

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 214**

51 Int. Cl.:

**H04W 36/00** (2009.01)

**H04W 52/12** (2009.01)

**H04W 52/14** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2012 E 12305312 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2640127**

54 Título: **Aumento proactivo de potencia de transmisión de enlace ascendente en células pequeñas después de traspasos salientes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.10.2017**

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)  
3, avenue Octave Gréard  
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**RAZAVI, ROUZBEH y  
CLAUSSEN, HOLGER**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 635 214 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

Aumento proactivo de potencia de transmisión de enlace ascendente en células pequeñas después de traspasos salientes

### Campo técnico de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento y aparato para controlar la potencia de transmisión de una estación móvil servida por una célula pequeña.

### Antecedentes técnicos de la invención

- 10 Con la creciente demanda de tráfico de datos en las redes móviles de hoy en día, se buscan soluciones inmediatas para mejora de capacidad por los operadores. Gracias a la mayor reutilización espacial del espectro, las células de corto radio en el intervalo de 50 a 100 metros parecen una solución prometedora para satisfacer las demandas de tráfico de ancho de banda extensivo y para potenciar la Calidad de Experiencia (QoE) de los usuarios móviles.

- 15 Las Redes Heterogéneas (HetNet) se están desplegando ahora, donde las células de tamaño de zona más pequeño (denominadas pico, metro o micro células) están integradas dentro del área de cobertura de células paraguas mayores (denominadas macro células), principalmente para proporcionar capacidad aumentada en áreas dirigidas de concentración de tráfico de datos. Las HetNet intentan aprovechar la variación espacial en distribución de usuarios y tráfico para aumentar eficazmente la capacidad global de las redes móviles.

- 20 También, originándose hasta el 80 por ciento del tráfico desde el interior donde las redes móviles actuales son menos eficaces debido a las pérdidas de penetración de edificios altos, la descarga de datos de interiores se ha vuelto un foco de la industria en los últimos años. El incentivo de descarga de datos de interiores es significativamente en primer lugar debido a la penetración satisfactoria y a la madurez de la tecnología de banda ancha fija que puede reutilizarse para el enlace de retroceso de la red móvil, y en segundo lugar debido a los recursos de red celular sustanciales que se gastan en penetrar los edificios. Una solución atractiva para descargar el tráfico de los usuarios de interiores es desplegar femto células (o células domésticas). Las femto células son células de corto alcance operadas por puntos de acceso de radio de propiedad del abonado, y proporcionan cobertura de interiores mejorada y caudal aumentado a los usuarios domésticos mientras descargan el tráfico del acceso de radio macro en internet pública de bajo coste.

- 25 Los traspasos sin interrupciones entre macro y femto células se consideran como una de las mayores ventajas de la tecnología de femto células cuando se compara frente a otras soluciones de descarga alternativas tales como soluciones basadas en Wifi. Sin embargo, existen algunos problemas que necesitan tratarse para asegurar traspaso de usuarios suave y satisfactorio de femto a macro células.

- 30 Hablando en general, existen dos tipos de traspasos: traspasos definitivos y flexibles. En traspaso definitivo el canal en la célula de origen se libera y únicamente entonces se activa el canal en la célula objetivo. Por lo tanto la conexión al origen se corta antes de que se realice la conexión al objetivo. Por esta razón tales traspasos se conocen también como traspasos de cortar antes de hacer. Por otra parte un traspaso flexible es uno en el que se mantiene el canal en la célula de origen y se usa por un tiempo en paralelo con el canal en la célula objetivo. En este caso la conexión al objetivo se establece antes de que se corte la conexión al origen, por lo tanto estos traspasos se denominan traspasos de hacer antes de cortar.

- 35 Antes de explicar los detalles y problemas respectivos asociados con cada modo de traspaso, se analizarán brevemente los algoritmos de control de potencia de enlace ascendente usados en redes móviles de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA).

- 40 Para cada frecuencia de enlace ascendente activada, el control de potencia de bucle interno de enlace ascendente ajusta la potencia de transmisión del equipo de usuario (UE) para mantener la Relación de Señal a Ruido e Interferencia (SNIR) de enlace ascendente recibida en esa frecuencia a una SNIR objetivo dada, SNIR\_Target. La estación base debería estimar la SNIR SNIR\_Estimate del Canal de Control Físico Especializado (DPCCH) de enlace ascendente recibida. La estación base debería a continuación generar comandos de Control de Potencia de Transmisión (TPC) y transmitir los comandos una vez por intervalo (es decir, una vez cada 0,66 ms) de acuerdo con la siguiente regla: si SNIR\_Estimate > SNIR\_Target entonces el comando de TPC para transmitir es "0", mientras si SNIR\_Estimate < SNIR\_Target entonces el comando de TPC para transmitir es "1".

- 45 Por el documento 3GPP TS 25.214, existen dos algoritmos para control de potencia de enlace ascendente. Cada algoritmo define cómo deberían interpretarse y combinarse los comandos TPC (cuando se reciben desde múltiples estaciones base). En resumen, el algoritmo 2 es más estable en comparación con el algoritmo 1 en un sentido en que considera cinco intervalos de tiempo consecutivos antes de realizar una determinación con respecto a un cambio de la potencia de transmisión, pero es en consecuencia más lento que el algoritmo 1. También, durante el régimen de traspaso flexible, el UE recibe comandos de TPC desde todas las células a las que está conectado. Sin embargo, e independientemente del algoritmo de control de potencia que se esté usando, el procedimiento de combinación de TPC es muy conservador en un sentido en que proporciona preferencia a la estación base que

requiere la potencia de transmisión de enlace ascendente más baja y que produce la menor interferencia.

En un traspaso definitivo, después de que el UE establece su conexión a la célula objetivo, ajusta su potencia de transmisión usando el control de potencia de bucle abierto para estimar la potencia de transmisión requerida para comunicación con la célula objetivo. La transmisión inicial del UE consiste únicamente de la transmisión de DPCCH. Por el documento 3GPP TS 25.331 s8.5.3, el UE determina su potencia de transmisión de DPCCH inicial, basándose en la Potencia de Código de Señal Recibida (RSCP) del canal piloto (CPICH):

$$DPCCH\_Initial\_power = DPCCH\_Power\_offset - CPICH\_RSCP \quad (1)$$

El ajuste de prueba señala un valor para DPCCH\_Power\_offset que coloca la transmisión inicial del UE cerca del ajuste de potencia objetivo del UE. El ajuste de potencia objetivo del UE es el nivel que se establece para la transmisión del DPCCH del UE y del Canal de Datos Físico Especializado (DPDCH). Por lo tanto, el ajuste de prueba coloca la potencia de transmisión inicial del DPCCH del UE ligeramente inferior al ajuste de potencia del UE objetivo de modo que cuando el DPDCH se enciende, la potencia del UE total coincide con el ajuste de potencia del UE objetivo.

En despliegues de macro células clásicas, esta manera de ajuste de potencia del UE no es problemática debido a que en primer lugar la potencia de transmisión del UE no se espera que cambie significativamente después del traspaso ya que el UE está localizado en los bordes de las dos células lejos de ambas antenas (y es más probable que ya esté transmitiendo en alta potencia para comunicar con su célula servidora anterior). Adicionalmente, ya que las macro células normalmente sirven un mayor número de usuarios (en comparación con las femto células), los cambios en la potencia de transmisión de un único usuario pueden no afectar el nivel de interferencia de enlace ascendente global de otros usuarios de manera notable. Desafortunadamente, este no es el caso cuando se consideran traspasos definitivos desde femto a macro células operadas en la misma banda de frecuencia (o en bandas de frecuencia solapantes). Puesto que la macro estación base está localizada a una distancia mucho más lejos que la femto estación base, la potencia de transmisión de enlace ascendente requerida para alcanzar la macro estación base es significativamente superior que la potencia de enlace ascendente de los usuarios de la femto célula. Esto implica que cuando se realiza el traspaso, el UE necesita aumentar sustancialmente su nivel de potencia de transmisión para comunicar con la macro célula. Este cambio abrupto y significativo de la potencia de transmisión introduce una caída repentina de la SNIR para el otro usuario o usuarios de la femto célula.

