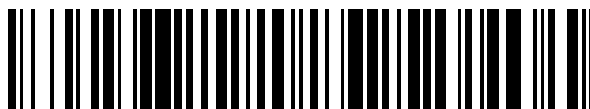


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 064**

51 Int. Cl.:

H04W 52/02 (2009.01)

H04W 24/02 (2009.01)

H04W 84/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2015** **E 15306700 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019** **EP 3160192**

54 Título: **Un controlador de telecomunicaciones y un método para controlar múltiples estaciones base de célula pequeña**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.06.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HO, LESTER;
CLAUSSEN, HOLGER y
GACANIN, HARRIS**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 718 064 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

Un controlador de telecomunicaciones y un método para controlar múltiples estaciones base de célula pequeña

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a las telecomunicaciones, en particular, a las telecomunicaciones inalámbricas.

Descripción de la técnica relacionada.

- 10 Los sistemas de telecomunicaciones inalámbricas se bien conocidos. Muchos de estos sistemas son móviles, es decir, la cobertura de radio se proporciona por un conjunto de zonas de cobertura de radio conocidas como células. Una estación base que proporciona cobertura de radio se localiza en cada célula. Las estaciones base tradicionales proporcionan cobertura en zonas geográficas relativamente grandes y las células correspondientes a menudo se denominan macrocélulas.
- 15 Es posible establecer células de menor tamaño dentro de una macrocélula. Las células que son más pequeñas que las macrocélulas a veces se denominan células pequeñas, microcélulas, picocélulas o femtocélulas, pero en este caso se usa el término células pequeñas genéricamente para las células que son más pequeñas que las macrocélulas. Una forma de establecer una célula pequeña es proporcionar una estación base de célula pequeña que opere dentro de un intervalo relativamente limitado dentro de la zona de cobertura de una macrocélula. Un ejemplo del uso de una estación base de célula pequeña es proporcionar cobertura de comunicación inalámbrica dentro de un edificio.
- 20 La estación base de célula pequeña es de una potencia de transmisión relativamente baja y por lo tanto cada célula pequeña es de una zona de cobertura pequeña en comparación con una macrocélula. Un intervalo de cobertura típico de células pequeñas, por ejemplo, del tipo conocido como femtocélulas, es unas decenas de metros.
- 30 Las estaciones base de célula pequeña a menudo tienen propiedades de autoconfiguración con el fin de soportar el despliegue de conexión y uso inmediato, por ejemplo, en el que las estaciones base de célula pequeña pueden integrarse ellas mismas en una red de macrocélulas existente con el fin de conectarse a la red central de la red de macrocélulas.
- 35 Un tipo conocido de estación base de célula pequeña usa una conexión de protocolo de Internet de banda ancha como "backhaul (retroceso)", concretamente, para la conexión a la red central. Un tipo de conexión de protocolo de Internet de banda ancha es una línea de abonado digital (DSL). La DSL conecta un transmisor-receptor ("transceptor") de DSL de la estación base de célula pequeña a Internet y, por lo tanto, a la red central. La DSL permite llamadas de voz y otros servicios proporcionados a través de la estación base de célula pequeña a soportar. La estación base de célula pequeña incluye un transceptor de radiofrecuencia (RF) conectado a una antena para comunicaciones de radio.
- 40 Se necesitarán despliegues generalizados de estaciones base de célula pequeña (a menudo simplemente denominadas células pequeñas) para hacer frente al crecimiento exponencial de la demanda de capacidad de red de comunicación inalámbrica en los próximos años.
- 45 Es probable que esto provoque un aumento considerable en la energía total consumida en las redes de comunicación inalámbrica, ya que el consumo de energía en una red de comunicación inalámbrica está sobre todo en su red de acceso de radio. Además del posible impacto ambiental negativo, un aumento en el consumo de energía también puede aumentar los costes.
- 50 Con el fin de mejorar la eficacia energética de las redes inalámbricas, las estaciones base de célula pequeña pueden colocarse en un modo de suspensión de baja energía durante períodos de silencio, en los que partes del hardware temporalmente innecesarias de la estación base de célula pequeña están apagadas. Es probable que esto reduzca considerablemente el consumo total de energía de las redes inalámbricas que tienen despliegues de células pequeñas a gran escala, con estudios que muestran reducciones de hasta el 60 %, véase por ejemplo, I. Ashraf, F. Boccardi, L. Ho, "Sleep mode techniques for small cell deployments", IEEE Communications Magazine, vol. 49, n.º 8, pág. 72-79, agosto de 2011.
- 55 Con la creciente importancia de la distribución cada vez más densa de estaciones base de célula pequeña, por ejemplo, para proporcionar redes de quinta generación (5G), los modos de suspensión - ahorro de energía pueden llegar a ser aún más importantes. Los modos de suspensión - ahorro de energía serán una característica importante de las redes inalámbricas en las que se harán realidad los despliegues ultra densos de estaciones base de célula pequeña.
- 60 Se conocen técnicas que aspiran a mejorar la eficacia energética en las células pequeñas a través del uso de modos de baja potencia, por ejemplo, los modos de suspensión.
- 65

Un enfoque es usar un amplificador de potencia dinámica rápida (PA) que conmuta para realizar la transmisión discontinua de microcélula, también conocido como DTX de célula, véase por ejemplo: P. Frenger, P. Moberg, J. Malmudin, Y. Jading, y I. Gódor, "Reducing Energy Consumption in LTE with Cell DTX", en Proc. IEEE VTC-Primavera 2011, taller de GreeNet, Budapest, mayo de 2011. Básicamente, este enfoque aspira a disminuir el consumo de energía del amplificador de potencia a través del uso de "micro suspensiones" cuando hay intervalos de tiempo de transmisión vacíos en el orden de milisegundos, por ejemplo, durante las tramas vacías de evolución a largo plazo (LTE). Sin embargo, la célula opera esencialmente como normal, permanece activa y disponible para proporcionar cobertura. En este enfoque, un desafío es usar la programación para crear intervalos de tiempo de transmisión más largos y vacíos. Estos son distintos de los modos de suspensión descritos anteriormente, en los que las células pequeñas se apagan y, por lo tanto, no están disponibles durante periodos mucho más largos y, por lo tanto, pueden considerarse un área técnica diferente. En cualquier caso, en las células pequeñas con bajas potencias de transmisión, tales como las femtocélulas, el amplificador de potencia no suele ser el mayor contribuyente al consumo de energía del hardware, y los modos de suspensión profunda más largos donde otras partes del hardware con mayor consumo de energía pueden estar apagadas son a menudo más eficaces.

Durante los modos de suspensión largos, las técnicas que se han propuesto para manejar la transición entre el modo de suspensión y el activo de células pequeñas pueden clasificarse en tres tipos: control por células pequeñas, control por red y control por equipo de usuario (UE). Como se sabe bien, en los sistemas de comunicaciones móviles inalámbricas, un terminal de usuario móvil a menudo se conoce como un equipo de usuario, UE.

En las técnicas de control por células pequeñas y control por UE, los modos de suspensión se controlan basándose en la detección de un UE en estrecha proximidad a una célula pequeña.

Una forma de realizar esta detección es mediante la célula pequeña que detecta transmisiones de enlace ascendente de los UE en el modo activo que están conectados a la macrocélula. Esto se conoce como rastreo y se controla por células pequeñas involucrando un detector de baja potencia (rastreador) en la estación base de célula pequeña.

Otra forma es mediante los UE que radiodifunden las señales de activación, detectándose y haciéndose reaccionar esas señales por cualquier célula pequeña dentro del intervalo del UE. Este enfoque se considera controlado por el UE.

Ambas técnicas de control por células pequeñas y control por UE requieren que la célula pequeña retenga la capacidad de recibir señales de radio, lo que aumenta el consumo de energía de la estación base de célula pequeña en un modo de suspensión. Para las técnicas de control por UE, también se requieren cambios en los estándares tanto en el equipo del usuario (UE) como en la estación base para implementar esta característica.

En las técnicas de control por red, la transición de una célula pequeña entre los modos de suspensión y activo se controla mediante un controlador central a través del retorno usando un mensaje de control de activación. El retorno es, por supuesto, la red (generalmente cableada) que conecta las estaciones base. Las técnicas de control por red se benefician de la toma de decisiones centralizadas coordinadas, donde puede usarse la información de las células vecinas. Para los antecedentes sobre técnicas conocidas de control por red, el lector puede referirse, por ejemplo, al documento de A. Prasad, A. Maeder, C. Ng, titulado "Energy Efficient Small Cell Activation Mechanism for Heterogeneous Networks", en Proc. IEEE Globecom 2013, Atlanta, Diciembre de 2013, y al documento de Y. Qu, Y. Chang, Y. Sol, D. Yang, titulado "Equilibrated Activating Strategy with Small Cell for Energy Saving in Heterogeneous Network", en Proc. IEEE VTC-Fall 2014, Vancouver, Septiembre de 2014.

Además de lo anterior, se conocen técnicas que requieren, además, información de localización de los UE y de las estaciones base, véase por ejemplo E. TERNON, P. AGYAPONG, L. HU, A. DCKORSY, "Energy Savings in Heterogeneous Networks with Clustered Small Cell Deployments", en Prox. IEEE ISWCS 2014, Barcelona, Agosto 2014.

