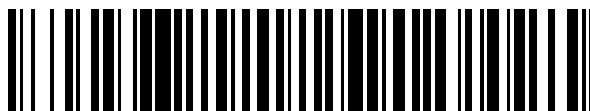


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 011**

51 Int. Cl.:

H04W 24/02 (2009.01)

H04W 52/02 (2009.01)

H04W 16/26 (2009.01)

H04W 92/10 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2010** **E 10730263 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013** **EP 2468027**

54 Título: **Mecanismos de ahorro energético en una red heterogénea de radiocomunicaciones**

30 Prioridad:

18.08.2009 US 234704 P

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

05.11.2013

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

VOLTOLINA, ELENA y
KUNINGAS, TARMO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 428 011 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

Mecanismos de ahorro energético en una red heterogénea de radiocomunicaciones

Campo técnico

5 La invención se refiere en general a redes celulares de radiocomunicaciones, y más particularmente a mecanismos de ahorro energético en una red heterogénea que tiene por lo menos dos tipos diferentes de células.

Antecedentes

10 Los costes de energía son responsables de hasta la mitad de los gastos de funcionamiento de un operador de móviles, de modo que las soluciones de redes de radiocomunicaciones que mejoran la eficiencia energética no solamente son buenas para el medio ambiente, sino que también tienen sentido comercial para los operadores y sustentan negocios sostenibles y productivos.

El ahorro energético se puede lograr a través de una variedad de soluciones, como un diseño óptimo de la red tras un Análisis del Ciclo de Vida del Producto, creando soluciones de emplazamientos energéticamente eficaces y con la introducción del uso innovador de fuentes de energía alternativa para explotar la red.

15 En el ámbito del 3GPP, por ejemplo, no se acordó ninguna solución de ahorro energético durante el lapso de la Versión 8 (ni para acceso de radiocomunicaciones LTE ni para UMTS) y, en general, hasta el momento se ha discutido poco sobre ello.

Aunque el ahorro energético, como eslogan, apareció en la agenda de los encuentros de los grupos de trabajo de RAN 3GPP, hasta el momento no se ha presentado ninguna solución.

20 Por otro lado, debe considerarse que en el GSM existe la posibilidad de aplicar acciones de ahorro energético activando y desactivando una o más portadoras de 200 kHz, en la medida en la que, típicamente, se despliega más de una portadora de 200 kHz por célula, según la carga de la célula, y se pueden prever soluciones similares en el nivel de las portadoras para el WCDMA multi-portadora y en el LTE primeramente a partir de la Versión 10, en donde existe la agregación de portadoras. Por tanto, no existe ningún soporte de ahorro energético para el LTE en las primeras versiones o para el WCDMA sin la opción multi-portadora.

25 El documento WO 2009/068138 se refiere a un método de funcionamiento de una red de comunicaciones de móviles que tiene dos o más niveles de alimentación que se solapan, en donde un primer nivel de alimentación se define como el nivel estándar, el cual garantiza la disponibilidad de la red, y un segundo nivel de alimentación está desactivado (on/off) por lo menos parcialmente y/o temporalmente. La función de Gestión de Información de RAN (RIM), que es un mecanismo que permite la transferencia de información entre nodos de la RAN por medio de la red central, se usa como la base de la comunicación para activar/desactivar las estaciones base.

Sumario

Existe una necesidad general de mejoras en el campo del ahorro energético para redes de radiocomunicaciones.

35 La invención se refiere a mecanismos de soporte mediante los cuales redes de acceso de radiocomunicaciones, en las que se adoptan diferentes tipos de célula, pueden, de una manera auto-organizada, añadir y/o retirar células de funcionamiento, cuando sea necesario, con el fin de lograr ahorros energéticos, y sin alterar la disponibilidad del servicio.

40 Según un primer aspecto, se proporciona un método para añadir y/o retirar una célula de funcionamiento en una red heterogénea de radiocomunicaciones que tiene por lo menos dos tipos diferentes de células, que incluyen un primer tipo de célula básica para proporcionar cobertura básica de radiocomunicaciones y un segundo tipo de célula asociada a una célula básica, en calidad de célula potenciadora de la capacidad. El método comprende activar y desactivar selectivamente la célula potenciadora de la capacidad; cuando se interrumpe el funcionamiento de la célula potenciadora de la capacidad, la célula no existe por vía aérea aunque se mantiene información de configuración de célula, y cuando la célula potenciadora de capacidad se activa, se retransmite información de definición de célula y la célula vuelve a estar disponible a través de la interfaz aérea. El método comprende además

45 comunicar, sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones (RNL) en el Protocolo de Aplicación X2 (X2AP), una indicación de interrupción de funcionamiento y un mensaje de llamada de reactivación para la activación de la célula potenciadora de capacidad, entre una estación base que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad y una estación base que presta servicio a la célula básica.

50 De esta manera, se pueden lograr ahorros energéticos sin alterar la disponibilidad de servicio. De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un método de funcionamiento de una estación base que presta servicio a una célula básica que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones. La célula básica tiene una relación de célula vecina con una célula asociada potenciadora de capacidad a la que presta servicio otra estación base. En el método, la estación base que presta servicio a la célula básica recibe una indicación sobre la Capa de Red de

Radiocomunicaciones (RNL) en el Protocolo de Aplicación X2 (X2AP) de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula asociada potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético, y mantiene información correspondiente de configuración de célula. La estación base que presta servicio a la célula básica envía un mensaje de llamada de reactivación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones (RNL) en el Protocolo de Aplicación X2 (X2AP) a la estación base que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad asociada, cuando se decide que la estación base que presta servicio a la célula básica necesita que la célula potenciadora de capacidad se vuelva operativa.

Se proporciona también una estación base para llevar a cabo dicho método.

Esto proporciona soporte para ahorros de energía, mientras se puede mantener la disponibilidad del servicio.

Según un tercer aspecto, se proporciona un método de funcionamiento de una estación base que presta servicio a una célula potenciadora de capacidad, la célula potenciadora de capacidad tiene una relación de célula vecina con una célula básica asociada, que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones, a la que presta servicio otra estación base. En el método, la estación base que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad interrumpe el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético, aunque manteniendo información de configuración de célula, y envía una indicación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones (RNL) en el Protocolo de Aplicación X2 (X2AP), de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad con fines relacionados con el ahorro energético, hacia la estación base que presta servicio a la célula básica. La estación base que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad recibe un mensaje de llamada de reactivación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones (RNL) en el Protocolo de Aplicación X2 (X2AP) desde la estación base que presta servicio a la célula básica, solicitando a la célula potenciadora de capacidad que se vuelva operativa, y activa la célula potenciadora de capacidad basándose en el mensaje de llamada de reactivación.

Se proporciona también una estación base para llevar a cabo dicho método.

Esto proporciona ahorros energéticos, y el mantenimiento de la información de configuración de célula soporta una reactivación rápida y sencilla de la célula cuando es necesario.

Otras ventajas ofrecidas por la invención se apreciarán cuando se lea la siguiente descripción de realizaciones de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La invención, junto con objetivos y ventajas adicionales de la misma, se puede entender de la mejor manera haciendo referencia a la siguiente descripción considerada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los cuales:

la Fig. 1 es un diagrama de flujo esquemático de un ejemplo de un método para añadir y/o retirar una célula de funcionamiento en una red heterogénea de radiocomunicaciones que tiene por lo menos dos tipos diferentes de células.

La Fig. 2 es un diagrama de flujo esquemático de un ejemplo de un método para una estación base que presta servicio a una célula básica que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones.

La Fig. 3 es un diagrama de flujo esquemático de un ejemplo de un método para una estación base que presta servicio a una célula potenciadora de capacidad.

La Fig. 4 es un diagrama ejemplificativo y esquemático de señalización y de acciones, que ilustra un ejemplo de acciones y señalización entre una estación base de una célula potenciadora de capacidad y una estación base de una célula básica.

La Fig. 5 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de células de niveles jerárquicos diferentes.

La Fig. 6 es un diagrama esquemático que ilustra el procedimiento de actualización de la configuración de un eNB del protocolo X2AP.

La Fig. 7 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un ejemplo de estación base que presta servicio a una célula básica.

La Fig. 8 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un ejemplo de estación base que presta servicio a una célula potenciadora de capacidad.

La Fig. 9 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra otro ejemplo de estación base que presta servicio a una célula básica.

La Fig. 10 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra otro ejemplo de estación base que presta servicio a una célula potenciadora de capacidad.

La Fig. 11 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un ejemplo de una unidad de llamada de reactivación.

La Fig. 12 es un diagrama de flujo esquemático de otro ejemplo de un método para una estación base que presta servicio a una célula básica que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones.

5 La Fig. 13 es un diagrama de flujo esquemático de otro ejemplo de un método para una estación base que presta servicio a una célula potenciadora de capacidad.

La Fig. 14 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de un escenario con estaciones base que prestan servicio a tipos de células diferentes.

Descripción detallada

10 En todos los dibujos, se usan los mismos números de referencia para elementos similares o correspondientes.

Como se ha mencionado anteriormente, una idea básica consiste en añadir y/o retirar células de funcionamiento en una red heterogénea de radiocomunicaciones cuando sea necesario, con el fin de lograr ahorros energéticos, y sin alterar la disponibilidad del servicio, por ejemplo, considerando parámetros relacionados con la carga de la célula, tales como información/estadística sobre las condiciones de carga de la célula considerada y/o acciones de equilibrado de la carga.

15 En una red heterogénea, puede haber un primer tipo de célula básica para proporcionar cobertura básica de radiocomunicaciones y un segundo tipo de célula asociada a una célula básica, en calidad de célula potenciadora de capacidad, es decir, un elevador de capacidad.

20 La Fig. 1 es un diagrama de flujo esquemático de un ejemplo de un método para añadir y/o retirar una célula de funcionamiento en una red heterogénea de radiocomunicaciones que tiene por lo menos dos tipos diferentes de células. Los tipos diferentes de células incluyen un primer tipo de célula básica para proporcionar cobertura básica de radiocomunicaciones y un segundo tipo de célula asociada a una célula básica, en calidad de célula potenciadora de la capacidad. La etapa S1 incluye activar y desactivar selectivamente la célula potenciadora de capacidad. Cuando se interrumpe el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad, la célula no existe por vía aérea aunque se mantiene información de configuración de célula. Cuando se activa la célula potenciadora de capacidad, se retransmite información de definición de célula y la célula vuelve a estar disponible a través de la interfaz aérea. La etapa S2 incluye comunicar una indicación de interrupción de funcionamiento y un mensaje de llamada de reactivación para la activación de la célula potenciadora de capacidad entre una estación base que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad y una estación base que presta servicio a la célula básica. De esta manera, se pueden lograr ahorros energéticos sin alterar la disponibilidad del servicio.

30 Tal como se ejemplificará posteriormente, la comunicación entre la estación base que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad y la estación base que presta servicio a la célula básica se puede llevar a cabo, por ejemplo, sobre la Capa de Red de Comunicaciones (RNL) en el Protocolo de Aplicación X2 (X2AP), aunque también existen otras opciones. Por ejemplo, existen opciones que permiten que la estación base que presta servicio a la célula básica y la estación base que presta servicio a la célula asociada potenciadora de capacidad sean elementos de red de radiocomunicaciones de diferentes tecnologías de acceso de radiocomunicaciones. En referencia a la Fig. 2, se describirá un ejemplo de un método para la estación base que presta servicio a la célula básica. Se supone que la célula básica tiene una relación de célula vecina con una célula asociada potenciadora de capacidad a la que presta servicio otra estación base. La etapa S11 incluye recibir una indicación de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula asociada potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético, y mantener información correspondiente de configuración de célula. La etapa S12 incluye enviar un mensaje de llamada de reactivación a la estación base que presta servicio a la célula asociada potenciadora de capacidad cuando se decide que la estación base que presta servicio a la célula básica necesita que la célula potenciadora de capacidad se vuelva operativa. Esto proporciona soporte para ahorros de energía, aunque se puede mantener la disponibilidad del servicio.

En un ejemplo de implementación particularmente interesante, las etapas S11 y S12 de recepción de una indicación y envío de un mensaje de llamada de reactivación se llevan a cabo sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones (RNL) en el protocolo X2AP, tal como se describirá posteriormente.

50 Por ejemplo, la estación base que presta servicio a la célula básica puede indicar que necesita que la(s) célula(s) potenciadora(s) de capacidad se vuelva(n) operativa(s) por medio de un mensaje de llamada de reactivación en el protocolo X2AP. El mensaje de llamada de reactivación está preferentemente en forma de una Solicitud de Activación de Célula.

55 Por ejemplo, la indicación de interrupción de funcionamiento se puede recibir en el denominado procedimiento de Actualización de Configuración de eNB del protocolo X2AP. Además, el motivo para la interrupción del funcionamiento como acción debida a fines relacionados con el ahorro energético se puede indicar en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB.