Los mecanismos de control de potencia de bucle cerrado anteriormente mencionados aseguran que el otro usuario o usuarios de la femto célula puedan mantener la SNIR requerida en la femto estación base a pesar de los cambios del canal de radio tales como desvanecimientos rápidos de señal debido a la movilidad de los usuarios. Sin embargo, con la caída muy abrupta y significativa de la SNIR, puede tomar mucho tiempo hasta que se alcance el nivel de potencia de transmisión apropiado. Esto se cumple especialmente cuando se consideran múltiples usuarios que aumentan simultáneamente su potencia de transmisión (que se añade al nivel de interferencia global). El caso es drásticamente peor si se usa el algoritmo 2 anteriormente mencionado para control de potencia de transmisión. Por lo tanto, existe potencialmente un riesgo de interrupciones de llamada durante la adaptación de la potencia de transmisión de los usuarios. Incluso si la llamada pudiera mantenerse, se espera al menos una caída grave de la QoE de los usuarios.

Los traspasos flexibles pueden usarse también en despliegue de femto células futuras. Durante el régimen de traspaso flexible, el UE recibe comandos de TPC desde todas las células a las que está conectado. Sin embargo, independientemente del algoritmo de control de potencia que se esté usando, el procedimiento de combinación de TPC es muy conservador puesto que es suficiente si el usuario puede al menos comunicar con una de las estaciones base. De nuevo esto no es un problema para traspasos de macro célula a macro célula tradicionales ya que no se varía sustancialmente la potencia de transmisión requerida desde el borde de una célula a otra célula. Sin embargo este no es el caso cuando se trata de traspasos flexibles desde femto a macro células ya que el usuario normalmente necesitaría transmitir con potencia considerablemente más alta para alcanzar la macro estación base. En este caso, el comando de TPC que proviene desde la femto estación base durante el régimen del traspaso flexible mantendría la potencia de transmisión del usuario baja y por lo tanto el usuario tendría dificultad en adaptar la potencia lo suficientemente rápido cuando está totalmente conmutado la macro célula (después de que se completa el traspaso se usa control de potencia normal para para adaptar la potencia de transmisión del usuario). De nuevo el caso es incluso peor si se usa el algoritmo 2 anteriormente mencionado para control de potencia de transmisión.

Los siguientes documentos, que pueden ser útiles para entender la invención y su relación a la técnica anterior, se reconocen en lo sucesivo, y los antecedentes de la técnica relevantes desvelados en la misma se analizan brevemente.

La solicitud de patente de Estados Unidos titulada "*Mitigation of Uplink Interference from Wireless communication Device Connected to a Micro Cell*", y publicada el 17 de febrero de 2011 con número de publicación us 2011/0039561 A1, desvela un dispositivo de comunicación inalámbrica configurado para obtener al menos una porción de un parámetro de potencia de una primera célula servidora cuando se conecta a la primera célula servidora, conmutar el enlace del dispositivo de comunicación inalámbrica desde la primera célula servidora a una

segunda célula servidora, determinar, basándose en la porción del parámetro de potencia, una potencia de transmisión máxima aceptable del dispositivo de comunicación inalámbrica para uso después de que el dispositivo de comunicación inalámbrica conmute su enlace desde la primera célula servidora a la segunda célula servidora, y limitar una potencia de transmisión del dispositivo de comunicación inalámbrica, basándose en la potencia de transmisión máxima aceptable, cuando el dispositivo de comunicación inalámbrica está conectado a la segunda célula servidora.

La solicitud de patente internacional titulada “*Power Control Setting in a Low Power Network Node*” publicada el 12 de mayo de 2011 con número de publicación WO 2011/054374 A1, desvela un mecanismo para establecer ajustes de control de potencia para control de potencia de enlace ascendente en un elemento de red que controla una conexión de comunicación a y desde un equipo de usuario, tal como una estación base o un eNodeB que controla una denominada femto célula (HeNB). Los parámetros de control de potencia de una HeNB se ajustan de acuerdo con la posición de la femto célula con respecto al área servida del macro eNB paraguas. La HeNB puede ajustar los parámetros de manera autónoma, por ejemplo basándose en propias mediciones circundantes del macro eNB, en el que se consideran las mediciones de pérdida de trayectoria, parámetros de control de potencia y parámetros adicionales, tales como un margen de potencia y/o una pérdida de trayectoria de peor caso, proporcionados por la red. La HeNB ajusta los parámetros relacionados con el control de potencia de manera que ningún UE conectado a ella transmite a más de una potencia máxima predeterminada.

### **Sumario de la invención**

Es un objeto de la presente invención mejorar la movilidad de usuario de femto, pico, metro o micro células (denominadas adicionalmente como células pequeñas) a macro células, y paliar los inconvenientes y desventajas anteriores de la técnica anterior.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, un procedimiento para controlar la potencia de transmisión de una estación móvil servida por una célula pequeña comprende detectar un evento de medición que se anticipa al cumplimiento inmediato de una condición de traspaso hacia una macro célula vecina por la estación móvil, y a continuación aumentar gradualmente el nivel de potencia de transmisión de la estación móvil para alcanzar una potencia de transmisión objetivo cuando se cumple la condición de traspaso eventualmente por la estación móvil.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, un controlador de potencia de transmisión para controlar la potencia de transmisión de una estación móvil servida por una célula pequeña está configurado para detectar un evento de medición que se anticipa al cumplimiento inmediato de una condición de traspaso hacia una macro célula vecina por la estación móvil, y a continuación aumentar gradualmente el nivel de potencia de transmisión de la estación móvil para alcanzar una potencia de transmisión objetivo cuando se cumple la condición de traspaso eventualmente por la estación móvil.

El controlador de potencia de transmisión preferentemente forma parte de un punto de acceso de radio configurado para operar la célula pequeña, tal como una femto, pico, metro o micro estación base.

En una realización de la invención, la condición de traspaso es una condición mediante la cual la macro célula se mide como que está mejor compensada que la célula pequeña por una primera compensación de traspaso positiva, produciendo de esta manera una intensidad de señal de recepción de referencia o umbral de calidad en la célula pequeña para traspaso hacia la macro célula, y el evento de medición es un evento de medición mediante el cual una intensidad de recepción actual o nivel de calidad para la estación móvil en la célula pequeña se midió como que era más bajo que un umbral de anticipación de traspaso que es la suma de la intensidad de señal de recepción de referencia o umbral de calidad y una segunda compensación de anticipación positiva.

En una realización de la invención, la potencia de transmisión objetivo es para compensar una pérdida de trayectoria de enlace descendente estimada para la estación móvil en la macro célula.

En una realización de la invención, la potencia de transmisión objetivo se determina midiendo una intensidad de señal de recepción de una difusión de señal piloto de referencia en la macro célula a una potencia de transmisión de enlace descendente nominal.

En una realización de la invención, el aumento gradual de la potencia de transmisión es una función que disminuye monotónicamente de una intensidad de recepción actual o nivel de calidad para la estación móvil en la célula pequeña.

En una realización de la invención, el aumento gradual de la potencia de transmisión corresponde a un aumento de potencia lineal de una potencia de transmisión inicial usada por la estación móvil en la célula pequeña cuando se detecta el evento de medición hasta la potencia de transmisión objetivo.

En una realización alternativa de la invención, el aumento gradual de la potencia de transmisión corresponde a un aumento de potencia polinomial de segundo orden o superior de una potencia de transmisión inicial usada por la estación móvil en la célula pequeña cuando se detecta el evento de medición hasta la potencia de transmisión objetivo.

En una realización de la invención, el aumento del nivel de potencia de transmisión para la estación móvil se revoca si no tuvo lugar traspaso hacia la macro célula para la estación móvil durante un periodo de tiempo de confirmación de traspaso desencadenado tras la detección del evento de medición.

5 La presente invención propone adaptar de manera proactiva la potencia de los usuarios de células pequeñas que es probable que tengan un traspaso hacia la macro célula pronto. Se anticipa un evento de traspaso inmediato hacia una macro célula vecina para un UE particular servido por la célula pequeña, y se aumenta gradualmente el nivel de potencia de transmisión de enlace ascendente del UE en la célula pequeña de tal manera que una potencia de transmisión objetivo de enlace ascendente está vigente cuando tiene lugar eventualmente el traspaso hacia la macro célula.

