

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 819**

51 Int. Cl.:

H04W 52/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2013** **E 13360032 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018** **EP 2858430**

54 Título: **Una estación base de células pequeñas, una red de comunicaciones y un método de comunicaciones**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2018

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)
Site Nokia Paris Saclay, Route de Villejust
91620 Nozay, FR**

72 Inventor/es:

**CLAUSSEN, HOLGER y
PIVIT, FLORIAN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 686 819 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

Una estación base de células pequeñas, una red de comunicaciones y un método de comunicaciones

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una estación base de células pequeñas para su uso en una red de comunicaciones que tiene una puerta de enlace de células pequeñas, una red de comunicaciones que comprende una célula pequeña y una puerta de enlace de células pequeñas y un método de comunicaciones.

10

Antecedentes de la invención

Las células pequeñas son estaciones base de baja potencia y de bajo coste que son capaces de proporcionar servicios móviles en entornos residenciales o empresariales, con un intervalo de cobertura típica de unas decenas de metros. Tienen capacidades de autoconfiguración y autooptimización que permiten un despliegue sencillo plug and play, y están diseñadas para integrarse ellas mismas automáticamente en una red macrocelular existente. Las células pequeñas, normalmente usan la conexión de Internet de banda ancha del cliente, por ejemplo DSL, cable o similares, como un retroceso hacia la red macrocelular.

15

20

La adopción de células pequeñas de los operadores inalámbricos está muy extendida y con el aumento de la tasa de adopción, la capacidad de integrar células pequeñas desplegadas en la red macrocelular existente con la mayor fluidez posible es cada vez más importante.

25

El número de células pequeñas en zonas densamente pobladas pueden superar a las macrocélulas de alojamiento en un factor de 5 a 10 o más por sector de macrocélulas. El coste de instalación y el consumo de energía asociado con estas células pequeñas pueden ser importantes. Por lo tanto, es deseable reducir el esfuerzo de instalación y el consumo de energía de estas células pequeñas tanto como sea posible. Esto puede lograrse minimizando la instalación del enlace de retroceso mediante un enlace de retroceso inalámbrico, en lugar de un enlace de retroceso basado en cable/fibra, y reduciendo la instalación del suministro de energía, por ejemplo, usando una fuente autónoma de energía localmente sostenible (por ejemplo, paneles solares o dispositivos de captación de energía), en combinación con una batería de almacenamiento/respaldo, en lugar de una fuente de alimentación externa conectada por cable.

30

35

Las estaciones base de células pequeñas que operan sobre la base de fuentes de energía sostenibles a veces pueden denominarse como células pequeñas de energía sostenible (ESSC) o células pequeñas autosostenibles. Sin embargo, las fuentes de energía sostenible no permiten, en general, un ciclo de trabajo ininterrumpido. Por lo tanto, se espera que las ESSC se activen únicamente de acuerdo con la necesidad de comunicarse, por ejemplo, cuando un dispositivo móvil cercano solicita un gran rendimiento, o si un terminal móvil está localizado en un área mal atendida por la macrocélula de alojamiento. En términos generales, las ESSC permanecerán en modo de suspensión durante la mayor parte de su tiempo de despliegue, mientras que captan energía externa (por ejemplo, energía solar y eólica) y la almacenan en una batería.

40

45

Con el fin de maximizar la vida útil de la batería para la operación de una ESSC, la ESSC tiene que ponerse en un modo de suspensión profundo cuando no se necesita su función, con el fin de minimizar el consumo de energía durante la suspensión en la que solo un conjunto mínimo de funciones pueden permanecer en operación, tal como el mecanismo de control de carga de la batería y de reactivación.

50

El mecanismo de reactivación necesita tener un consumo de energía mínimo, mientras que la ESSC está en suspensión y tiene que reactivar de manera fiable el componente restante de la ESSC en el caso de la presencia de un usuario con una demanda de servicio que no pueda conseguirse de otro modo.

55

Por lo tanto, es deseable proporcionar una implementación de baja potencia del control de reactivación/apagado de una estación base de células pequeñas. Además, es deseable proporcionar mecanismos para optimizar el umbral de reactivación de una estación base de células pequeñas.

60

El documento EP2355594A1 desvela un método de control de estaciones de base de células pequeñas, que comprende las etapas de: identificar una presencia de un equipo de usuario activo dentro de una célula superpuesta; determinar un conjunto de estaciones base de células pequeñas proporcionadas dentro de dicha célula superpuesta; proporcionar un mensaje de reactivación a dicho conjunto de estaciones base de células pequeñas dentro de dicha célula superpuesta para hacer que dicho conjunto de estaciones base de células pequeñas haga una transición desde un estado de suspensión a al menos un estado no de suspensión.

Sumario de la invención

65

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona una estación base de células pequeñas para su uso en una red de comunicaciones que tiene una puerta de enlace de células pequeñas, teniendo la estación base

de células pequeñas un enlace de retroceso inalámbrico a la puerta de enlace de células pequeñas, comprendiendo la estación base de células pequeñas: un detector de enlace ascendente accionable para monitorizar una señal de enlace ascendente de RF; un detector de enlace descendente accionable para monitorizar una señal de enlace descendente de RF; y un microcontrolador en comunicación con el detector de enlace ascendente y el detector de enlace descendente, accionable para determinar si la señal de enlace ascendente de RF cumple una condición de umbral basándose en la salida del detector de enlace ascendente, en el que tras determinar que se cumple la condición de umbral, el microcontrolador puede accionarse para hacer la transición de la estación base de células pequeñas a un modo activo; determinar si la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, en el que tras determinar que la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, el microcontrolador puede accionarse para hacer la transición de la estación base de células pequeñas a un modo de suspensión; y optimizar la condición de umbral basándose en la aparición, la duración y/o el éxito de la transición de la estación base de células pequeñas al modo activo; en el que el enlace de retroceso inalámbrico está activo solamente mientras que la estación base de células pequeñas está en el modo activo, y el microcontrolador puede accionarse para determinar si la señal de enlace ascendente de RF cumple la condición de umbral mientras que el enlace de retroceso inalámbrico está inactivo.