Se proporcionan más antecedentes técnicos mediante los siguientes documentos:

"3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Study on Energy Saving Enhancement for E-UTRAN (Versión 12)", BORRADOR DE 3GPP; R3-141502, PROYECTO DE ASOCIACIÓN DE 3ª GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA MÓVIL; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, 24 de mayo de 2014 (24-05-2014), XP050821568
US 2012/307780 A1 (MOCHIZUKI MITSURU [JP] ET AL) 6 de diciembre de 2012 (2012-12-06)
KPN BV ET AL: "Importance of load information exchange in energy saving", BORRADOR DE 3GPP; R3-103694, PROYECTO DE ASOCIACIÓN DE 3ª GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA MÓVIL; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; Francia, vol. RAN WG3, n.º Jacksonville, USA; 20101115, 19 de noviembre de 2010 (19-11-2010), XP050496837

Sumario

Se remite al lector a las reivindicaciones independientes adjuntas. Algunas características preferidas se presentan en las reivindicaciones dependientes.

5 La invención se define en el conjunto de reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones y/o ejemplos de la siguiente descripción que no están cubiertos por las reivindicaciones adjuntas se consideran como que no son parte de la presente invención.

10 Un ejemplo de la presente invención es un controlador de telecomunicaciones configurado para la conexión con múltiples estaciones base de célula pequeña, comprendiendo el controlador:

15 una etapa de estimación de potencia recibida configurada para calcular a partir de las atenuaciones de señal determinadas entre las estaciones base de célula pequeña, para cada uno de una pluralidad de
una etapa de comparación configurada para comparar dichas potencias de señal piloto que se espera recibir en las otras estaciones base de célula pequeña con un umbral de potencia recibido mínimo;
una etapa de selección configurada para seleccionar, de entre la pluralidad de subconjuntos de estaciones base de célula pequeña, el subconjunto más pequeño, o uno de los subconjuntos más pequeños, que proporciona la potencia de señal piloto por encima del umbral en cada una de las otras estaciones base de célula pequeña; y
20 una etapa de instrucción configurada para enviar una instrucción a cada estación base de célula pequeña de ese subconjunto para que permanezca permanentemente en el modo activo.

25 En realizaciones preferidas, el o cada subconjunto más pequeño que proporciona la potencia de señal piloto por encima del umbral en las otras estaciones base de célula pequeña es uno que tiene el menor número de miembros de estación base de célula pequeña que proporciona dicha potencia de señal piloto.

Las realizaciones preferidas proporcionan una gestión centralizada de los modos de suspensión energéticamente eficientes, por ejemplo, en redes de célula pequeña de empresa.

30 Las realizaciones preferidas afrontan al problema de cómo gestionar los modos de suspensión en los despliegues de femtocélulas de empresa. Esto es mediante la identificación de qué estaciones base de femtocélulas en un grupo de estaciones base de femtocélulas de empresa van a realizar la transición entre los modos activo y de suspensión, y realizar los reajustes de la cobertura de las células activas para compensar las células que se van a suspender para evitar los orificios de cobertura y la congestión del tráfico.

35 Las realizaciones preferidas gestionan la transición de femtocélulas entre los modos activos y de suspensión para un grupo de femtocélulas de empresa mientras que mantiene una cobertura continua y evita la sobrecarga de las restantes femtocélulas activas.

40 Las realizaciones preferidas implementan los modos de suspensión en células pequeñas de una manera que garantiza que la cobertura se mantiene y no da como resultado condiciones de sobrecarga en las células pequeñas vecinas. En algunas realizaciones, se usan mediciones y parámetros estandarizados de alto nivel que están disponibles fácilmente y que se definen en el protocolo TR-069 usado por las plataformas de gestión de células pequeñas.

45 Las realizaciones preferidas son despliegues de células pequeñas de múltiples proveedores. Esto contrasta con los enfoques conocidos que requieren un gran número de informes de medición de los terminales de usuario que se deben recopilar y procesar, lo que es computacionalmente intensivo y produce grandes sobrecargas de señalización, por lo que los datos de medición son difíciles de manejar y limitan el uso a redes autoorganizativas específicas del proveedor.

50 Las realizaciones preferidas no requieren la recogida de las mediciones realizadas por los terminales de usuario evitando de este modo el cálculo y la señalización intensivos asociados.

55 Preferentemente, el controlador de telecomunicaciones comprende además un receptor configurado para recibir datos de medición de los niveles de una señal piloto enviada desde cada una de las estaciones base de célula pequeña y recibidos en otra de las estaciones base de célula pequeña; y un procesador configurado para determinar a partir de los datos medidos las atenuaciones de señal entre las estaciones base de célula pequeña.

60 Preferentemente, tras la etapa de selección que determina más de uno de los subconjuntos más pequeños en cuanto a proporcionar una potencia de señal piloto por encima del umbral en las otras estaciones base de célula pequeña, la etapa de selección selecciona uno de los subconjuntos más pequeños que proporciona una potencia de señal piloto más por encima del umbral en las otras estaciones base de célula pequeña.

65 Preferentemente, el umbral de potencia recibida mínima se establece como la potencia recibida de una señal esperada en una de las estaciones base cuando la potencia recibida correspondiente de la señal en su borde de

célula de cobertura de la estación base vecina que transmite la señal está a un nivel de potencia de recepción mínimo.

5 Preferentemente, durante el funcionamiento después de enviar la instrucción a cada estación base de célula pequeña del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo, tras la carga de tráfico en una cualquiera de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo que está por debajo de una cantidad dada, se hacen unas determinaciones para determinar si: la estación base de célula pequeña es una en el subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo, y la carga de tráfico en una o más estaciones base de célula pequeña vecinas superaría un nivel dado si la estación base de célula pequeña se pusiera en el modo de suspensión; y la estación base se pone en el modo de suspensión siempre que la estación base de célula pequeña no sea una del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo y la carga de tráfico en las estaciones base de célula pequeña vecinas, en el caso de que la estación base de células pequeñas se ponga en el modo de suspensión, no supere un nivel dado.

15 Preferentemente, durante el funcionamiento después de enviar la instrucción a cada estación base de célula pequeña del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo, tras la carga de tráfico en una cualquiera de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo que supera una segunda cantidad dada, se realiza una determinación en cuanto a si la estación base de célula pequeña tiene una estación base de célula pequeña vecina en el modo de suspensión; y tras determinar que la estación base de célula pequeña tiene una estación base de célula pequeña vecina en el modo de suspensión, la estación base vecina se pone en el modo activo.

25 Preferentemente, el controlador de telecomunicaciones está configurado para ajustar las potencias de transmisión de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo en función de cuáles de las estaciones base de célula pequeña están en el modo activo.

Ejemplos de la presente invención también se refieren a un método correspondiente, y una red que incluye el controlador de telecomunicaciones.

30 Otro ejemplo de la presente invención se refiere a un método para controlar de múltiples estaciones base de célula pequeña, comprendiendo el método:

35 calcular a partir de las atenuaciones de señal determinadas entre las estaciones base de célula pequeña, para cada uno de una pluralidad de subconjuntos de estaciones base de célula pequeña que transmiten una señal piloto a una potencia dada, las potencias de señal piloto que se espera recibir en las otras estaciones base de célula pequeña;
comparar dichas potencias de señal piloto que se espera recibir en las otras estaciones base de célula pequeña con un umbral de potencia recibido mínimo;
40 seleccionar, de entre la pluralidad de subconjuntos de estaciones base de célula pequeña, el subconjunto más pequeño, o uno de los subconjuntos más pequeños, que proporciona la potencia de señal piloto por encima del umbral en cada una de las otras estaciones base de célula pequeña; y
dar instrucciones a cada estación base de célula pequeña de ese subconjunto para que permanezca permanentemente en el modo activo.

45 Preferentemente, el método comprende además recibir datos de medición de los niveles de una señal piloto enviada desde cada una de las estaciones base de célula pequeña y recibidos en otra de las estaciones base de célula pequeña; y determinar a partir de los datos medidos las atenuaciones de señal entre las estaciones base de célula pequeña.

50 Preferentemente tras determinar más de uno de los subconjuntos más pequeños que proporcionan una potencia de señal piloto por encima del umbral en las otras estaciones base de célula pequeña, se selecciona ese uno de los subconjuntos más pequeños que proporciona una potencia de señal piloto más por encima del umbral en las otras estaciones base de célula pequeña.

55 Preferentemente, se establece el umbral de potencia recibido mínimo como la potencia recibida de una señal esperada en una de las estaciones base cuando la potencia recibida correspondiente de la señal en su borde de célula de cobertura lejos de la estación base vecina que transmite la señal está a un nivel de potencia de recepción mínimo.

60 Preferentemente, después de enviar la instrucción a cada estación base de célula pequeña del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo, tras una carga de tráfico en una cualquiera de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo que está por debajo de una cantidad dada, se realizan determinaciones en cuanto a si: la estación base de célula pequeña es una del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo, y la carga de tráfico en una o más estaciones base de célula pequeña vecinas superaría un nivel dado si la estación base de célula pequeña se pusiera en el modo de suspensión; y poner la estación base pequeña en el modo de suspensión siempre que la estación base de célula

pequeña no sea una del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo y la carga de tráfico en las estaciones base de célula pequeña vecinas, en el caso de que la estación base de células pequeñas se ponga en el modo de suspensión, no supere un nivel dado.

- 5 Preferentemente, después de enviar la instrucción a cada estación base de célula pequeña del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo, tras la carga de tráfico en una cualquiera de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo que supera una segunda cantidad dada, se realiza una determinación en cuanto a si la estación base de célula pequeña tiene una estación base de célula pequeña vecina en el modo de suspensión; y tras determinar que la estación base de célula pequeña tiene una estación base de célula pequeña vecina en el modo de suspensión, la estación base vecina se pone en el modo activo.

Preferentemente, las potencias de transmisión de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo se ajustan en función de cuáles de las estaciones base de célula pequeña están en el modo activo.