10 Típicamente, el nivel de potencia/calidad de recepción de enlace descendente en la célula pequeña en la que se cumple una condición de traspaso hacia la macro célula para un UE particular se conoce por medio de informes de medición de UE. Este nivel de potencia/calidad de recepción de enlace descendente varía a través de los UE y de una localización de traspaso a otra. Promediando este nivel de potencia/calidad de recepción de enlace descendente a través de múltiples UE, se puede determinar un umbral de potencia/calidad de enlace descendente de referencia para traspasos de salientes hacia la macro célula. Este umbral de referencia puede usarse en combinación con una compensación de anticipación para anticipar un evento de traspaso próximo e iniciar el aumento de la potencia de transmisión del UE antes de que tenga lugar el traspaso real.

15 La compensación de anticipación y la potencia de transmisión objetivo se designan para reducir la perturbación de la potencia de transmisión de enlace ascendente tras la ejecución de traspaso, y posibilitar que el otro usuario o usuarios de la célula pequeña adapten gradualmente su nivel de potencia de transmisión de enlace ascendente para hacer frente a este aumento de interferencia y mantener la SNIR requerida y por lo tanto la calidad de la llamada.

El valor de potencia de transmisión objetivo se determina para compensar una estimación de la pérdida de trayectoria del enlace descendente incurrida por el UE en la macro célula después de la ejecución del traspaso.

20 La potencia de transmisión objetivo puede determinarse midiendo la intensidad de señal de recepción de una difusión de señal piloto de referencia en la macro célula a una potencia de transmisión de enlace descendente nominal.

30 Esta señal piloto puede medirse por el UE después de la detección de la condición de traspaso, produciendo de esta manera una medida bastante precisa de la pérdida de trayectoria de enlace descendente cuando tiene lugar el traspaso hacia la macro célula, y por lo tanto una potencia de transmisión objetivo de enlace ascendente bastante precisa que evitará cualquier perturbación sustancial de potencia de transmisión de enlace ascendente cuando el UE conmuta eventualmente a la macro célula.

Como alternativa, la señal piloto puede medirse directamente mediante la estación base pequeña que opera la célula pequeña, que es una solución ventajosa aunque aún subóptima.

35 Típicamente, el aumento de la potencia de transmisión es una función de una intensidad de recepción actual o nivel de calidad para la estación móvil en la célula pequeña. El aumento de potencia de transmisión puede ser un aumento lineal o un aumento polinomial/exponencial desde un nivel de potencia de transmisión de enlace ascendente lineal hasta la potencia de transmisión objetivo de enlace ascendente que se ha de conseguir.

40 Si no tiene lugar traspaso hacia la macro célula para el UE durante un periodo de confirmación de traspaso, entonces se revoca este aumento de potencia de transmisión ad-hoc, y se restaura el algoritmo de control de potencia de enlace ascendente heredado en la célula pequeña para ese UE.

### **Breve descripción de los dibujos**

Los anteriores y otros objetos y características de la invención se harán más evidentes y la misma invención se entenderá mejor haciendo referencia a la siguiente descripción de una realización tomada en conjunto con los dibujos adjuntos en los que:

- 45
- la figura 1 representa una red móvil de UMTS,
  - la figura 2 representa una estación base doméstica de conformidad con la presente invención,
  - la figura 3 representa un área de cobertura de radio que comprende una macro célula y una pico célula,
  - la figura 4 representa una representación de una calidad de señal de recepción para un UE que se mueve fuera de una femto célula, así como unos respectivos umbrales de traspaso y anticipación, y
- 50
- la figura 5 representa una representación de la potencia de transmisión del UE controlada de conformidad con la presente invención.

### **Descripción detallada de la invención**

La Figura 1 ilustra una red 1 móvil de UMTS que hace uso de tecnología de acceso de radio de WCDMA. Un UE 11 realiza itinerancia a través de la red 1 móvil. Se proporcionan macro 21 estaciones base que operan respectivas

macro células. Se proporciona un número de tales estaciones base, que se distribuyen geográficamente para proporcionar un área extensa de cobertura al UE 11. Cuando el UE 11 está dentro del área de cobertura de radio de una macro célula particular entonces puede establecerse la comunicación de radio con la correspondiente estación base que opera la macro célula particular a través de un enlace de radio asociado conforme a la interfaz de comunicación Uu. Por supuesto, se apreciará que la figura 1 ilustra un pequeño subconjunto del número total de UE y estaciones base que pueden estar presentes en un sistema de comunicación móvil típico.

Un RNC 31 controla la operación de las estaciones 22 base y del UE 11 para gestionar de manera eficaz la red 10 de comunicación inalámbrica. El RNC 31 comunica con las estaciones base a través de un enlace de comunicación de retroceso conforme a la interfaz de comunicación Iub, y además con el UE 11 mediante su respectivo enlace de radio.

El RNC 31 es operable para comunicar con una Red Principal (CN) 41, y para encaminar tráfico mediante redes de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes. Por lo tanto, se proporciona un Centro de Conmutación Móvil (MSC, no mostrado) dentro de la CN 41 con el que el RNC 31 puede comunicar a través de un enlace de comunicación conforme a la interfaz de comunicación Iu-CS. El MSC a continuación comunica con una red de conmutación de circuitos, tal como una Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN). Análogamente, el RNC 31 comunica con un Nodo de Soporte de Servicio General de Paquetes de Radio Servidor (SGSN, no mostrado) a través de un enlace de comunicación conforme a la interfaz de comunicación Iu-PS. El SGSN está acoplado adicionalmente a un Nodo de Soporte de Servicio General de Paquetes de Radio de Pasarela (GGSN, no mostrado), que comunica con una red de conmutación de paquetes, tal como internet.

Además, se proporcionan las femto estaciones 22 base, cada una de las cuales opera una femto célula en las cercanías de un edificio dentro del cual está instalada la femto estación base asociada. Las femto células proporcionan cobertura de comunicación local para un usuario en las cercanías de estos edificios. Las femto estaciones 22 base típicamente utilizan una conexión a internet de banda ancha (por ejemplo, xDSL, cable) para realizar enlace de retroceso de tráfico. Las femto estaciones 22 base comunican con una pasarela 32 de femto célula (FGW) mediante un enlace de comunicación de retroceso conforme a la interfaz de comunicación Iuh.

La pasarela 32 de femto célula se asienta entre las femto estaciones 22 base y la CN 31, y realiza las traducciones necesarias para asegurar que las femto estaciones 22 base aparecen como un RNC para el MSC. Las femto estaciones 22 base hablan a la pasarela 32 de femto célula, y la pasarela 32 de femto célula habla a la CN 31 (MSC para comunicaciones de conmutación de circuitos, SGSN para comunicaciones de conmutación de paquetes).

La pasarela 32 de femto célula comprende una pasarela de seguridad que termina grandes números de conexiones de datos encriptados desde cientos de miles de femto estaciones base, y una pasarela de señalización que agrega y valida el tráfico de señalización, y autentica cada femto estación base e interconecta con la CN 31.

Las femto estaciones 22 base son estaciones base de baja potencia, bajo coste y de auto-organización que proporcionan servicios de comunicación móvil privados o públicos en un entorno residencial o empresarial. En contraste a los enfoques de macro célula actuales donde se despliegan estaciones base complejas y altamente fiables en localizaciones estratégicas decididas por el propietario de la red, las femto estaciones base pueden proporcionarse de manera local por clientes para su propio uso, pero son también una solución rentable para que los operadores proporcionen cobertura de punto caliente y cobertura rural de bajo coste.

Para reducir el coste de las femto estaciones base y para reducir los efectos de complejidad e interferencia de las femto células en macro células, la potencia de transmisión de la femto estación base es relativamente baja para restringir el área de cobertura de la femto célula a un intervalo de decenas de metros o menor. Las femto estaciones base tienen capacidad de auto-configuración extensiva y de auto-optimización para posibilitar un despliegue de conectar y listo sencillo. Como tal, están diseñadas para integrarse automáticamente ellas mismas en una red inalámbrica macro celular existente. Además, las femto estaciones base contienen algunas funcionalidades proporcionadas tradicionalmente por el RNC, tal como las funciones de control de recursos de radio (RRC).

