Como se muestra en la figura 6, en la PDU informe\_medición\_LMP se ilustra un ejemplo de formato de paquete de datos previo a la codificación y blanqueamiento de los datos.

Un paquete DH1 puede contener hasta 12 unidades medidas incluyendo C, I y valores de frecuencia, debido a que no se utiliza codificación. Un paquete DM1 contiene sólo 9 unidades medidas debido a que se utiliza codificación de 2/3. En la tabla 3 se muestra un resumen del formato de informes. Este formato de comunicar informes puede ser definido por el dispositivo maestro con la PDU inicio\_LMP\_aceptado.

TABLA 3

*Tipos requeridos de datos útiles para informes*

Formato de comunicación de informes	Cantidad necesaria de bits	Tipo de datos útiles necesarios
Medición completa	9 x 79 = 711	DM3/DH3
1 solo informe	4 x 79 = 316	DM3/DH3
12 mejores canales	(9 + 7) x 12 = 192	DM1/DH1

Los resultados de medición además pueden ser procesados mediante división de ventanas de canal (channel windowing) de modo que es posible tener en cuenta la anchura del canal BT 2.0 que puede diferir de la resolución de medición del canal. La ventana de división de ventanas de canal puede ser, por ejemplo, una ventana promedio de deslizamiento que inicialmente se desliza sobre los datos de medición de 1 MHz de resolución. La anchura de la ventana de deslizamiento puede ser, por ejemplo, la misma que el ancho de banda del canal de los canales BT 2.0. En la figura 14 se muestra un ejemplo de división de ventanas de canal que se utiliza en mediciones del canal. También es posible utilizar diferentes ponderaciones para canales adyacentes o para el conjunto completo de canales, si así se desea. Debido al filtrado de selección de canal, normalmente la interferencia en canales adyacentes no es tan significativa como la interferencia en los canales que se encuentran en uso. En la figura 14, el valor I procesado por la división de ventanas de canal se indica mediante

$$S_i = \sum_{k=0}^{N-1} I_{f(i+k)}$$

donde N es el número de canales de frecuencia sobre los que se realiza la división de ventanas de canal. Con N=4,  $s_2$  es el valor promedio de la división de ventanas de canal de I sobre  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$  y  $f_5$ , por ejemplo. Como se muestra en la figura 14,  $s_0$  tiene el nivel de interferencia más bajo. De ese modo, puede utilizarse cualquiera de los canales  $f_0$ ,  $f_1$ ,  $f_2$  y  $f_3$  para la transmisión BT 2.0 debido a que  $s_0$  es la suma de interferencia en esos canales. Por esa razón, la suma de interferencia después del canal 76 no se encuentra disponible.

La figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema (20) para la asignación de canales de transmisión de adaptación. Como se muestra en la figura 15, el sistema (20) incluye una pluralidad de mecanismos incluidos en los dispositivos eléctricos de una pico-red. En particular, un dispositivo esclavo (30) incluye un mecanismo de petición (32) para enviar una petición (200) (ver figura 1a) a un dispositivo maestro (40), solicitando el establecimiento de un enlace de conexión BT 2.0. El dispositivo maestro incluye un mecanismo de decisión (42) para determinar si es capaz de soportar un enlace de conexión BT 2.0, al menos, en el momento de la solicitud. Además el dispositivo esclavo incluye un mecanismo (34) para las mediciones del canal, un mecanismo (36) para procesar los resultados de medición e informar sobre los resultados medidos al dispositivo maestro. Preferentemente, el dispositivo esclavo también incluye un mecanismo (38) para reconocer que el dispositivo maestro falla en responder a la petición. Ambos, el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo también incluyen un mecanismo (50) para establecer un enlace de conexión BT 1.0 o BT 2.0 entre ellos. Como se muestra en la figura 15, otros mensajes (230), tales como la respuesta (202) en la figura 1b, y la respuesta (204) en la figura 1c, también puede enviarse desde un dispositivo a otro.

Si bien la invención se ha descrito con respecto a una realización preferida de la misma, aquellos versados en la técnica entenderán que pueden hacerse la anterior y varios otros cambios, omisiones y desviaciones en la forma y detalle de la misma sin apartarse del alcance de esta invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

5 1. Método para establecer un enlace de conexión entre un dispositivo maestro y una pluralidad de dispositivos esclavos en una red de comunicaciones que tiene una pluralidad de canales de frecuencia en una banda de frecuencia radioeléctrica, donde los enlaces de conexión entre el dispositivo maestro y los dispositivos esclavos donde pueden llevarse a cabo en una forma con salto de frecuencia, comprendiendo dicho método las etapas de:

10 enviar una petición de enlace (314) al dispositivo maestro solicitando el establecimiento de un enlace de conexión sin salto de frecuencia entre el dispositivo maestro y, al menos, uno de los dispositivos esclavos;

establecer el enlace de conexión sin salto de frecuencia (326) como se solicitó cuando el dispositivo maestro es capaz de seleccionar un canal de comunicaciones para dicho enlace de conexión sin salto de frecuencia; y

15 establecer o mantener el enlace de conexión (328) en la forma con salto de frecuencia cuando el dispositivo maestro es incapaz de seleccionar el canal de comunicaciones para dicho enlace de conexión de sin salto de frecuencia.

2. Método según la reivindicación 1, comprendiendo además la etapa de medir las condiciones del canal con el fin de que el dispositivo maestro seleccione el canal de comunicaciones para el enlace de conexión sin salto de frecuencia.

20 3. Método según la reivindicación 2, en el que las condiciones del canal incluyen la potencia de portadora del canal y los niveles de ruido e interferencia que afectan al enlace de conexión.

25 4. Método según la reivindicación 2, en el que el dispositivo maestro lleva a cabo la medición de las condiciones del canal.

5. Método según la reivindicación 2, en el que dicho al menos uno de los dispositivos esclavos lleva a cabo la medición de las condiciones del canal.

30 6. Método según la reivindicación 5, comprendiendo además la etapa de enviar a dicho al menos uno de los dispositivos esclavos una pluralidad de parámetros de medición incluyendo el tiempo de medición y las frecuencias a medir para permitir a dicho uno de los dispositivos esclavos medir las condiciones del canal a partir de los parámetros de medición.

35 7. Método según la reivindicación 5, comprendiendo además la etapa de enviar un informe de medición al dispositivo maestro informando de los resultados de las mediciones de las condiciones del canal.

40 8. Método según la reivindicación 1, comprendiendo además la etapa de enviar a dicho al menos uno de los dispositivos esclavos una pluralidad de parámetros de canal incluyendo la frecuencia a utilizar para el enlace de conexión sin salto de frecuencia.

9. Método según la reivindicación 8, en el que los parámetros de canal además incluyen una relación de codificación modulación.

45 10. Método según la reivindicación 8, en el que los parámetros de canal además incluyen una petición de calidad de servicio.

50 11. Método según la reivindicación 1, en el que el dispositivo maestro cede su papel de dispositivo maestro en la forma con salto de frecuencia cuando el dispositivo maestro es capaz de seleccionar el canal de comunicaciones para dicho enlace de conexión sin salto de frecuencia.

12. Método según la reivindicación 1, en el que al dispositivo maestro no se le pide la cesión de su papel de dispositivo maestro en la forma con salto de frecuencia cuando el dispositivo maestro es capaz de seleccionar el canal de comunicaciones para dicho enlace de conexión sin salto de frecuencia.

55 13. Método según la reivindicación 1, en el que la petición de enlace es enviada por dicho al menos uno de los dispositivos esclavos como una Unidad de Datos de Protocolo del Protocolo de Gestión del Enlace.

60 14. Sistema (20) para asignación adaptativa de canales de transmisión con el fin de establecer un enlace de conexión entre un dispositivo maestro (42) y, al menos, un dispositivo esclavo (30) en una red de comunicaciones que tiene una pluralidad de canales de frecuencia en una banda de frecuencia radioeléctrica, donde el enlace de conexión entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo puede llevarse a cabo en una forma con salto de frecuencia, comprendiendo dicho sistema:

65 un mecanismo (32) para que el dispositivo esclavo solicite al dispositivo maestro que asigne un canal para un enlace de conexión de una forma sin salto de frecuencia;

un mecanismo para que el dispositivo maestro determine si es capaz de asignar el canal solicitado;

## ES 2 291 316 T3

un mecanismo para establecer el enlace de conexión sin salto de frecuencia entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo peticionario en el canal asignado cuando el maestro es capaz de asignar el canal solicitado; y

5 un mecanismo (50) para establecer o mantener el enlace de conexión con salto de frecuencia entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo peticionario cuando el dispositivo maestro es incapaz de asignar el canal solicitado.

15. Sistema según la reivindicación 14, comprendiendo además un mecanismo para que el dispositivo esclavo mantenga el enlace de conexión con salto de frecuencia cuando el dispositivo esclavo falla en recibir una respuesta desde el dispositivo maestro respondiendo a la petición 1 enviada al dispositivo maestro indicando si el dispositivo  
10 maestro es capaz de asignar dicho canal adaptativo.