El detector de enlace ascendente puede comprender un banco de filtros SAW y un detector de umbral.

La condición de umbral puede determinarse para cumplirse cuando se determina que la potencia de la señal de enlace ascendente de RF está por encima de un valor umbral.

El microcontrolador puede ser un dispositivo de microcontrol de baja gama con bajo coste y baja potencia.

El microcontrolador puede accionarse para determinar que la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado cuando la señal de retroceso a la estación base de células pequeñas se ha deshabilitado por la puerta de enlace de células pequeñas durante un período de tiempo predeterminado después de que la estación base de células pequeñas ha pasado a un modo activo.

El microcontrolador puede accionarse para hacer la transición de la estación base de células pequeñas a un modo de suspensión después de un período de retardo después de que se determine que la señal de retroceso a la estación base de células pequeñas se ha deshabilitado por la puerta de enlace de células pequeñas durante un período de tiempo predeterminado.

El microcontrolador puede accionarse para determinar que la señal de enlace ascendente de RF se genera por una fuente que se está moviendo hacia la estación base de células pequeñas determinando si la potencia detectada de la señal de enlace ascendente de RF aumenta con el tiempo.

El microcontrolador puede accionarse para determinar que la señal de enlace ascendente de RF se genera por una fuente que se está alejando de la estación base de células pequeñas determinando si la potencia detectada de la señal de enlace ascendente de RF disminuye con el tiempo.

El microcontrolador puede accionarse para determinar el carácter de la fuente de señal de enlace ascendente de RF con el fin de determinar si se hace la transición de la célula pequeña a un modo activo. El carácter de la señal de enlace ascendente de RF puede referirse, por ejemplo, a un móvil en mala recepción de la macrocapa que está incrementando su potencia de salida, una característica típica de un móvil en busca de una red, o de una fuente con solo una presencia breve como un móvil de derivación en un vehículo que probablemente no será necesario que sea atendido por la célula pequeña.

El éxito de la transición de la estación base de células pequeñas al modo activo puede determinarse determinando el intervalo de tiempo entre transiciones al modo activo y de nuevo al modo de suspensión. Si el intervalo de tiempo entre una transición al modo activo y de nuevo al modo de suspensión está por encima de un umbral, la transición puede considerarse lograda y si el intervalo de tiempo entre una transición al modo activo y de nuevo al modo de suspensión está por debajo de un umbral, la transición puede considerarse fallida.

Si el intervalo de tiempo entre una transición al modo activo y de nuevo al modo de suspensión es superior a un umbral, la transición puede considerarse como lograda en la medida en que este período de tiempo puede ser indicativo de que la estación base de células pequeñas ha atendido al usuario que desencadenó el evento de transición. El término lograda debería entenderse como que significa que la célula pequeña ha hecho una transición al modo activo y ha atendido al usuario.

El microcontrolador puede accionarse para ajustar dinámicamente la condición de umbral durante la transición de la estación base de células pequeñas al modo activo, de tal manera que se consigue un nivel objetivo de transición lograda.

La estación base de células pequeñas puede ser una estación base de células pequeñas tipo repetidor. Puede que

no haya capacidad de procesamiento de señal contenida en la estación base de células pequeñas de tipo repetidor. La estación base de células pequeñas de tipo repetidor puede simplemente actuar como un dispositivo de conversión de frecuencia que convierte la frecuencia portadora de la respuesta móvil de la puerta de enlace a una frecuencia más adecuada, de tal manera que el enlace entre el móvil y la puerta de enlace puede establecerse mediante un enlace inalámbrico. Esto puede ser ventajoso en la medida en que la estación base de células pequeñas no requiere entonces ninguna capacidad de procesamiento de señal digital, teniendo de este modo la eficiencia energética necesaria para una célula pequeña autosostenida.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona una red de comunicaciones que comprende una estación base de células pequeñas y una puerta de enlace de células pequeñas, teniendo la estación base de células pequeñas un enlace de retroceso inalámbrico a la puerta de enlace de células pequeñas, en la que la estación base de células pequeñas comprende: un detector de enlace ascendente accionable para monitorizar una señal de enlace ascendente de RF y determinar si la señal de enlace ascendente de RF cumple una condición de umbral; un detector de enlace descendente accionable para monitorizar una señal de enlace descendente de RF; y un microcontrolador en comunicación con el detector de enlace ascendente y el detector de enlace descendente, accionable para determinar si la señal de enlace ascendente de RF recibida cumple una condición de umbral basándose en la salida del detector de enlace ascendente, en la que tras determinar que se cumple la condición de umbral, el microcontrolador puede accionarse para hacer la transición de la estación base de células pequeñas a un modo activo; determinar si la señal de enlace descendente de RF recibida ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, en la que tras determinar que la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, el microcontrolador puede accionarse para hacer la transición de la estación base de células pequeñas a un modo de suspensión; y optimizar la condición de umbral basándose en la aparición, la duración y/o el éxito de la transición de la estación base de células pequeñas al modo activo; en la que el enlace de retroceso inalámbrico está activo solamente mientras que la estación base de células pequeñas está en el modo activo, y el microcontrolador puede accionarse para determinar si la señal de enlace ascendente de RF cumple la condición de umbral mientras que el enlace de retroceso inalámbrico está inactivo.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un método de comunicaciones para una red de comunicaciones que comprende una estación base de células pequeñas y una puerta de enlace de células pequeñas, teniendo la estación base de células pequeñas un enlace de retroceso inalámbrico a la puerta de enlace de células pequeñas, comprendiendo el método: determinar si una señal de enlace ascendente de RF recibida en la estación base de células pequeñas cumple una condición de umbral basándose en la salida de un detector de enlace ascendente, en el que tras determinar que se cumple la condición de umbral, se hace la transición de la estación base de células pequeñas a un modo activo; determinar si una señal de enlace descendente de RF recibida ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, en el que tras determinar que la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, se hace la transición de la estación base de células pequeñas a un modo de suspensión; y optimizar la condición de umbral basándose en la aparición, la duración y/o el éxito de la transición de la estación base de células pequeñas al modo activo; en el que el enlace de retroceso inalámbrico está activo solo mientras que la estación base de células pequeñas está en el modo activo, y determinar si la señal de enlace ascendente de RF cumple la condición de umbral puede realizarse mientras que el enlace de retroceso inalámbrico está inactivo.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un producto de programa informático activable cuando se ejecuta en un ordenador para realizar el método del tercer aspecto anterior.