Pueden proporcionarse estaciones base pequeñas adicionales, tales como pico, metro o micro estaciones base, para operar pico, metro o micro células. Las pico, metro o micro células se proporcionan típicamente por los operadores de red en áreas de tráfico elevado o cobertura pobre.

Se observa en la figura 2 detalles adicionales acerca de una femto estación 100 base configurada para operar una femto célula, y que comprende un controlador de potencia de transmisión de conformidad con la presente invención.

La femto estación 100 base comprende los siguientes bloques funcionales:

- un transceptor 110 que comprende una unidad 111 de banda base digital (o BBU) y una unidad 112 de paso de banda analógica (o ANA),
- una unidad 130 de terminación de red (o NTU),
- un controlador 140 de recursos de radio (o RRC), y
- un controlador de potencia de transmisión (o TPC) 150.

- 5 La unidad 130 de terminación de red está acoplada a la unidad 111 de banda base digital; la unidad 111 de banda base digital está acoplada a la unidad 112 de paso de banda analógica; la unidad 112 de paso de banda analógica está acoplada a una antena 120 externa o interna. El controlador 140 de recursos de radio y el controlador 150 de potencia de transmisión están acoplados al transceptor 110. El controlador 150 de potencia de transmisión está acoplado adicionalmente al controlador 140 de recursos de radio.
- Se han omitido voluntariamente bloques funcionales adicionales y/o acoplamientos e interacciones adicionales que no son relevantes para la presente descripción para claridad mejorada.
- El transceptor 110 está configurado para establecer y operar canales de comunicación de radio con los UE bajo el control del controlador 140 de recursos de radio.
- 10 La unidad 111 de banda base digital es para procesar digitalmente los símbolos de datos recibidos y de transmisión. La unidad 111 de banda base digital implementa los conjuntos de protocolos necesarios para emitir, terminar o retransmitir paquetes de señalización (o paquetes de control), y para retransmitir tráfico de datos de usuario.
- 15 La unidad 112 de paso de banda analógica es para modular, amplificar y conformar la señal de transmisión que se alimenta finalmente a la antena 120, y para filtrar, amplificar con tan poco ruido como sea posible y demodular la señal recibida desde la antena 120. La unidad 112 de paso banda analógica puede unirse con la unidad 111 de banda base digital en una única unidad.
- 20 La unidad 130 de terminación de red acomoda las capas de Control de Acceso al Medio (MAC) y de Transporte Físico (PHY) apropiadas para conectar a través de una conexión de banda ancha a una pasarela de femto célula, así como alguna lógica de despacho de trama para encaminar las tramas entrantes/salientes hacia los puertos de entrada/salida (I/O) apropiados.
- El controlador 140 de recursos de radio es para asignar y gestionar recursos de radio de enlace descendente y enlace ascendente usados por los transceptores 110 y los respectivos UE para comunicación de radio a través de la interfaz aérea, es decir un conjunto de recursos de código y/o frecuencia asignados a las respectivas portadoras de radio para transporte de tráfico de usuario.
- 25 El controlador 140 de recursos de radio configura adicionalmente los UE activos con una política de medición (véase "meas\_policy(UEX)" en la figura 2). En la actualidad, los UE están configurados para informar periódicamente mediciones de las células servidoras y vecinas (véase "meas\_report(UEX)" en la figura 2). El informe de medición típicamente comprende mediciones de Ec/No realizadas en el Canal Piloto Común Primario (P-CPICH) de las células servidoras y vecinas. La Ec/No establece la energía recibida por segmento dividida por la densidad de potencia en la banda, y es igual a las mediciones de Potencia de Código de Señal Recibida (RSCP), que significa la potencia recibida en un código medida en el P-CPICH de la célula servidora o vecina, dividida por la potencia de banda ancha recibida, incluyendo el ruido térmico y ruido generado en el receptor, en el ancho de banda definido mediante el filtro de conformación del pulso receptor.
- 30 El controlador 140 de recursos de radio compara los informes de medición periódicos con los respectivos umbrales de evento de medición para detectar que una célula vecina particular está cumpliendo una condición de traspaso particular.
- 35 Por ejemplo, una condición de traspaso particular comprende un valor de compensación positivo OFF1, un valor TTT1 de Tiempo para Accionar (TTT) y posiblemente un valor de histéresis HYS1. La condición de traspaso se cumple mediante una célula vecina particular si la intensidad o calidad de recepción de una señal de referencia desde esa célula vecina según se mide es persistentemente mejor que la intensidad de recepción o calidad de una señal de referencia desde la célula servidora actual por la cantidad de compensación positiva OFF1 y durante TTT1 segundos. La histéresis HYS1 evita la alternación excesiva entre la condición de traspaso de entrada y de salida.
- 40 Tras el cumplimiento por un UE particular de una condición de traspaso para una célula objetivo particular, el controlador 140 de recursos de radio realiza una decisión de traspaso e inicia los intercambios de señalización necesarios con el RNC objetivo mediante la pasarela de femto célula para llevar a cabo un traspaso flexible o definitivo del UE particular de la femto célula hacia la célula objetivo.
- 45 El controlador 140 de recursos de radio está configurado adicionalmente para determinar una intensidad de señal de referencia o umbral de calidad HOT para traspasos salientes dentro de la femto célula. El umbral de referencia HOT se determina promediando la intensidad de señal de recepción o niveles de calidad según se informan por los UE cuando se satisface una condición de traspaso para un traspaso saliente por los UE.
- 50 El umbral de referencia HOT, junto con las mediciones periódicas según se informa mediante los UE activos, se reenvían al controlador 150 de potencia de transmisión para manejo adicional (véase "HOT" y "meas\_report(UEX)" en la figura 2).
- 55 El controlador 150 de potencia de transmisión es para controlar la potencia de transmisión de enlace ascendente de los UE activos (véase "TPC\_cmd(UEX)" en la figura 2).

El controlador 150 de potencia de transmisión implementa el mecanismo de control de potencia de bucle cerrado anteriormente mencionado diseñado para mantener la SNIR a una cierta SNIR objetivo.

Además, el controlador 150 de potencia de transmisión está configurado adicionalmente para rastrear la intensidad de señal de recepción actual o nivel de calidad en la femto célula para los UE activos, y para detectar que la intensidad de señal de recepción actual o nivel de calidad de un UE particular en la femto célula ha pasado un umbral de anticipación de traspaso HOA, que es la suma del umbral de referencia HOT suministrado por el controlador 140 de recursos de radio y una compensación de anticipación positiva OFF2, que significa que es probable que tenga lugar un traspaso hacia una célula objetivo en el futuro cercano.

Entonces, el controlador 150 de potencia de transmisión entra en un régimen de control de potencia de enlace ascendente ad-hoc para ese UE particular, y emite comandos de TPC a ese UE particular para que se satisfaga una cierta potencia de transmisión objetivo de enlace ascendente  $P_{target}$  cuando tiene lugar de manera eventual el traspaso. El régimen de control de potencia de enlace ascendente ad-hoc se define adicionalmente con respecto a la Figura 5.

La potencia de transmisión objetivo de enlace ascendente  $P_{target}$  se determina de acuerdo con una estimación de la pérdida de trayectoria de enlace descendente que espera incurrir el UE particular dentro de la célula objetivo después de la ejecución del traspaso.  $P_{target}$  puede estimarse a partir de mediciones de UE de la célula objetivo, o a partir de propias mediciones llevadas a cabo por la misma femto estación 100 base. Esto se hace similar a la inicialización de potencia en el procedimiento de control de potencia de bucle abierto.

El controlador 150 de potencia de transmisión está configurado adicionalmente para monitorizar la ejecución real de un traspaso para un UE particular una vez que el régimen de control de potencia de enlace ascendente ad-hoc está vigente para ese UE particular. De manera expresa, el controlador 150 de potencia de transmisión se suministra con un mensaje de notificación de traspaso desde el controlador 140 de recursos de radio cada vez que se completa un procedimiento de traspaso para un UE particular, o como alternativa cada vez que se inicia un procedimiento de traspaso para un UE particular (véase "HO\_ind(UEX)" en la figura 2). El controlador 150 de potencia de transmisión activa un temporizador de supervisión THO una vez que se pasa el umbral de anticipación HOA para un UE particular, y detiene el temporizador de supervisión THO cuando el procedimiento de traspaso se completa para ese UE particular, o como alternativa cuando el procedimiento de traspaso se inicia para ese UE particular. Si el temporizador de supervisión THO se agota entonces no tuvo lugar traspaso para ese UE particular, y se restaura el mecanismo de control de potencia de bucle cerrado heredado.