16. Sistema según la reivindicación 14, en el que el dispositivo maestro está adaptado para asignar dicho canal adaptativo a partir de las condiciones del canal que incluyen la potencia de portadora de los canales de frecuencia y los niveles de ruido e interferencia que pueden afectar a dicho canal adaptativo, comprendiendo además dicho sistema  
15 un mecanismo para medir las condiciones del canal.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

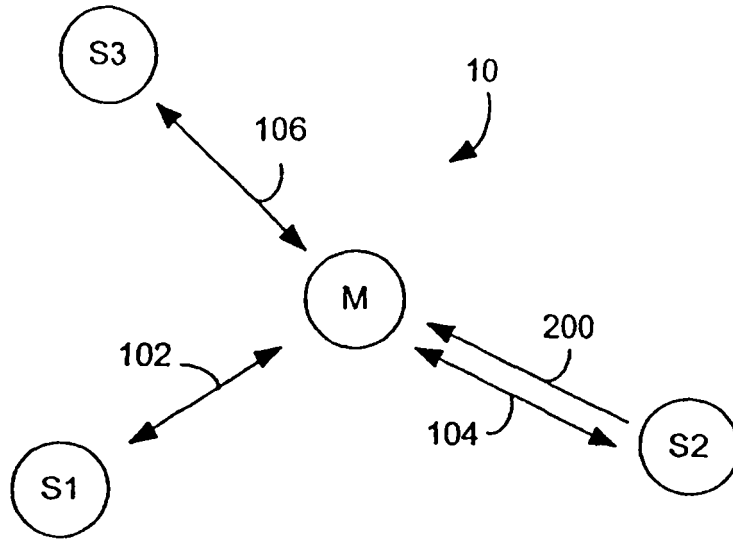


FIG. 1a