Cuando la estación base que presta servicio a la célula básica recibe la indicación de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad con fines relacionados con el ahorro energético, la misma mantiene la información de configuración de célula relacionada con la célula potenciadora de capacidad. De esta manera, la estación base de la célula básica puede seguir “contando con” la célula potenciadora de capacidad, durmiente, y enviar una llamada de reactivación para estación base de la célula potenciadora de capacidad, cuando sea necesario.

La solución basada en la RNL, que usa el protocolo X2AP es una solución eficiente intra-RAT (Tecnología de Acceso de Radiocomunicaciones), especialmente para intra-LTE.

No obstante, la invención es también eficaz para escenarios entre RATs, donde la estación base que presta servicio a la célula básica y la estación base que presta servicio a la célula asociada potenciadora de capacidad son elementos de red de radiocomunicaciones de diferentes tecnologías de acceso de radiocomunicaciones (RATs).

Tal como se describirá más adelante, la estación base que presta servicio a la célula básica preferentemente toma una decisión de reactivación para la activación de la célula potenciadora de capacidad sobre la base de parámetros relacionados con la carga. Por ejemplo, la decisión de reactivación para la activación de la célula potenciadora de capacidad se puede basar en estadísticas sobre la carga en la célula básica y/o acciones de equilibrado de carga que son activadas por la célula básica hacia la célula potenciadora de capacidad.

Una estación base (eNB) está configurada para llevar a cabo el método expuesto anteriormente en líneas generales en relación con la Fig. 2.

En referencia a la Fig. 3, se describirá un ejemplo de un método para la estación base que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad. Se supone que la célula potenciadora de capacidad tiene una relación de célula vecina con una célula básica asociada, que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones, a la que presta servicio otra estación base. La etapa S21 incluye la interrupción del funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético, aunque manteniendo información de configuración de célula. La etapa S22 incluye enviar una indicación de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad con fines relacionados con el ahorro energético, hacia la estación base que presta servicio a la célula básica. Esto proporciona ahorros de energía, y la información de configuración de célula correspondiente que se mantiene en la estación base para la célula potenciadora de capacidad “durmiente” soporta una reactivación rápida y sencilla de la célula cuando sea necesario.

En un ejemplo de implementación particularmente interesante, la etapa S22 de enviar una indicación se lleva a cabo sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones (RNL) en el protocolo X2AP, tal como se describirá posteriormente.

Por ejemplo, la interrupción del funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad se puede indicar en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB del protocolo X2AP. Además, el motivo para la interrupción del funcionamiento como acción debida a fines relacionados con el ahorro energético se puede indicar en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB.

Preferentemente, aunque no de forma necesaria, la etapa de interrupción de funcionamiento de la célula es autoactivada, y la estación base que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad puede, por ejemplo, tomar una decisión de interrumpir el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad basándose en la carga de la célula potenciadora de capacidad.

Una estación base (eNB) está configurada para llevar a cabo el método expuesto anteriormente en líneas generales en relación con la Fig. 3.

La Fig. 4 es un diagrama ejemplificativo y esquemático de señalización y acciones que ilustra un ejemplo de acciones y señalización entre una estación base de una célula potenciadora de capacidad y una estación base de una célula básica. Cuando resulte adecuado, la estación base de la célula potenciadora de capacidad lleva a cabo una interrupción del funcionamiento (A) de la célula potenciadora de capacidad, y envía una indicación de interrupción de funcionamiento (B), con fines relacionados con el ahorro energético, a la estación base de la célula básica. Cuando posteriormente se necesita de nuevo la célula potenciadora de capacidad por motivos de capacidad y/o carga, la estación base de la célula básica toma una decisión de reactivación (C) y envía un mensaje correspondiente de llamada de reactivación (D) a la estación base de la célula potenciadora de capacidad. La estación base de la célula potenciadora de capacidad lleva a cabo una activación (E) de la célula potenciadora de capacidad basándose en el mensaje de llamada de reactivación. Opcionalmente, la estación base de la célula potenciadora de capacidad puede enviar una respuesta (F) a la estación base de la célula básica indicando que la activación de la célula potenciadora de capacidad resultó satisfactoria, o, alternativamente, de que la activación falló.

A continuación, se describirá la invención en referencia a otras realizaciones ejemplificativas y no limitativas.

La célula elevadora de la capacidad se puede activar y desactivar basándose en la consideración de parámetros relacionados con la carga que incluyen, por ejemplo, condiciones de carga y/o información de equilibrado de carga, tal como estadística recogidas sobre niveles de carga y/o acciones de equilibrado de carga. La disponibilidad del

servicio general queda garantizada por la capa que proporciona la cobertura básica y sobre ella no tienen ningún impacto las acciones de regulación de capacidad/ahorro energético.

Una caracterización básica de los “tipos” de células implicados es que un primer tipo de célula está destinado a proporcionar una cobertura de radiocomunicaciones básica, y su funcionamiento no se puede interrumpir sin crear un agujero en la cobertura, es decir, sin alteración del servicio, mientras que un segundo tipo de célula está asociado a la célula básica (mediante una relación de célula “vecina”) como célula potenciadora de capacidad, es decir, un elevador de capacidad.

Por consiguiente, existe normalmente una célula básica que en general no se debería desactivar, y una célula elevadora de capacidad que se puede activar y desactivar basándose en la consideración de las condiciones de carga globales en la(s) célula(s) y/o información sobre el equilibrio de la carga, tales como, por ejemplo, acciones/solicitudes/activaciones de equilibrio de carga que vayan hacia el elevador de capacidad. La célula potenciadora de capacidad se puede desactivar en caso de una carga baja mientras que la célula básica continúa proporcionando una cobertura básica. Basándose en información sobre las condiciones de carga de la célula básica y/o acciones de equilibrio de carga, la célula básica puede reactivar la(s) célula(s) asociada(s) potenciadora(s) de capacidad para potenciar la capacidad de la red. Por ejemplo, si una estación base (por ejemplo, eNB) que controla una célula que proporciona cobertura básica detecta un aumento repentino de la carga, entonces la estación base (por ejemplo, eNB) puede reactivar la “vecina” para potenciar la capacidad de la red. Mecanismos de control más avanzados pueden tomar la decisión de reactivación basándose en estadísticas sobre condiciones de carga y/o acciones de equilibrio de carga de manera que el elevador de capacidad se activará en momentos adecuados (tales como horas de tráfico pico), para iniciar la descarga de la célula que proporciona cobertura básica. Por ejemplo, la célula que proporciona cobertura básica cuenta a cuántos usuarios/a cuánto tráfico presta servicio en el momento en el que comienza a activar solicitudes de traspaso de equilibrio de carga hacia la célula potenciadora de capacidad, o recuerda el nivel de carga que tiene por término medio cuando comienza a activar dichas solicitudes de traspaso. Estos indicadores (nivel de carga y/o número de usuarios/tráfico a los que se presta servicio) pueden representar el umbral en el que la célula potenciadora de capacidad necesita activarse en una operación dinámica/de tiempo real. En este ejemplo, un aspecto importante es, por lo tanto, las estadísticas relacionadas con la carga usadas junto con por lo menos un valor de parámetro dinámico correspondiente para activar que una célula básica solicite la reactivación de una célula potenciadora de capacidad. Por ejemplo, un valor de parámetro dinámico relacionado con la carga se puede comparar con un valor de umbral relacionado con la carga, obtenido estadísticamente, como base para tomar la decisión de reactivación.

La invención tiene la ventaja de no tener ningún impacto sobre el servicio al hacer uso del conocimiento de que algunas células están allí con el fin de proporcionar cobertura básica y otras están con el fin de incrementar la capacidad, y cada célula sabe para qué está allí su “vecina”.

La presente invención no se centra en el uso de activaciones de movilidad como criterio para llevar a cabo la interrupción del funcionamiento y la activación, sino que, más bien, se basa en parámetros relacionados con las cargas de las células e información/estadísticas sobre acciones de equilibrio de carga y/o condiciones de carga monitorizadas. Por ejemplo, la célula se puede reactivar cuando se determina “estadísticamente” que es necesario ponerla en funcionamiento y no solamente debido a que los equipos de usuario puedan necesitarla para el traspaso. Básicamente, la invención está controlada por la red y la activación/desactivación controlada de las células es en general independiente del servicio en el sentido de que la decisión de interrumpir el funcionamiento o de activación no depende de las necesidades o de los requisitos de ancho de banda de usuarios individuales. Por el contrario, la invención preferentemente considera información y/o estadísticas sobre las condiciones de carga globales (tales como niveles de carga) en la célula de cobertura básica y/o información/estadísticas sobre la situación de equilibrio de carga.

Por ejemplo, la célula de cobertura básica puede ser una “macro” célula, y la célula potenciadora de capacidad puede ser una “micro” célula. Las macro-células y las micro-células pueden cubrir (y así lo hacen) áreas por lo menos parcialmente solapadas, aunque las mismas son células independientes (en términos de ids de célula, etcétera). En particular, una característica ejemplificativa de la relación de n células entre las micro-células y las macro-células es que sus áreas se solapan parcialmente, aunque las antenas no están ubicadas conjuntamente. Típicamente, una micro-célula jugaría el papel de punto caliente y se definiría como vecina con respecto a una macro-célula debajo de ella, de manera que, por ejemplo, los UEs que pasen rápidamente se pueden mantener en la macrocapa, mientras que los estáticos (en la ubicación del punto caliente) pueden llevar a cabo un HO a la micro-célula y pueden ser “sacados” de la capa básica.

En un ejemplo ilustrativo y no limitativo, la célula básica es una macro-célula y el elevador de capacidad es una micro-célula (ya que el tamaño de las áreas de cobertura tendría sentido para esta finalidad). No obstante, cualquier “emparejamiento” heterogéneo con la característica anterior serviría para este fin. La célula básica y la célula potenciadora de capacidad representan preferentemente tipos diferentes de células en un área heterogénea de radiocomunicaciones.

En el ejemplo particular de una estructura celular jerárquica (HCS), tal como una arquitectura macro-micro, que tiene dos o más capas, se producirá una distinción entre capas diferentes, y la idea es incorporar los mecanismos de la

invención para la interrupción del funcionamiento y/o la activación controladas de células en el concepto HCS. De este modo, un escenario de despliegue ejemplificativo implica diferentes tipos de células (es decir, macro, micro, pico, etcétera) en una estructura celular jerárquica (HCS). El concepto de HCS como tal constituye técnica anterior y se describe para el LTE en [2].

- 5 En este escenario particular, se supone que células en una o más de las capas HCS inferiores proporcionan la cobertura básica, mientras que células en una o más de las capas HCS superiores añaden capacidad adicional a la red. En otras palabras, una célula básica es normalmente una célula en una capa HCS inferior y una célula potenciadora de capacidad es una célula en una capa HCS superior.

- 10 En el caso ejemplificativo de una red LTE, los eNB-s con células vecinas en un área pueden presentar una asociación X2.

Se supone también en este caso que la célula que proporciona cobertura básica, por ejemplo, una macro-célula, tiene conocimiento de que dicha vecina está caracterizada como célula potenciadora de capacidad, por ejemplo, una micro-célula. Por tanto, la célula que proporciona cobertura básica y la célula que potencia la capacidad se encuentran en una capa HCS diferente.

- 15 El despliegue de red descrito se representa en la Fig. 5 en donde las células A1 y A2 proporcionan cobertura básica mientras que la célula B1 potencia la capacidad en un área dada.

Ejemplos ilustrativos y no limitativos de mecanismos de ahorro energético:

Interrupción del funcionamiento auto-activada

- 20 Para lograr un ahorro energético, la(s) célula(s) adoptada(s) como elevador de la capacidad monitoriza la carga de tráfico y puede desactivarse cuando el tráfico cae por debajo de un cierto umbral y permanece por debajo del umbral durante cierto tiempo.

La entidad que efectúa la evaluación para la interrupción del funcionamiento puede estar ubicada en el eNB, aunque también en algún nodo, por ejemplo, un Gestor de Dominios o Gestor de Red.

Activación inducida por célula vecina

- 25 Durante el funcionamiento, las estadísticas de carga de tráfico se recogen en células que proporcionan cobertura básica, por ejemplo:

- carga en la célula que proporciona cobertura básica; y/o
- acción de equilibrado de carga que activa la célula que proporciona cobertura básica hacia el elevador de capacidad.

- 30 La recogida de estadísticas permite interpretar el instante de tiempo en el que resulta más adecuado iniciar la descarga, es decir, el instante de tiempo en el que solicitar a la célula elevadora de capacidad que se active. En otras palabras, la información/estadísticas recogidas se analizan para identificar un umbral de activación (en términos de usuarios/tráfico a los que se presta servicio y/o nivel de carga, tal como se ha descrito previamente) con el fin de tomar una decisión apropiada para la activación controlada de la célula potenciadora de capacidad.

