

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 689**

51 Int. Cl.:

**H04W 68/02** (2009.01)

**H04W 52/02** (2009.01)

**H04W 76/04** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2014 PCT/CN2014/077255**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.11.2014 WO14180353**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2014 E 14794398 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2856815**

54 Título: **Ciclo de búsqueda prolongado y mejora de búsqueda en dispositivos de ahorro de energía LTE**

30 Prioridad:

**10.05.2013 US 201361821801 P**  
**09.05.2014 US 201414273886**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.01.2018**

73 Titular/es:

**MEDIATEK INC. (100.0%)**  
**No.1, Dusing Rd. 1st, Science-Based Industrial Park**  
**Hsin-Chu, Taiwan 300, TW**

72 Inventor/es:

**HSU, CHIA-CHUN y**  
**JOHANSSON, PER JOHAN MIKAEL**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 648 689 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

Ciclo de búsqueda prolongado y mejora de búsqueda en dispositivos de ahorro de energía LTE

### CAMPO DE LA INVENCION

5 Las formas de realización divulgadas se relacionan con dispositivos de red de comunicaciones móviles y más en particular con la mejora del equipo de usuario para la optimización del consumo de energía.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 La Evolución a Largo Plazo (LTE, Long Term Evolution) es un sistema universal de telecomunicaciones móviles mejorado (UMTS, Universal Mobile Telecommunication System) que provee mayor velocidad de datos, menor latencia y capacidad del sistema mejorada. En los sistemas LTE, una red de acceso radio terrestre universal evolucionada incluye una pluralidad de estaciones de base denominadas Nodos B evolucionados (eNB) que se comunican con una pluralidad de estaciones móviles que se denominan equipo de usuario (UE, User Equipment). Un UE se puede comunicar con una estación de base o un eNB a través del enlace descendente y el enlace ascendente. El enlace descendente (DL, DownLink) se refiere a la comunicación desde la estación de base al UE. El enlace ascendente (UL, UpLink) se refiere a la comunicación desde el UE a la estación de base.

15 A pesar de las mejoras en el sistema LTE, el mismo aún enfrenta problemas de capacidad y eficiencia debido al rápido crecimiento de los diferentes usuarios móviles. Específicamente, los UE en la red móvil se enfrentan con crecientes problemas de eficiencia energética. El consumo de energía es importante para los UE que funcionan con baterías y para los UE que utilizan una fuente de alimentación externa. La importancia aumenta con el crecimiento continuo de la masa de dispositivos y los casos de uso más exigentes. La rápida aceptación de los suscriptores de  
20 teléfonos inteligentes y el lanzamiento de diferentes tipos de dispositivos móviles, tales como los dispositivos de comunicación tipo máquina (MTC, Machine Type Communication), crean desafíos adicionales para la eficiencia energética.

25 En los casos de uso de máquina a máquina (M2M, Machine-to-Machine), los dispositivos tipo sensores con módems funcionan con baterías y el costo de cambiar o cargar las baterías de una gran cantidad de dispositivos es demasiado alto para ser conveniente. La duración de la batería puede determinar la vida útil de los dispositivos o la vida útil de la red. Para una amplia variedad de aplicaciones (por ejemplo, aplicaciones para teléfonos inteligentes o aplicaciones MTC), la duración de la batería del UE también se convierte en una gran preocupación. Una cantidad considerable de aplicaciones muestran patrones de tráfico que utilizan un consumo de energía innecesario, porque  
30 no está optimizado el consumo de energía de muchas de las aplicaciones en segundo plano y el tráfico de segundo plano. Incluso en escenarios en que los UE pueden consumir la energía de una fuente de alimentación externa, aun así es deseable consumir menos energía para el propósito de eficiencia energética.