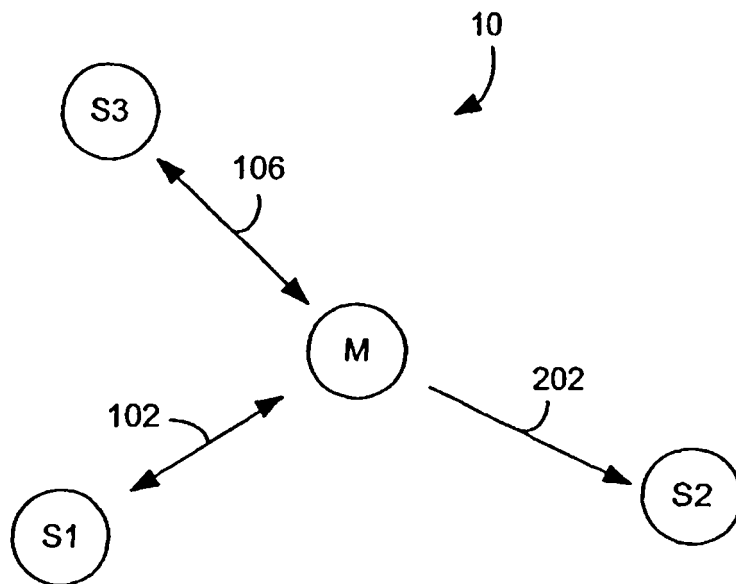


FIG. 1b

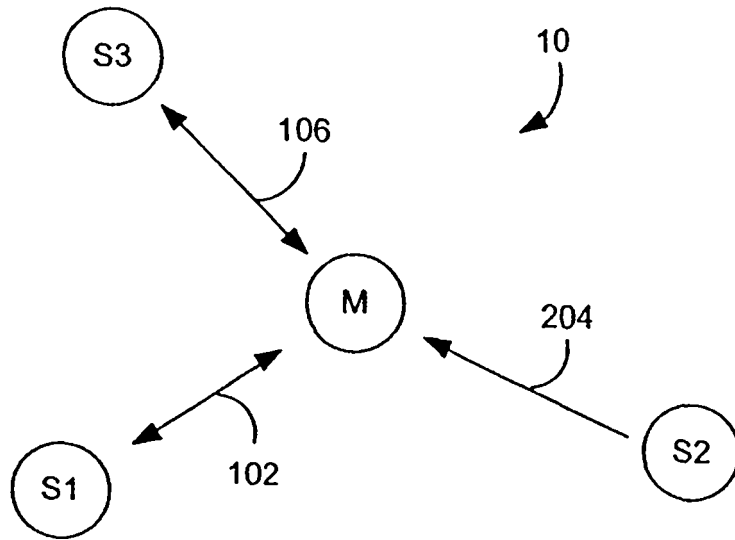


FIG. 1c

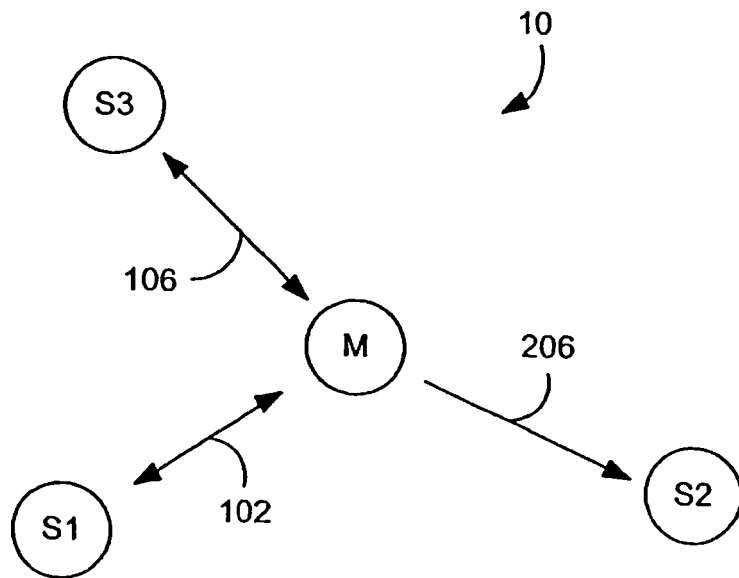


FIG. 1d

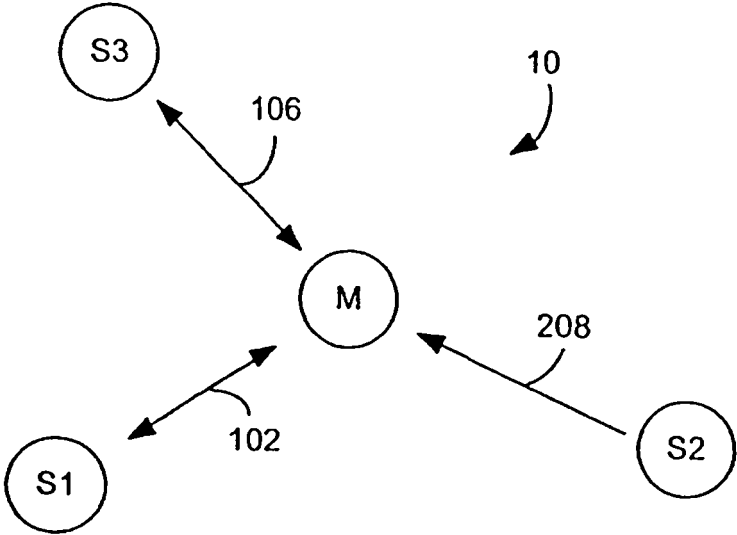


FIG. 1e

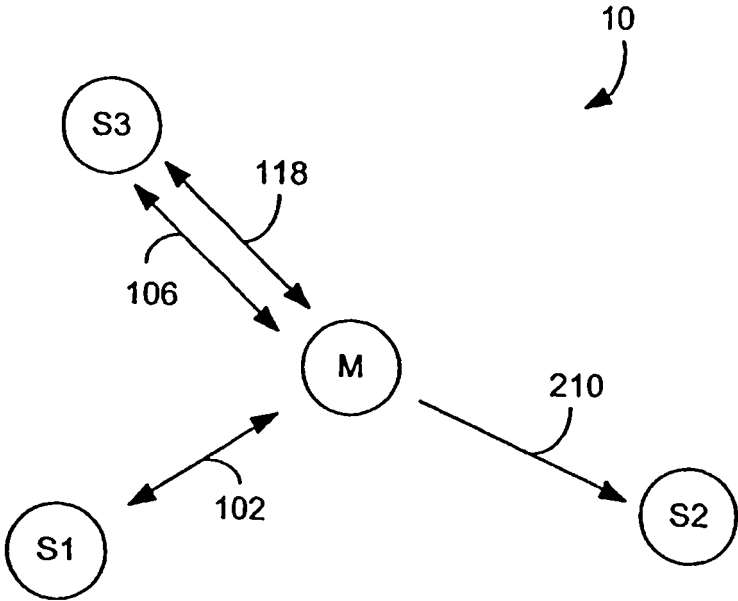


FIG. 1f



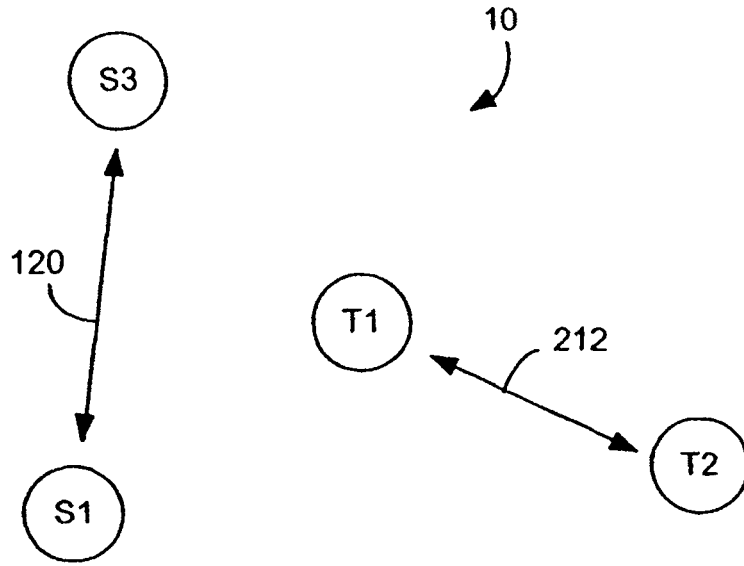


FIG. 1g

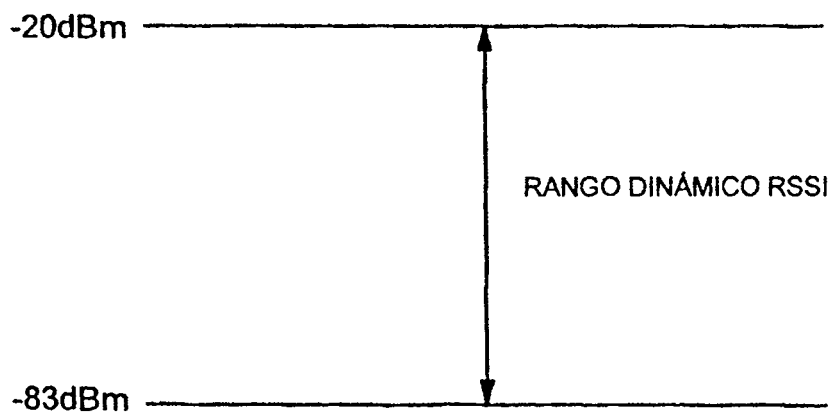
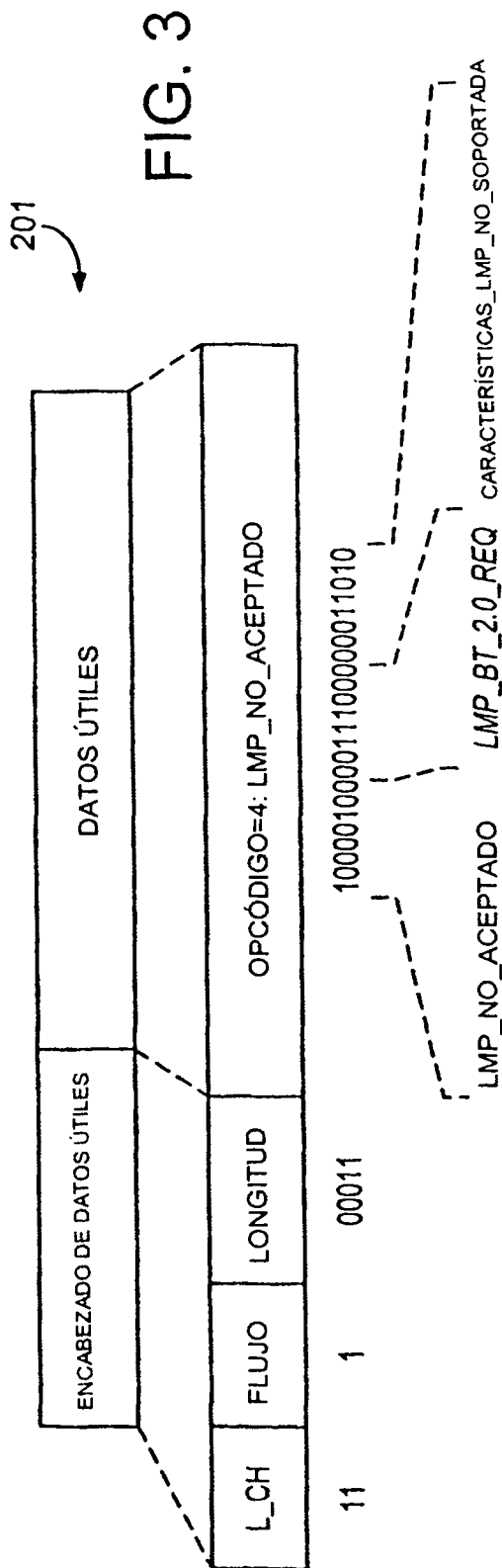
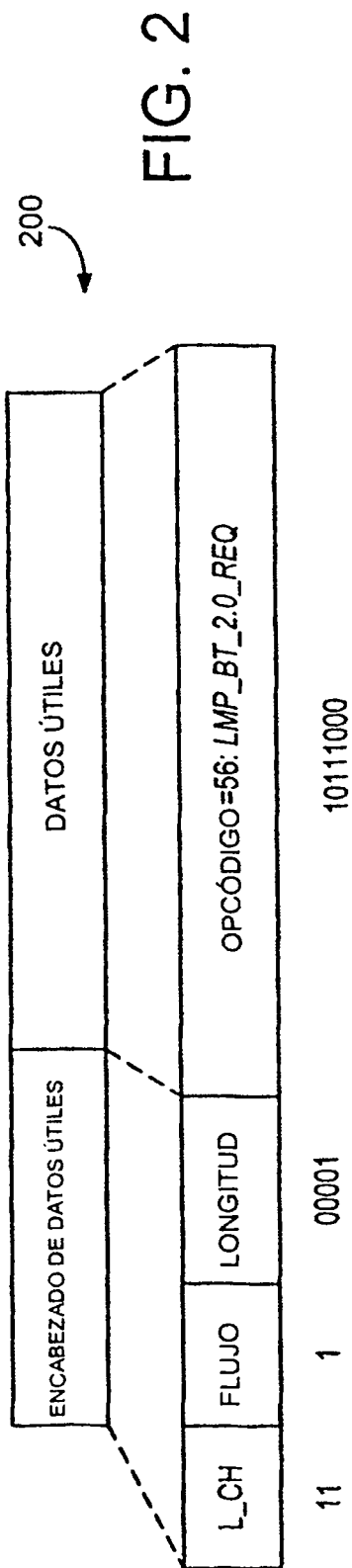
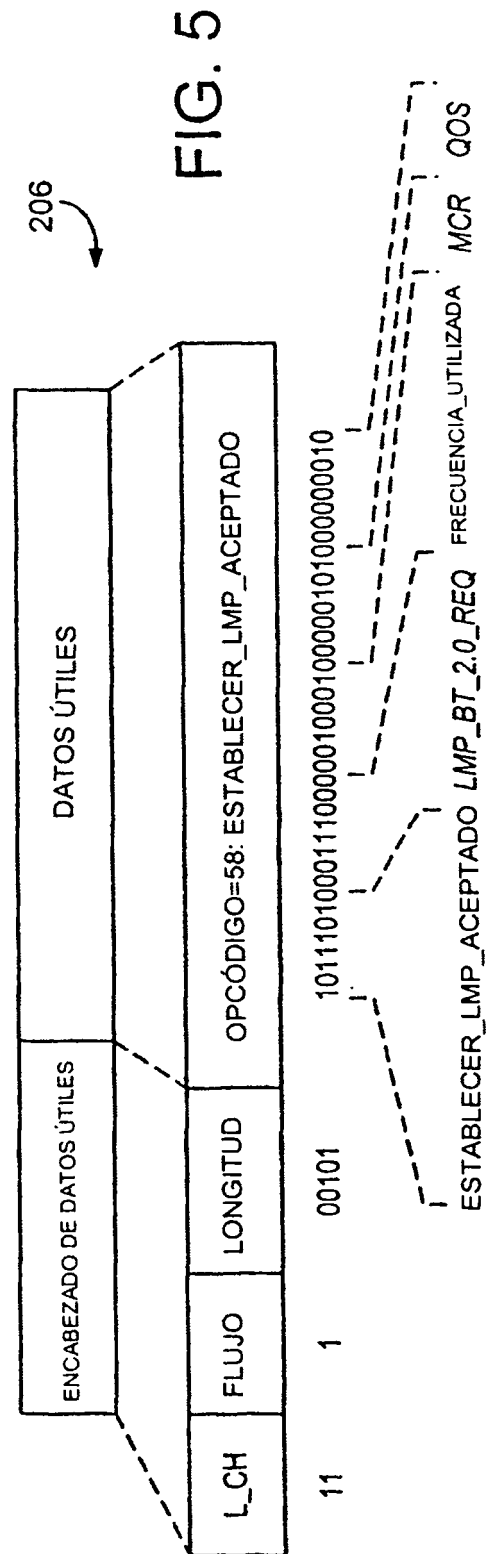
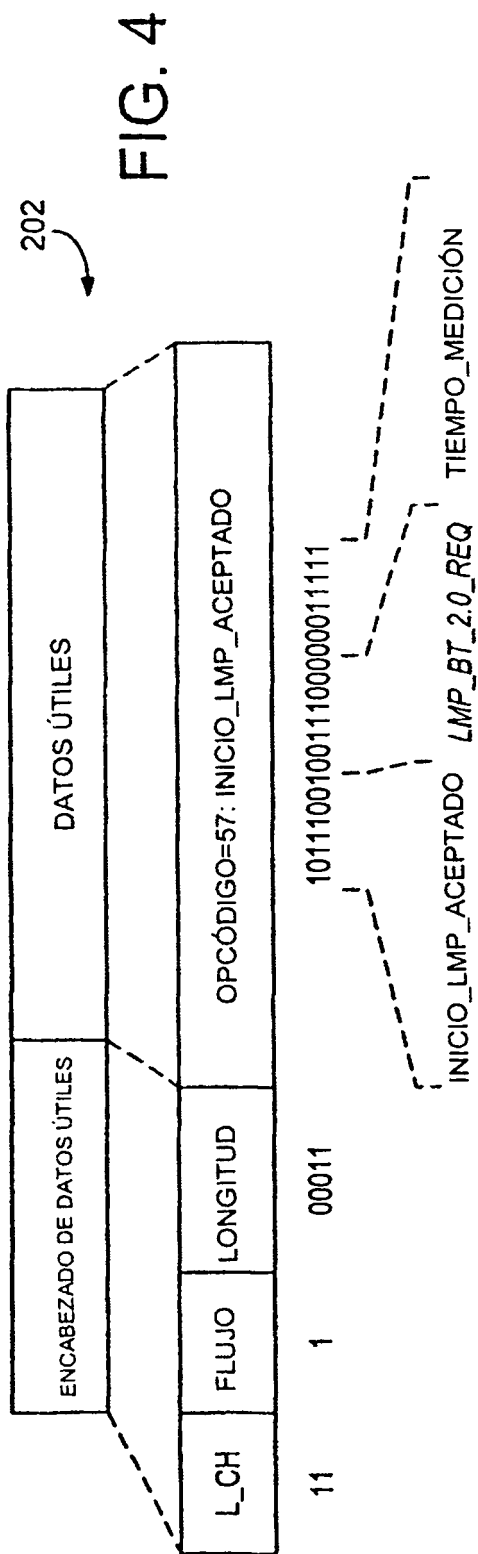