- 35 La activación significa en general que se ponen en marcha el amplificador de potencia y componentes que consumen energía, se retransmite la información de definición de célula y la célula vuelve a estar disponible a través de la interfaz aérea. Cuando se interrumpe el funcionamiento de una célula, la célula no existe por vía aérea (el eNB correspondiente sigue estando activado, de manera que se puede mantener información de configuración de la célula).

- 40 La entidad que efectúa la evaluación para la activación puede estar ubicada en el eNB aunque también en algún otro nodo, por ejemplo, un Gestor de Dominios o Gestor de Red.

Con respecto a la recogida de estadísticas, esta puede realizarse, por ejemplo, en términos de cuántas activaciones se efectuaron hacia el elevador de capacidad (un contador de incidencias (*peg counter*) o algo de ese tipo) o directamente en términos de carga (la carga es definida en el X2AP por diferentes entidades ya con la finalidad de las acciones de equilibrado de carga). Ejemplos de activaciones podrían ser solicitudes y/o rechazos de traspaso relacionados con el equilibrado de la carga para UEs en el modo conectado RRC o ajustes de parámetros de reelección de células, por ejemplo, prioridad e intensidad de la señal, para UEs en el modo de reposo RRC. Se define un umbral (este preferentemente sería un parámetro configurable por el operador) así como un periodo de histéresis (también puede ser configurable), de manera que el operador pueda precisar el comportamiento del par "célula básica - célula elevadora" según otros aspectos de la red en esa ubicación.

- 50 En otras palabras, la célula potenciadora de capacidad se puede activar y desactivar selectivamente, y cuando se interrumpe el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad, a lo cual se hace referencia también como

durmiente, la célula no existe por vía aérea aunque se mantiene información de configuración de célula y cuando se activa la célula potenciadora de capacidad se retransmite información de definición de célula y la célula vuelve a estar disponible a través de la interfaz aérea. Existe también soporte para la comunicación relacionada con la interrupción del funcionamiento y la activación de la célula potenciadora de capacidad, incluyendo, por ejemplo, una indicación de interrupción de funcionamiento y un mensaje de llamada de reactivación para la activación, entre una estación base (eNB) que presta servicio a la célula básica y una estación base (eNB) que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad, tal como se ejemplificará posteriormente.

Comunicación entre célula básica y célula potenciadora de capacidad durmiente

La comunicación entre la célula que proporciona cobertura básica y la célula potenciadora de capacidad, durmiente, se puede lograr de varias maneras diferentes, tales como, por ejemplo:

- realización de TNL: SCTP Init;
- realización de RNL: mensaje X2AP nuevo, denominado, por ejemplo "Solicitud de Activación de Célula", como alternativa, el eNB al que pertenece la célula básica comienza a enviar solicitudes de equilibrado de carga (solicitudes para descargarse) hacia la célula durmiente;
- realización de O&M: el eNB activo envía una solicitud para reactivarse al Gestor de Dominios o Gestor de Red por medio de interfaces de gestión y el Gestor de Dominios/NM retransmite la solicitud al eNB al que pertenece la célula durmiente.

Esto se explicará de forma más detallada posteriormente.

Realización basada en la TNL

Si las células controladas por un eNB en la capa HCS superior, por ejemplo, micro-células, que son vecinas de la célula de la capa HCS inferior, por ejemplo, una macro-célula, están destinadas todas ellas al incremento de la capacidad, y existe una asociación X2 entre los eNB-s correspondientes, entonces los mecanismos antes descritos se pueden realizar sin tener ningún impacto en los protocolos de señalización.

De hecho en este caso, la interrupción del funcionamiento de la célula/células elevadoras de capacidad por parte del eNB que las controla resulta visible/conocida para el eNB que controla células que proporcionan cobertura/capacidad básica por dos medios:

- Los informes de medición de los UEs no contienen las células dedicadas a la potenciación de la capacidad; y
- La asociación X2 entre los eNB-s correspondientes se ha liberado.

Una vez que el eNB que controla células que proporcionan cobertura/capacidad básica detecta una condición de carga que motiva el establecimiento de célula(s) elevadora(s) de capacidad, el eNB que controla la célula que proporciona cobertura/capacidad básica podría iniciar el establecimiento de una asociación SCTP\X2 que el eNB que controla células potenciadoras de capacidad puede interpretar como una solicitud de "reactivación". Al producirse la recepción de la indicación de "reactivación", el eNB que controla las células potenciadoras de capacidad establecería células respectivas y completaría el establecimiento de la asociación SCTP\X2 respectiva.

Realización basada en la RNL

La realización del mecanismo de ahorro energético descrito anteriormente también se puede efectuar sin las restricciones descritas en la cláusula secundaria previa, por modificación de la normativa 3GPP actual (en particular se ve afectado [1]).

El denominado protocolo X2AP proporciona una serie de funciones, tales como gestión de movilidad, gestión de carga, establecimiento de la interfaz X2, reinicialización de la interfaz X2, la actualización de la configuración del eNB y otros.

En particular, el procedimiento de la actualización de configuración del eNB está diseñado para actualizar datos de configuración de niveles de aplicación necesarios para que dos eNBs interfundan correctamente a través de la interfaz X2. En referencia a la Fig. 6, un eNB₁ inicia el procedimiento enviando un mensaje de actualización de configuración de eNB a un eNB₂ par, que incluye un conjunto apropiado de datos de configuración actualizados que acaba de poner en uso operativo. Al producirse la recepción del mensaje de actualización de configuración de eNB desde el eNB₁, el eNB₂ actualizará la información para eNB₁ con respecto a datos tales como información de Célula a la que se Presta Servicio.

Considerando que:

- En la interfaz X2 no existe actualmente ningún mecanismo de "interrupción de funcionamiento o interfaz" en la capa RNL (X2AP);

- En el X2AP existe un procedimiento, el cual se denomina “Actualización de Configuración de eNB” que es usado por el eNB para indicar a su eNB vecino a qué células presta servicio y la configuración de las células y que se puede enviar para retirar células de funcionamiento, pero que presenta la restricción de que *debe incluirse por lo menos una célula*, es decir, no puede usarse “tal como se encuentre” para una interrupción de funcionamiento total;

Para permitir la interrupción del funcionamiento:

El procedimiento de Actualización de Configuración de eNB X2AP se modifica para incluir la posibilidad de indicar que hay cero células operativas (la forma de codificar esto en el protocolo se puede resolver de muchas maneras diferentes).

La posibilidad de indicar (con un nuevo valor de motivo similar) la razón de la interrupción de funcionamiento como “Acción debida a Fines Relacionados con el Ahorro Energético” se introduce también en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB.

Para permitir la activación:

En el protocolo X2AP se introduce un nuevo mensaje “llamada de reactivación”, por ejemplo “Solicitud de Activación de Célula”, de manera que el eNB que controla las células que proporcionan cobertura/capacidad básica puede indicar que necesita que la(s) célula(s) potenciadora(s) de capacidad se vuelva(n) operativa(s).

Una forma implícita de lograr esto sin un mensaje nuevo consistiría en reutilizar los procedimientos ya definidos de equilibrado de carga X2AP y hacer que el lado macro simplemente comience a activar acciones de equilibrado de carga hacia las células/nodo “durmientes”.

En otras palabras, el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB se potencia para incluir una indicación de que se ha interrumpido el funcionamiento de una cierta célula (una célula potenciadora de capacidad) o que la misma se ha desactivado, y en el protocolo X2AP se introduce un nuevo procedimiento/mensaje para indicar a un eNB vecino la necesidad de activar una cierta célula (una célula potenciadora de capacidad).

La información de configuración de célula correspondiente a una célula potenciadora de capacidad desactivada sigue siendo válida, preferentemente con la adición de una indicación de que la célula está desactivada o está en estado “durmiente”.

La indicación (denominada también Indicación de Desactivación) de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula se incluye, por ejemplo, en una nueva entidad de información (IE) en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB. A título de ejemplo, dicha IE de *Indicación de Desactivación Nueva* puede estar contenida en la IE existente de *Células a las que se Presta Servicio que se Modificarán*, en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB. Dicha IE nueva posibilita mantener o conservar los datos de configuración de célula mientras la célula es durmiente.

En la técnica anterior con respecto a la normativa 3GPP, la IE de *Células a las que se Presta Servicio que se Eliminarán* es la forma convencional de retirar una célula y se usa para eliminar la información/datos de configuración de célula. Esto significa que, en la normativa 3GPP anterior, no existe ninguna posibilidad de efectuar ninguna llamada de reactivación puesto que la célula ha desaparecido. Por lo tanto, la adición de una célula nueva se debe efectuar partiendo de cero con el uso de la IE convencional de *Células a las que se Presta Servicio que se Añadirán*.

Realización basada en O&M

También es posible hacer que las acciones de interrupción de funcionamiento y de activación se retransmitan por medio del sistema de O&M.

En la práctica, para enviar una indicación de interrupción de funcionamiento, el eNB que controla la(s) célula(s) potenciadora(s) de capacidad:

- Interrumpe el funcionamiento de las células respectivas y por tanto los informes de medición de los UEs dejan de informar sobre las células potenciadoras de capacidad; y
- Comunica una decisión de interrupción de funcionamiento por ahorro energético al Gestor de Dominios/Red, el cual a continuación retransmite la indicación al eNB que controla las células que proporcionan cobertura/capacidad básica.

Cuando el eNB que controla la célula que proporciona cobertura/capacidad básica detecta los criterios de que las células elevadoras de capacidad deberían estar operativas, envía la solicitud respectiva al Gestor de Dominios/Red, el cual a continuación retransmite la indicación al eNB que controla la(s) célula(s) potenciadora(s) de capacidad.

Debería indicarse que la realización basada en O&M no se limita al funcionamiento intra-LTE sino que también

podría usarse entre elementos de red de radiocomunicaciones de diferentes tecnologías de acceso de radiocomunicaciones, por ejemplo, GSM, UMTS o CDMA2000.

Ventajas ejemplificativas:

- 5 ☐ La disponibilidad del servicio general no se ve comprometida mientras se reduce el consumo de energía en el sistema;
- ☐ Las acciones de ahorro energético son auto-organizadas, en la medida en la que el eNB puede recoger estadísticas mientras está en funcionamiento y puede reaccionar a datos recogidos, por sí mismo;
- ☐ El método se puede lograr con o sin modificaciones convencionales y con o sin la implicación del O&M, es decir, se puede aplicar el mismo concepto de una manera flexible.
- 10 ☐ La invención proporciona una manera de reducir el consumo de energía en una red celular de radiocomunicaciones, tal como una red de acceso de radiocomunicaciones LTE, aunque evitando impactos en el servicio.

La Fig. 7 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un ejemplo de una estación base que presta servicio a una célula básica. La estación base 100 incluye una unidad 110 de cobertura de radiocomunicaciones, una unidad 120 de relaciones de células vecinas, una unidad 130 de información de configuración de célula, y una unidad 140 de llamadas de reactivación. La unidad 110 de cobertura de radiocomunicaciones está configurada para prestar servicio a una célula básica que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones y está conectada a la(s) antena(s). La unidad 120 de relaciones de células vecinas está configurada para gestionar relación(es) de células vecinas incluyendo una relación de células vecinas entre la célula básica y una célula asociada potenciadora de capacidad a la que presta servicio otra estación base. La unidad 130 de información de configuración de célula está configurada para recibir una indicación (indicación de interrupción de funcionamiento) de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula asociada potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro de energía, y para mantener información correspondiente de configuración de célula relacionada con la célula potenciadora de capacidad. La unidad 140 de llamadas de reactivación está configurada para enviar un mensaje de llamada de reactivación a una estación base que presta servicio a la célula asociada potenciadora de capacidad cuando se decide que la estación base 100 que presta servicio a la célula básica necesita que la célula potenciadora de capacidad se vuelva operativa.

La estación base 100 puede, por ejemplo, tomar la decisión de reactivación para activar la célula potenciadora de capacidad basándose en parámetros relacionados con la carga, tal como se ha descrito previamente.

La unidad 120 de relaciones de células vecinas y la unidad 130 de información de configuración de célula normalmente están íntimamente asociadas, e incluso pueden estar integradas tal como se indica mediante el recuadro discontinuo en la Fig. 7. Debería entenderse que la unidad 130 de información de configuración de célula almacena información de configuración de célula relacionada con una célula *vecina* potenciadora de capacidad.

La Fig. 8 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un ejemplo de una estación base que presta servicio a una célula potenciadora de capacidad. La estación base 200 incluye una unidad 210 de cobertura de radiocomunicaciones, una unidad 220 de interrupción de funcionamiento, una unidad 230 de información de configuración de célula, y una unidad 240 de relaciones de células vecinas. La unidad 210 de cobertura de radiocomunicaciones está configurada para prestar servicio a una célula potenciadora de capacidad y está conectada a la(s) antena(s). La unidad 220 de interrupción de funcionamiento está configurada para interrumpir el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético, y la unidad 230 de información de configuración de célula está configurada para mantener información de configuración de célula correspondiente de la célula potenciadora de capacidad. La unidad 220 de interrupción de funcionamiento está configurada también para enviar una indicación de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad con fines relacionados con el ahorro energético, hacia otra estación base que presta servicio a una célula básica asociada que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones. La unidad 240 de relaciones de células vecinas está configurada para gestionar relación(es) de células vecinas incluyendo la relación de células vecinas entre la célula potenciadora de capacidad y la célula básica asociada.