Se observa en la figura 3 un área de cobertura de radio particular que comprende:

- una femto célula C1, que se opera mediante una femto estación base BS1, y
- una macro célula C2, que se opera mediante una macro estación base BS2.

Las células C1 y C2 pueden compartir la misma banda de frecuencia, caso en el que son posibles traspasos flexibles o definitivos entre las células C1 y C2, o pueden asignarse bandas de frecuencia no solapante, caso en el que solo están permitidos traspasos definitivos.

Un UE UEX establece una sesión de comunicación en la posición a, dentro del área de cobertura de la femto célula A.

El UE UEX a continuación se mueve hacia la posición c mientras la sesión de comunicación está en curso.

En la posición b, la señal piloto recibida desde la macro célula C2 es más intensa que la señal piloto recibida desde la femto célula C1. Con la condición de que la diferencia entre la intensidad de las dos señales recibidas esté por encima de algún margen de traspaso configurado y permanezca allí durante un mínimo de un periodo de TTT, se desencadena un traspaso saliente para traspasar la sesión en curso hacia la macro célula C2.

Se observa en la figura 4 la relación de energía de segmento a ruido  $E_c/N_0$  de una difusión de señal piloto en la femto célula C1 y la macro célula vecina C2 según se mide por el UE UEX mientras deja la femto célula C1.

Una vez que el valor de  $E_c/N_0$  de la femto célula C1 cae por debajo de el de la macro célula C2 en al menos un valor OFF1 de compensación positiva y durante TTT1 segundos, el traspaso tiene lugar. A través del tiempo, la femto estación base BS1 puede estimar un nivel de  $E_c/N_0$  promedio en el que se realizan típicamente los traspasos. Esto se indica por un umbral de referencia de traspaso HOT.

Para tener una estimación precisa del valor umbral de traspaso HOT, la femto estación base BS1 puede calcular la media móvil de HOT basándose en las observaciones del traspaso con el tiempo:

$$HOT(n) \leftarrow HOT(n-1) + \alpha(HOT(n) - HOT(n-1)) \quad (2),$$

en el que  $HOT(n)$  indica la  $n$ -ésima observación de traspaso, y  $\alpha$  es un coeficiente de promedio ( $0 < \alpha < 1$ ), donde valores de  $\alpha$  superiores sobrescriben las observaciones más antiguas más rápido.



Introduciendo un umbral de traspaso de anticipación HOA como un umbral de traspaso potencial, la femto estación base BS1 puede prepararse para enfrentarse a un traspaso probable. El umbral de traspaso de anticipación HOA se define como:

$$HOA = HOT + OFF2 \quad (3),$$

5 en el que OFF2 es una segunda compensación de anticipación positiva.

La femto estación base BS1 monitoriza la Ec/No recibida de los UE activos. Una vez que el valor cae por debajo del valor umbral de anticipación HOA, la femto estación base BS1 registra la potencia de transmisión actual del UE como P\_start, y empieza a ordenar al UE que aumente su nivel de potencia de transmisión de modo que, en el momento del traspaso, el UE ya está en un nivel de potencia apropiado P\_target para comunicar con la macro estación base remota BS2. Puesto que la femto estación base BS1 puede estimar el valor típico o promedio de Ec/No en el que se realizan los traspasos, el valor umbral HOA puede simplemente calcularse añadiendo un valor de compensación de anticipación OFF2 a este valor. Adicionalmente, el nivel de potencia objetivo P\_target no necesita ser preciso ya que el mecanismo de control de potencia más preciso después del traspaso (o el procedimiento de inicialización de potencia usando control de potencia de bucle abierto en caso de un traspaso definitivo) ajustará cualquier compensación de potencia.

Se representa en la figura 5 diferentes regímenes de control de potencia de enlace ascendente de conformidad con la invención.

Una vez que la Ec/No del UE está por debajo del valor umbral HOA, la femto estación base BS1 empieza a adaptar la potencia de transmisión del UE de manera apropiada.

20 En su forma más sencilla, esta adaptación de potencia puede ser una función lineal de la Ec/No de recepción según se mide por el UE que da como resultado que la potencia de transmisión de enlace ascendente esté en P\_target cuando la Ec/No de recepción equivale a HOT = HOA - OFF2, es decir cuando se espera que tenga lugar el traspaso:

$$P_{UL} = \begin{cases} \text{Régimen de Control de Potencia Normal} & \text{si } \frac{EC}{NO} > HOA \\ \left( \frac{P_{target} - P_{start}}{OFF2} \right) \cdot \left( HOA - \frac{EC}{NO} \right) + P_{start} & \text{si } \frac{EC}{NO} \leq HOA \end{cases} \quad (4),$$

25 en el que P\_UL indica la potencia de transmisión de enlace ascendente. Esta primera opción se representa en la figura 5 como una línea continua.

Aunque esto proporciona un mapeo lineal de primer orden de la potencia de transmisión del UE de P\_start a P\_target cuando la Ec/No se reduce de HOA a HOT = HOA - OFF2 respectivamente, puede ser deseable tener un mapeo de orden superior. Esto es especialmente útil como, en este caso, la potencia de transmisión del UE permanece inferior en comparación con el mapeo de primer orden. Esto reduciría de manera evidente el nivel de interferencia total y evitaría el sobre-aprovisionamiento de la potencia de transmisión de todos los otros UE (obsérvese que todos los otros UE adaptarían respectivamente su potencia de transmisión para mantener sus propios valores de SNIR). Para contabilizar mapeos de orden superior, la ecuación (4) puede modificarse como:

$$P_{UL} = \begin{cases} \text{Régimen de Control de Potencia Normal} & \text{si } \frac{EC}{NO} > HOA \\ \left( \frac{P_{target} - P_{start}}{OFF2^{MO}} \right) \cdot \left( HOA - \frac{EC}{NO} \right)^{MO} + P_{start} & \text{si } \frac{EC}{NO} \leq HOA \end{cases} \quad (5),$$

35 en la que MO indica el Orden de Mapeo (MO). Esta segunda opción se representa como dos curvas de línea discontinua en la figura 5 con MO establecido a 2 y 4 respectivamente.

Se ha de indicar que la potencia de transmisión eficaz usada por un UE en el régimen de control de potencia ad-hoc es una versión en escalera de las curvas representadas a medida que el UE ajusta gradualmente su potencia de transmisión tras la recepción e interpretación de comandos de TPC desde la estación o estaciones base, es decir a instancias de tiempo específicas y a la granularidad de potencia especificada.

La solución funciona bien tanto con traspasos definitivos como flexibles. Con traspasos definitivos, el UE recibe los comandos de control de potencia únicamente desde la femto célula C1 y por lo tanto la potencia de transmisión está adaptada de una manera deseada. Sin embargo, con traspasos flexibles, el UE recibe los comandos de control de potencia desde tanto la macro célula C1 como la femto célula C2, pero considerará los comandos de control de

potencia más conservadores (el resultante en potencia de transmisión inferior), que es muy probable que sean los comandos de la femto célula.

La solución puede extenderse opcionalmente para incluir un temporizador que se activa inmediatamente después de que la Ec/No recibida del UE caiga por debajo del umbral HOA. Si no tiene lugar traspaso después de un periodo de tiempo predefinido T\_handover, la operación de control de potencia puede establecerse de vuelta a su procedimiento normal. Además, la Ec/No recibida en el momento de expiración del temporizador se registra como LHOA. Esto evitará que el UE sobre-aprovione la potencia de transmisión si el traspaso no tiene lugar dentro de un cierto periodo de tiempo (por ejemplo, el caso cuando el usuario de la femto célula se acerca al borde de cobertura de la femto célula y no se mueve más allá de allí).