15 Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirá una realización de la presente invención a modo de ejemplo y haciendo referencia a los dibujos, en los que:

- 20 la figura 1 es un diagrama que ilustra un grupo de ejemplo de estaciones base de célula pequeña, más específicamente femtocélulas, conectadas a un controlador central de acuerdo con una primera realización;
la figura 2 es un diagrama que ilustra la selección del nivel de RSRP mínimo objetivo con el fin de mantener la cobertura por el grupo de femtocélulas mostrado en la figura 1;
la figura 3 es un diagrama que ilustra con más detalle, tal como un plano de piso, cómo se despliegan las femtocélulas mostradas en la figura 1 en un entorno de empresa;
25 la figura 4 es un diagrama que muestra con más detalle el controlador central mostrado en la figura 1;
la figura 5 es un diagrama que ilustra con más detalle cómo se determina el nivel de RSRP mínimo objetivo para el grupo de femtocélulas mostrado en la figura 1;
la figura 6 es un diagrama que ilustra el método de selección de cuáles de las femtocélulas del grupo mostrado en la figura 1 deben estar permanentemente en el modo activo; y
30 la figura 7 es un diagrama que ilustra el método posterior de alterar los modos de operación de las femtocélulas dependientes de la carga de tráfico.

Descripción detallada

- 35 Considerando los enfoques conocidos, los inventores se han dado cuenta de que el proceso de poner las estaciones base de célula pequeña en el modo de suspensión debería realizarse preferentemente de una manera que no produzca una interrupción del servicio proporcionado por la red. Por ejemplo, considerando células pequeñas de tipo femtocélula de empresa, en despliegues de femtocélula de empresas de interior, se proporciona un conjunto de estaciones base de femtocélula localizadas en todo el edificio para proporcionar una cobertura mejorada, una calidad de servicio mejor y, en algunos casos, servicios y aplicaciones personalizados para los usuarios registrados. En esta situación, los modos de suspensión en las femtocélulas empresariales deberían implementarse preferentemente de tal manera que se garantice la cobertura y se mantenga una capacidad suficiente dentro del edificio, pero no se introduzca un efecto negativo significativo en la red móvil exterior.

- 45 Al considerar los enfoques conocidos, los inventores se han dado cuenta de que tanto las técnicas conocidas de control por células pequeñas como las de control por UE requieren que la célula pequeña retenga la capacidad de recibir señales de radio, lo que aumenta el consumo de energía de la estación base de célula pequeña en un modo de suspensión. Los inventores se han dado cuenta de que debido a que la decisión de activar el modo de suspensión o el modo activo se realiza en respuesta a la información local, es decir, la proximidad de los usuarios activos a la célula pequeña, no puede realizarse una decisión más informada que considera el impacto en la cobertura y la carga de las células vecinas.

- 55 Considerando los enfoques conocidos, los inventores también se han dado cuenta de que aunque las técnicas conocidas de control por red se benefician de tomar decisiones coordinadas y centralizadas en las que puede usarse la información de las células vecinas, las técnicas conocidas de control por red dependen de la disponibilidad de información detallada, tal como las mediciones de UE, tal como los informes de potencia recibida de señal de referencia (RSRP) o de indicador de calidad de canal (CQI). Los inventores se han dado cuenta de que, si bien el acceso a esta información proporcionada por el UE permite que la red se optimice mejor en cuanto a qué estaciones base de célula pequeña están en el modo de suspensión y cuándo, esta información es difícil de obtener en despliegues de redes de múltiples proveedores. Los inventores se han dado cuenta de que, como estas mediciones de UE se usan principalmente para operaciones de capa física de bajo nivel, tal como la planificación de recursos de radio y la iniciación del traspaso, estas mediciones normalmente no se recopilan ni se ponen a disposición para su uso en redes, tales como las redes de autoorganización (SON), que tienen un controlador central, a menos que se implemente específicamente. Los inventores también se han dado cuenta de que el procesamiento de estos informes de UE requiere recursos computacionales significativos y una sobrecarga de señalización ya que la

cantidad de datos involucrados es grande.

Además, considerando el enfoque conocido descrito en el documento de Ternon y otros mencionados anteriormente, los inventores se han dado cuenta de que esta técnica conocida requiere la información de localización de los UE y de las estaciones base que es poco práctica hoy en día debido a las grandes cantidades de sobrecarga de señalización implicada; y, si se usa la funcionalidad de GPS, tendrá un impacto negativo en la vida de la batería del UE. La información de localización en lugares cerrados, donde el GPS no está disponible, también tiene una precisión insuficiente.

Los inventores también se han dado cuenta de que en los despliegues de femtocélulas de empresa conocidos, las estaciones base de femtocélulas se despliegan en un grupo para proporcionar una cobertura continua en todo un edificio. Esto puede reducir el número de traspasos entre femtocélulas y macrocélulas, proporcionar una mejor calidad de experiencia y mantener la accesibilidad de las aplicaciones y los servicios de femtocélulas localizadas para los usuarios, en el caso de que dichas aplicaciones o servicios estén disponibles. Sin embargo, los inventores se han dado cuenta de que estos enfoques conocidos no consideran la preservación de la cobertura de red continua, por lo que puede dar lugar a una cobertura de femtocélulas fragmentada en el edificio.

Los inventores se han dado cuenta de que una alternativa era posible, describiéndose a continuación un ejemplo de la misma.

La red de femtocélulas

Como se muestra en la figura 1, un grupo 12 de estaciones base de femtocélulas 14 están cada una conectado a un controlador central 16 a través de una interfaz estándar 18.

Las estaciones base de femtocélulas 14 tienen cada una la capacidad de "rastrear", es decir, un receptor de rastreo (no mostrado) para realizar mediciones de los niveles de señal piloto recibidos de las células vecinas. En este ejemplo en el que las estaciones base de femtocélulas 14 son estaciones base de femtocélulas de evolución a largo plazo (LTE), el nivel de señal piloto medido se denomina potencia recibida de señal de referencia (RSRP).

Durante el funcionamiento, las estaciones base de femtocélulas 14 son capaces de enviar sus mediciones de RSRP, la información de carga, y las potencias de transmisión de señal de referencia al controlador central 18. El controlador central 18 da instrucciones a varias de las estaciones base de femtocélulas 14 seleccionadas del grupo 12 para entrar o salir de los modos de suspensión y para cambiar sus potencias de transmisión de señal de referencia.

El funcionamiento es en dos etapas. En primer lugar hay una etapa de configuración inicial. En segundo lugar hay una etapa dinámica. Estas se describen a su vez a continuación.

Etapas de configuración inicial

En esta etapa (en otras palabras, período o fase) se determina cuáles del grupo 12 de estaciones base de femtocélulas 14 deberían estar en un modo activo permanentemente, en otras palabras, no pueden ponerse en un modo de suspensión, con el fin de mantener un nivel de RSRP mínimo objetivo en todas las localizaciones de estación base de femtocélula 14.

En resumen esta etapa incluye las siguientes etapas:

Como se muestra en la parte superior de la figura 2, con todas las estaciones base de femtocélulas 14 activas y transmitiendo a sus máximas potencias de transmisión de señal de referencia, las estaciones base de femtocélulas 14 que se han instruido para que cada una use su función de rastreo para medir la RSRP 20', 20" de las otras femtocélulas vecinas 14", 14''' del grupo que la estación base de femtocélulas 14' pueden detectar y enviar la información al controlador central 18.

Cuando se recogen todos estos datos de medición de rastreo de RSRP, el controlador central 18 usa esta información, junto con información sobre las potencias de transmisión de cada estación base de femtocélula 14' para estimar las pérdidas de trayecto (en otras palabras las atenuaciones de señal) entre cada femtocélula 14 y sus vecinas respectivas 14", 14'''. En otras palabras, con esta información (atenuación) de pérdida de trayecto, los niveles de RSRP de la estación base de femtocélula 14, que transmite a su máxima potencia, se estiman por el controlador central 18 en las localizaciones de sus estaciones base de femtocélula vecinas 14", 14'''.

Al usar esta estimación de RSRP, el menor número de estaciones base de femtocélulas 14, y sus potencias de transmisión mínimas necesarias para satisfacer un nivel de RSRP de femtocélula mínimo objetivo en todas las localizaciones estaciones base de femtocélulas, se calculan por el controlador central 18. Estas estaciones base de femtocélulas específicas 14' se designan como estaciones base de femtocélulas "permanentes" en el sentido de que son un asunto práctico para mantenerse en el modo activo, por ejemplo, hasta que se reinicie el sistema.

El nivel de RSRP de femtocélula mínimo objetivo se elige para mantener la zona de cobertura original incluso después de que las otras estaciones base de femtocélula ("no permanente") 14", 14'" del grupo se pongan en el modo de suspensión, como se ilustra en figura 2.

Como se muestra en la parte inferior de la figura 2, la $RSRP_{base}$ es el nivel en el que es posible la comunicación con un terminal de usuario en el borde de zona de cobertura 28, y el nivel de RSRP mínimo objetivo, es el nivel de RSRP mínimo en la localización de la estación base de femtocélula más cercana 14", 14'" que proporciona la $RSRP_{base}$ en el borde de zona de cobertura 28 y, por lo tanto, permite esta comunicación. La forma en que se determina el nivel de RSRP mínimo objetivo (a veces denominado $RSRP_{objetivo}$) se describe con más detalle a continuación.

Ahora se describirá con más detalle la red y a continuación se consideran estas etapas con más detalle.

Más detalles sobre la red.