Debería entenderse que la unidad 230 de información de configuración de célula almacena información de configuración de célula relacionada con la célula potenciadora de capacidad a la que presta servicio la propia estación base 200. Normalmente, la unidad 240 de relaciones de células vecinas gestiona información de configuración de células correspondiente a célula(s) vecina(s), tales como la célula vecina básica.

La Fig. 9 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra otro ejemplo de estación base que presta servicio a una célula básica. De forma similar al diagrama de bloques de la Fig. 7, la estación base 100 mostrada en la Fig. 9 incluye también una unidad 110 de cobertura de radiocomunicaciones, una unidad 120 de relaciones de células vecinas, una unidad 130 de información de configuración de célula, y una unidad 140 de llamadas de reactivación.

La unidad 120 de relaciones de células vecinas gestiona la(s) relación(es) con célula(s) vecina(s), tales como la

célula potenciadora de capacidad. En este ejemplo, la unidad 120 de relaciones de células vecinas incluye la unidad 130 de información de configuración de célula, que a su vez almacena información de configuración de célula relacionada con por lo menos la célula potenciadora de capacidad. La estación base 100 incluye también una unidad 125 para células propias. En esta unidad 125, se puede almacenar información de configuración de célula relacionada con la(s) célula(s) a la(s) que se presta servicio, propia(s) de la estación base, incluyendo la célula básica.

En el ejemplo particular de la Fig. 9, la estación base funciona bajo el protocolo X2AP. En particular, el intercambio de información de configuración de célula entre eNBs diferentes se lleva a cabo bajo el protocolo X2AP. La estación base 100 de la Fig. 9 está configurada también para recibir la indicación de interrupción de funcionamiento y para enviar el mensaje de llamada de reactivación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones (RNL) en el protocolo X2AP.

Preferentemente, la unidad 140 de llamadas de reactivación está configurada para indicar que necesita que la(s) célula(s) potenciadora(s) de capacidad se vuelva(n) operativa(s) por medio del mensaje de llamada de reactivación en el protocolo X2AP. El mensaje de llamada de reactivación se presenta preferentemente en forma de una Solicitud de Activación de Célula.

La unidad 130 de información de configuración de célula almacena la indicación de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad con fines relacionados con el ahorro energético, preferentemente junto con la información de configuración de célula relacionada con la célula potenciadora de capacidad, indicando que la célula potenciadora de capacidad está desactivada o está durmiente temporalmente.

Por ejemplo, la unidad 130 de información de configuración de célula se puede configurar para recibir la indicación de interrupción de funcionamiento en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB del protocolo X2AP. Además, la estación base se puede configurar para recibir una indicación del motivo de la interrupción del funcionamiento como una acción debida a fines relacionados con el ahorro energético en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB.

La Fig. 10 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra otro ejemplo de estación base que presta servicio a una célula potenciadora de capacidad. De forma similar al diagrama de bloques de la Fig. 8, la estación base 200 mostrada en la Fig. 10 incluye también una unidad 210 de cobertura de radiocomunicaciones, una unidad 220 de interrupción de funcionamiento, una unidad 230 de información de configuración de célula, y una unidad 240 de relaciones de células vecinas.

La estación base de la Fig. 10 incluye también una unidad 245 para células propias. En esta unidad 245, se puede almacenar información de configuración de célula relacionada con la(s) célula(s) a la(s) que se presta servicio, propia(s) de la estación base, incluyendo la célula potenciadora de capacidad. En este ejemplo, la unidad 245 para células propias incluye la unidad 230 de información de configuración de célula para almacenar información de configuración de célula de la propia célula potenciadora de capacidad. La unidad 240 de relaciones de células vecinas gestiona la(s) relación(es) con célula(s) vecina(s), tales como la célula básica.

La estación base 200 de la Fig. 10 incluye también una unidad 225 de activación para permitir la activación de célula(s) a la(s) que se presta servicio, propias, incluyendo la célula potenciadora de capacidad. La unidad 220 de interrupción de funcionamiento y la unidad 225 de activación se pueden implementar en una unidad 250 de control de activación-desactivación global, si así se desea.

En el ejemplo particular de la Fig. 10, la estación base funciona bajo el protocolo X2AP. En particular, el intercambio de información de configuración de célula entre diferentes eNBs se lleva a cabo bajo el protocolo X2AP.

La unidad 220 de interrupción de funcionamiento está configurada para interrumpir selectivamente el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético, y la unidad 230 de información de configuración de célula está configurada para mantener información correspondiente de configuración de célula de la célula potenciadora de capacidad también después de la interrupción de funcionamiento. Preferentemente, la indicación de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad con fines relacionados con el ahorro energético se almacena junto con la información de configuración de célula relacionada con la célula potenciadora de capacidad, indicando que la célula potenciadora de capacidad está temporalmente desactivada o durmiente.

Por ejemplo, la unidad 220 de interrupción de funcionamiento se puede configurar para tomar una decisión de interrumpir el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad basándose en la carga de la célula potenciadora de capacidad.

En este ejemplo, la unidad 220 de interrupción de funcionamiento está configurada para enviar la indicación de interrupción de funcionamiento sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones (RNL) en el protocolo X2AP.

Por ejemplo, la unidad 220 de interrupción de funcionamiento se puede configurar para indicar la interrupción del funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad en el procedimiento de Actualización de Configuración de

eNB del protocolo X2AP. Además, la unidad 220 de interrupción de funcionamiento puede configurarse para indicar el motivo de la interrupción del funcionamiento como una acción debida a fines relacionados con el ahorro energético en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB.

La unidad 225 de activación se configura preferentemente para recibir el mensaje de llamada de reactivación desde la estación base que presta servicio a la célula básica asociada que solicita a la célula potenciadora de capacidad que se vuelva operativa, y para activar la célula potenciadora de capacidad basándose en el mensaje de llamada de reactivación. En relación con la activación, la información de configuración de célula en la unidad 230 de información de configuración de célula referente a la célula potenciadora de capacidad se actualiza para indicar que la célula ya no está en estado durmiente.

La Fig. 11 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un ejemplo de una unidad de llamadas de reactivación. La unidad 140 de llamadas de reactivación ejemplificativa mostrada en la Fig. 11 incluye una unidad 142 de decisiones de reactivación y un generador 144 de mensajes de llamadas de reactivación. La unidad 142 de decisiones de reactivación está configurada preferentemente para tomar una decisión de reactivación con el fin de activar la célula potenciadora de capacidad sobre la base de parámetros relacionados con la carga. Por ejemplo, los parámetros relacionados con la carga pueden incluir estadísticas sobre la carga de la célula básica y/o acciones de equilibrado de carga que son activadas por la célula básica hacia la célula potenciadora de capacidad. Una vez que se ha tomado una decisión de reactivación para activar la célula potenciadora de capacidad, el generador 144 de mensajes de llamadas de reactivación genera un mensaje correspondiente de llamada de reactivación y el mismo se envía a la estación base que gestiona la célula potenciadora de capacidad.

Las funciones antes descritas se pueden implementar en hardware usando cualquier tecnología de hardware convencional tal como una tecnología de Circuitos Integrados (IC), que incluyen la posibilidad de usar circuitería básica de la estación base para proporcionar cobertura de radiocomunicaciones y gestionar relaciones de células vecinas, y hardware general de estaciones base para recibir y enviar mensajes de control. Alternativamente, por lo menos algunas de las funciones se pueden implementar en software para su ejecución en un hardware de procesamiento adecuado, tal como un microprocesador o procesador de señal digital, incluyendo la posibilidad de usar las capacidades de procesamiento generales de la estación base.

La Fig. 12 es un diagrama de flujo esquemático de otro ejemplo de un método para una estación base que presta servicio a una célula básica que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones. En la etapa S31, la estación base recibe una indicación de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad con fines relacionados con el ahorro energético sobre la capa de red de radiocomunicaciones en el protocolo X2AP, y la estación base mantiene la información correspondiente de configuración de célula de la célula potenciadora de capacidad. En la etapa S32, la estación base toma una decisión de reactivación para activar la célula potenciadora de capacidad sobre la base de parámetros relacionados con la carga. En la etapa S33, la estación base envía un mensaje de llamada de reactivación a la estación base que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad sobre la capa de red de radiocomunicaciones en el protocolo X2AP cuando se decide que la estación base que presta servicio a la célula básica necesita que la célula potenciadora de capacidad se vuelva operativa.

La Fig. 13 es un diagrama de flujo esquemático de otro ejemplo de método para una estación base que presta servicio a una célula potenciadora de capacidad. En la etapa S41, la estación base toma una decisión de interrumpir el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad basándose en la carga de la célula potenciadora de capacidad. En la etapa S42, la estación base interrumpe el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético, aunque manteniendo información correspondiente de configuración de célula. En la etapa S43, la estación base envía una indicación de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad con fines relacionados con el ahorro energético hacia la estación base que presta servicio a la célula básica sobre la capa de red de radiocomunicaciones en el protocolo X2AP. Opcionalmente, en la etapa S44, la estación base puede recibir posteriormente un mensaje de llamada de reactivación, solicitando a la célula potenciadora de capacidad que se vuelva operativa, sobre la capa de red de radiocomunicaciones en el protocolo X2AP y activar la célula potenciadora de capacidad basándose en el mensaje de llamada de reactivación.

La Fig. 14 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de un escenario con estaciones base que prestan servicio a tipos diferentes de células. En este ejemplo particular, se muestran dos estaciones base 100-1 y 100-2 de radiocomunicaciones que prestan servicio respectivamente a las células básicas A1 y A2. Se muestran también tres estaciones base 200-1, 200-2 y 200-3 que prestan servicio respectivamente a células potenciadoras B1, B2 y B3 de capacidad. Se pueden usar tipos diferentes de disposiciones de antenas incluyendo configuraciones de antenas tanto omnidireccionales como direccionales. En el ejemplo ilustrado en la Fig. 14, las células básicas A1 y A2 proporcionan cobertura básica o amplia, y las células potenciadoras B1, B2 y B3 de capacidad se pueden usar para potenciaciones de capacidad en regiones más pequeñas. Las células básicas A1 y A2 están parcialmente solapadas, y la célula potenciadora B3 de capacidad cubre una parte más pequeña de la célula básica A1 así como una parte más pequeña de la célula básica A2. La célula potenciadora B1 de capacidad cubre una región más pequeña dentro de la célula básica A1 y la célula potenciadora B2 de capacidad cubre una región más pequeña dentro de la célula básica A2. Naturalmente, dentro del alcance de la presente invención son viables un número infinito de configuraciones diferentes de célula.

Las realizaciones antes descritas deben entenderse como algunos ejemplos ilustrativos de la presente invención. Aquellos expertos en la materia entenderán que se pueden realizar varias modificaciones, combinaciones y cambios en las realizaciones sin desviarse con respecto al alcance de la presente invención. En particular, diferentes soluciones parciales de las diferentes realizaciones se pueden combinar en otras configuraciones, cuando ello sea técnicamente posible.