Si se cancela el mecanismo de control de potencia ad-hoc cuando la Ec/No recibida del UE está por debajo del umbral de HOA debido a la expiración del temporizador T\_handover, puede reactivarse de nuevo si:

$$\frac{EC}{NO} < LHOA - RT \quad (6),$$

en la que RT es un umbral de reactivación.

En otras palabras, el algoritmo se reactiva (después de que se cancele debido a la expiración del temporizador) si la Ec/No recibida del UE cae más y cae por debajo de LHOA-RT.

Los parámetros OFF2, T\_handover y RT son parámetros de diseño que pueden perfeccionarse por el fabricante.

Se ha de indicar que la expresión 'que comprende', también usada en las reivindicaciones, no debería interpretarse como que está restringida a los medios enumerados posteriormente. Por lo tanto, el alcance de la expresión 'un dispositivo que comprende medios A y B' no debería limitarse a dispositivos que consisten únicamente en componentes A y B. Significa que con respecto a la presente invención, los componentes relevantes del dispositivo son A y B.

Se ha de indicar adicionalmente que el término 'acoplado', también usado en las reivindicaciones, no debería interpretarse como que está restringido a dirigir conexiones únicamente. Por lo tanto, el alcance de la expresión 'un dispositivo A acoplado a un dispositivo B' no debería limitarse a dispositivos o sistemas en los que una salida del dispositivo A está directamente conectada a una entrada del dispositivo B y/o viceversa. Significa que existe una trayectoria entre una salida de A y una entrada de B y/o vice-versa, que puede ser una trayectoria que incluye otros dispositivos o medios.

La descripción y dibujos ilustran simplemente los principios de la invención. Se apreciará por lo tanto que los expertos en la materia pueden idear diversas disposiciones que, aunque no se describen o muestran explícitamente en el presente documento, incorporan los principios de la invención. Adicionalmente, todos los ejemplos indicados en el presente documento de manera expresa se pretenden principalmente que sean únicamente para fines pedagógicos para ayudar al lector a entender los principios de la invención y los conceptos contribuidos por el inventor o inventores a mejorar la técnica, y se han de interpretar como que son sin limitación a tales ejemplos y condiciones específicamente indicados. Además, todas las sentencias en el presente documento indicando principios, aspectos y realizaciones de la invención, así como ejemplos específicos de las mismas, se pretende que abarquen equivalentes de las mismas.

Las funciones de los diversos elementos mostrados en las figuras pueden proporcionarse a través del uso de hardware especializado así como hardware que pueda ejecutar software en asociación con software apropiado. Cuando se proporcionan mediante un procesador, las funciones pueden proporcionarse mediante un único procesador especializado, mediante un único procesador compartido o mediante una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden compartirse. Además, un procesador no debería interpretarse para hacer referencia de manera exclusiva a hardware que pudiera ejecutar software, y puede incluir implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señales digitales (DSP), procesador de red, circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), campo de matriz de puertas programables (FPGA), etc. Otro hardware, convencional y/o personalizado, tal como memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM) y almacenamiento volátil, puede incluirse también.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. **Un procedimiento** de control de la potencia de transmisión de una **estación móvil** (UEX) servida por una **célula pequeña** (C1), *en el que* el procedimiento comprende detectar un **evento de medición** que se anticipa al cumplimiento inmediato de una condición de traspaso hacia una **macro célula vecina** (C2) por la estación móvil, y a continuación aumentar gradualmente el nivel de potencia de transmisión de la estación móvil para alcanzar una **potencia de transmisión objetivo** (P\_Target) cuando se cumple la condición de traspaso eventualmente por la estación móvil.
- 10 2. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1, *en el que* la condición de traspaso es una condición mediante la cual la macro célula se mide como que está mejor compensada que la célula pequeña por una **primera compensación de traspaso positiva** (OFF1), produciendo de esta manera una **intensidad de señal de recepción de referencia o umbral de calidad** (HOT) en la célula pequeña para traspaso hacia la macro célula, y el evento de medición es un evento de medición mediante el cual una **intensidad de recepción actual o nivel de calidad** (Ec/No) para la estación móvil en la célula pequeña se midió como que era más bajo que un **umbral de anticipación de traspaso** (HOA) que es la suma de la intensidad de señal de recepción de referencia o umbral de calidad y una **segunda compensación de anticipación positiva** (OFF2).
- 15 3. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, *en el que* la potencia de transmisión objetivo es para compensar una **pérdida de trayectoria de enlace descendente estimada** para la estación móvil en la macro célula.
- 20 4. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 3, *en el que* la potencia de transmisión objetivo se determina midiendo una **intensidad de señal de recepción** de una **difusión de señal piloto de referencia** en la macro célula a una **potencia de transmisión de enlace descendente nominal**.
- 25 5. **Un procedimiento** de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, *en el que* el aumento gradual de la potencia de transmisión es una función que disminuye monótonicamente de una **intensidad de recepción actual o nivel de calidad** (Ec/No) para la estación móvil en la célula pequeña.
- 30 6. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 5, *en el que* el aumento gradual de la potencia de transmisión corresponde a un **aumento de potencia lineal** (MO=1) de una **potencia de transmisión inicial** (P\_Start) usada por la estación móvil en la célula pequeña cuando se detecta el evento de medición hasta la potencia de transmisión objetivo.
- 35 7. **Un procedimiento** de acuerdo con la reivindicación 5, *en el que* el aumento gradual de la potencia de transmisión corresponde a un **aumento de potencia polinomial de segundo orden o superior** (MO>1) de una **potencia de transmisión inicial** (P\_Start) usada por la estación móvil en la célula pequeña cuando se detecta el evento de medición hasta la potencia de transmisión objetivo.
- 40 8. **Un procedimiento** de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, *en el que* el procedimiento comprende adicionalmente la etapa de revocar el aumento del nivel de potencia de transmisión para la estación móvil si no tuvo lugar traspaso hacia la macro célula para la estación móvil durante un **periodo de tiempo de confirmación de traspaso** desencadenado tras la detección del evento de medición.
- 45 9. **Un controlador** (150) de **potencia de transmisión** para controlar la potencia de transmisión de una **estación móvil** (UEX) servida por una **célula pequeña** (C1), y configurada para detectar un **evento de medición** que se anticipa al cumplimiento inmediato de una **condición de traspaso** hacia una **macro célula vecina** (C2) por la estación móvil, y a continuación aumentar gradualmente el nivel de potencia de transmisión de la estación móvil para alcanzar una **potencia de transmisión objetivo** (P\_Target) cuando se cumple la condición de traspaso eventualmente por la estación móvil.
10. **Un punto** (100) de **acceso de radio** que comprende un **controlador** (150) de **potencia de transmisión** de acuerdo con la reivindicación 9, y configurado para operar la célula pequeña.
11. **Un punto** (100) de **acceso de radio** de acuerdo con la reivindicación 10, *en el que* el punto de acceso de radio es una **femto estación base**.
12. **Un punto** (100) de **acceso de radio** de acuerdo con la reivindicación 10, *en el que* el punto de acceso de radio es una **pico, metro o micro estación base**.