Otros aspectos específicos y preferidos de la invención se exponen en las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Algunas realizaciones de los aparatos y/o los métodos de acuerdo con una realización de la presente invención se describen a continuación, por medio solo de un ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra esquemáticamente una red de comunicación de acuerdo con una realización;

la figura 2 muestra esquemáticamente un controlador de modo de inactividad que incluye un detector de RF, un detector de retroceso y un circuito de control de una estación base de células pequeñas de acuerdo con una realización; y

la figura 3 muestra el funcionamiento de los filtros SAW de la estación base de células pequeñas de la figura 2.

Descripción de las realizaciones

La figura 1 muestra la arquitectura de red de una red de repetidores de células pequeñas autosostenible 100, que comprende un nodo de puerta de enlace 102 que atiende a una pluralidad de células pequeñas autosostenibles

104a, 104b y 104c. Las células pequeñas 104 y el nodo de puerta de enlace 102 se proporcionan dentro de una macrocélula 106 proporcionada por una estación base de macrocélula 108. Un usuario con un terminal móvil 110 está localizado dentro del área de cobertura de las células pequeñas 104 y de la macrocélula 106.

5 El nodo de puerta de enlace 102 comprende una unidad de procesamiento de banda base, así como la electrónica de RF para la cadena de transmisión (TX) y de recepción (RX) en el lado de la estación base. En este nodo de puerta de enlace 102, la señal de enlace descendente se convierte en la portadora de transporte que se usa en el enlace de retroceso. A través de dicho enlace de retroceso, la puerta de enlace está conectada a la estación base de células pequeñas. El enlace de retroceso puede ser un enlace de retroceso inalámbrico y puede ser de 60 GHz para las conexiones de línea de visión (LOS) o a frecuencias más bajas para las conexiones que no sean LOS.

10 En las estaciones base de células pequeñas 104, las señales de enlace descendente recibidas se vuelven a convertir a la frecuencia de portadora original, que puede ser por ejemplo 2,1 GHz para una red UMTS, y a continuación se envían al terminal móvil 110. En el enlace ascendente se usa un proceso similar cuando se reciben las señales de enlace ascendente desde el dispositivo móvil 110 por las células pequeñas 104, se convierten a la portadora de enlace de retroceso, se transmiten al nodo de puerta de enlace 102, se reconvierten a la portadora original y se procesan por el nodo de puerta de enlace 102.

15 Las células pequeñas 104 actúan como células pequeñas de tipo repetidor en las que no hay capacidad de procesamiento de la señal contenida en las células pequeñas de tipo repetidor. Las células pequeñas de tipo repetidor simplemente actúan como dispositivos de conversión de frecuencia.

20 Los repetidores de células pequeñas 104 se proporcionan dentro del sector de macrocélula 106 y siempre que el móvil pueda atenderse con la velocidad de datos necesaria de la estación base de macrocélula 108, esto es lo que se pretende perseguir. Sin embargo, tan pronto como el terminal móvil aparece en las proximidades de una célula pequeña suspendida 104, tal como una célula pequeña 104b, puede accionarse un dispositivo de escucha de baja potencia en la célula pequeña 104b para reactivar la célula pequeña 104b. El nodo de célula pequeña 104b simplemente aparecerá como una nueva célula y el controlador de red puede iniciar un proceso de traspaso convencional hacia la célula recién aparecida. A continuación, puede establecerse un enlace entre el nodo de puerta de enlace 102 y la célula pequeña 104b y, por lo tanto, con el terminal móvil 110.

25 El dispositivo de escucha de baja potencia o 'sniffer' en la estación base de células pequeñas se implementa de la manera más eficiente y económica posible.

30 Debería observarse que no es factible un sniffer que implica cualquier tipo de arquitectura de receptor que tiene por objeto una recepción y una decodificación de la señal escuchada, ya que un receptor típico que incluye LNA, mezclador-conversión o conversión descendente, generación LO y ADC, que incluye un procesador decodificador, es demasiado costoso y requiere demasiada potencia, por ejemplo, un consumo de potencia de 2 W para la RF y un mínimo de 2 W para el decodificador. Puede proporcionarse una funcionalidad similar dentro de un ASIC o FPGA, pero de nuevo este enfoque sería demasiado costoso y requeriría demasiada potencia.

35 La figura 2 muestra esquemáticamente un controlador de modo de inactividad que incluye un detector de RF, un detector de retroceso y un circuito de control de una estación base de células pequeñas de acuerdo con una realización. El controlador de modo de inactividad comprende una antena 202 accionable para recibir y transmitir señales de RF hacia y desde un terminal móvil 224. La antena 202 está acoplada a un filtro de paso de banda de enlace ascendente 204 y un filtro de paso de banda de enlace descendente 206. Las señales de enlace ascendente recibidas por la antena 202 pasan a través del filtro de paso de banda de enlace ascendente 204 y una pequeña parte de la señal de enlace ascendente se acopla mediante el acoplador de muestras 208 y alimenta a un banco de filtros de muestras 210. La figura 2 muestra N filtros de muestras 210 para N portadoras. El banco de filtros de muestras 210 puede ser un banco de filtros SAW. La salida del banco de filtros de muestras 210 se proporciona a un diodo 212 y a un rectificador 214 que actúan para convertir la señal en una tensión de CC. Esta tensión de CC puede compararse con una tensión umbral mediante un comparador 216 y la salida del comparador 216 puede detectarse mediante un microcontrolador 218. El microcontrolador 218 puede accionarse para controlar un conmutador de desencadenador de reactivación 220 para suministrar tensión a los componentes restantes de la estación base de células pequeñas 222 para reactivar la estación base de células pequeñas 222.