FIG. 13





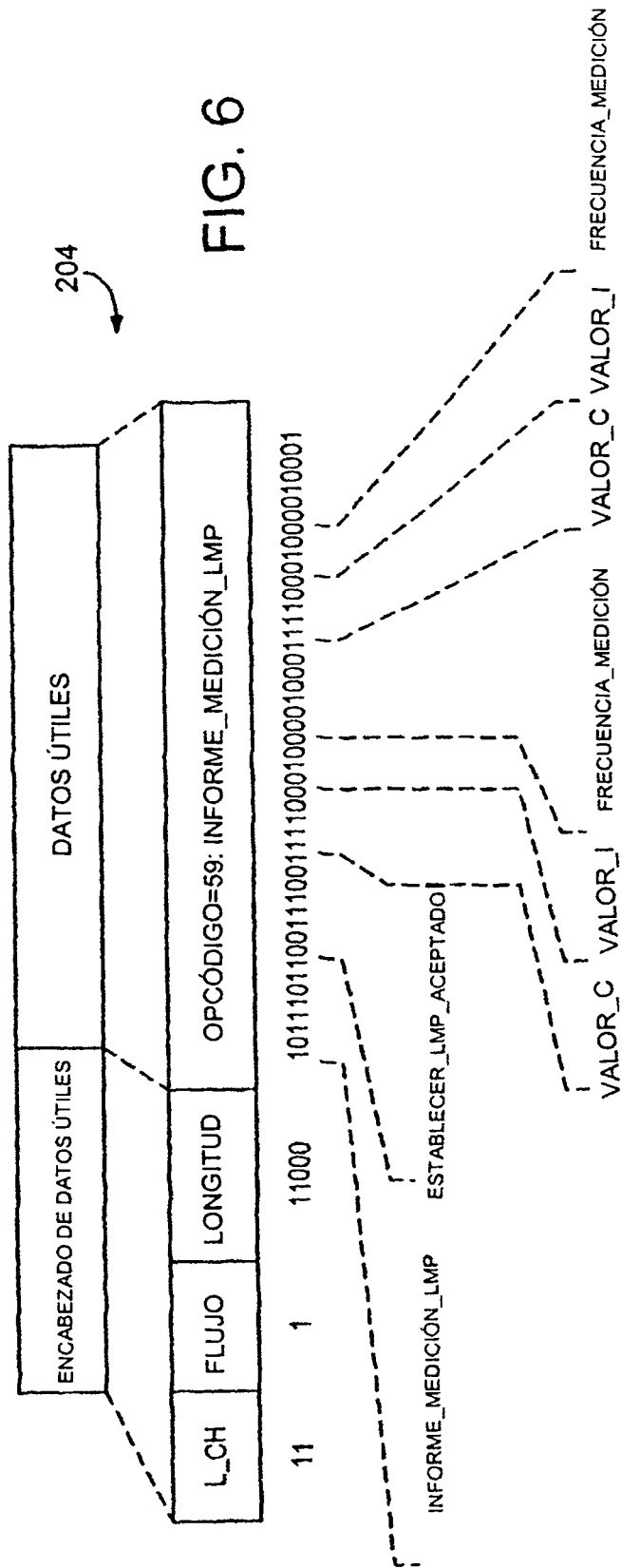


FIG. 6

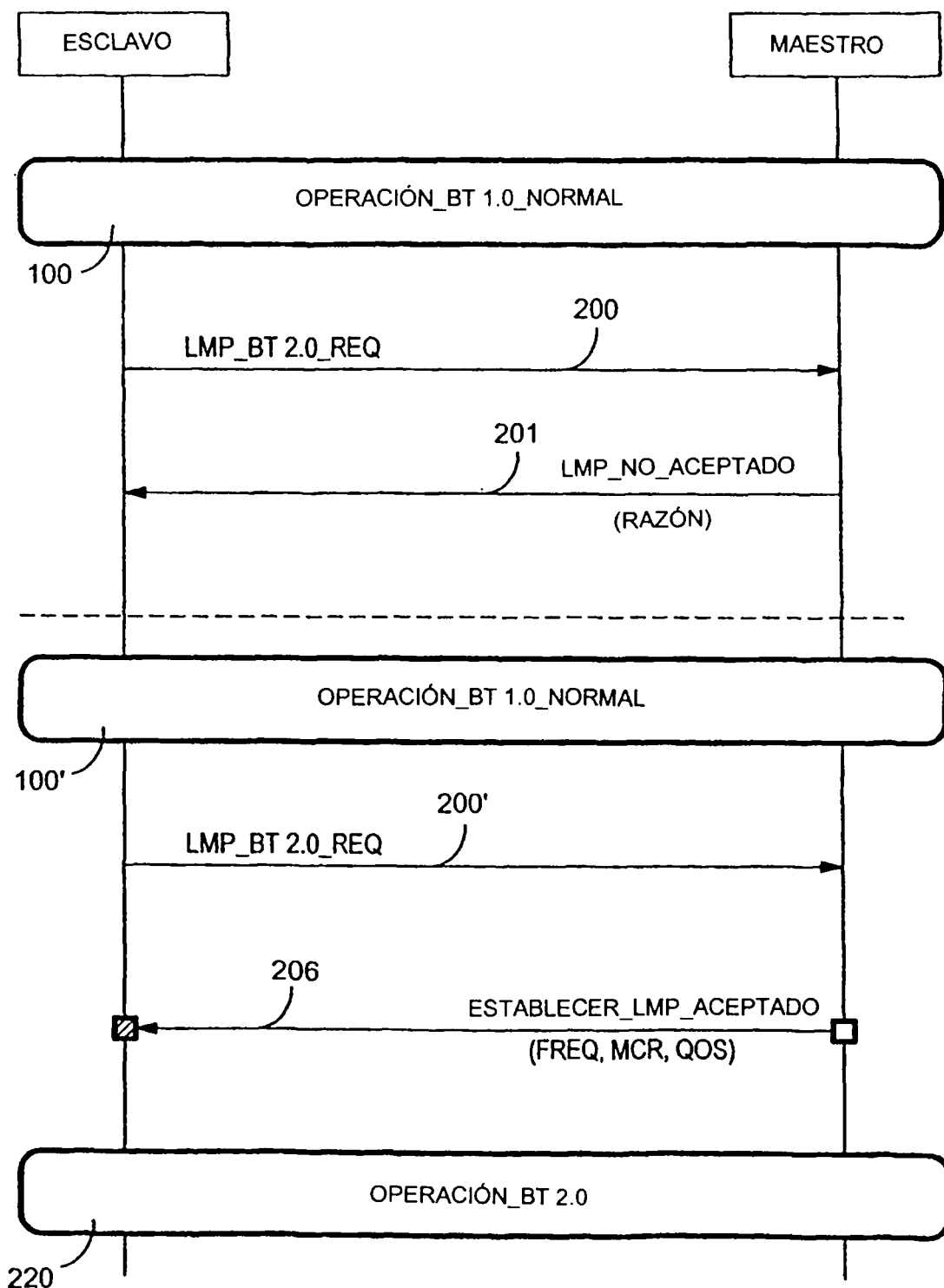


FIG. 7a

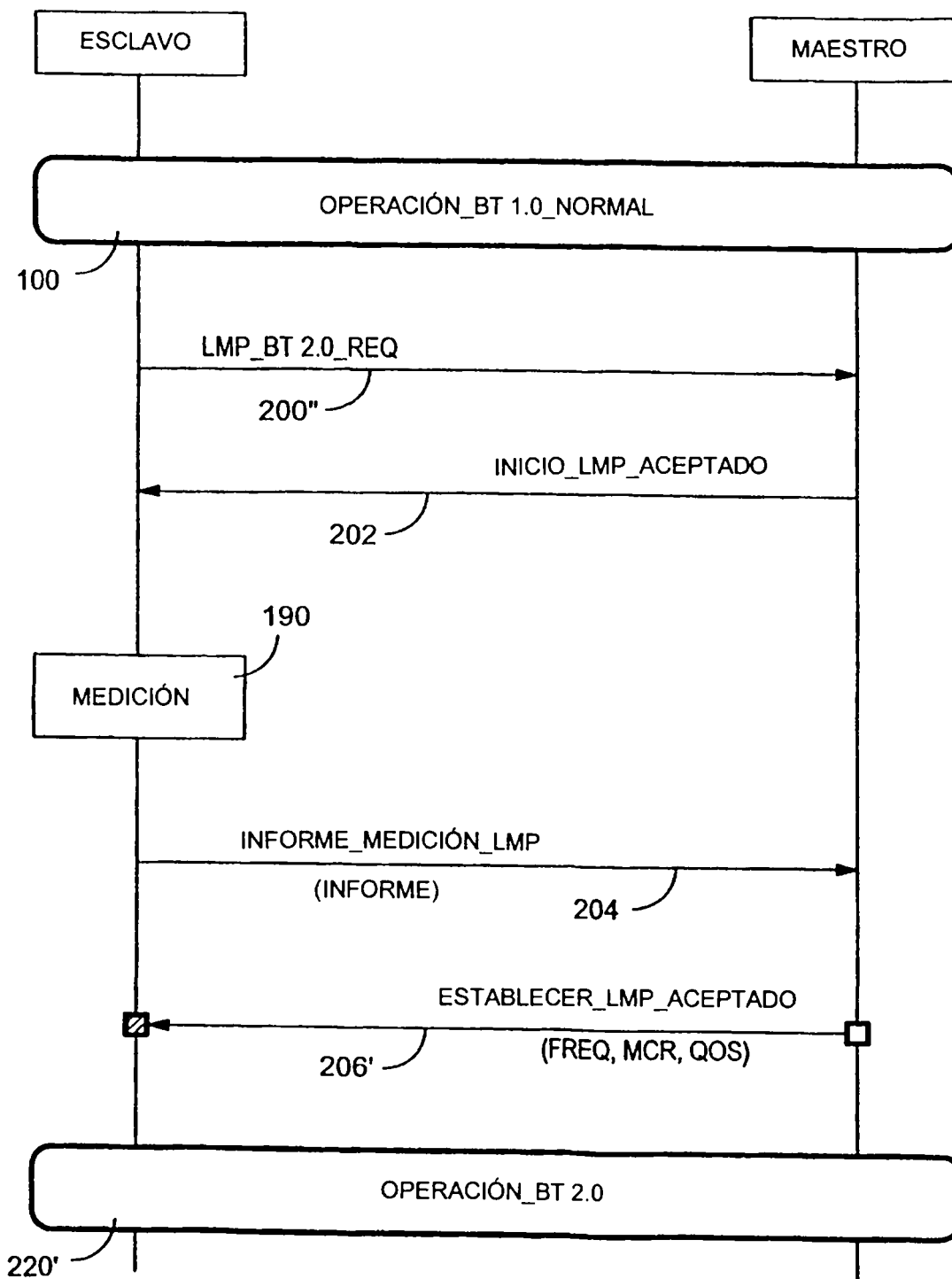
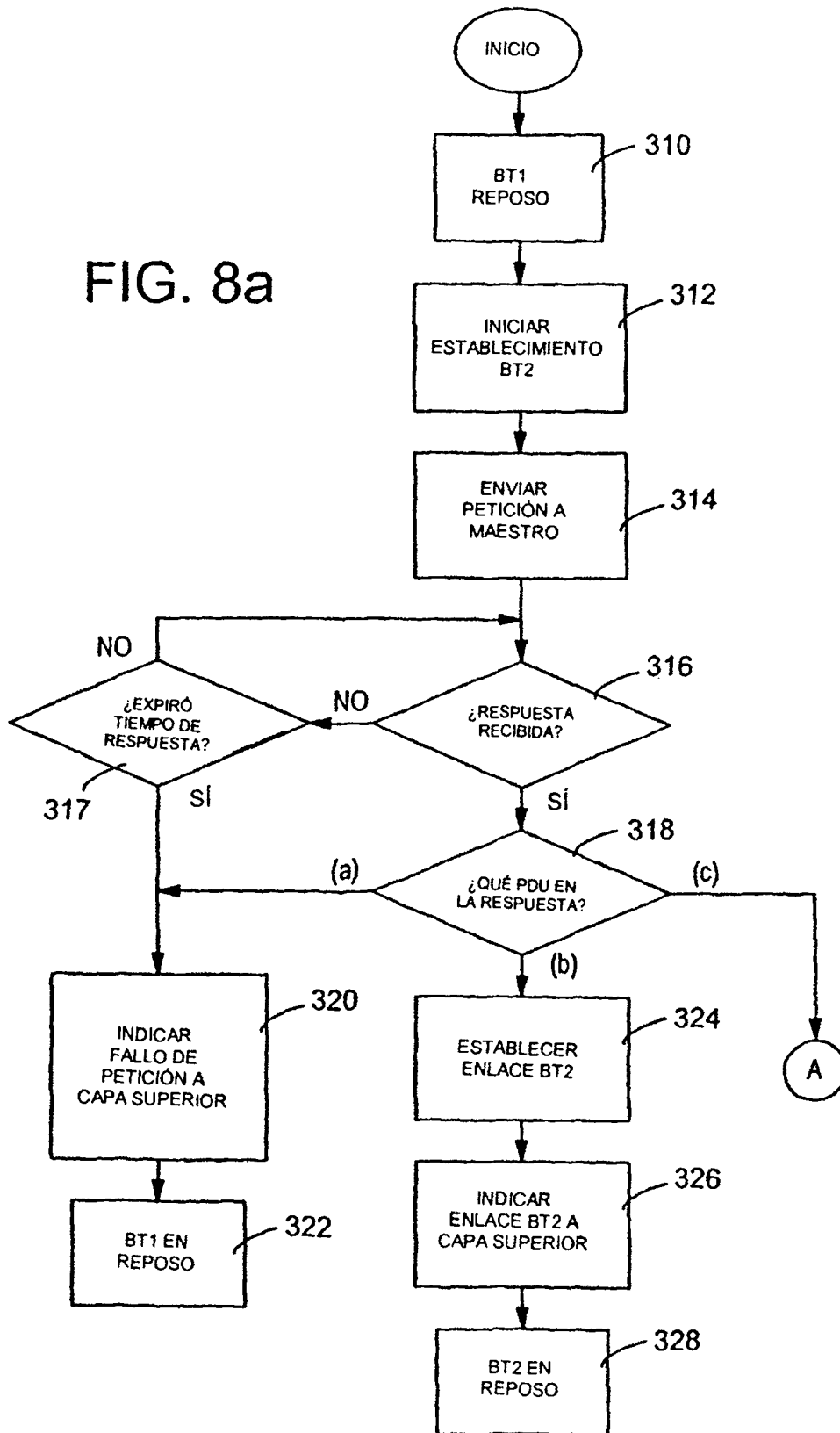