35 Por lo tanto, se requiere la optimización del consumo de energía del UE debido a la mayor popularidad de diversas aplicaciones móviles. El sistema LTE ha introducido la recepción discontinua (DRX, discontinuous reception) tanto en estado conectado como inactivo. En general, el ciclo prolongado de DRX ayuda a mejorar la vida útil de la batería del UE y a reducir la sobrecarga de señalización de la red. Sin embargo, el ciclo prolongado de DRX también crea problemas potenciales a los sistemas LTE. Los UE en estado inactivo tienen como requerimiento salir del periódicamente para monitorear el canal de búsqueda (PCH, paging channel) de los datos de enlace descendente. Para algunos servicios o dispositivos, el ciclo de búsqueda actual es demasiado corto y por lo tanto, no está optimizado energéticamente. El ciclo DRX actual máximo para un dispositivo LTE es de 2,56 segundos, es decir, un  
40 UE sale del reposo durante un milisegundo cada 2,56 segundos. Si la forma actual de cálculo de la ocasión de búsqueda no cambia, entonces la extensión del ciclo de búsqueda está limitada por la vuelta a cero del número de trama del sistema (SFN, System Frame Number), que es de 10,24 segundos. La forma actual de cálculo de la ocasión de búsqueda no funciona para mayor longitud. GB 2 483 752 A enumera períodos de tiempo de DRX extendidos para comunicaciones de tipo máquina utilizando una referencia de temporización absoluta.

45 Otro problema es que un ciclo de reposo muy prolongado puede afectar la movilidad del UE. Cuando un UE está en un ciclo de reposo prolongado, no realiza mediciones de movilidad. El UE solo realiza mediciones para la evaluación de movilidad para cada salida del reposo. La red por lo tanto termina con una medición poco precisa para realizar eficientemente la asistencia de preparación para el traspaso del UE. Además, con un ciclo de DRX en la magnitud de minutos, es probable que la reelección de celda no funcione y no se pueda utilizar. Esto se debe a que es probable que el UE se haya desplazado una gran distancia y se haya alejado de la cobertura de la celda en la que originalmente acampó. Cuando el UE sale del reposo para una búsqueda, los parámetros de reelección de celda almacenados para la celda anterior ya no son aplicables. Como resultado, el UE tiene que hacer la selección de celda. Para implementar la política de red y limitar el esfuerzo de exploración global, es deseable que la red todavía  
50 tenga la capacidad de proveer los parámetros de reelección de celda que sean válidos para un área más amplia para estos UE con ciclo de reposo prolongado.

Otro problema potencial del ciclo de reposo prolongado es la solidez de la búsqueda, porque las ocasiones de búsqueda no están sincronizadas entre las celdas. Esto significa que cuando un UE sale del reposo y está fuera de la cobertura de la celda donde originalmente acampó, el UE necesita acampar en una nueva celda para recibir allí la búsqueda y esperar allí (en modo reposo) la búsqueda. Para un UE que se desplaza más rápidamente y cambia de celdas de cobertura muchas veces durante el reposo, el resultado puede ser que el tiempo de reactivación de búsqueda sea siempre incorrecto, es decir, el UE calcula su ocasión de búsqueda en base a los parámetros de la celda donde anteriormente acampó en cuya cobertura ya no está el UE cuando sale del reposo. Incluso para un UE que no cambia de celda con mucha frecuencia, un reposo prolongado también da como resultado un corrimiento del reloj y el riesgo de búsquedas faltantes debido al monitoreo de la búsqueda en una temporización equivocada. Además, si el ciclo de búsqueda es muy largo, es esperable una sesión de reactivación más larga ya que el UE puede necesitar una preparación más larga. Por ejemplo, el corrimiento de temporización puede ser de hasta un segundo para un ciclo de búsqueda largo, por lo que un tiempo de reactivación de milisegundos no es suficiente para que el UE se prepare para la sincronización. En general, si el ciclo de búsqueda se extiende hasta aproximadamente 10 segundos, parece factible simplemente extender el mecanismo de búsqueda actual. Sin embargo, si el ciclo de búsqueda se extiende a la magnitud de minutos o más, entonces parece ser que el impacto es mucho mayor. Es deseable un nuevo mecanismo de búsqueda para mejorar la solidez y la flexibilidad de la búsqueda.