40 El controlador de modo de inactividad comprende además un sensor 230 para la señal de enlace descendente de retroceso al desencadenador de apagado. Este sensor de desencadenamiento de apagado 130 puede comprender un rectificador de diodos. La operación del sensor 230 se describirá con mayor detalle a continuación.

45 En uso con la estación base de células pequeñas 222 en modo de suspensión, puede accionarse la antena 202 para recibir una señal de enlace ascendente desde un terminal móvil 224 cuando el terminal móvil 224 entra en el intervalo de la estación base de células pequeñas 222. Desde el brazo receptor de la antena de RF 202, una pequeña parte de la señal de enlace ascendente recibida se acopla y se alimenta al banco de filtros de muestras 210. Ya que la estación base de células pequeñas 222 está en el modo de suspensión, no se genera una señal de transmisión en la estación base de células pequeñas que podría interferir o desensibilizar el banco de filtros 210. El

banco de filtros 210 comprende un banco de filtros de banda muy estrecha, que muestrean una pequeña parte de cada una de las portadoras. Esto permite hacer una distinción entre las diversas operadoras y permitirá hacer una distinción entre diferentes grupos de usuarios sin necesidad de decodificar la señal recibida. Al usar el rectificador de diodo simple 212, 214, la señal filtrada se convierte en una tensión de CC, que a continuación puede medirse directamente mediante una entrada de ADC de un microcontrolador o, como se muestra en la figura 2, puede compararse con un umbral por el comparador 216. Si se supera el umbral del comparador 216, entonces entregará una lógica alta en su salida que se detectará por el microcontrolador 218. Al recibir la lógica alta, el microcontrolador 218 puede accionarse para controlar el conmutador de desencadenador de reactivación 220 para reactivar los componentes restantes de la estación base de células pequeñas 222.

La circuitería de la figura 2 es capaz de proporcionar no solo un mecanismo de reactivación para la estación base de células pequeñas 222, sino también un mecanismo de apagado para la estación base de células pequeñas 222 y proporcionar también el ajuste dinámico del umbral de reactivación. La circuitería de la figura 2 es una circuitería de RF simple con el fin de minimizar el consumo de energía tanto como sea posible.

Desencadenador de reactivación

El desencadenador de reactivación se basa en una circuitería de detección de potencia de RF simple y en un circuito de control de baja complejidad, como se ha descrito anteriormente. Al usar un banco de filtro SAW de banda estrecha 210, un detector de rectificador 212, 214 (de bajo costo) y un detector de umbral de comparador simple/desencadenador Schmitt 216 (de bajo coste, confiable, con bajo consumo de potencia) en combinación con un dispositivo de microcontrol de muy baja gama 218 (bajo coste, baja potencia) se proporciona una solución para una estación base de células pequeñas autosostenida. Debería observarse que, opcionalmente, puede usarse el mismo enfoque para reactivar partes de la puerta de enlace de células pequeñas 102, midiendo la actividad en el enlace ascendente de retroceso de la célula pequeña.

La salida del comparador 216 o el nivel de detección del microcontrolador 218 se usan para desencadenar la reactivación de la estación base de células pequeñas 222, por ejemplo, conmutando la tensión de suministro de la circuitería restante de la estación base de células pequeñas 222. Debería observarse que este método de comparación de un umbral no necesita un microcontrolador 218, pero si está presente un dispositivo de este tipo, también es posible determinar a partir del comportamiento de la señal muestreada si la señal recibida se genera por una fuente que se acerca (aumento de la potencia detectada a lo largo del tiempo), se aleja (disminución en el nivel de potencia detectado) y también permitirá a la estación base de células pequeñas determinar el carácter de una fuente de señal, por ejemplo, desde un móvil en mala recepción desde la macrocapa que está incrementando su potencia de salida, una característica típica de un móvil en busca de una red, o de una fuente con una presencia tan breve como un móvil de derivación en un vehículo que probablemente no sea necesario que sea atendido por la célula pequeña.

Desencadenador de apagado

En una estación base de células pequeñas de tipo repetidor en la que el procesamiento se ha movido fuera de la estación base de células pequeñas con el fin de reducir el consumo de potencia y que puede activarse mediante la captación de energía, la decisión sobre el apagado se toma donde se realiza el procesamiento (se desencadena, por ejemplo, cuando ningún usuario activo permanece en la célula). El apagado en la estación base de células pequeñas 222 se desencadena, por ejemplo, mediante el apagado de la señal de retroceso de enlace descendente. La señal de retroceso de enlace descendente puede apagarse durante una cierta duración determinada necesaria del apagado del enlace para permitir que la estación base de células pequeñas distinga entre un apagado temporal del enlace, por ejemplo, por una interrupción a corto plazo del enlace LOS, por un obstáculo móvil y un apagado intencionado de la estación base de células pequeñas. En la estación base de células pequeñas, pueden usarse el mismo detector de energía como se describe en relación con la figura 2 y el desencadenador de reactivación (acoplados, por ejemplo, antes del amplificador de potencia) para detectar este evento y desencadenar un apagado. El proceso de toma de decisiones se implementa en el microcontrolador 218.

Por ejemplo, si el enlace de retroceso se implementa como un enlace de onda milimétrica (enlace-MMW) entonces puede usarse un detector de diodos 230 y el resultado puede detectarse y procesarse en el microcontrolador 218 (5ª entrada). El nodo de puerta de enlace puede detectar si, después de una reactivación de una estación base de células pequeñas, se ha pasado o no un terminal móvil a la célula pequeña. Si no se ha realizado ningún traspaso después de la reactivación, la señal de retroceso de enlace descendente a la estación base de células pequeñas se deshabilita, y después de un cierto período de tiempo después de que el enlace de retroceso se ha desactivado por la puerta de enlace, la estación base de células pequeñas vuelve a ponerse en el modo de suspensión. Este retardo de tiempo en el proceso de apagado puede implementarse en el controlador para evitar el apagado involuntario si por alguna razón el enlace de retroceso se interrumpe, por ejemplo, por un obstáculo u objeto móvil dentro de la ruta LOS.