La red de ejemplo mostrada en la figura 1 se muestra con más detalle en la figura 3.

La figura 3 muestra las localizaciones del grupo 12 de estaciones base de femtocélulas 14 desplegadas en una empresa 30 en una parte de un edificio de oficinas 32 con, en este ejemplo, siete estaciones base de femtocélulas 14 se colocan más o menos a 20 metros de distancia. Se muestra una escala en metros (en las direcciones x e y) para facilitar la referencia. En la figura 3, los puntos negros indicados como 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 representan las localizaciones de las estaciones base de femtocélulas 14, y las líneas negras muestran las paredes del edificio 32.

Las estaciones base de femtocélulas se gestionan por el controlador central (no mostrado en la figura 3).

En este ejemplo, el controlador central 18 es un gestor de dispositivos del hogar (HDM) Motive de Alcatel-Lucent, y la interfaz 16 usada es el protocolo de gestión de dispositivos TR-069 del foro de banda ancha (BBF) con los datos de servicio de punto de Acceso Femto TR-196. Para el lector interesado, puede encontrar más información sobre la interfaz en: Model Broadband Forum, FAPService: 2.0 Femto Access Point Service Data Model, <http://www.broadband-forum.org/cwmp/tr-196-2-0.html>.

Como se muestra en la figura 4, el controlador 18 puede considerarse como compuesto de diversas etapas o elementos funcionales (en algunas realizaciones, al menos algunas de estas etapas o elementos son circuitos).

Específicamente, hay un receptor de datos de RSRP 40 conectado a un calculador de pérdida de trayecto 42 que está conectado a una etapa de determinación 44 respecto a cuáles de las estaciones base de femtocélulas 14 en el grupo 12 se deben mantener en el modo activo. Esta etapa 44 usa como entrada un nivel de $RSRP_{objetivo}$ procedente de una etapa de determinación de nivel 46. El controlador 18 también incluye una etapa de determinación de carga 48 que determina la carga de tráfico en las estaciones base de femtocélulas y que está conectada a una etapa de control de activación/puesta en suspensión 50. La operación se explica a continuación.

Determinando la $RSRP_{objetivo}$

La figura 5 ilustra cómo se calcula la $RSRP_{objetivo}$.

Como se muestra en la figura 5, la estación base de femtocélula indicada como Femto1, que se localiza en la posición A, permanece activa. La estación base de femtocélula indicada como Femto2, que se localiza en la posición B se pone en el modo de suspensión. La distancia entre Femto1 y Femto2 es d metros. La $RSRP_{base}$ es el nivel de sensibilidad de recepción de la señal piloto y define el borde 34 de la zona de cobertura 36 de la estación base de femtocélula. El objetivo es calcular el nivel de RSRP de Femto1 en la posición B, de tal manera que el nivel de RSRP en la posición C sea igual a la $RSRP_{base}$. En otras palabras, con el fin de preservar la cobertura cuando Femto2 entra en el modo de suspensión, Femto1 tiene que poder establecer su potencia para garantizar que su cobertura alcanza una distancia de $2 * d$ metros.

Haciendo referencia a la figura 5, para aproximarse a la pérdida de trayecto entre Femto1 y Femto2, se supone un modelo de pérdida de trayecto en el espacio libre además de una pérdida de penetración de pared de 20 dB. La pérdida de trayecto en el espacio libre entre B y C ($FSPL_{BC}$) en dB se proporciona como la diferencia entre la pérdida de trayecto entre A y C ($FSPL_{AC}$) y, A y B ($FSPL_{AB}$)

$$\begin{aligned} FSPL_{BC} &= FSPL_{AC} - FSPL_{AB} \\ &= (20\log_{10}(2d) - 138,25) - (20\log_{10}(d) - 138,25) \\ &= 20\log_{10}(2) \\ &= 6,02 \text{ dB} \end{aligned}$$

Si $RSRP_{base}$ se supone que es -120 dBm, y una pérdida de penetración de pared de 20 dB, $RSRP_{objetivo}$ se calcula como

$$RSRP_{objetivo} = RSRP_{base} - (6,02 + 20) = -94 \text{ dBm}$$

Medición de las RSRP

Cada uno de los grupos 12 de estaciones base de femtocélulas 14 usa su propia funcionalidad de rastreo para medir la RSRP de sus estaciones base de femtocélulas vecinas 4 desde dentro del grupo y se informa de estas mediciones al controlador central.

Con el conocimiento también de las potencias de transmisión de señal de referencia, el controlador central calcula las pérdidas de trayecto entre cada estación base de femtocélula y sus vecinas, como se muestra a continuación en la Tabla 1. En la Tabla 1, las entradas para las vecinas que no pueden detectarse debido a que su RSRP está por debajo de la sensibilidad de recepción se etiquetan como no disponibles (N/A), y los valores de pérdida de trayecto se muestran en dB. F1 indica la estación base de femtocélula en la localización 1 como se muestra en la figura 3, F2 indica la estación base de femtocélula en la localización 2 como se muestra en la figura 3, y así sucesivamente.

Por cierto, dentro del protocolo TR-069, los parámetros relevantes usados para obtener información sobre las potencias de señal de RSRP y de referencia son respectivamente:

FAPService. {i}.REM.LTE.Cell. {j}.RF.RSRP and
FAPService. {i}.CellConfig.RAN.RF.ReferenceSignalPower

Tabla 1: Pérdida de trayecto entre las BS de femtocélulas, obtenidas a partir de mediciones de RSRP y potencias de transmisión de señal de referencia.

Índice de célula	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇
F ₁		-84, 6631	-100, 588	-72, 4965	-100, 744	N/A	-85, 0894
F ₂	-84, 6631		-85, 3893	-114, 566	-81, 5537	N/A	-101, 842
F ₃	-100, 588	-85, 3893		- 100, 821	N/A	- 60, 5578	N/A
F ₄	-72, 4965	-114, 566	-100, 821		-106, 232	-89, 5947	-73, 3648
F ₅	- 100, 744	81, 5537	N/A	-106, 232		-85, 7171	-85, 0422
F ₆	N/A	N/A	-60, 5578	-89, 5947	-85, 7171		-99, 1665
F ₇	- 85, 0894	-101, 842	N/A	-73, 3648	-85, 0422	-99, 1665	

Usando la información de pérdida de trayecto mostrada en la Tabla 1, las femtocélulas permanentes se determinan por el controlador central como se explicará a continuación. El controlador central identifica qué estaciones base de femtocélulas 14 del grupo 12 se necesitan que estén permanentemente en el modo activo para garantizar que el nivel de RSRP en todas las localizaciones de estaciones base de femtocélulas sea más alto que el nivel de RSRP objetivo, $RSRP_{objetivo}$ y el número de dichas femtocélulas permanentemente en el modo activo son las menos posibles para lograrlo. Esto se explica en detalle a continuación.

Estimación de la RSRP en las vecinas para cada femtocélula usando su potencia de transmisión de referencia máxima

Al usar la información de pérdida de trayecto mostrada en la Tabla 1, y suponiendo que la potencia de transmisión de señal de referencia máxima es -4,7 dBm, se usan las mediciones de RSRP predichas de cada célula en sus localizaciones vecinas si se calcula la potencia de transmisión de señal de referencia máxima, y se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: RSRP estimada de las estaciones base de femtocélulas en sus localizaciones de sus vecinas, asumiendo que se usan las potencias de transmisión de referencia máximas.

Índice de célula	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇
F ₁		-89, 4446	-105, 37	-77, 278	-105, 526	N/A	-89, 8709
F ₂	-89, 4446		-90, 1708	-119348	-86, 3352	N/A	-106, 624
F ₃	-105, 37	-90, 1708		-105603	N/A	-65, 3393	N/A

(continuación)

Índice de célula	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇
F ₄	-77, 278	-119, 348	-105, 603		-111, 014	-94, 3762	-78, 1463
F ₅	- 105, 526	-86, 3352	N/A	-111014		-90, 4986	-89, 8237
F ₆	N/A	N/A	-65, 3393	-943762	-90, 4986		-103, 948
F ₇	- 89, 8709	-106, 624	N/A	-781463	-89, 8237	-103, 948	

Determinación de femtocélulas permanentes a partir de estos datos estimados de RSRP

- 5 La figura 6 muestra un diagrama de flujo de cómo se determinan las femtocélulas permanentes, usando un procedimiento de búsqueda global.

El procedimiento consiste en las siguientes etapas:

Establecer (etapa a) el número de femtocélulas permanentes, N_P , en 1.

- 10 Determinar (etapa b) las diferentes combinaciones posibles de femtocélulas permanentes. En el escenario de ejemplo anterior, el número total de femtocélulas es siete. Entonces, si N_P es 1, el número total de combinaciones es siete, es decir, $\{\{F_1\}, \{F_2\}, \{F_3\}, \{F_4\}, \{F_5\}, \{F_6\}, \{F_7\}\}$.

- 15 Para cada conjunto de combinaciones de femtocélulas permanentes, se calcula (etapa c) el nivel de RSRP estimado recibido en cada localización femtocélula no permanente.

- 20 Se realiza una determinación (etapa d) en cuanto a si una combinación de células activas resulta o no en la RSRP en todas las estaciones base de femtocélulas que están por encima de la $RSRP_{objetivo}$. Si una combinación de femtocélulas permanentes resulta en que todos los niveles de RSRP en cada localización de femtocélula son más altos que la $RSRP_{objetivo}$ (etapa e), la búsqueda se detiene (etapa f) ya que se han identificado las femtocélulas que se establecerán como permanentes en el modo activo.