### SÍNTESIS DE LA INVENCIÓN

En los sistemas LTE, un ciclo de búsqueda prolongado ayuda a mejorar la vida útil de la batería del dispositivo y a reducir la sobrecarga de señalización de la red. En la presente invención, se propone un procedimiento de reelección de celda mejorado y un mecanismo de búsqueda mejorado cuando un equipo de usuario (UE) está configurado con un ciclo de búsqueda muy prolongado. El método de acuerdo con la invención está definido en la reivindicación independiente 1. Las reivindicaciones dependientes definen formas de realización preferidas del mismo.

En un aspecto novedoso, se provee un mecanismo de búsqueda mejorado para los UE que salen del reposo de un ciclo de búsqueda muy prolongado para que mejore la solidez y la flexibilidad de la búsqueda. La búsqueda mejorada incluye una búsqueda en tiempo absoluto (ATP, absolute time paging) y una búsqueda en tiempo de reactivación extendido. Para la búsqueda en tiempo absoluto, un UE recibe una configuración ATP y utiliza el tiempo real, es decir, el tiempo absoluto, para calcular la ocasión de búsqueda si se cumple una condición. La configuración ATP está basada en la capacidad y requisito de UE. La condición para la validez de ATP puede incluir un temporizador, PLMN (Public Land Mobile Network, Red Pública Móvil Terrestre) o TA (Tracking Area, Área de Seguimiento). En una forma de realización, el tiempo real se adquiere de al menos uno de un reloj de UE interno, un tiempo de GPS, información emitida desde la red, o información de una señalización de capa superior.

Para la búsqueda con tiempo de reactivación extendido, un UE aplica un ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía seguido de múltiples ciclos de búsqueda normales después de salir de un reposo profundo del ciclo de búsqueda prolongado. La duración prolongada del ciclo de búsqueda de ahorro de energía es al menos de la magnitud de minutos o más. El UE se considera apagado en el nivel AS (Access Stratum, Estrato con Acceso) y no realiza el procedimiento de modo inactivo durante el reposo profundo. El UE vuelve al ciclo de búsqueda prolongado desde los múltiples ciclos de búsqueda normales después que se cumple una condición. En una forma de realización, la condición comprende un temporizador y una cantidad máxima de ciclos de búsqueda normales. En otra forma de realización, la duración prolongada del ciclo de búsqueda es infinita y el UE entra en el ciclo de búsqueda normal solo después de una búsqueda disparada por TAU (Tracking Area Update, Actualización de Área de Seguimiento) o por tráfico de enlace ascendente.

Otras formas de realización y ventajas se describen a continuación en la descripción detallada. Esta síntesis no pretende definir la invención. La invención está definida por las reivindicaciones.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las figuras adjuntas, en que números similares indican componentes similares, ilustran las formas de realización de la invención.

La Figura 1 ilustra una red de comunicaciones móviles que soporta la reelección de celda mejorada y la búsqueda mejorada de acuerdo con un aspecto novedoso.

La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques ejemplificativo de un UE que soporta las formas de realización de la invención.

La Figura 3 ilustra un flujo del método de reelección extendida de celda que es útil para comprender la invención.

La Figura 4 ilustra un diagrama de secuencia de señalización entre un UE y una red para soportar la selección extendida de celda después de la salida de reposo del UE.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un método para la reelección extendida de celda que es útil para comprender la invención.

5 La Figura 6 ilustra un flujo de un método de búsqueda en tiempo absoluto.

La Figura 7 ilustra un diagrama de secuencia de señalización entre un UE y una red para soportar un mecanismo de búsqueda en tiempo absoluto.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de un método de búsqueda en tiempo absoluto de acuerdo con un aspecto novedoso.

10 La Figura 9 ilustra un diagrama de secuencia de señalización entre un UE y una red para soportar un mecanismo de búsqueda mejorado con tiempo de reactivación extendido.

La Figura 10 es un diagrama de flujo de un método de búsqueda mejorada con tiempo de reactivación extendido de acuerdo con un aspecto novedoso.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

15 Ahora se hará referencia en detalle a algunas formas de realización de la invención, cuyos ejemplos se ilustran en las figuras adjuntas.