Abreviaturas

	E-UTRAN	Red Terrestre de Acceso de Radiocomunicaciones Universal y Evolucionada
	HCS	Estructura Celular Jerárquica
	IC	Circuito Integrado
10	LTE	Evolución de Largo Plazo
	LTE-A	LTE Avanzada
	O&M	Operación y Mantenimiento
	RAT	Tecnología de Acceso de Radiocomunicaciones
	RNL	Capa de Red de Radiocomunicaciones
15	RRC	Control de Recursos de Radiocomunicaciones
	SCTP	Protocolo de Transmisión de Control de Flujos Continuos
	TNL	Capa de Red de Transporte
	UE	Equipo de Usuario
	UMTS	Sistema Universal de Telecomunicaciones de Móviles
20	WCDMA	Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha
	X2AP	Protocolo de Aplicación X2
	3GPP	Proyecto de Asociación de 3ª Generación

Referencias

- [1] 3GPP TS 36.423
- 25 [2] 3GPP TS 36.300

REIVINDICACIONES

1. Método para añadir y/o retirar una célula de funcionamiento en una red heterogénea de radiocomunicaciones que tiene por lo menos dos tipos diferentes de células, que incluyen un primer tipo de célula básica para proporcionar cobertura básica de radiocomunicaciones y un segundo tipo de célula asociada a una célula básica, en calidad de célula potenciadora de la capacidad, comprendiendo dicho método las etapas de:
 - activar y desactivar selectivamente (S1) la célula potenciadora de la capacidad; cuando se interrumpe el funcionamiento de la célula potenciadora de la capacidad, la célula no existe por vía aérea aunque se mantiene información de configuración de célula, y cuando la célula potenciadora de capacidad se activa, se retransmite información de definición de célula y la célula vuelve a estar disponible a través de la interfaz aérea; y
 - comunicar (S2), sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones RNL en el Protocolo de Aplicación X2 X2AP, una indicación de interrupción de funcionamiento y un mensaje de llamada de reactivación para la activación de la célula potenciadora de capacidad, entre una estación base (200; eNB) que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad y una estación base (100; eNB) que presta servicio a la célula básica.
2. Método de funcionamiento de una estación base (100; eNB) que presta servicio a una célula básica que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones, teniendo dicha célula básica una relación de célula vecina con una célula asociada potenciadora de capacidad a la que presta servicio otra estación base (200; eNB), comprendiendo dicho método las etapas de:
 - la estación base (100; eNB) que presta servicio a la célula básica recibe (S11; S31) una indicación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones RNL en el Protocolo de Aplicación X2 X2AP de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula asociada potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético, y mantiene información correspondiente de configuración de célula;
 - la estación base (100; eNB) que presta servicio a la célula básica envía (S12; S33) un mensaje de llamada de reactivación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones RNL en el Protocolo de Aplicación X2 X2AP a la estación base (200; eNB) que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad asociada, cuando se decide que la estación base (100; eNB) que presta servicio a la célula básica necesita que la célula potenciadora de capacidad se vuelva operativa.
3. Método de la reivindicación 2, en el que la estación base (100; eNB) que presta servicio a la célula básica indica que necesita que la(s) célula(s) potenciadora(s) de capacidad se vuelva(n) operativa(s) por medio de dicho mensaje de llamada de reactivación en el protocolo X2AP, en donde dicho mensaje de llamada de reactivación es una Solicitud de Activación de Célula.
4. Método de la reivindicación 2, en el que dicha indicación se recibe en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB del protocolo X2AP.
5. Método de la reivindicación 4, en el que el motivo para la interrupción del funcionamiento como una acción debida a fines relacionados con el ahorro energético se indica en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB.
6. Método de la reivindicación 2, en el que la estación base (100; eNB) que presta servicio a la célula básica toma (S32) una decisión de reactivación para activar la célula potenciadora de capacidad basándose en parámetros relacionados con la carga, de la célula básica, de manera que la decisión de activar la célula potenciadora de capacidad es inducida por entidades vecinas, en donde dicha decisión de reactivación para activar la célula potenciadora de capacidad se basa en estadísticas sobre la carga de la célula básica y/o acciones de equilibrado de carga que son activadas por la célula básica hacia la célula potenciadora de capacidad.
7. Método de la reivindicación 2, en el que la célula básica y la célula potenciadora de capacidad representan tipos diferentes de células en una red heterogénea de radiocomunicaciones, en donde la red heterogénea de radiocomunicaciones tiene una Estructura Celular Jerárquica HCS, y la célula básica es una célula en una capa HCS inferior y la célula potenciadora de capacidad es una célula en una capa HCS superior.
8. Método de la reivindicación 2, en el que la estación base (100; eNB) que presta servicio a la célula básica y la estación base (200; eNB) que presta servicio a la célula asociada potenciadora de capacidad son elementos de red de radiocomunicaciones de tecnologías diferentes de acceso de radiocomunicaciones.
9. Estación base (100; eNB) adaptada para llevar a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8.
10. Método de funcionamiento de una estación base (200; eNB) que presta servicio a una célula potenciadora de capacidad, teniendo dicha célula potenciadora de capacidad una relación de célula vecina con una célula básica asociada, que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones, a la que presta servicio otra estación base (100; eNB), comprendiendo dicho método las etapas de:

- la estación base (200; eNB) que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad interrumpe (S21; S42) el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético, aunque manteniendo información de configuración de célula; y
- 5 - la estación base (200; eNB) que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad envía (S22; S43) una indicación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones RNL en el Protocolo de Aplicación X2 X2AP, de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad con fines relacionados con el ahorro energético, hacia la estación base (100; eNB) que presta servicio a la célula básica,
- 10 - la estación base (200; eNB) que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad recibe (S44) un mensaje de llamada de reactivación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones RNL en el Protocolo de Aplicación X2 X2AP desde la estación base (100; eNB) que presta servicio a la célula básica, solicitando a la célula potenciadora de capacidad que se vuelva operativa, y activa la célula potenciadora de capacidad basándose en el mensaje de llamada de reactivación.
- 11. Método de la reivindicación 10, en el que la interrupción del funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad se indica en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB del protocolo X2AP.
- 15 12. Método de la reivindicación 11, en el que el motivo de la interrupción del funcionamiento como una acción debida a fines relacionados con el ahorro energético se indica en el procedimiento de Actualización de Configuración de eNB.
- 20 13. Método de la reivindicación 10, en el que dicha etapa de interrupción de funcionamiento (S21; S42) de la célula es auto-activada, y la estación base (200; eNB) que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad toma (S41) una decisión de interrumpir el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad basándose en la carga de la célula potenciadora de capacidad.
- 25 14. Método de la reivindicación 10, en el que la célula básica y la célula potenciadora de capacidad representan tipos diferentes de células en una red heterogénea de radiocomunicaciones, en donde la red heterogénea de radiocomunicaciones tiene una Estructura Celular Jerárquica HCS, y la célula básica es una célula en una capa HCS inferior y la célula potenciadora de capacidad es una célula en una capa HCS superior.
- 15. Estación base (200; eNB) adaptada para llevar a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14.
- 30 16. Estación base (100) que tiene medios (110) para prestar servicio a una célula básica que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones, y medios (120) para gestionar una relación de células vecinas entre dicha célula básica y una célula asociada potenciadora de capacidad a la que presta servicio otra estación base, en donde dicha estación base (100) comprende:
 - medios (130) para recibir una indicación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones RNL en el Protocolo de Aplicación X2 X2AP de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula asociada potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético, y para mantener información correspondiente de configuración de célula; y
 - 35 - medios (140) para enviar un mensaje de llamada de reactivación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones RNL en el Protocolo de Aplicación X2 X2AP a la estación base que presta servicio a la célula potenciadora de capacidad asociada, cuando se decide que la estación base que presta servicio a la célula básica necesita que la célula potenciadora de capacidad se vuelva operativa.
- 40 17. Estación base (200; eNB) que tiene medios (210) para prestar servicio a una célula potenciadora de capacidad, y medios (240) para gestionar una relación de células vecinas entre dicha célula potenciadora de capacidad y una célula básica asociada, que proporciona cobertura básica de radiocomunicaciones, a la que presta servicio otra estación base (eNB), en donde dicha estación base (200; eNB) comprende:
 - medios (220) para interrumpir el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad por vía aérea con fines relacionados con el ahorro energético y para enviar una indicación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones RNL en el Protocolo de Aplicación X2 X2AP, de que se ha interrumpido el funcionamiento de la célula potenciadora de capacidad con fines relacionados con el ahorro energético, hacia la estación base (eNB) que presta servicio a la célula básica;
 - 45 - medios (230) para mantener información de configuración de célula correspondiente de la célula potenciadora de capacidad;
 - 50 - medios (225) para recibir un mensaje de llamada de reactivación sobre la Capa de Red de Radiocomunicaciones RNL en el Protocolo de Aplicación X2 X2AP desde la estación base (100; eNB) que presta servicio a la célula básica, solicitando que la célula potenciadora de capacidad se vuelva operativa, y para activar la célula potenciadora de capacidad basándose en el mensaje de llamada de reactivación.