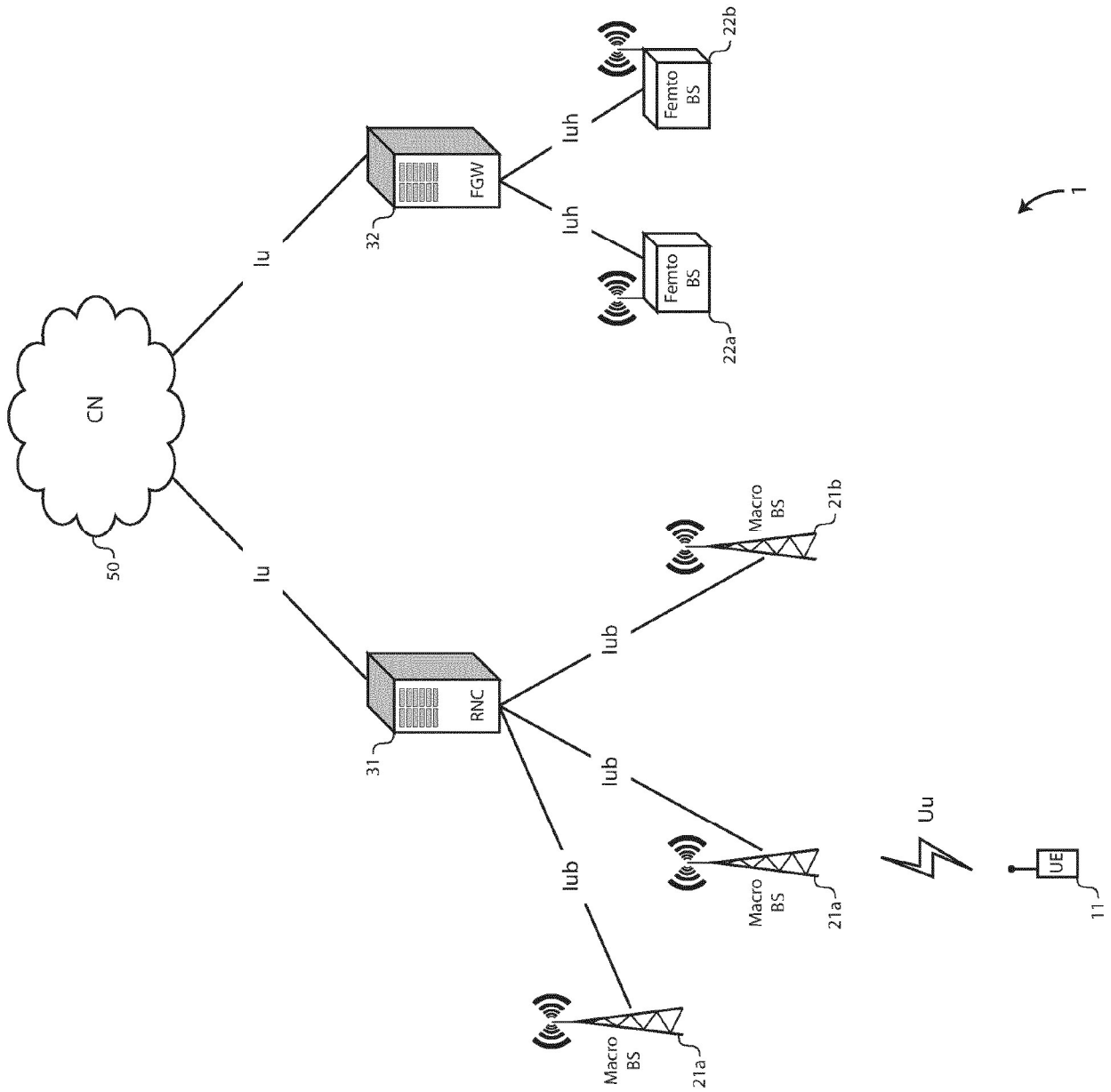


Fig. 1

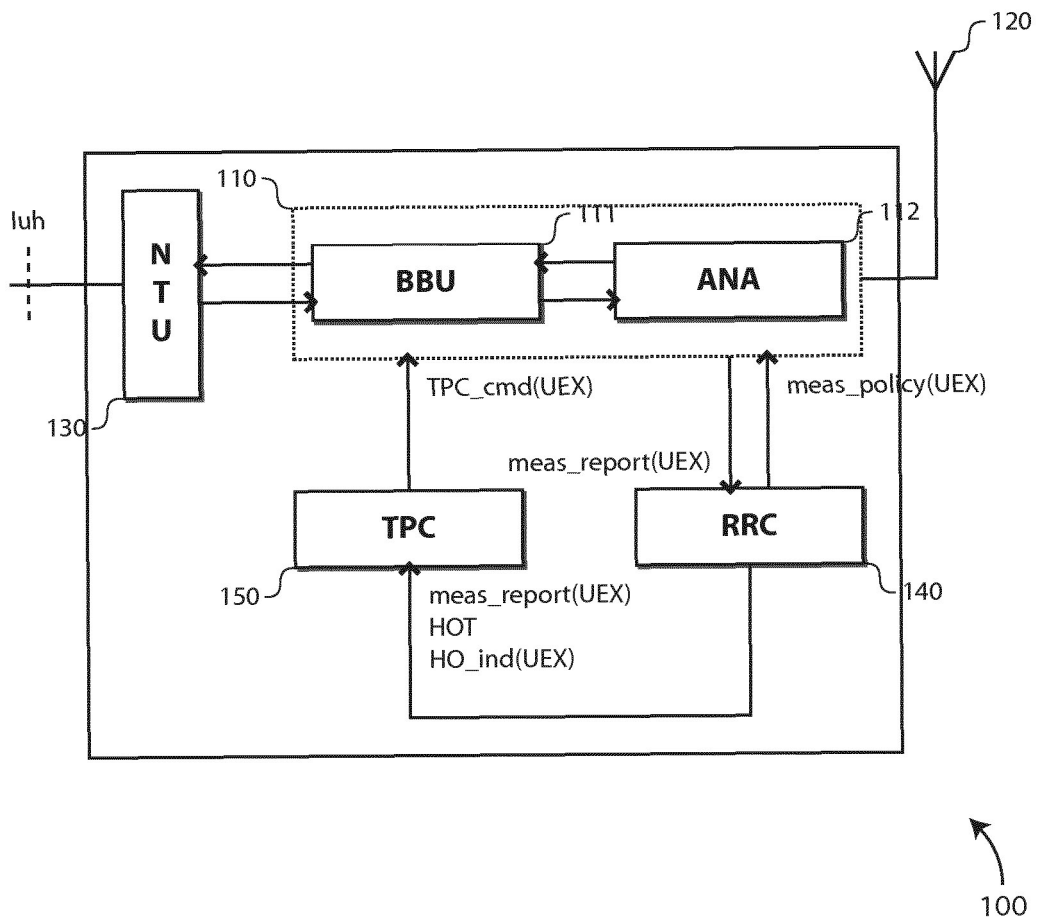


Fig. 2

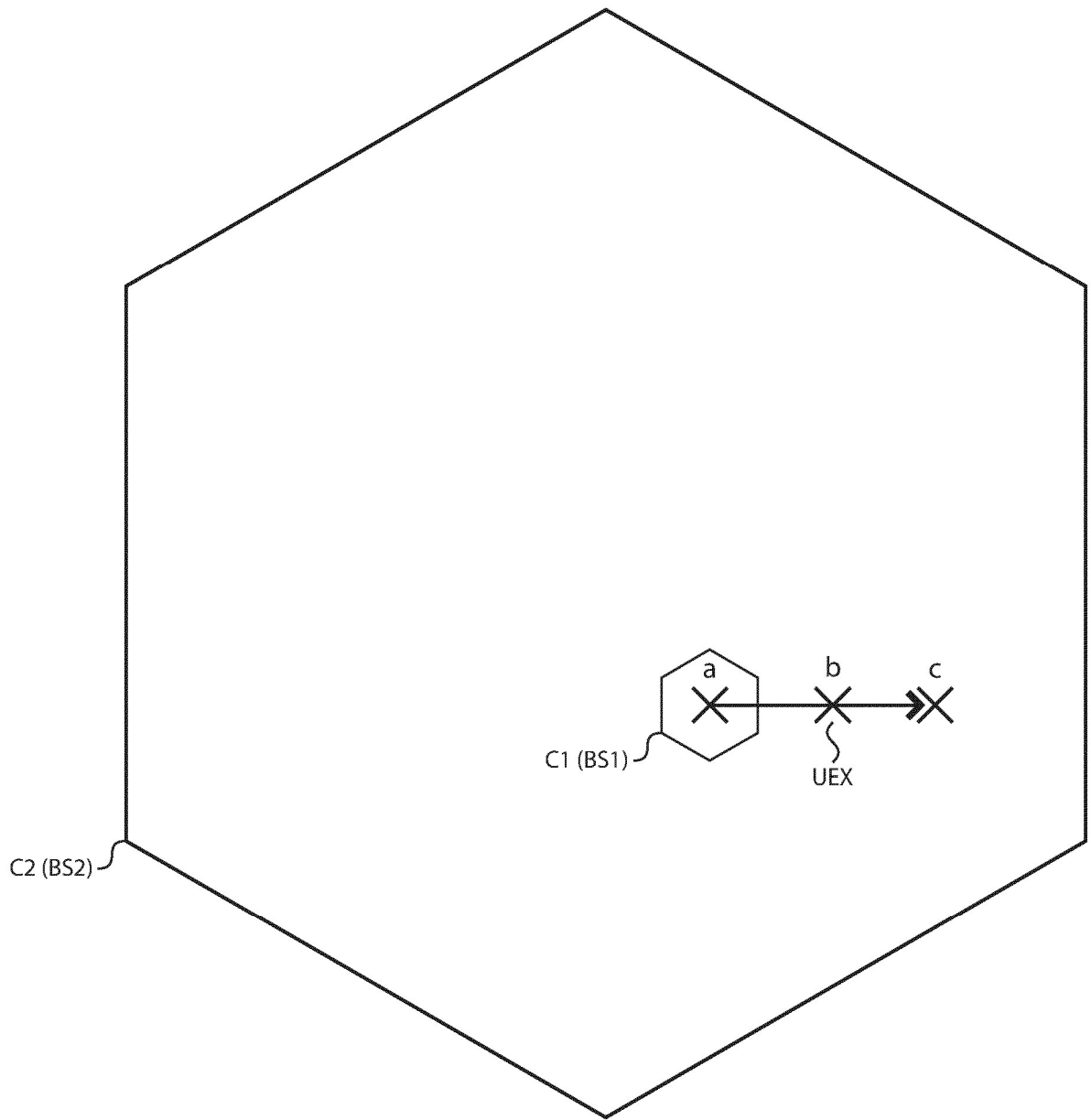