La Figura 1 ilustra una red de comunicaciones móviles que soporta la reelección de celda mejorada y la búsqueda mejorada de acuerdo con un aspecto novedoso. En el ejemplo de la Figura 1, una red de comunicaciones móviles 102 es una red LTE. En el paso 111, un equipo de usuario UE 101 acampó en una celda en modo inactivo normal o estableció una conexión RRC (Radio Resource Control, Control de Recursos de Radio) con una estación de base servidora en modo conectado. En el paso 112, el UE 101 adquiere las configuraciones y parámetros de la red 102. Las configuraciones y parámetros, por ejemplo, pueden estar relacionados con la operación en modo reposo y relacionados con las configuraciones y parámetros de búsqueda y reelección de celda. El UE 101 puede estar configurado con diferentes operaciones del modo reposo que tienen diferentes ciclos de reposo tanto para el modo inactivo como para el modo conectado.

En el paso 113, el UE 101 entra en modo reposo en base a un ciclo de búsqueda configurado. En el paso 114, el UE 101 sale del reposo del ciclo de búsqueda para monitorear un canal de búsqueda (PCH). Por ejemplo, si el UE 101 está en modo inactivo normal, entonces el UE 101 puede ir a reposo de un ciclo de búsqueda normal configurado que tiene una duración normal del ciclo de búsqueda, y el UE 101 periódicamente sale del reposo en modo inactivo normal para monitorear el PCH. Por otra parte, en relación con el consumo de energía y la duración de la batería, el UE 101 se puede configurar con un ciclo de búsqueda de ahorro de energía que tiene una duración muy prolongada del ciclo de búsqueda de ahorro de energía, por ejemplo, en la magnitud de minutos o más. Si el UE 101 sale del reposo profundo del ciclo de búsqueda muy prolongado de ahorro de energía, entonces pueden surgir diversos problemas que incluyen la movilidad del UE, la reelección de celda y la solidez de la búsqueda debido al ciclo de búsqueda muy prolongado.

En un aspecto novedoso, se propone un procedimiento de reelección de celda mejorado y un mecanismo de búsqueda mejorado cuando el UE está configurado con un ciclo de búsqueda muy prolongado con propósitos de ahorro de energía. En el paso 115, el UE 101 realiza un procedimiento de reelección de celda mejorado al salir del reposo de un ciclo de búsqueda muy prolongado. Desde el punto de vista del UE y de la red, se prefiere la reelección de celda que la selección de celdas. Sin embargo, la reelección de celda actual solo es válida en las celdas vecinas de la celda en la que se acampó previamente. Por lo tanto, si el UE 101 ya ha abandonado las cercanías después de un reposo prolongado, entonces esos parámetros de reelección de celda serán obsoletos. Por consiguiente, la red 102 provee parámetros para la reelección de celda que se pueden aplicar para un rango más amplio del área. Como resultado, el UE 101 todavía puede realizar la reelección de celda después de un prolongado reposo profundo. Esto se referencia como "Reelección Extendida de Celda (ECR, Extended Cell Reselection)".

Además de mejorar la reelección de celda, también es deseable un mecanismo de búsqueda mejorado si el UE 101 está configurado con un ciclo de búsqueda muy prolongado. En el paso 116, el UE 101 realiza una búsqueda mejorada, que incluye la búsqueda en tiempo absoluto (ATP) y la búsqueda en tiempo de reactivación extendido. Si el UE 101 es un UE que se desplaza más rápidamente y que cambia la celda de cobertura muchas veces durante el prolongado reposo profundo, el tiempo de reactivación para la búsqueda puede ser siempre incorrecto, es decir, el UE calcula su ocasión de búsqueda en base a los parámetros de la celda en la que acampó anteriormente en cuya

cobertura el UE ya no está cuando sale del reposo. Incluso si el UE 101 no cambia la celda con mucha frecuencia, un reposo profundo muy prolongado también tiene como resultado el corrimiento del reloj y el riesgo de búsquedas faltantes debido al monitoreo de la búsqueda en la temporización equivocada. Por consiguiente, el UE 101 calcula la ocasión de búsqueda que no se basa en la referencia de la celda en la que se acampó sino, en cambio, en base al tiempo real, por ejemplo, el tiempo de reloj. Como resultado, si la temporización se sincroniza entre la red y el UE, entonces se reduce la probabilidad de salir del reposo en una temporización equivocada después de un prolongado reposo profundo.