En otras palabras, el rectificador de diodos 230 y el microcontrolador 218 pueden determinar si la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, en el que tras determinar que

la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, el microcontrolador puede accionarse para hacer la transición de la estación base de células pequeñas a un modo de suspensión.

5 Ajuste dinámico del umbral de reactivación

El umbral de reactivación para la circuitería de desencadenamiento de reactivación necesita ajustarse para que coincida con la cobertura de la estación base de células pequeñas. Esto requiere la identificación de eventos de reactivación logrados y fallidos. Después de una reactivación lograda, la estación base de células pequeñas atiende al usuario que desencadenó el evento. Si bien esto es fácil de determinar en células pequeñas tradicionales que incluyen procesamiento de llamadas, esto es más difícil en la arquitectura de células pequeñas repetidoras donde la estación base de células pequeñas no procesa ninguna señal de equipo de terminal/usuario móvil. En esta arquitectura, el éxito de una reactivación puede determinarse observando el tiempo hasta que se desencadene el apagado, como se ha descrito anteriormente en relación con el desencadenador de apagado. Después de una reactivación lograda, el apagado se desencadenará después de un período de tiempo más prolongado (después de atender la llamada) en comparación con después de una reactivación fallida, donde el apagado se desencadenará inmediatamente una vez que esté claro que no se entregará ningún usuario a la célula pequeña. Se pueden recopilar estadísticas de las reactivaciones logradas/no logradas, y el umbral puede ajustarse para lograr una probabilidad de éxito objetivo.

La tasa de aparición, duración y éxito de los procesos de reactivación y de apagado puede usarse para optimizar y adaptar el comportamiento de la pequeña célula con su entorno. Los datos del terminal móvil y del sensor de retroceso pueden usarse para identificar eventos de reactivación logrados o fallidos en la célula pequeña basándose en el tiempo después de la reactivación cuando el retroceso de enlace descendente está deshabilitado. Téngase en cuenta que un breve período de tiempo corresponderá a un evento de reactivación fallido ya que no se ha producido ningún traspaso.

Para cada banda de frecuencia, el umbral se optimiza por separado recopilando estadísticas de traspasos logrados y fallidos para el umbral actual, y aumentando o disminuyendo el umbral hasta que se alcanza una probabilidad de éxito objetivo. Esto también se ocupará automáticamente de las bandas de frecuencia usadas por otros operadores donde no se reactiva ningún traspaso.

Con el fin de proporcionar la funcionalidad mencionada anteriormente, el microcontrolador 218 de la figura 2 requeriría cuatro puertos de entrada y dos puertos de salida, además de un 5º puerto de entrada para la detección del nivel de señal de retroceso. Tales microcontroladores 218 requieren tensiones de operación de 3 V y funcionan con corrientes del orden de 1-3 mA, lo que conduce a un consumo de potencia de un máximo de 10 mW. La ventaja de usar un comparador/desencadenador en lugar de medir la salida del rectificador directamente con el microcontrolador 218 es que el consumo de potencia de dicho comparador 216 es mínimo (alrededor de 1 mA, 3 V). Ya que se supone que el microcontrolador 218 solo detecta la envolvente de la señal y ya que esa señal tiene una relación pico a promedio de hasta 8dB o 10dB, dependiendo de la calidad de señal y la velocidad de datos, la resolución de la entrada de microcontrolador 218 puede ser de aproximadamente 3 a 4 bits más baja que en un receptor convencional (que normalmente es de 12 bits), por lo que un controlador de 8 bits sería suficiente para muestrear el espectro de RF con la precisión suficiente para permitir el análisis necesario de las señales de RF detectadas (detección de ajuste de señal, fluctuaciones del nivel de potencia, etc.)

La figura 3 muestra el espectro de frecuencia y el filtro de funciones del banco de filtros 210 de la figura 2. El filtro de paso de banda de enlace ascendente 204 en la antena 202 actúa como una primera etapa de filtro. El banco de filtros 210 de filtros de banda estrecha se coloca a continuación de tal manera que se muestrea cada portadora individual. Esto puede lograrse mediante filtros fijos o filtros sintonizables (que requerirán un mayor consumo de potencia). La función de la localización de los filtros es necesaria, ya que es necesario saber si debe atenderse un móvil de los propios clientes del operador, o si un usuario de otro operador está presente: de acuerdo con los acuerdos de roaming, el estado de la batería etc., entonces el controlador puede tomar la decisión de reactivar o no la célula pequeña.

Las realizaciones descritas anteriormente proporcionan mecanismos de conservación de energía de baja potencia para detectar y desencadenar una secuencia de reactivación y apagado para una estación base de células pequeñas basadas en un repetidor o cualquier otro dispositivo de células pequeñas en suspensión. Las realizaciones no requieren ninguna comunicación periódica con el controlador de red, no se requiere un procesamiento de señal de RF, no se requiere la descodificación de ninguna señal de protocolo de bajo o alto nivel entre la puerta de enlace o las células pequeñas.

Las realizaciones anteriores se basan puramente en componentes de baja potencia y el único dispositivo activo es un sensor de umbral (por ejemplo, un desencadenador sensible Schmitt o un microcontrolador de bajo coste y baja potencia), minimizando de este modo el consumo de energía.

Este hardware en combinación con el análisis de señal de bajo nivel acordado de las señales de RF detectadas por

el sensor de RF, permiten la adaptación autónoma de la célula pequeña a su entorno.