- 25 Por otro lado, si hay un nivel de RSRP en una localización de femtocélula que no es mayor que la $RSRP_{objetivo}$ (etapa g), entonces el número de femtocélulas permanentes, N_P , se aumenta en 1 (etapa h), y se realiza una comprobación (etapa i) en cuanto a si N_P es igual al número total de femtocélulas. Si es que no (etapa j) se repiten las etapas (b) a (d).

- 30 Si en la etapa i, se determina (etapa k) que N_P es el mismo que el número total de femtocélulas, esto significa que no hay estaciones base de femtocélulas que puedan ponerse en el modo de suspensión, y se detiene la búsqueda (etapa f).

- 35 Por cierto, en este ejemplo, si N_P es 2, el número total de combinaciones es veintiuno es decir, $\{\{F_1, F_2\}, \{F_1, F_3\}, \{F_1, F_4\}, \dots, \{F_4, F_7\}, \{F_5, F_7\}, \{F_6, F_7\}\}$. Si N_P es 3, el número total de combinaciones es 35, es decir, $\{\{F_1, F_2, F_3\}, \{F_1, F_2, F_4\}, \{F_1, F_2, F_5\}, \dots, \{F_4, F_5, F_7\}, \{F_4, F_6, F_7\}, \{F_5, F_6, F_7\}\}$, y así sucesivamente.

Selección

- 40 En el escenario de ejemplo, la búsqueda que usa los datos de RSRP estimados de la Tabla 2 resulta en dos posibles combinaciones de femtocélulas a mantener permanentemente en el modo activo: las femtocélulas F_1 y F_6 , y las femtocélulas F_3 y F_7 . La Tabla 3 muestra la RSRP estimada en cada femtocélula cuando se usa cada una de estas dos combinaciones. Ambas combinaciones proporcionan a todas las demás femtocélulas un nivel de RSRP más alto que el de la $RSRP_{objetivo}$, que en este ejemplo es de -94 dBm.

- 45 En este ejemplo, se elige la combinación F_3 y F_7 , como su nivel de RSRP más bajo (-90,17 dBm en F_2) es más alto que el nivel de RSRP más bajo (-90,5 dBm en F_5) de la combinación F_1 y F_6 . Por supuesto, la cobertura de la zona de oficina proporcionada por estas estaciones base de femtocélulas permanentes seleccionadas que están activas no tiene brechas en la cobertura.

		Combinación de femtocélulas "permanentes"	
		F ₁ y F ₆	F ₃ y F ₇
Índice de femtocélulas	F ₁		-89,8709
	F ₂	-89,4446	-90,1708
	F ₃	-65,3393	
	F ₄	-77,278	-78,1463
	F ₅	-90,4986	-89,8237
	F ₆		-65,3393
	F ₇	-89,8709	

Tabla 3: Resultado de la búsqueda de femtocélulas permanentes – RSRP estimada en las otras estaciones base de femtocélulas.

Etapas Dinámica

- 5 Una vez se han identificado las estaciones base de femtocélulas que deben mantenerse permanentemente encendidas, la red inicia un procedimiento bajo el control del controlador central 18 de conmutar selectivamente las estaciones base de femtocélulas entre el modo activo y el modo de suspensión en función de la carga de tráfico. Esto, por supuesto, está sujeto a todas las estaciones base de femtocélulas que se han determinado como que deben estar permanentemente en el modo activo manteniéndose en el modo activo.
- 10 En otras palabras, una vez que se han identificado las femtocélulas "permanentes", se inicia un procedimiento de modo de suspensión dinámico. Esto se conoce como la fase dinámica o etapa dinámica.
- 15 Durante la operación normal de la red de femtocélulas, la información en cuanto a la carga de tráfico en cada una de las femtocélulas 14 se controla por el controlador central 18.
- 20 Si una carga en una estación base de femtocélula es baja (es decir, por debajo de un umbral) durante un período de tiempo dado, esa estación base de femtocélula se convierte en una candidata para el modo de suspensión. Sin embargo, la decisión de poner esa estación base de femtocélula en el modo de suspensión solo se toma si:
 1. no es una femtocélula permanente,
 2. la carga en sus vecinas activas, si la estación base de femtocélula se ha puesto en el modo de suspensión, está por debajo de un umbral calculado. Esta segunda etapa garantiza que poner una estación base de femtocélulas candidatas en suspensión no provocará una sobrecarga a las femtocélulas circundantes.
- 25 Las vecinas de la femtocélula candidata se determinan basándose en las estimaciones de pérdida de trayecto realizadas en la etapa de configuración inicial, es decir, están "cerca" en términos de tener una pérdida de trayecto baja con la célula candidata (en lugar de determinar la localización geográfica).
- 30 Si la estación base de femtocélula candidata cumple los dos criterios anteriores, se calculan y se establecen las potencias de transmisión de sus vecinas necesarias para mantener el nivel de RSRP mínimo en la localización de estación base de la célula candidata, y se envía a continuación a la célula candidata la instrucción para entrar en el modo de suspensión.
- 35 A la inversa, si una carga de femtocélula es excesiva (es decir, por encima de un umbral) durante un período de

tiempo determinado, y tiene unas vecinas que están en suspensión, se dan instrucciones a la vecina en suspensión con la pérdida de trayecto más baja para que entre en el modo activo.

Este enfoque se muestra con más detalle en la figura 7.

Como se muestra en la figura 7, el controlador central 18 actúa para recopilar (etapa m) información de carga en relación con las diversas estaciones base de femtocélula que están en el modo activo durante un periodo dado.

Tras determinarse (etapa n) que una estación base de femtocélula vecina, para cualquiera de las estaciones base de femtocélulas en el modo de suspensión, tiene una carga que es excesiva (su carga es mayor o igual que un umbral $L_{superior}$), se busca la estación base de femtocélula en el modo de suspensión candidata (etapa o) para una posible "activación", es decir, transferirse al modo activo. Si se identifica (etapa p), que la estación base de femtocélula candidata se ha transferido (etapa q) al modo activo, las potencias de transmisión de las estaciones base de femtocélulas se ajustan en consecuencia.

Por otro lado, si no se identifica una estación base de femtocélula candidata para su "activación", los cambios de proceso a determinar (etapa s) si cualquiera de las estaciones base de femtocélulas en el modo activo actualmente son tales que:

su carga es menor que un umbral de carga inferior $L_{inferior}$,
no es una estación base de femtocélula identificada en la etapa de configuración inicial como para estar permanentemente en el modo activo, y
todas las estaciones base de femtocélulas vecinas tienen una carga menor o igual que el umbral de carga superior $L_{superior}$.

Si se determina (etapa u) que se encuentra (etapa t) tal estación base de femtocélula en el modo activo, la que se selecciona como la candidata para ponerse en el modo de suspensión se transfiere al modo de suspensión (etapa v) y las potencias de transmisión de las estaciones base de femtocélulas que permanecen en el modo activo se ajustan (etapa w) para evitar una brecha de cobertura.

Ejemplo de esta operación de etapa dinámica.

En la etapa dinámica, la información de carga de cada femtocélula se usa para activar las transiciones entre los modos de suspensión y activo. Se usan dos umbrales de carga: el umbral inferior $L_{inferior}$ y el umbral superior $L_{superior}$.

En este ejemplo, se considera una carga como el número de usuarios activos, y $L_{inferior}$ es 2 usuarios, y $L_{superior}$ es 15 usuarios.

Transición desde el modo activo al de suspensión.

Considerando las zonas de cobertura de las femtocélulas en el escenario de la oficina de ejemplo (figuras 1 y 3), con todas las estaciones base de femtocélulas 14 activas y sus niveles de potencia piloto establecidos para proporcionar cobertura dentro del edificio 30, la Tabla 4 muestra un ejemplo ilustrativo de la carga de cada estación base de femtocélula en términos del número máximo de usuarios activos a lo largo de un periodo de tiempo. Las femtocélulas F_5 y F_7 tienen ambas cargas por debajo del $L_{inferior}$, y por lo tanto son candidatas para el modo de suspensión. Como F_7 se ha seleccionado anteriormente como una femtocélula permanente, no cumple los criterios para la transición al modo de suspensión. Sin embargo, F_5 no es una femtocélula permanente, y todas sus células vecinas (F_1 , F_2 , F_3 , F_4 , F_7) están entre las capaces de cargarse con todos los usuarios de F_5 sin hacer que su carga supere $L_{superior}$. Después de cumplir los dos criterios, se dan instrucciones a F_5 para pasar al modo de suspensión.

Tabla 4. Ejemplo de carga de femtocélula antes y después de que se active la transición del modo activo al de suspensión.

Índice de femtocélula	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7
Cargar antes de la transición al modo de suspensión [usuarios]	6	5	4	7	2	5	1
Cargar después de la transición al modo de suspensión [usuarios]	5	7	4	7	-	5	2

Si F_5 se pusiera en el modo de suspensión sin los ajustes de las potencias piloto de las femtocélulas vecinas, dejaría agujeros de cobertura. Por lo tanto, antes de poner a F_5 en suspensión, tienen que ajustarse las potencias de transmisión de al menos una de sus vecinas para compensar esto. Esto se hace identificando en primer lugar a la vecina más cercana de la F_5 usando la información de pérdida de trayecto como se muestra en la Tabla 1, y reajustando la potencia de transmisión de la vecina identificada de tal manera que la RSRP estimada de la vecina en la localización de la F_5 sea igual o mayor que la RSRP_{objetivo}. En este ejemplo, la vecina más cercana de la F_5 es F_2 ,

emprendiéndose el reajuste de la potencia de F_2 .