Otra mejora de búsqueda es la búsqueda en tiempo de reactivación extendido. El tiempo de reactivación actual para el UE en modo inactivo es de solo un milisegundo por ciclo de búsqueda. Si el ciclo de búsqueda es muy prolongado, se espera una sesión de reactivación más prolongada ya que se espera que el UE pase a través de una preparación más larga. Esto se debe a que la temporización es en general proporcional a la duración del ciclo de búsqueda. Para un ciclo de búsqueda largo, el corrimiento de tiempo puede ser de hasta un segundo, por lo tanto, el tiempo de reactivación de un milisegundo no es suficiente para que el UE prepare, por ejemplo, la sincronización. Por consiguiente, el UE puede permanecer fuera de reposo más tiempo que el requisito actual. El tiempo de reactivación extendido también permite una mayor flexibilidad en la solicitud de búsqueda MME (Mobility Management Entity, Entidad de Gestión de Movilidad) y así reduce la probabilidad de búsquedas faltantes y retrasos del paquete.

La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques ejemplificativo de un UE 201 que soporta las formas de realización de la invención. El UE 201 comprende una memoria 211, un procesador 212, un módulo transmisor y receptor de radiofrecuencia (RF) 213 conectado con una antena 214 y una pila de protocolos 3GPP (Third Generation Partnership Project, Proyecto de Asociación para la Tercera Generación) que soporta diversas capas de protocolos que incluyen NAS 230, RRC 231, RLC 232, MAC 233 y PHY 234. En la dirección de transmisión, el transceptor convierte las señales de banda base recibidas del procesador de señales RF y las envía a las antenas. En la dirección de recepción, el procesador procesa las señales de banda base recibidas del transceptor e invoca diferentes módulos funcionales para realizar diversas características soportadas por el UE.

Los diferentes módulos de funciones incluyen un módulo de configuración 220, un módulo de medición 221, un módulo de control de modo reposo 222, un módulo de selección y reelección de celda 223, un módulo de control de búsqueda 224, un reloj interno 225 y un temporizador 226. Los módulos de funciones se pueden implementar mediante software, programación en firme, hardware o cualquier combinación de los mismos. Los módulos de funciones, cuando son ejecutados por el procesador 212 (por medio de las instrucciones de programas 215 contenidas en una memoria 211) funcionan entre sí para permitir que el UE 201 realice una reelección de celda mejorada y un mecanismo de búsqueda mejorado. Por ejemplo, el módulo de configuración recibe los parámetros para ECR y las configuraciones para ATP desde la red y configura el UE con diferentes ciclos de búsqueda. El módulo de control del modo reposo permite al UE que entre en reposo y por consiguiente salga del reposo de los ciclos de búsqueda. El módulo de selección y reelección de celda realiza la reelección extendida de celda para el UE después de que el UE sale del reposo del ciclo de búsqueda prolongado. El módulo de control de búsqueda permite que el UE realice una búsqueda mejorada que sea más sólida y más flexible.

#### Reselección extendida de celda (ECR)

La Figura 3 ilustra un flujo del método de reelección de celda extendido que es útil para comprender la invención. En el paso 311, un UE acampó en una celda en el modo inactivo normal o ha establecido una conexión RRC con una estación de base servidora en modo conectado. El UE está configurado con un ciclo de búsqueda que tiene una duración normal de ciclo de búsqueda o una duración muy prolongada de ciclo de búsqueda de ahorro de energía. En el paso 312, el UE entra en reposo para la duración del ciclo de búsqueda configurado. En el paso 313, el UE sale del reposo del ciclo de búsqueda. En el paso 314, el UE determina si ha estado en reposo durante un ciclo de búsqueda muy prolongado. Si la respuesta es NO, entonces el UE aplica la selección de celda heredada en el paso 321. El procedimiento de selección de celda heredada tiene un alto consumo de energía, ya que involucra explorar todas las frecuencias posibles para encontrar la mejor celda apropiada para el UE.