5 Las realizaciones anteriores minimizan el consumo de energía del proceso de reactivación y apagado evitando cualquier procesamiento de señal de RF. Solo se requieren componentes de control y de RF económicos y muy eficientes energéticamente que también proporcionan un enfoque de optimizar el desencadenador de reactivación sin acceso directo al procesamiento de la estación base que puede estar localizado fuera de la SC para reducir el consumo de energía.

10 Las presentes invenciones pueden realizarse en otros aparatos y/o métodos específicos. Las realizaciones descritas deben considerarse en todos los aspectos como solo ilustrativas y no restrictivas. En particular, el alcance de la invención está indicado por las reivindicaciones adjuntas en lugar de por la descripción y las figuras del presente documento. Todos los cambios que se encuentren dentro del significado y el intervalo de equivalencia de las reivindicaciones deben incluirse dentro de su alcance.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una estación base de células pequeñas (104a-c) para su uso en una red de comunicaciones (10) que tiene una puerta de enlace de células pequeñas (102), teniendo la estación base de células pequeñas (104a-c) un enlace de retroceso inalámbrico a la puerta de enlace de células pequeñas (102), comprendiendo la estación base de células pequeñas (104a-c):
- 10 un detector de enlace ascendente (210-216) accionable para monitorizar una señal de enlace ascendente de RF; un detector de enlace descendente (230) accionable para monitorizar una señal de enlace descendente de RF; y un microcontrolador (218) en comunicación con el detector de enlace ascendente (210-216) y el detector de enlace descendente (230) y accionable para
- 15 determinar si la señal de enlace ascendente de RF cumple una condición de umbral basada en la salida (En1-En4) del detector de enlace ascendente (210-216), en donde tras determinar que se cumple la condición de umbral, puede accionarse el microcontrolador (218) para hacer la transición de la estación base de células pequeñas (104a-c) a un modo activo;
- 20 determinar si la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, en donde tras determinar que la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, puede accionarse el microcontrolador (218) para hacer la transición de la estación base de células pequeñas (104a-c) a un modo de suspensión; y
- 25 optimizar la condición de umbral basándose en la aparición, la duración y/o el éxito de la transición de la estación base de células pequeñas (104a-c) al modo activo; en donde el enlace de retroceso inalámbrico está activo solo mientras que la estación base de células pequeñas (104a-c) está en el modo activo, y puede accionarse el microcontrolador (218) para determinar si la señal de enlace ascendente de RF cumple la condición de umbral mientras que el enlace de retroceso inalámbrico está inactivo.
- 30 2. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el detector de enlace ascendente (210-216) comprende un banco de filtros SAW (210) y un detector de umbral.
- 35 3. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en la que se determina que la condición de umbral se cumple cuando se determina que la potencia de la señal de enlace ascendente de RF está por encima de un valor umbral.
- 40 4. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que puede accionarse el microcontrolador (218) para determinar que la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado cuando la señal de retroceso a la estación base de células pequeñas (104a-c) ha sido deshabilitada por la puerta de enlace de células pequeñas (102) durante un período de tiempo predeterminado después de que la estación base de células pequeñas (104a-c) ha hecho la transición a un modo activo.
- 45 5. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con la reivindicación 4, en la que puede accionarse el microcontrolador para hacer la transición de la estación base de células pequeñas a un modo de suspensión después de un período de retardo después de que se determine que la señal de retroceso a la estación base de células pequeñas ha sido deshabilitada por la puerta de enlace de células pequeñas durante un período de tiempo predeterminado.
- 50 6. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que puede accionarse el microcontrolador para determinar que la señal de enlace ascendente de RF la genera una fuente que se mueve hacia la estación base de células pequeñas determinando si la potencia detectada de la señal de enlace ascendente de RF aumenta con el tiempo.
- 55 7. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con la reivindicación 1 en la que puede accionarse el microcontrolador para determinar que la señal de enlace ascendente RF la genera una fuente que se aleja de la estación base de células pequeñas determinando si la potencia detectada de la señal de enlace ascendente de RF disminuye con el tiempo.
- 60 8. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que puede accionarse el microcontrolador (218) para determinar el carácter de la fuente de señal de enlace ascendente de RF con el fin de determinar si se hace la transición de la estación base de células pequeñas (104a-c) a un modo activo.
- 65 9. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en la que el éxito de la transición de la estación base de células pequeñas (104a-c) al modo activo se determina determinando el intervalo de tiempo entre transiciones al modo activo y de nuevo al modo de suspensión.

10. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con la reivindicación 9, en la que si el intervalo de tiempo entre una transición al modo activo y de nuevo al modo de suspensión está por encima de un umbral, la transición se considera lograda, y si el intervalo de tiempo entre una transición al modo activo y de nuevo al modo de suspensión está por debajo de un umbral, la transición se considera fallida.

11. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con las reivindicaciones 9 o 10, en la que puede accionarse el microcontrolador (218) para ajustar dinámicamente la condición de umbral para la transición de la estación base de células pequeñas (104a-c) al modo activo, de tal manera que se logre un nivel objetivo de transición lograda.

12. Una estación base de células pequeñas (104a-c) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la estación base de células pequeñas es una estación base de células pequeñas de tipo repetidor.

13. Una red de comunicaciones (10) que comprende una estación base de células pequeñas (104a-c) y una puerta de enlace de células pequeñas (102), teniendo la estación base de células pequeñas (104a-c) un enlace de retroceso inalámbrico a la puerta de enlace de células pequeñas (102), en donde la estación base de células pequeñas (104a-c) comprende:

un detector de enlace ascendente (210-216) accionable para monitorizar una señal de enlace ascendente de RF y determinar si la señal de enlace ascendente de RF cumple una condición de umbral;
 un detector de enlace descendente (230) accionable para monitorizar una señal de enlace descendente de RF; y
 un microcontrolador (218) en comunicación con el detector de enlace ascendente (210-216) y el detector de enlace descendente (230) y accionable para determinar si la señal de enlace ascendente de RF recibida cumple una condición de umbral basándose en la salida del detector de enlace ascendente (210-216), en donde tras determinar que se cumple la condición de umbral, puede accionarse el microcontrolador (218) para hacer la transición de la estación base de células pequeñas (104a-c) a un modo activo;
 determinar si la señal de enlace descendente de RF recibida ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, en donde tras determinar que la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, puede accionarse el microcontrolador para hacer la transición de la estación base de células pequeñas a un modo de suspensión; y
 optimizar la condición de umbral basándose en la aparición, la duración y/o el éxito de la transición de la estación base de células pequeñas al modo activo;
 en donde el enlace de retroceso inalámbrico está activo solo mientras que la estación base de células pequeñas (104a-c) está en el modo activo, y puede accionarse el microcontrolador (218) para determinar si la señal de enlace ascendente de RF cumple la condición de umbral mientras que el enlace de retroceso inalámbrico está inactivo.