FIG. 7b

FIG. 8a



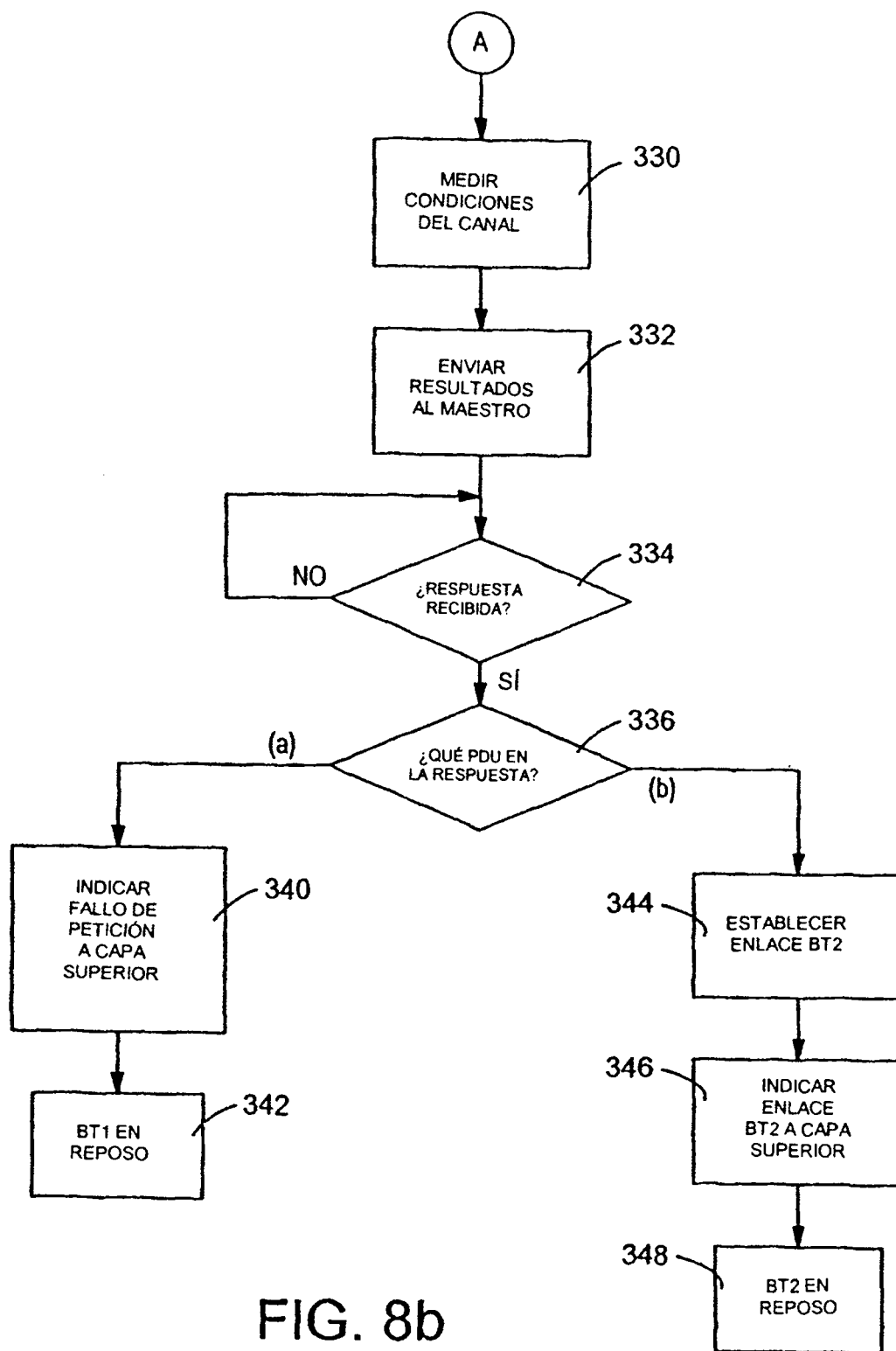


FIG. 8b



FIG. 9a

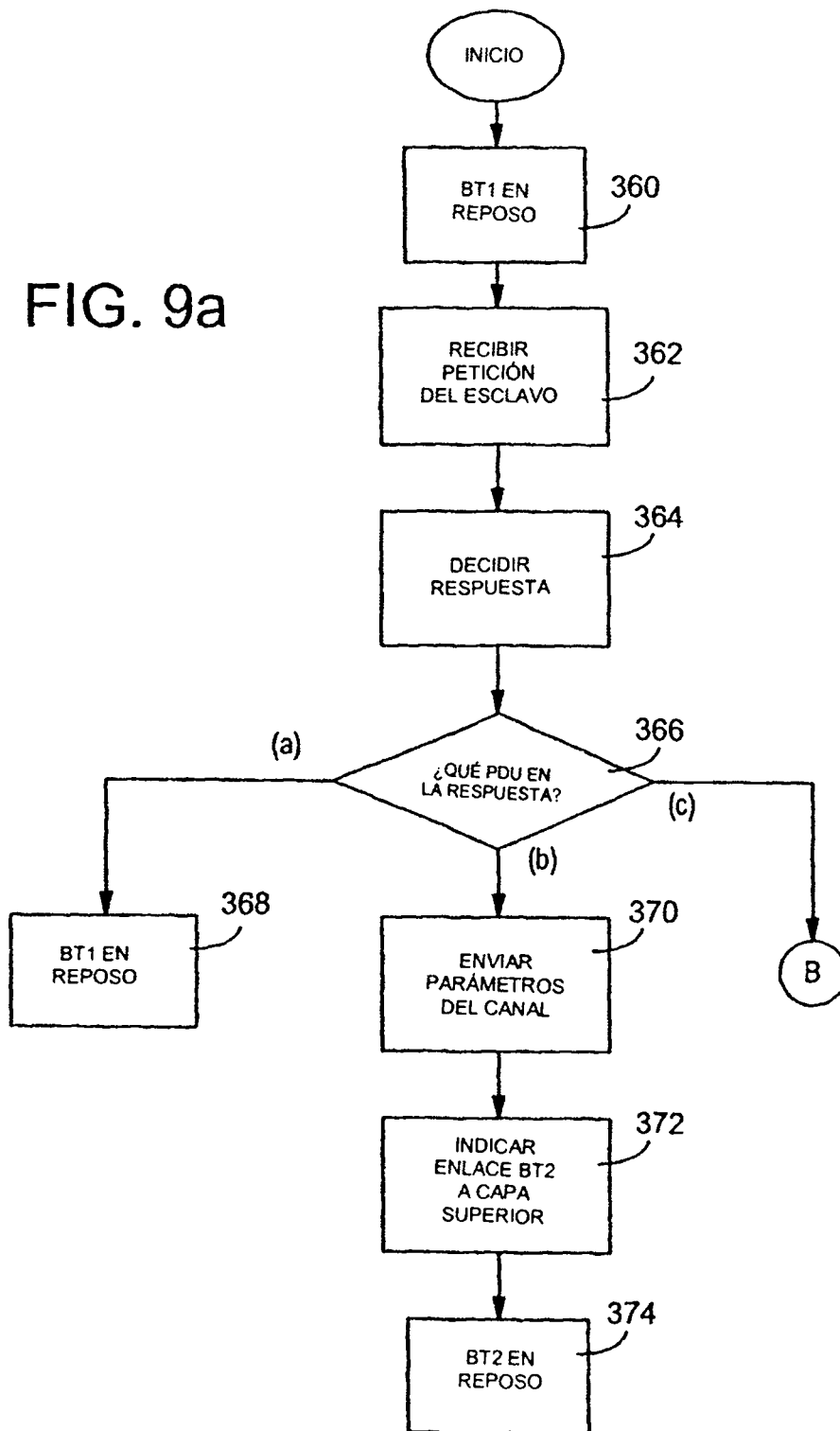