Fig. 3

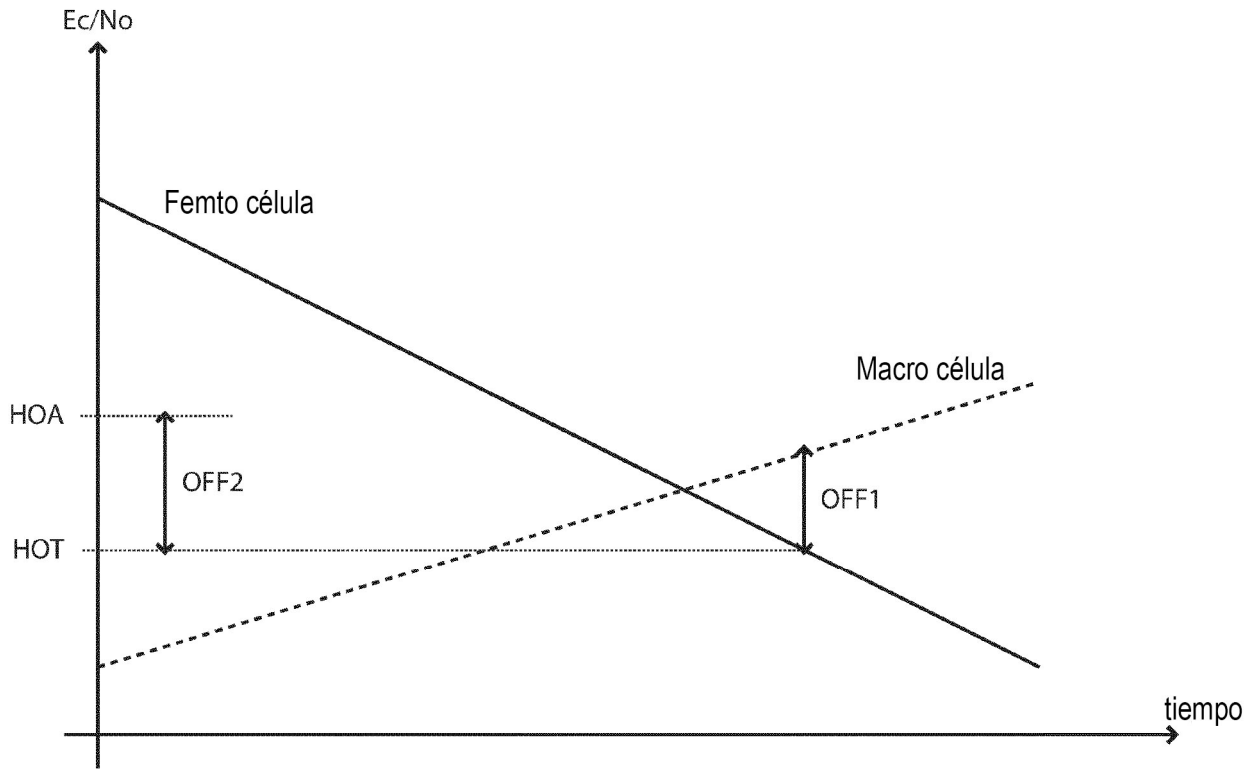


Fig.4

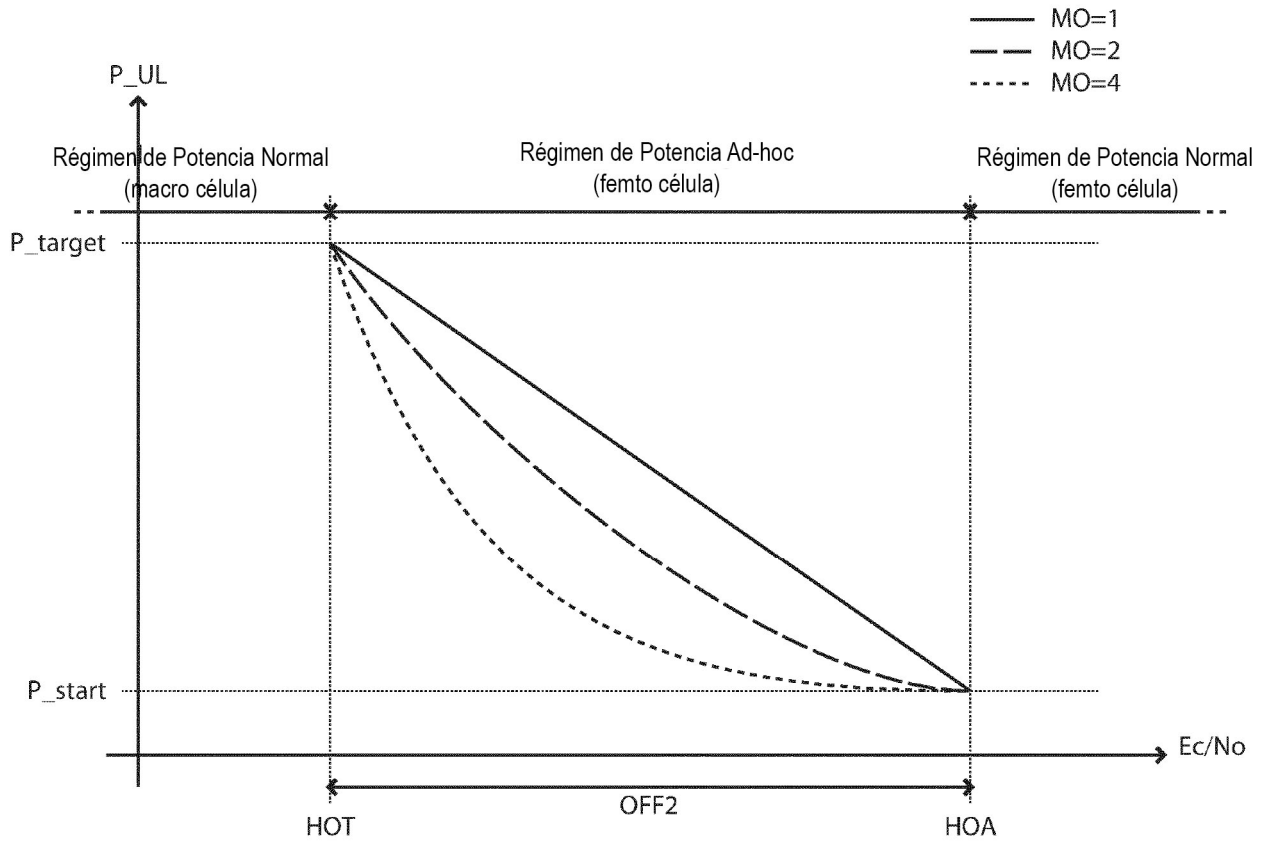


Fig. 5