Transición desde el modo de suspensión al activo

- 5 Si la carga de una femtocélula supera $L_{superior}$ y tiene una célula vecina que está en el modo de suspensión, esto activa la transición desde el modo de suspensión al activo. Por ejemplo, en la Tabla 5, la carga de F_7 es mayor que $L_{superior}$, y una de sus vecinas, F_5 , está en el modo de suspensión. Esto activa F_5 para la transición al modo activo, y las potencias de transmisión piloto se reconfiguran a la configuración original.

- 10 Tabla 5. Ejemplo de carga de femtocélulas antes y después de que se active la transición desde el modo de suspensión al modo activo.

Índice de femtocélula	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7
Cargar antes de la transición al modo activo [usuarios]	5	14	5	10	-	5	16
Cargar después de la transición al modo activo [usuarios]	5	11		8	9	5	12

- 15 Debería observarse que la transición entre los modos activos y de suspensión se realiza de una manera que no interrumpa el servicio de los terminales de usuario existentes (UE). Esto se hace disminuyendo/aumentando gradualmente las potencias piloto de las femtocélulas en transición y sus vecinas relevantes, de tal manera que los UE puedan realizar traspasos cuando las femtocélulas pasan al modo de suspensión o activo.

- 20 La presente invención puede realizarse en otras formas específicas sin alejarse de sus características esenciales. Por ejemplo, cada una de las estaciones base de femtocélulas tiene una capacidad de "rastreo", es decir, de realizar mediciones de los niveles de señal piloto recibidos de las células vecinas, pueden ser estaciones base de femtocélula de acceso múltiple por división de código (WCDMA), en las que el nivel de señal piloto medido se indica como la potencia del código de señal recibida (RSCP).

- 25 Las realizaciones descritas deben considerarse en todos los aspectos solamente como ilustrativas y no restrictivas. El alcance de la invención, por lo tanto, está indicado por las reivindicaciones adjuntas en lugar de por la descripción anterior.

REIVINDICACIONES

1. Un controlador de telecomunicaciones (18) configurado para la conexión (16) con múltiples estaciones base de célula pequeña, comprendiendo el controlador:

un receptor (40) configurado para recibir datos medidos de los niveles de una señal piloto enviada desde cada una de las estaciones base de célula pequeña y recibida en otra de las estaciones base de célula pequeña;

un procesador (42) configurado para determinar a partir de los datos medidos las atenuaciones de señal entre las estaciones base de célula pequeña;

un medio de estimación de potencia recibida (42) configurado para calcular (figura 6: c) a partir de las atenuaciones de señal determinadas entre las estaciones base de célula pequeña, para cada uno de una pluralidad de subconjuntos de las estaciones base de célula pequeña que transmiten una señal piloto a una potencia dada, las potencias de señal piloto que se espera recibir en las otras estaciones base de célula pequeña;

un medio de comparación (44, figura 6: d) configurado para comparar dichas potencias de señal piloto que se espera recibir en las otras estaciones base con un umbral de potencia recibido mínimo (46);

un medio de selección (44, figura 6: e, h, i) configurado para seleccionar, de entre la pluralidad de subconjuntos de estaciones base de célula pequeña, el subconjunto más pequeño, o uno de los subconjuntos más pequeños, que proporciona una potencia de señal piloto por encima del umbral en cada una de las otras estaciones base de célula pequeña; y

un medio de instrucción (44) configurado para enviar una instrucción a cada estación base de célula pequeña en ese subconjunto para que permanezca permanentemente en el modo activo.

2. Un controlador de telecomunicaciones de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el medio de selección está configurado para, tras determinar más de uno de los subconjuntos más pequeños que proporcionan una potencia de señal piloto por encima del umbral en las otras estaciones base de célula pequeña, seleccionar ese uno de los subconjuntos más pequeños que proporciona una potencia de señal piloto que está más por encima del umbral en las otras estaciones base de célula pequeña.

3. Un controlador de telecomunicaciones de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende un medio (46) para establecer el umbral de potencia recibido mínimo como la potencia recibida de una señal esperada en una de las estaciones base cuando la potencia recibida correspondiente de la señal en su borde de célula de cobertura lejos de la estación base vecina que transmite la señal está a un nivel de potencia de recepción mínimo.

4. Un controlador de telecomunicaciones de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, configurado durante el uso para:

después de enviar la instrucción a cada estación base de célula pequeña del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo, tras una carga de tráfico en una cualquiera de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo que está por debajo de una cantidad dada, realizar determinaciones en cuanto a si (figura 7: s):

la estación base de célula pequeña es una en el subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo, y

la carga de tráfico en una o más estaciones base de célula pequeña vecinas superaría un nivel dado si la estación base de célula pequeña se pusiera en el modo de suspensión; y poner la estación base pequeña en el modo de suspensión siempre que la estación base de célula pequeña no sea una del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo y la carga de tráfico en las estaciones base de célula pequeña vecinas, en el caso de que la estación base de células pequeñas se ponga en el modo de suspensión, no supere un nivel dado.

5. Un controlador de telecomunicaciones de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, configurado para: después de enviar la instrucción a cada estación base de célula pequeña del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo, tras una carga de tráfico en una cualquiera de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo que supera una segunda cantidad dada, determinar si esa estación base de célula pequeña tiene una estación base de célula pequeña vecina en el modo de suspensión (figura 7: n); y configurado para:

tras determinar que la estación base de célula pequeña tiene una estación base de célula pequeña vecina en el modo de suspensión, poner (figura 7: q) la estación base vecina en el modo activo.

6. Un controlador de telecomunicaciones de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, configurado para ajustar (figura 7: q) las potencias de transmisión de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo en función de cuál de las estaciones base de célula pequeña está en el modo activo.

7. Un método para controlar múltiples estaciones base de célula pequeña, comprendiendo el método un controlador de telecomunicaciones:

recibir (40) datos medidos de los niveles de una señal piloto enviada desde cada una de las estaciones base de célula pequeña y recibida en otra de las estaciones base de célula pequeña;
determinar (42) a partir de los datos medidos las atenuaciones de señal entre las estaciones base de célula pequeña;

calcular a partir de las atenuaciones de señal (42) determinadas entre las estaciones base de célula pequeña, para cada uno de una pluralidad de subconjuntos (figura 6: b) de las estaciones base de célula pequeña que transmiten una señal piloto a una potencia dada, las potencias de señal piloto que se espera recibir en las otras estaciones base de célula pequeña (figura 6: c);

comparar (figura 6: d) dichas potencias de señal piloto que se espera recibir en las otras estaciones base de célula pequeña con un umbral de potencia recibido mínimo;

seleccionar (figura 6: e, h, i), de entre la pluralidad de subconjuntos de estaciones base de célula pequeña, el subconjunto más pequeño, o uno de los subconjuntos más pequeños, que proporciona la potencia de señal piloto por encima del umbral en cada una de las otras estaciones base de célula pequeña; y

dar instrucciones (44) a cada estación base de célula pequeña en ese subconjunto para que permanezca permanentemente en el modo activo.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que tras determinar el controlador de telecomunicaciones que más de uno de los subconjuntos más pequeños proporciona una potencia de señal piloto por encima del umbral en las otras estaciones base de célula pequeña, el controlador de telecomunicaciones que proporciona la potencia de señal piloto más por encima del umbral en las otras estaciones base de célula pequeña selecciona ese uno de los subconjuntos más pequeños.

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en el que el controlador de telecomunicaciones establece el umbral de potencia recibido mínimo (46) como la potencia recibida de una señal esperada en una de las estaciones base cuando la potencia recibida correspondiente de la señal en su borde de célula de cobertura lejos de la estación base vecina que transmite la señal está en un nivel de potencia de recepción mínimo.

10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que:

después de que el controlador de telecomunicaciones envíe las instrucciones a cada estación base de célula pequeña del subconjunto seleccionado para que permanezca permanentemente en el modo activo, tras una carga de tráfico en una cualquiera de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo que está por debajo de una cantidad dada, el controlador de telecomunicaciones realiza determinaciones en cuanto a si (figura 7: s):

la estación base de célula pequeña es una del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo, y

la carga de tráfico en las estaciones base de célula pequeña vecinas superaría un nivel dado si la estación base de célula pequeña se pusiera en el modo de suspensión; y

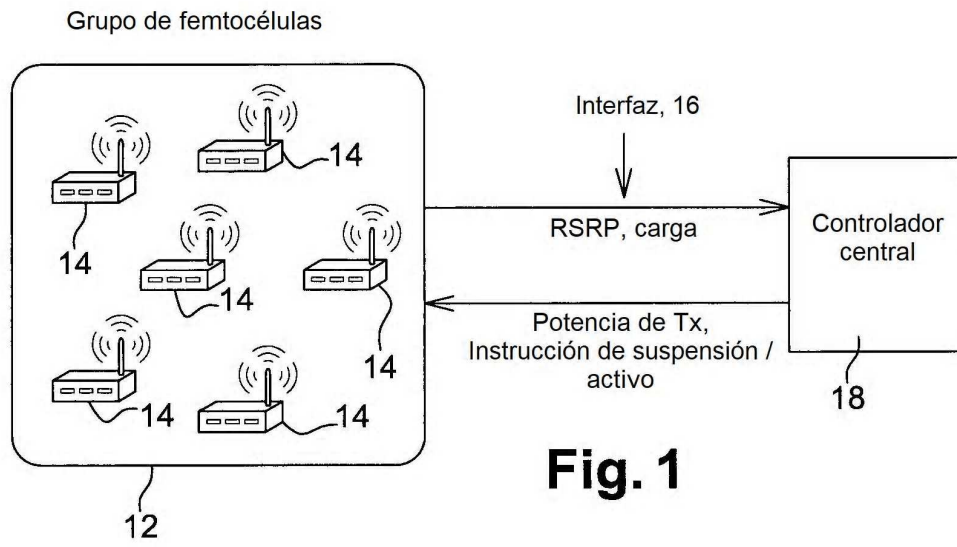
la estación base se pone en el modo de suspensión bajo las instrucciones del controlador de telecomunicaciones, siempre que la estación base de célula pequeña no sea una del subconjunto seleccionado para permanecer permanentemente en el modo activo y la carga de tráfico en las estaciones base de célula pequeña vecinas, en el caso de que la estación base de células pequeñas se ponga en el modo de suspensión, no supere un nivel dado.