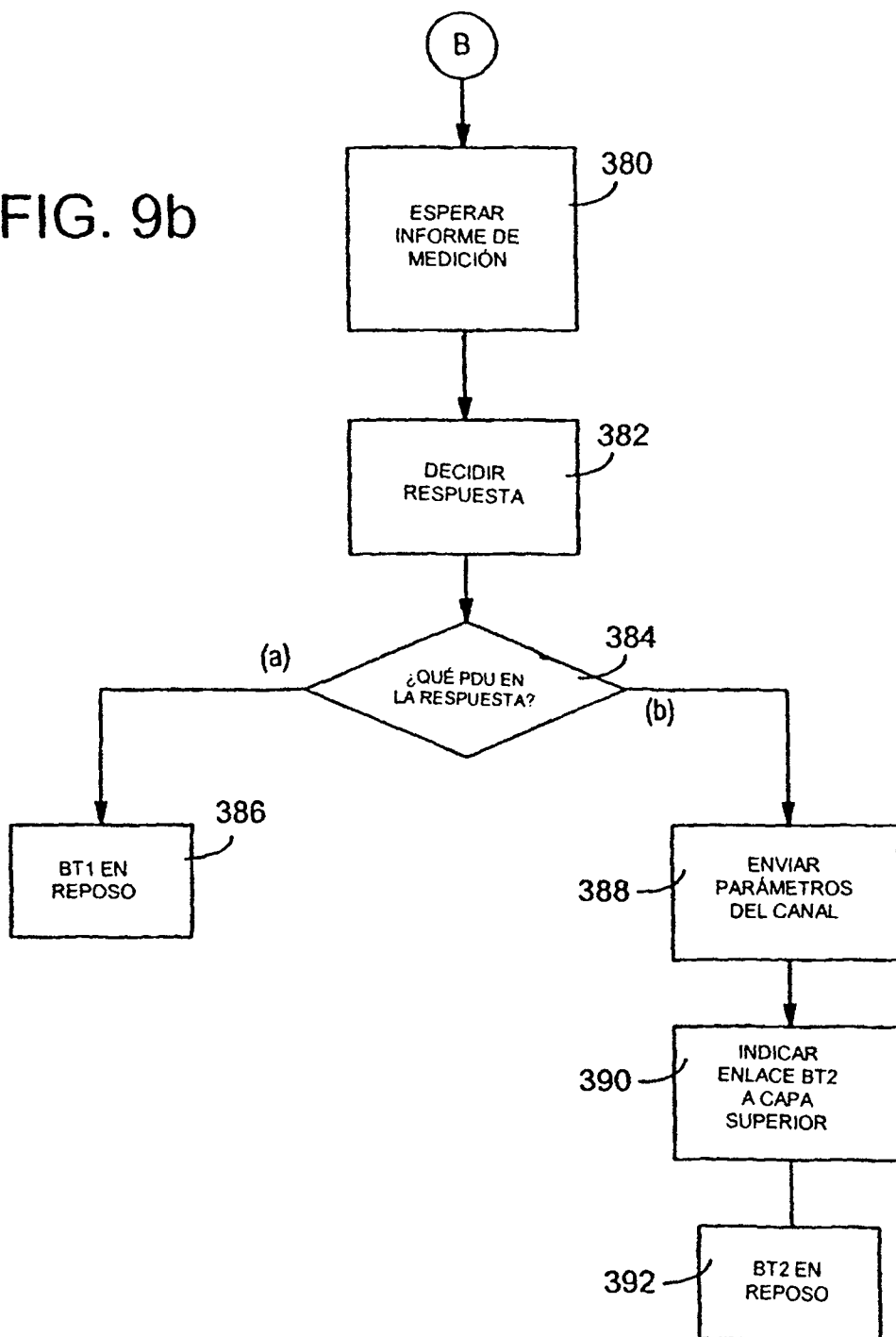
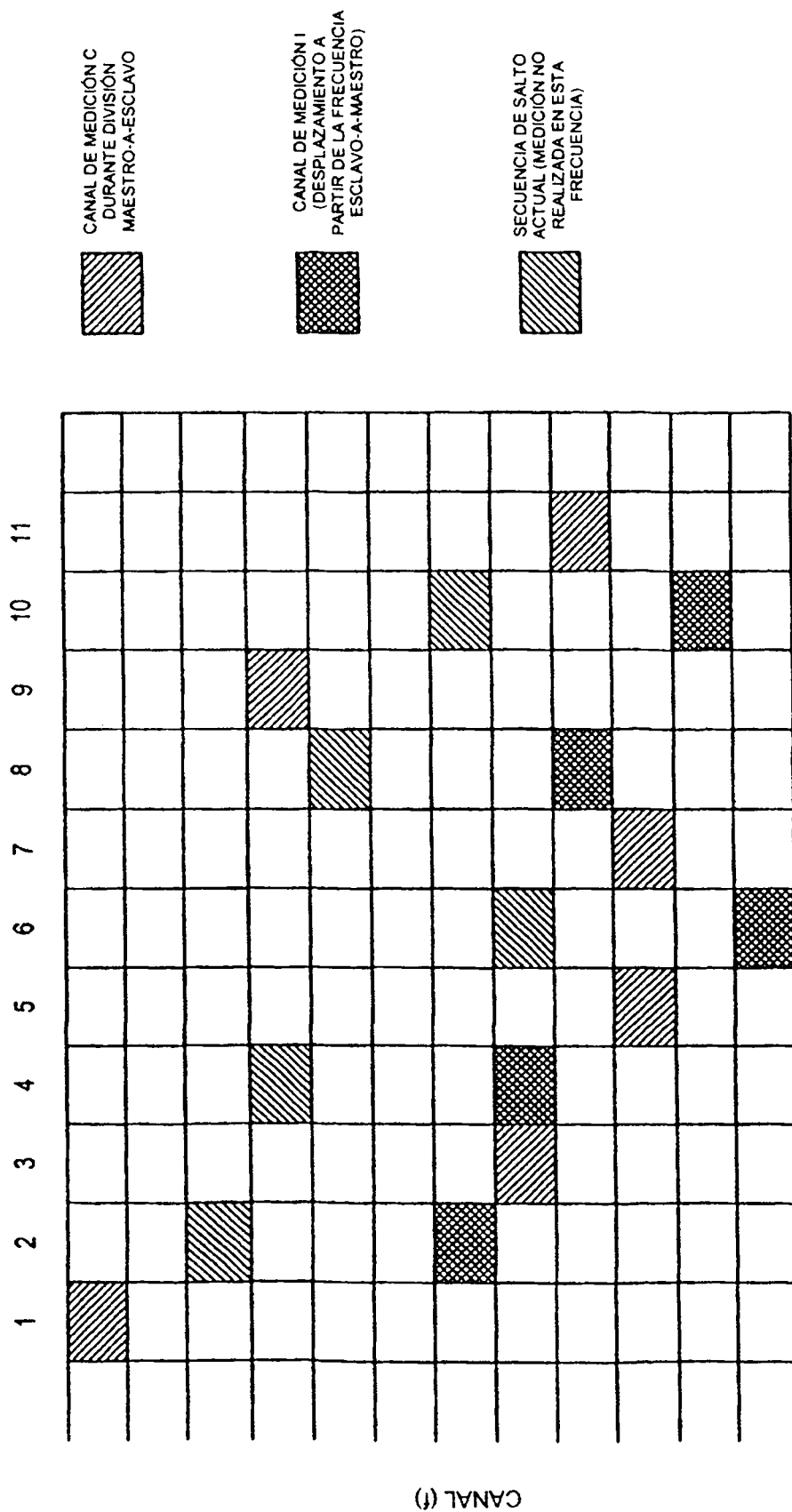