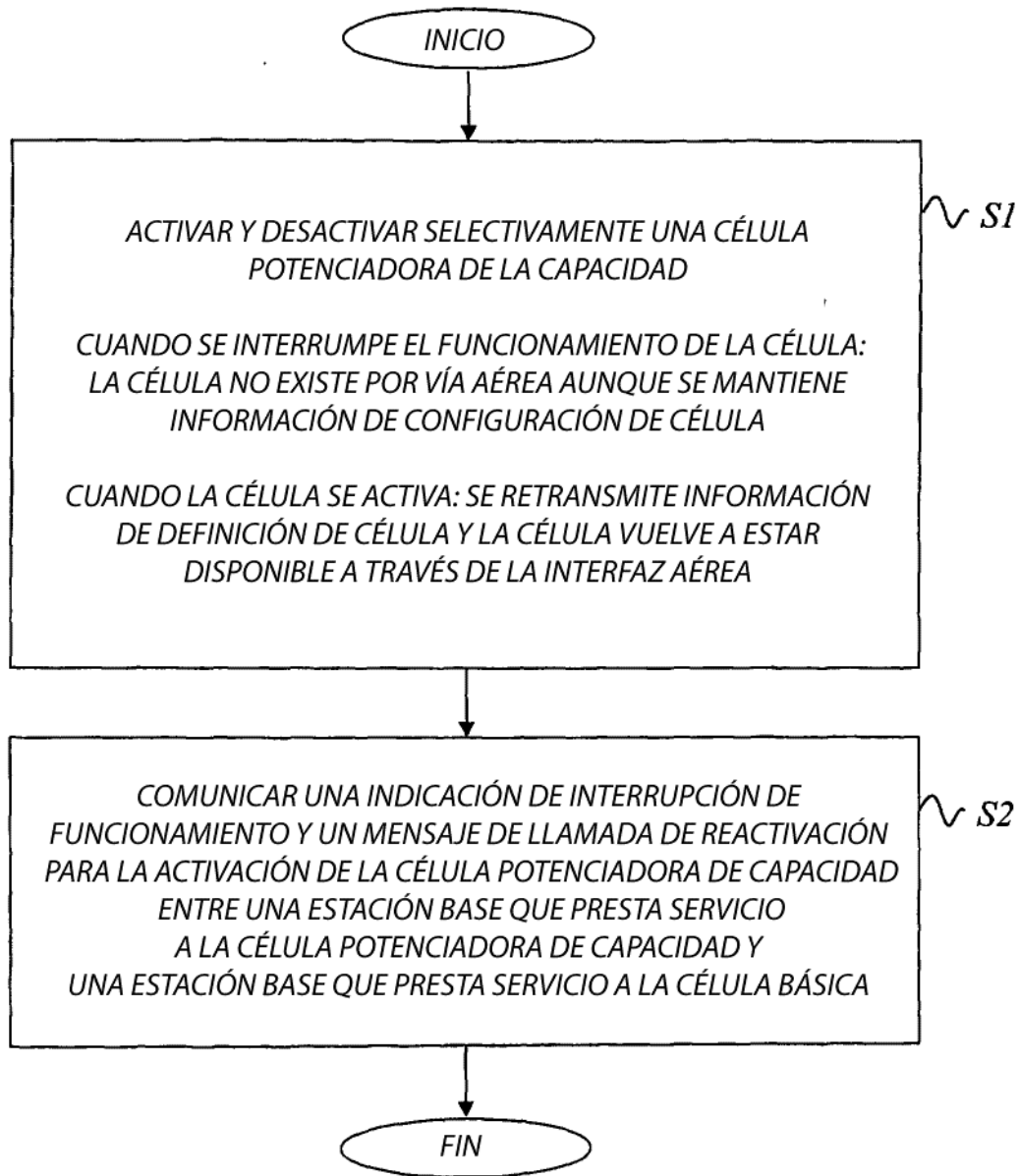


Fig. 1

ESTACIÓN BASE QUE PRESTA
SERVICIO A CÉLULA BÁSICA

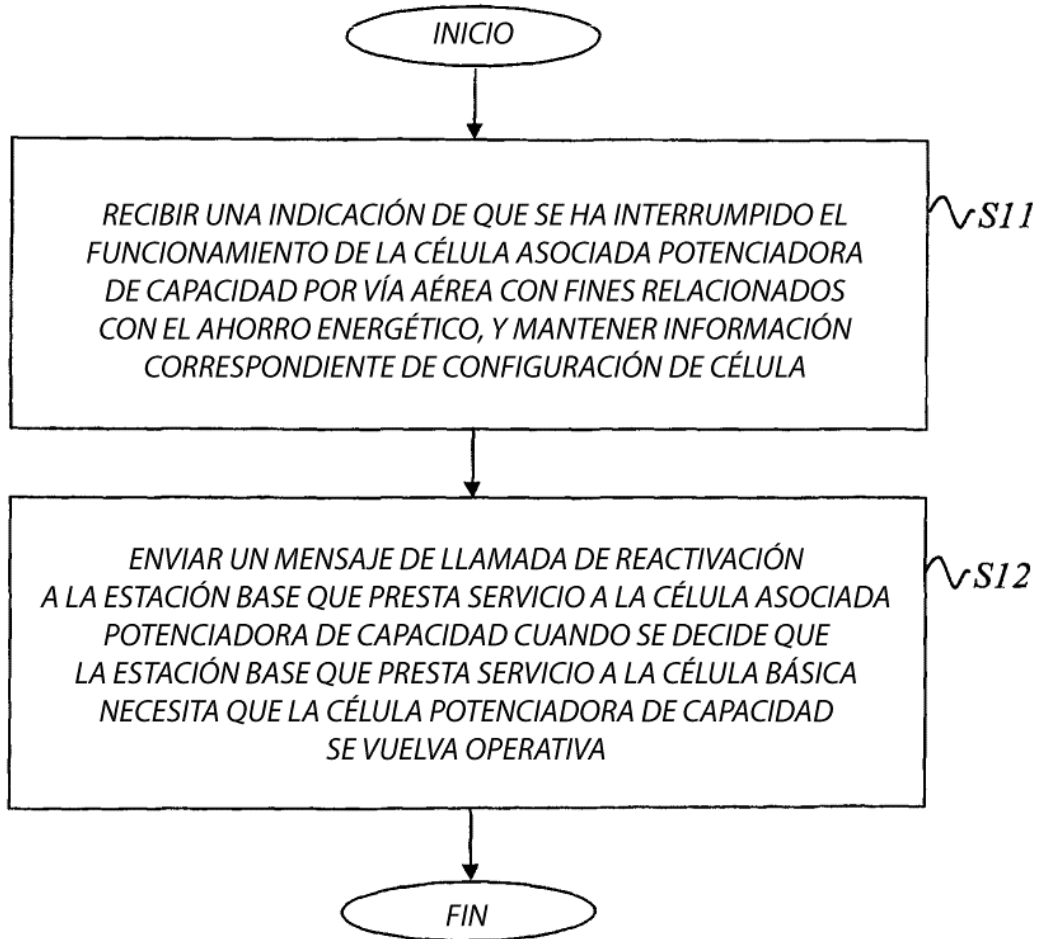


Fig. 2

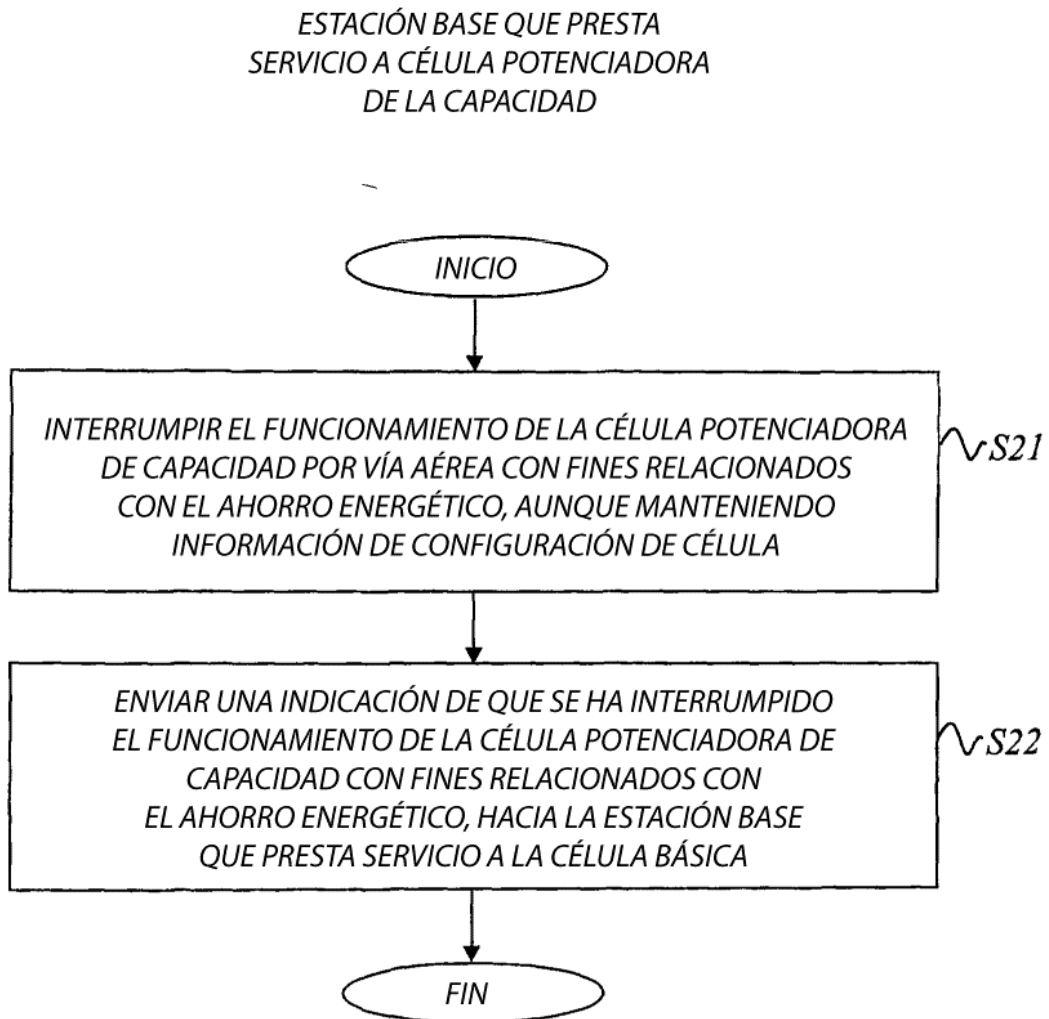


Fig. 3

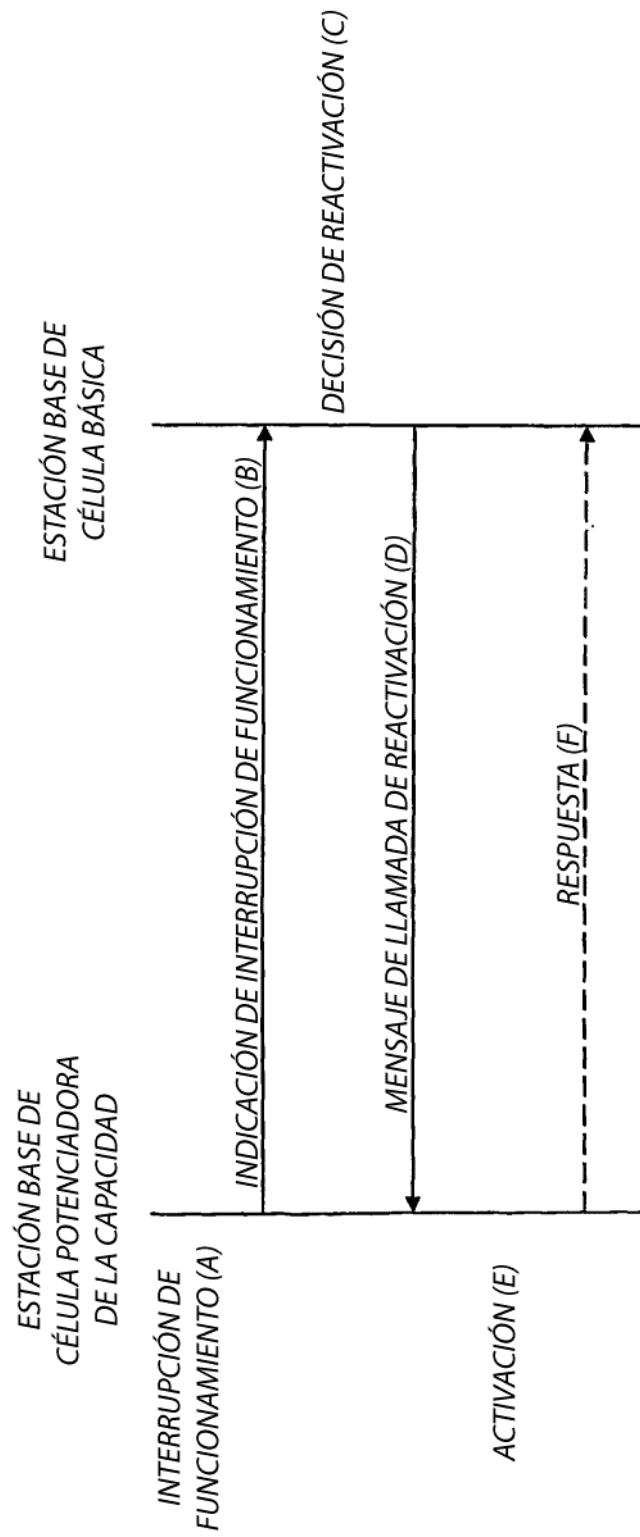


Fig. 4