14. Un método de comunicaciones para una red de comunicaciones (10) que comprende una estación base de células pequeñas (104a-c) y una puerta de enlace de células pequeñas (102), teniendo la estación base de células pequeñas (104a-c) un enlace de retroceso inalámbrico a la puerta de enlace de células pequeñas (102), comprendiendo el método:

determinar si una señal de enlace ascendente de RF recibida en la estación base de células pequeñas (104a-c) cumple una condición de umbral basándose en la salida de un detector de enlace ascendente (210-216), en donde tras determinar que se cumple la condición de umbral, se hace la transición de la estación base de células pequeñas (104a-c) a un modo activo;
 determinar si una señal de enlace descendente de RF recibida ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, en donde tras determinar que la señal de enlace descendente de RF ha estado ausente durante un período de tiempo predeterminado, se hace la transición de la estación base de células pequeñas a un modo de suspensión; y
 optimizar la condición de umbral basándose en la aparición, la duración y/o el éxito de la transición de la estación base de células pequeñas al modo activo;
 en donde el enlace de retroceso inalámbrico está activo solamente mientras que la estación base de células pequeñas (104a-c) está en el modo activo, y determinar si la señal de enlace ascendente de RF cumple la condición de umbral y puede realizarse mientras que el enlace de retroceso inalámbrico está inactivo.

15. Un producto de programa informático activable cuando se ejecuta en un ordenador para realizar el método de la reivindicación 14.