FIG. 9b





INTERVALOS TEMPORALES (t)

FIG. 10

CANAL (f)

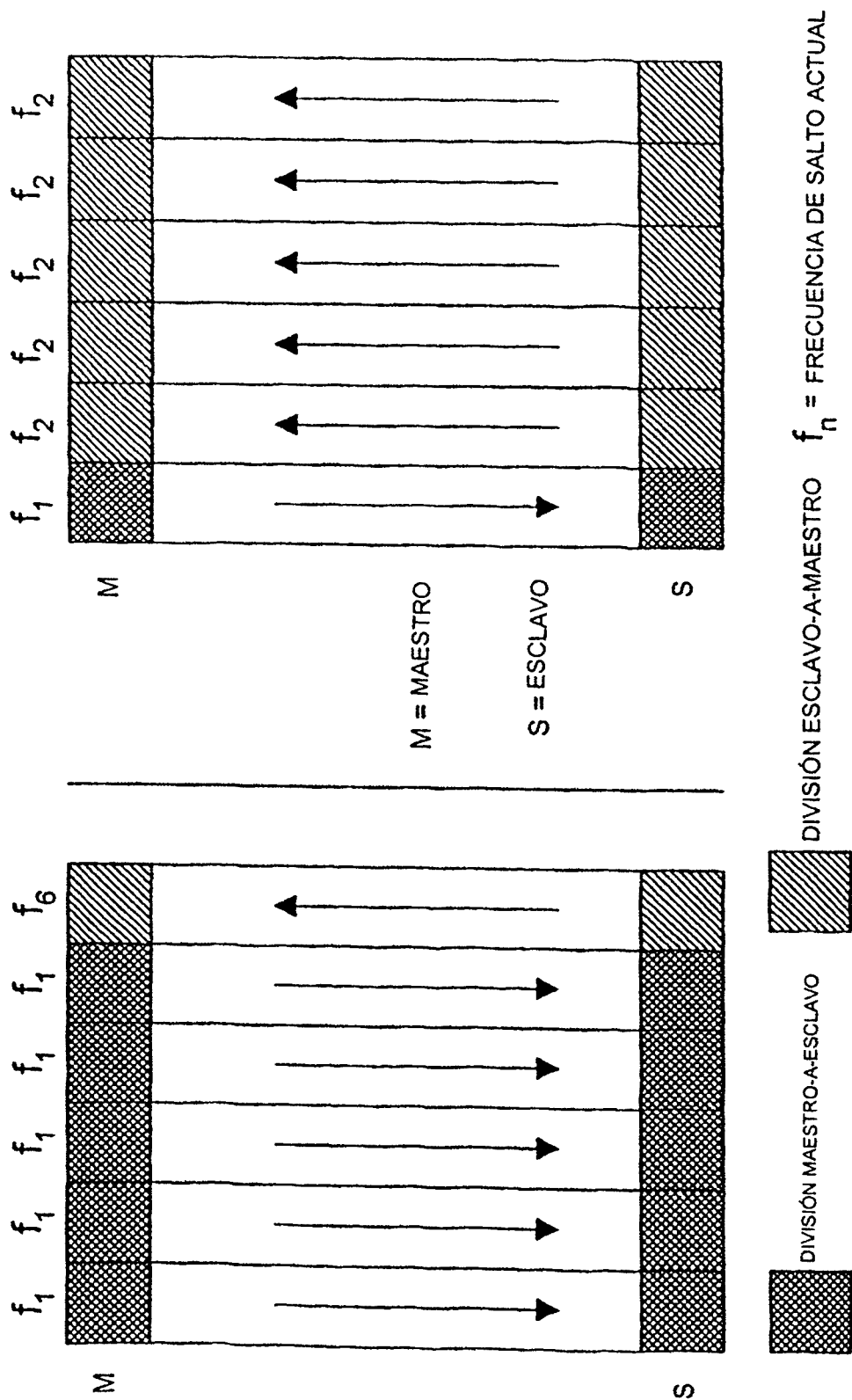


FIG. 11b

FIG. 11a