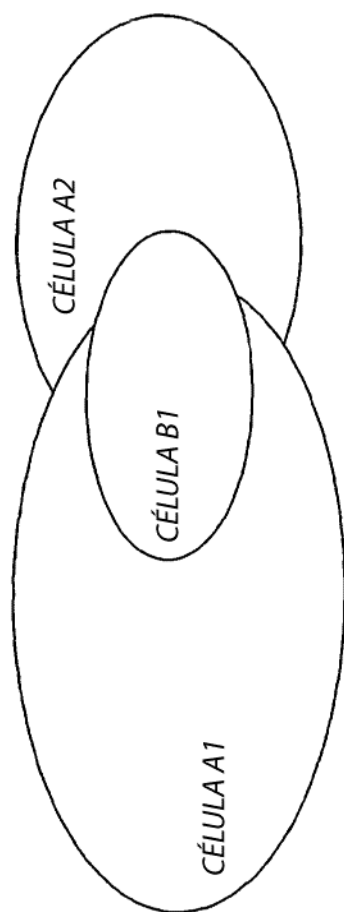


Fig. 5

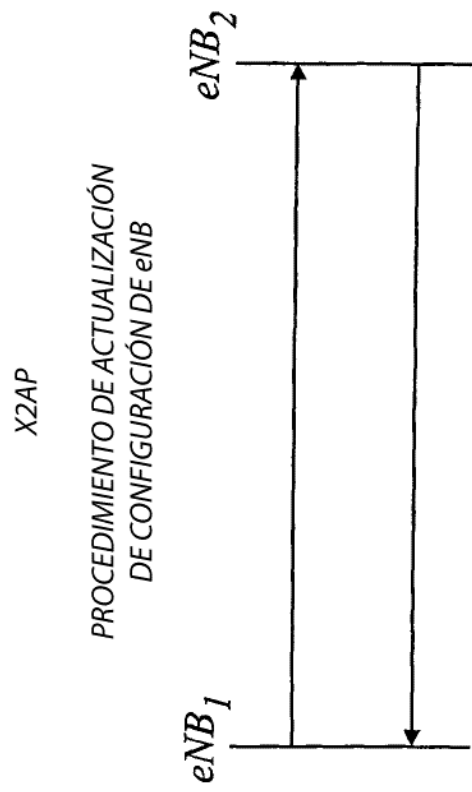


Fig. 6

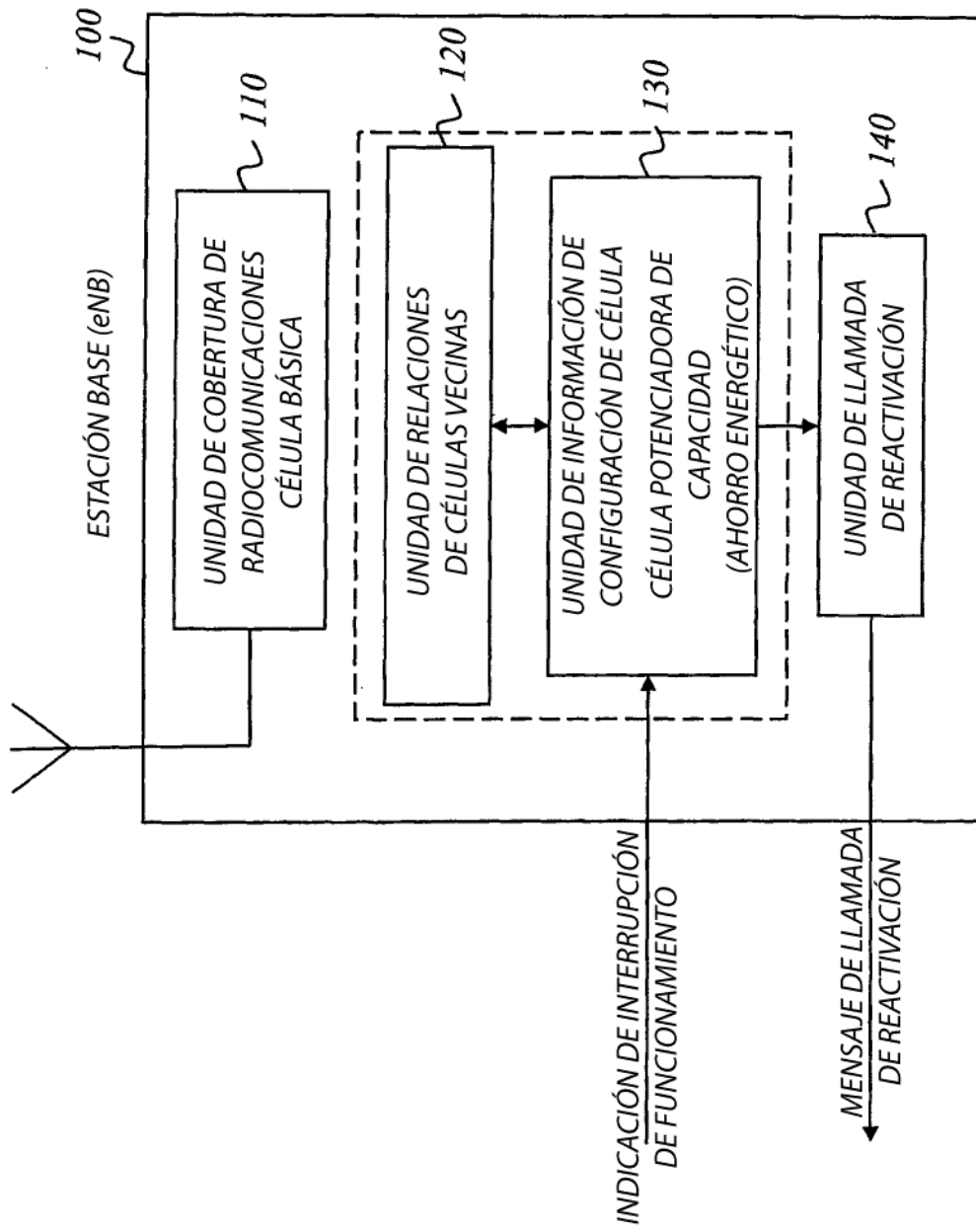


Fig. 7

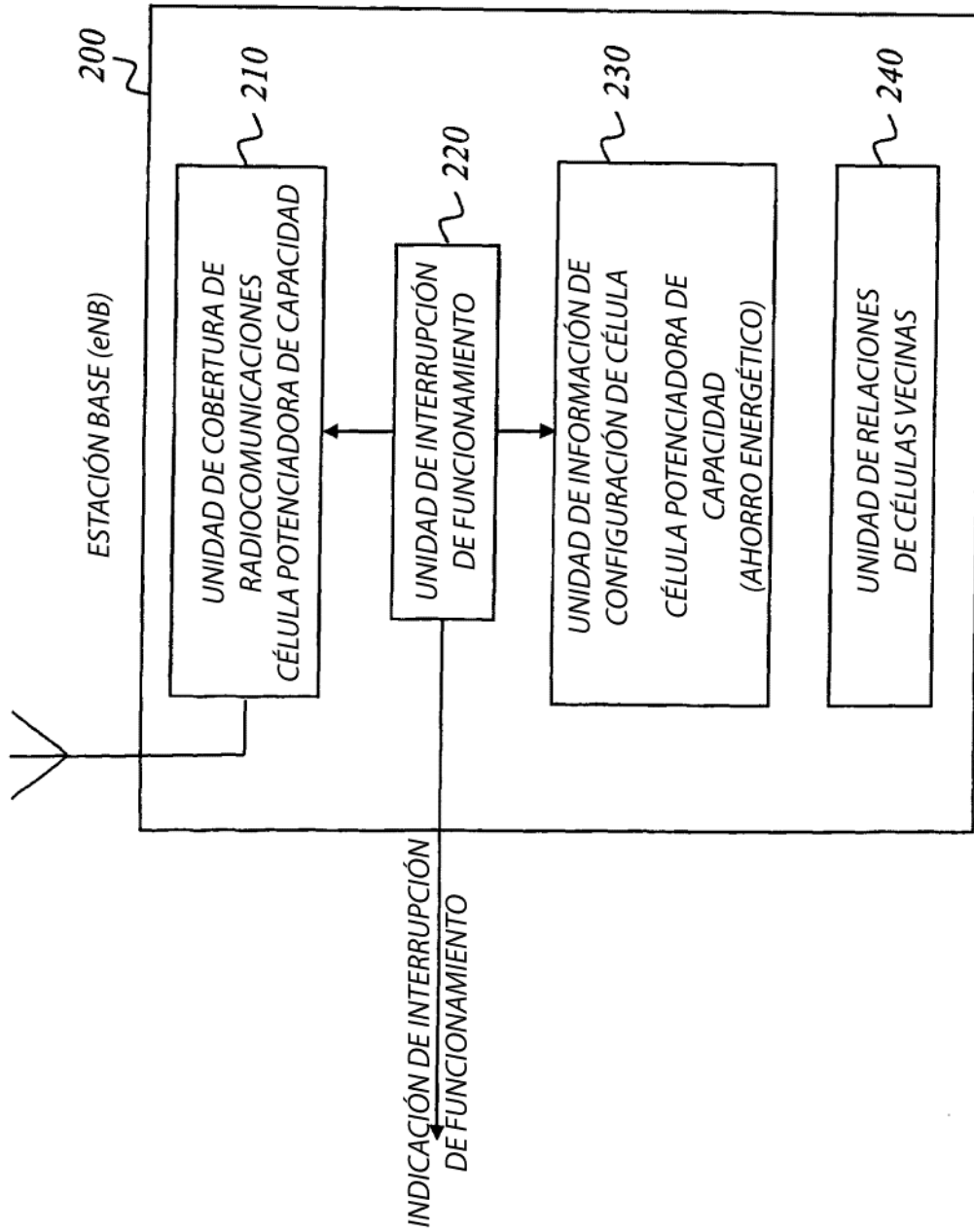


Fig. 8

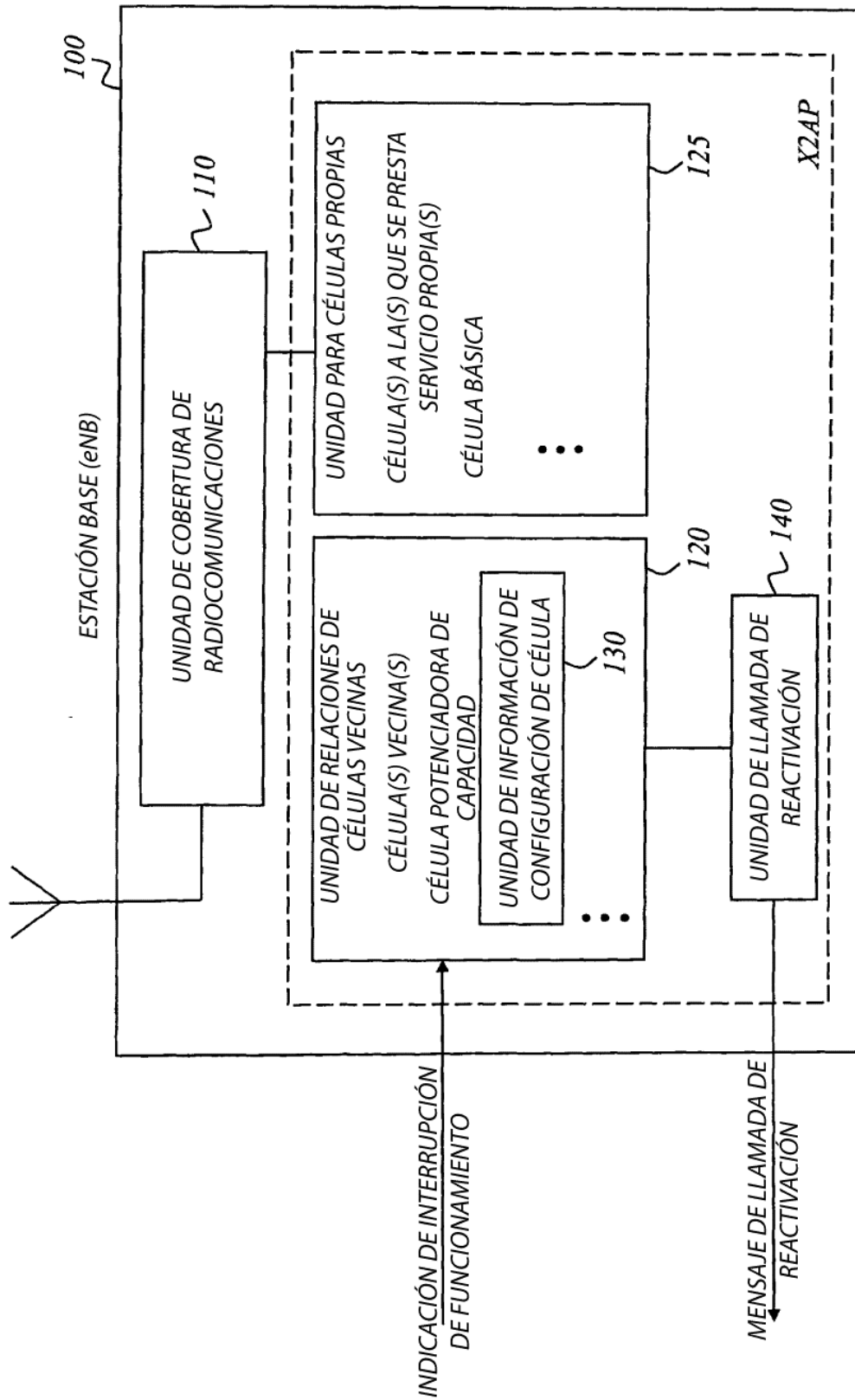


Fig. 9

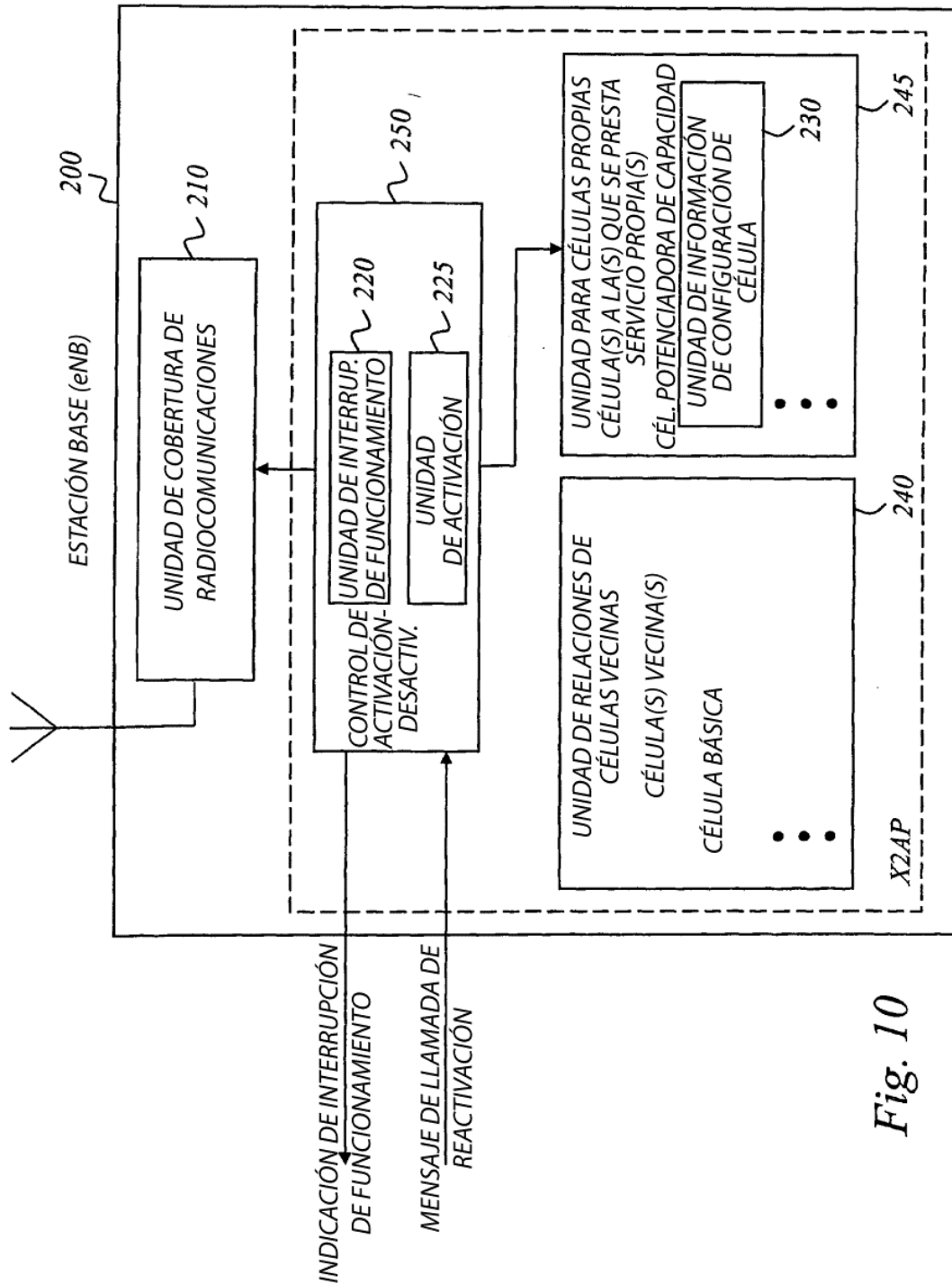