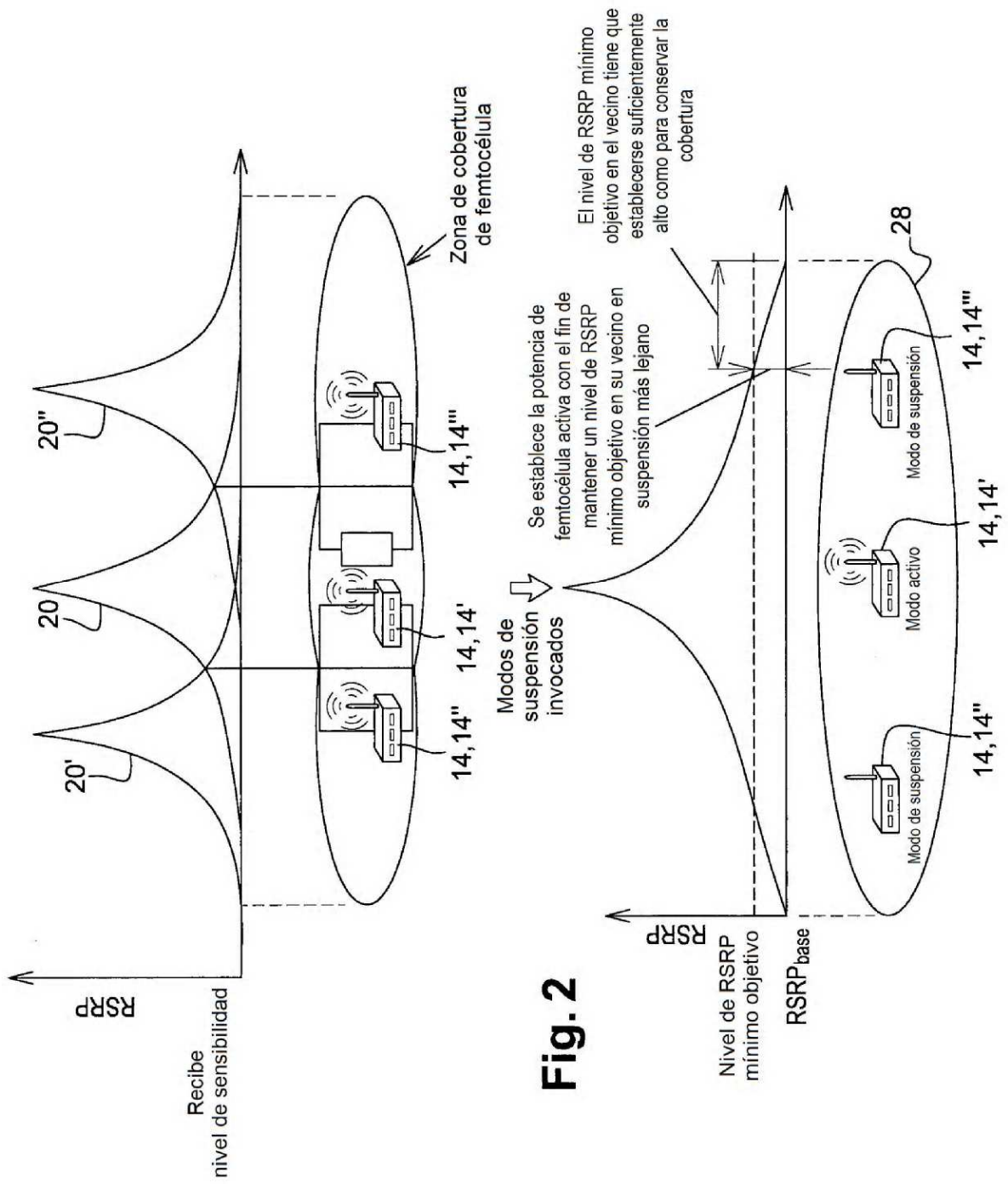
11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que:

después de que el controlador de telecomunicaciones envíe las instrucciones a cada estación base de célula pequeña del subconjunto seleccionado para que permanezca permanentemente en el modo activo, tras una carga de tráfico en una cualquiera de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo que supera una segunda cantidad dada, el controlador de telecomunicaciones determina si la estación base de célula pequeña tiene una estación base de célula pequeña vecina en el modo de suspensión (figura 7: n); y

tras determinar el controlador de telecomunicaciones que la estación base de célula pequeña tiene una estación base de célula pequeña vecina en el modo de suspensión, tras dar instrucciones al controlador de telecomunicaciones, la estación base vecina se pone (figura 7: q) en el modo activo.

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en el que las potencias de transmisión de las estaciones base de célula pequeña en el modo activo son ajustadas por el controlador de telecomunicaciones en función de cuáles de las estaciones base de célula pequeña están en el modo activo.