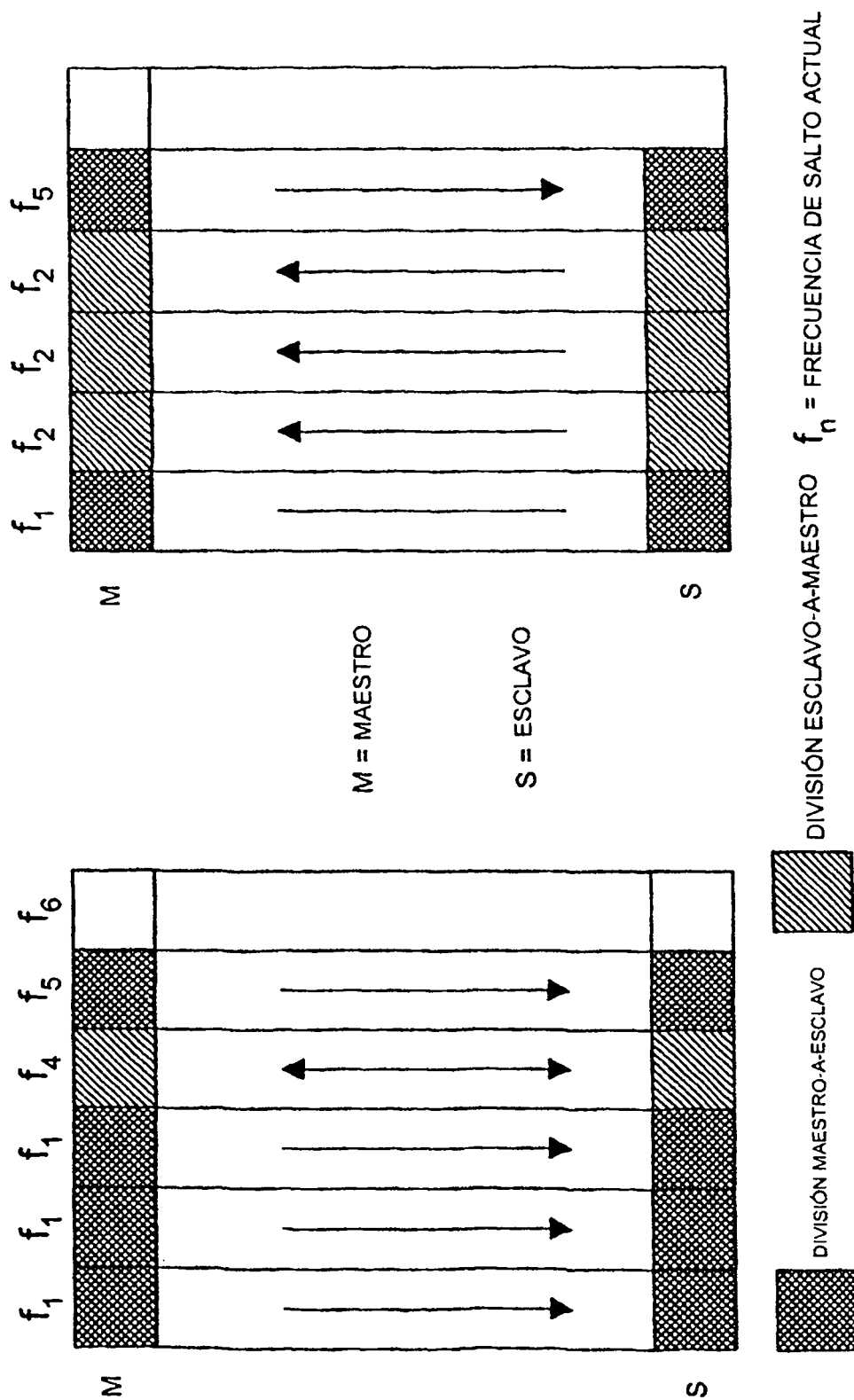


FIG. 12b

FIG. 12a

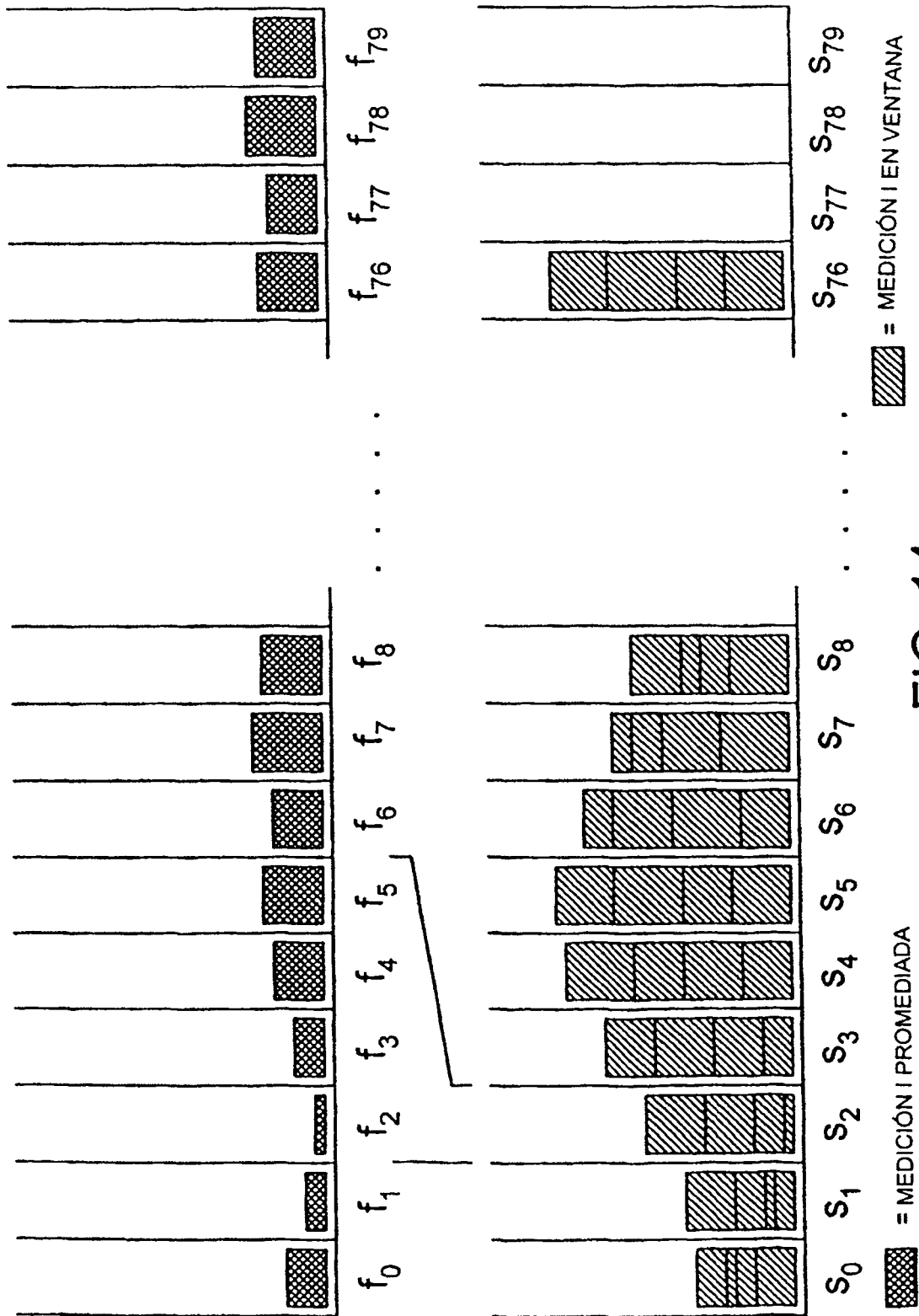


FIG. 14

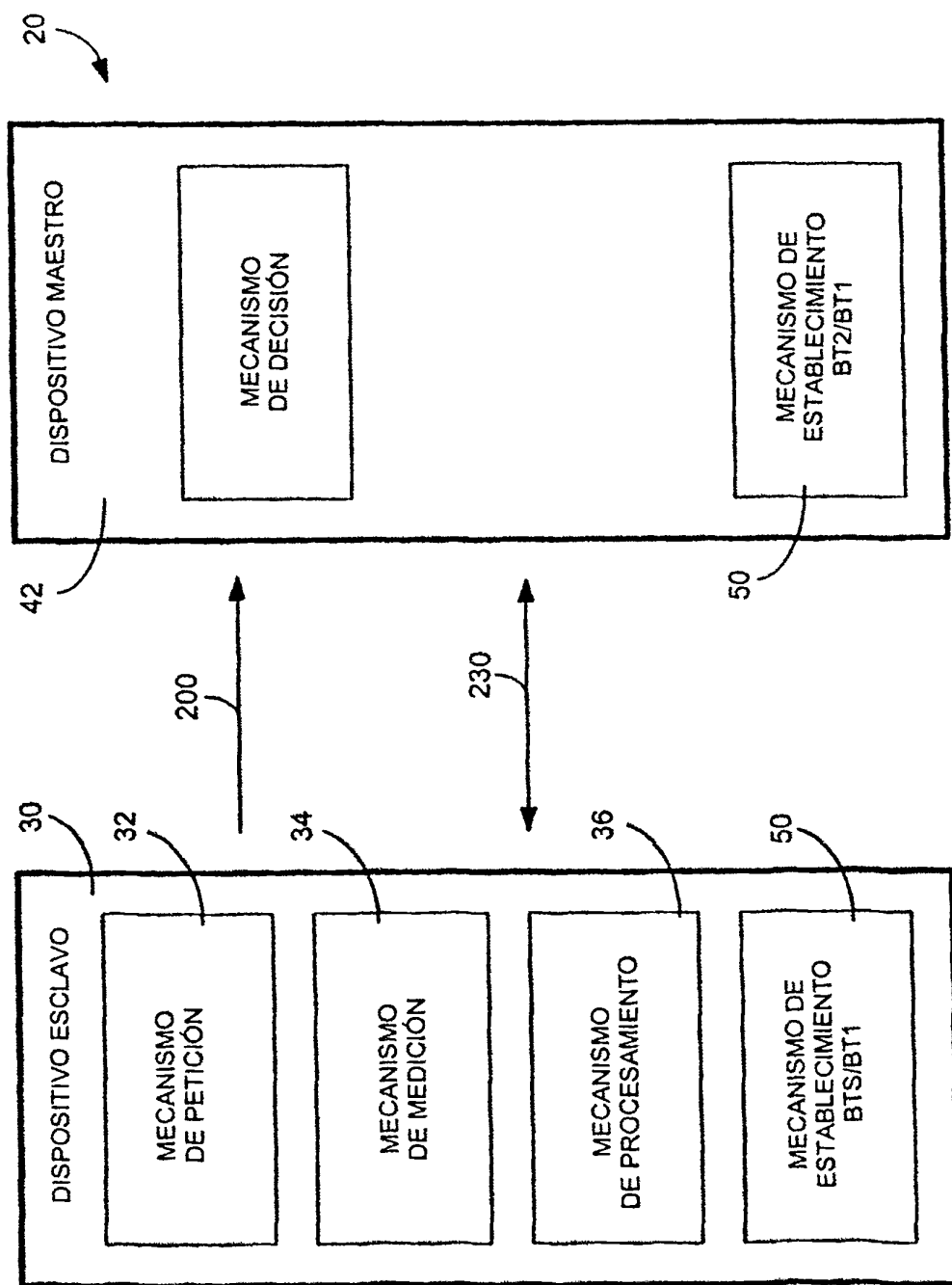


FIG. 15