Fig. 10

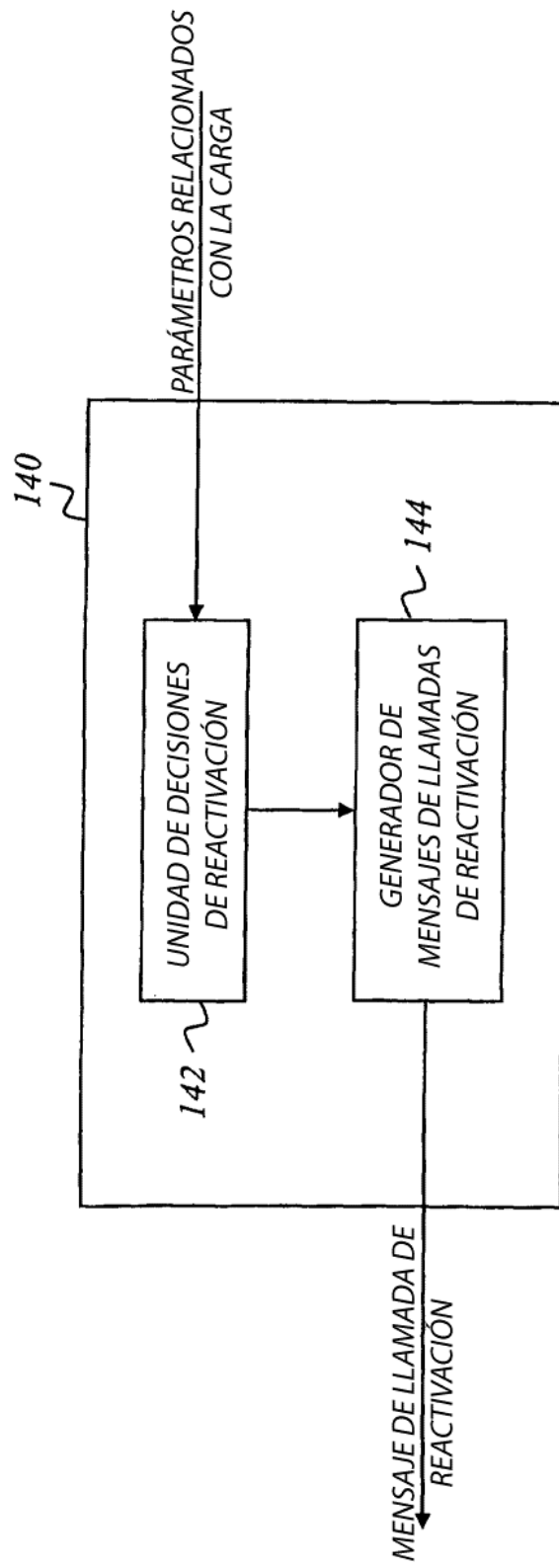


Fig. 11

ESTACIÓN BASE QUE PRESTA
SERVICIO A CÉLULA BÁSICA

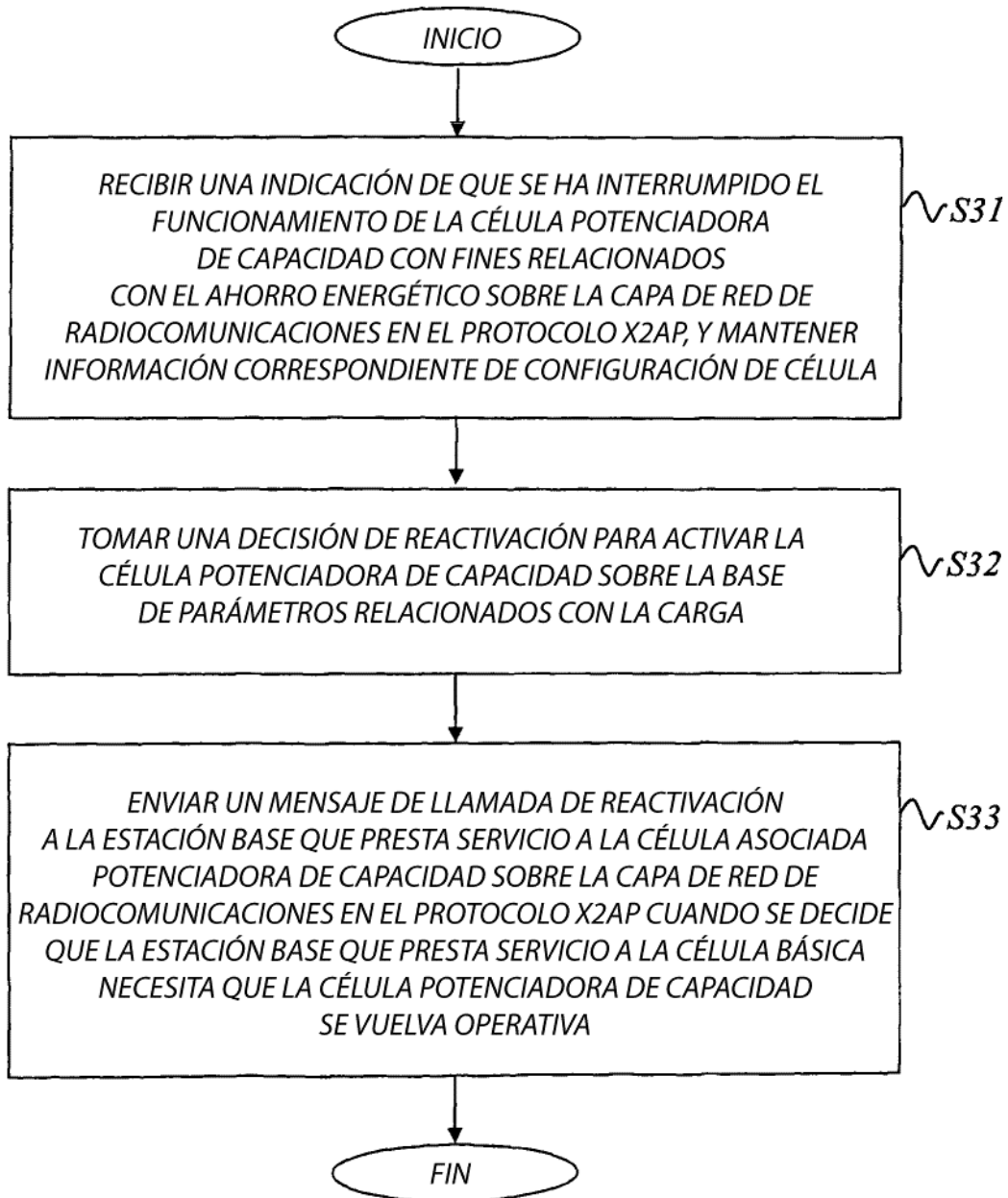


Fig. 12

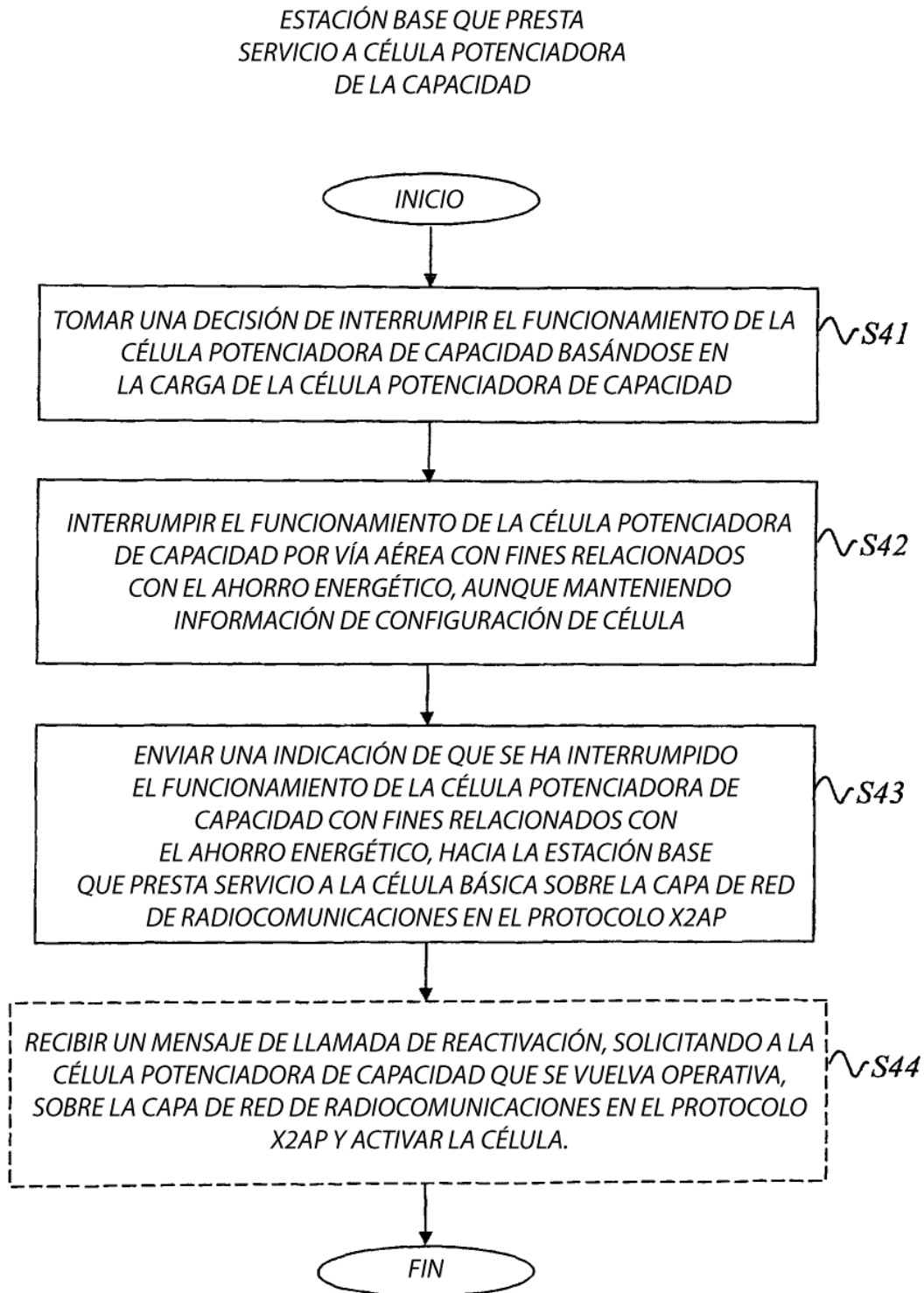


Fig. 13

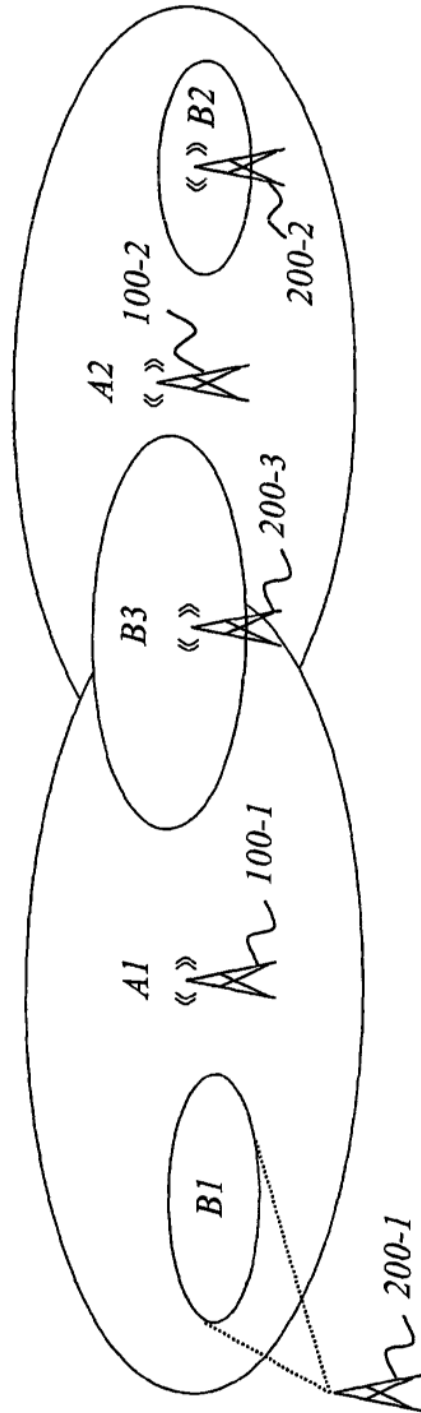


Fig. 14