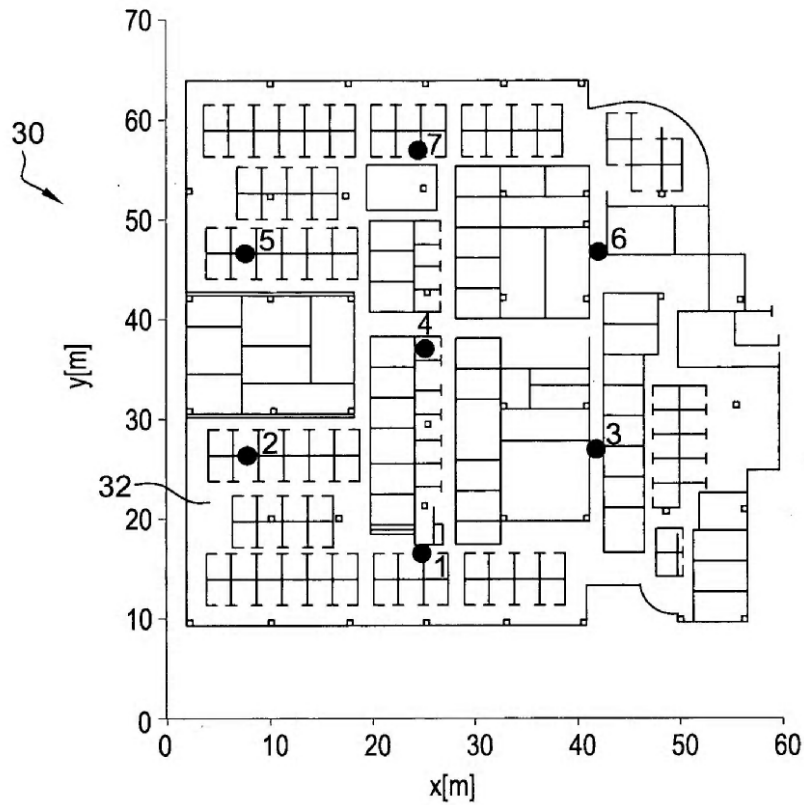


Fig. 3

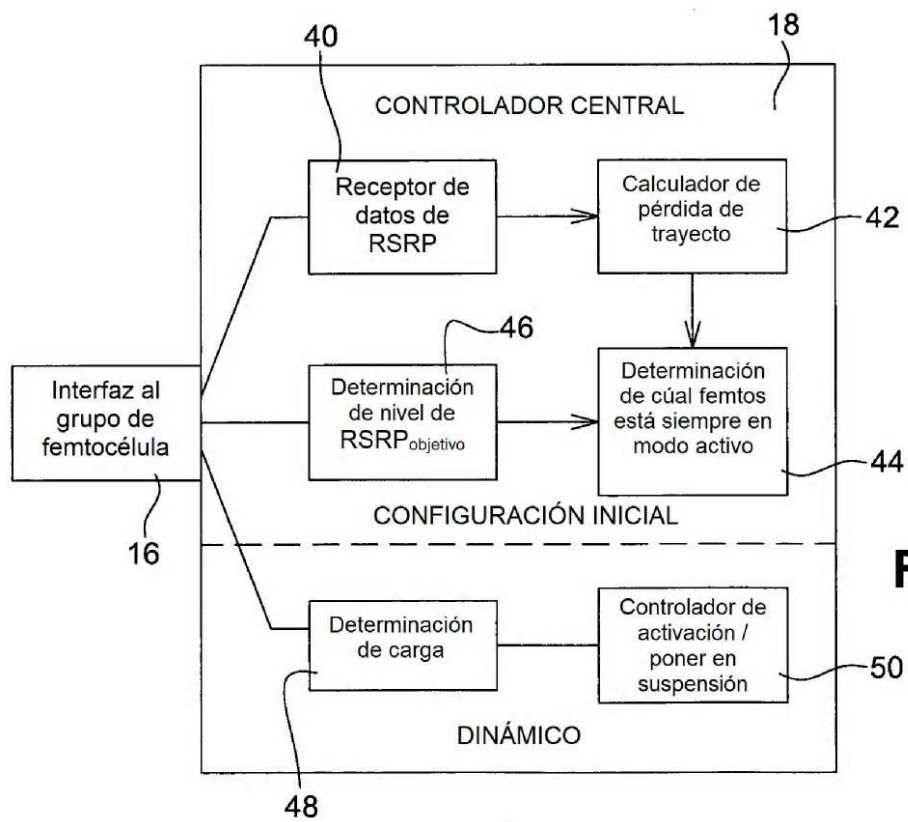


Fig. 4

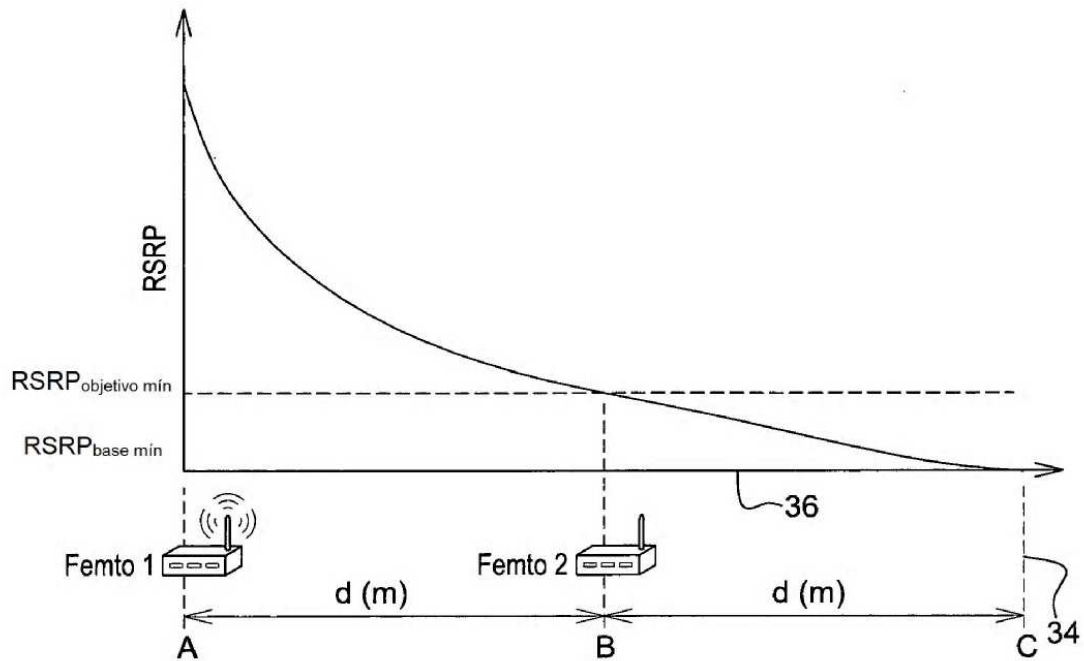


Fig. 5

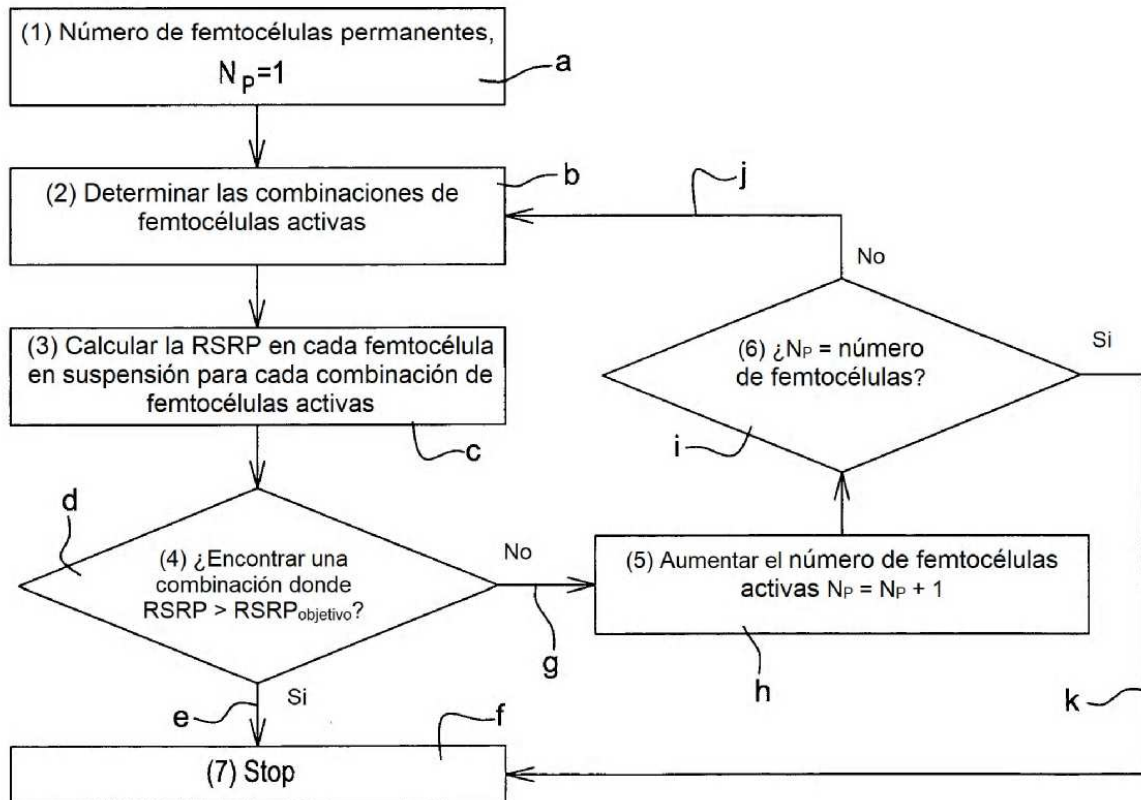


Fig. 6

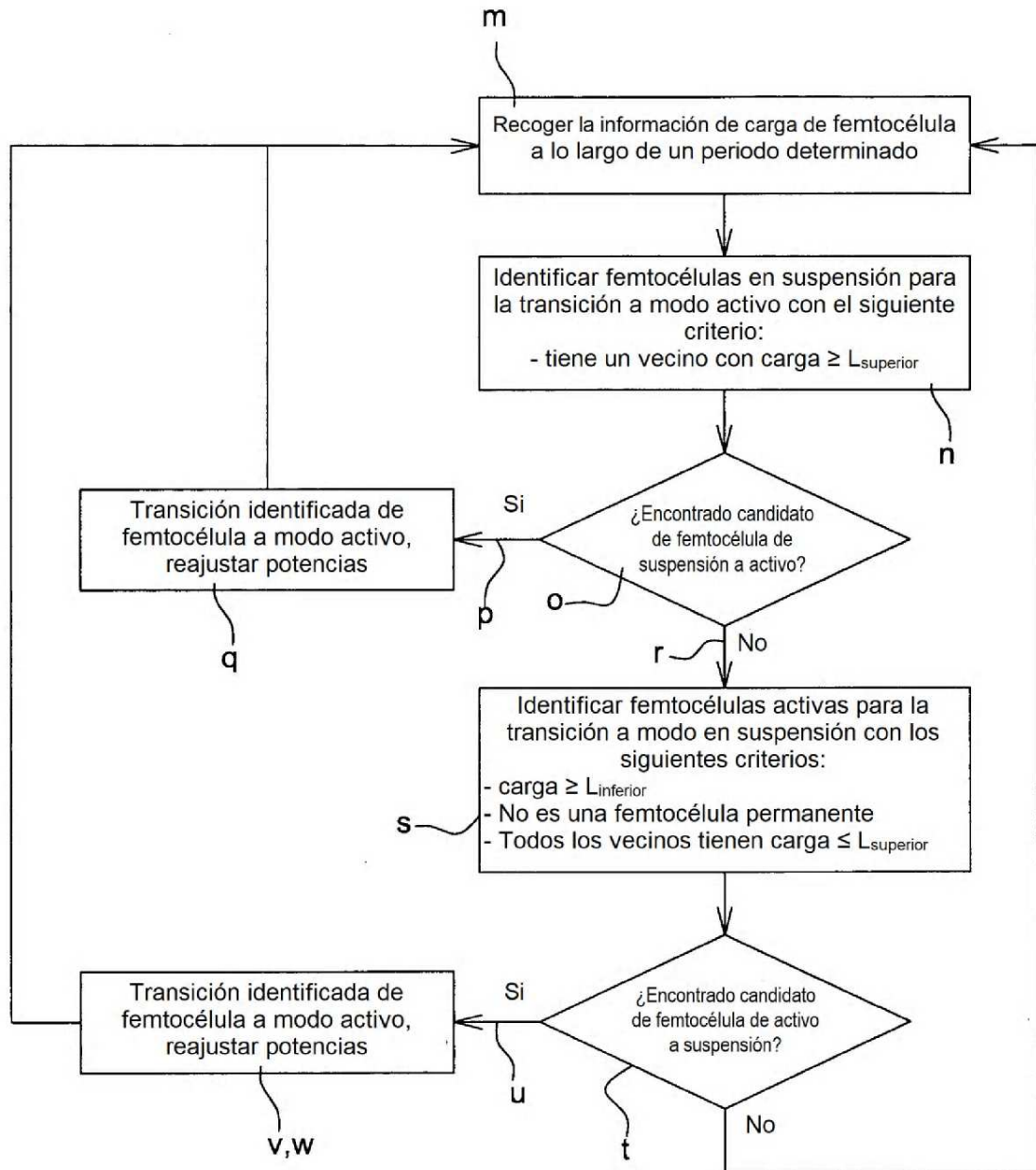


Fig. 7