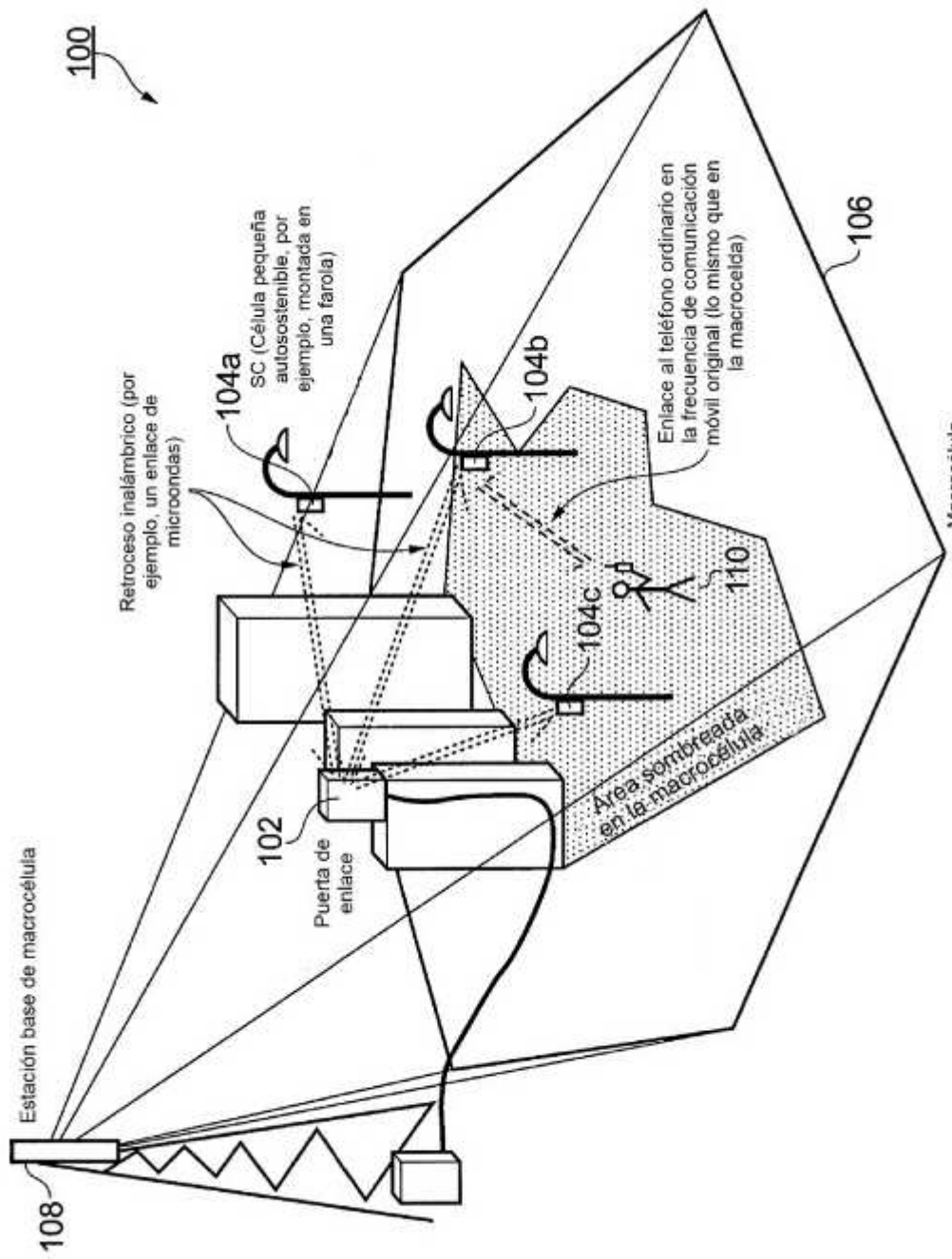


FIG. 1

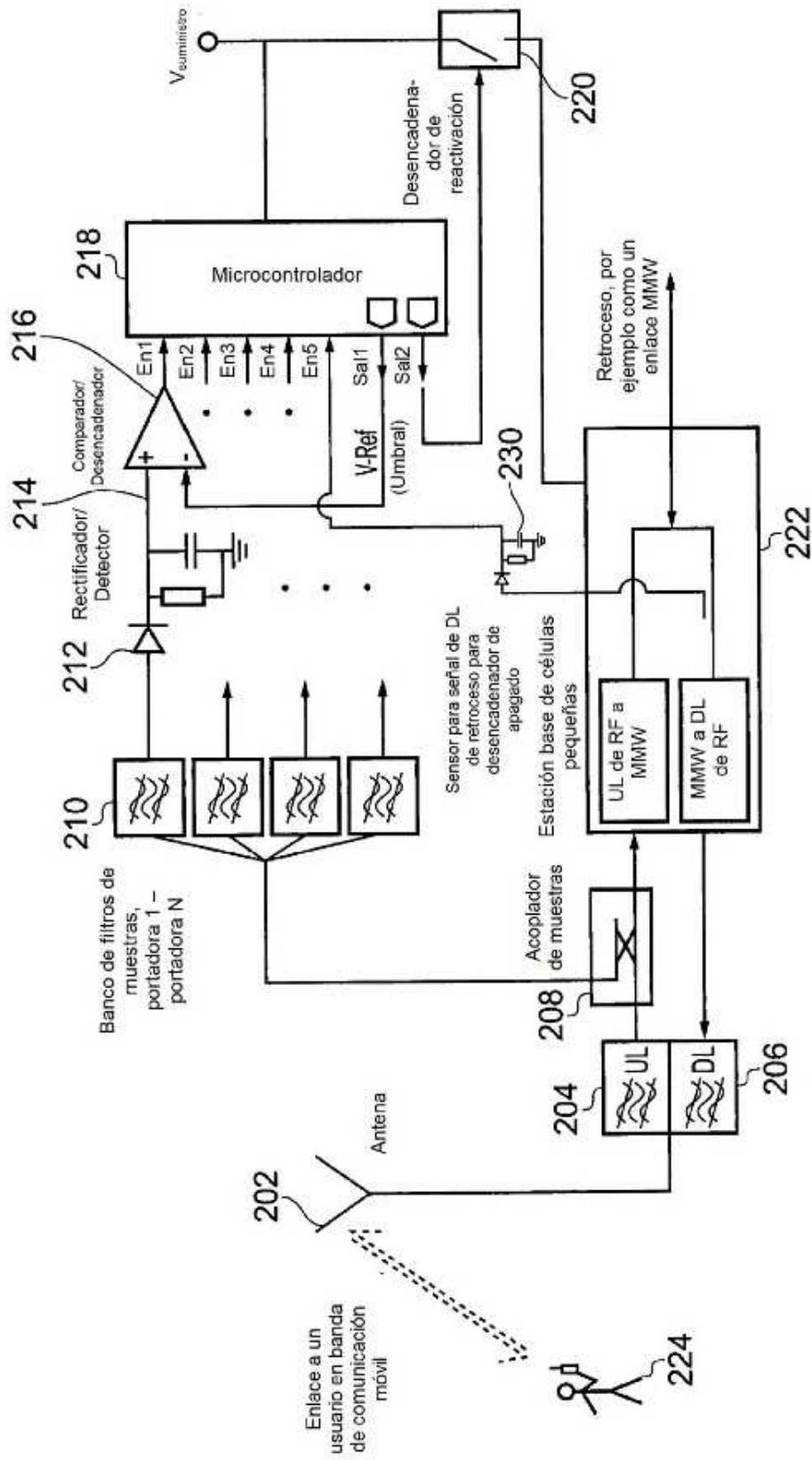


FIG. 2

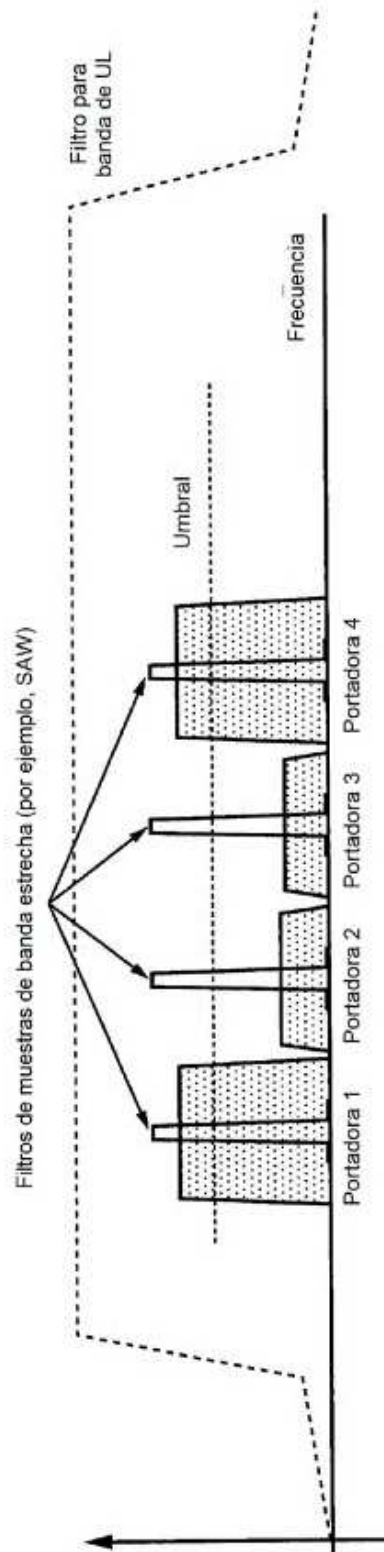


FIG. 3