Si la respuesta al paso 314 es SÍ, entonces en el paso 331 el UE recupera los parámetros almacenados para la reelección extendida de celda (ECR). La reelección de celda es un mecanismo para que el UE cambie de celda después de que el UE ya acampó en una celda. En base a los parámetros de reelección de celda configurados, el UE utiliza ciertos criterios y algoritmos para el proceso de reelección de celda. En general, los parámetros de ECR se utilizan para definir ciertos criterios y algoritmos para el UE después del reposo profundo con el propósito de reelección de celda. La lista de parámetros de ECR se muestra en la tabla 310 e incluye las prioridades absolutas de diferentes frecuencias E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network, Red de Acceso Radio Terrestre Universal Evolucionada) o frecuencias inter-RAT (inter-(Radio Access Technology), inter-(Tecnología de Acceso de Radio)), desplazamiento RAT, umbral para la reelección de celda a frecuencia/RAN (Radio Access Network, Red de Acceso de Radio) de mayor/menor prioridad, periodicidad de reelección de celda ( $T_{reselection}$ ) y factor de escala de movilidad, umbral de criterio de detención de medición, energía de transmisión máxima y una lista de celdas negro/blanco.

Las prioridades absolutas definen las prioridades de diferentes frecuencias de exploración. De forma similar, el desplazamiento RAT define la RAT preferida para la reelección de celda. La reelección de celda LTE es un proceso basado en prioridades. Un UE siempre mide frecuencias y las RAT con mayor prioridad en base a las prioridades absolutas y el desplazamiento RAT. Como resultado, el UE puede encontrar una frecuencia preferida lo más rápido posible y puede elegir una RAT preferida en base a consideraciones de política de redes, tales como congestión de tráfico y equilibrio de carga. El umbral para la reelección de celda se refiere a los criterios para determinar una celda calificada durante el proceso de reelección de celda.  $T_{reselection}$  se refiere a la frecuencia con la que un UE necesita realizar una reelección de celda. Tal periodicidad se puede escalar en base a la movilidad del UE. Por ejemplo, un UE de movimiento lento puede realizar la reelección de celda cada un segundo, mientras que un UE que se desplaza más rápidamente puede realizar la reelección de celda cada medio segundo. El umbral de detención de medición se refiere a los criterios de cuándo un UE puede detener las mediciones en la búsqueda de mejores celdas. La energía de transmisión máxima está relacionada con la reelección de celda en términos de la condición de energía del enlace ascendente. Finalmente, la lista de celdas blanco/negro define ciertas celdas que un UE debería evitar (lista de celdas negras) y que debería elegir (lista de celdas blancas).

En el paso 332, el UE determina la validez de los parámetros de ECR almacenados. En función del tiempo que estuvo en reposo el UE y la distancia que se desplazó el UE durante el reposo, esos parámetros de ECR almacenados pueden no ser válidos porque el UE puede haber estado en reposo demasiado tiempo o haberse desplazado demasiado lejos de su ubicación original anticipada por la red para el propósito de reelección de celda apropiado. La validez de los parámetros de ECR se puede determinar en base a una lista de condiciones, tal como se muestra en la tabla 330. En general, las condiciones están relacionadas con la definición de un área más amplia donde los parámetros de ECR siguen siendo aplicables para los UE después de salir de un reposo profundo muy prolongado. La lista de condiciones incluye identificaciones de celda, área(s) de seguimiento, PLMN, temporizador, conteo de cambio de celda, distancia y ubicación física.

Las identificaciones de celdas (PCI (Physical Cell Identity, Identidad Física de Celda), CGI (Cell Global Identity, Identidad Global de Celda), etcétera) se refieren a una lista de celdas que pertenecen a un área geográfica predefinida. Siempre que un UE acampe o detecte una celda en la lista, entonces la información de ECR se considera válida. El o las áreas de seguimiento (TA) también definen un área geográfica. Siempre que un UE no cambie su TA o que aún esté ubicado dentro de las TA, entonces la información de ECR se considera válida. La PLMN se refiere a una PLMN específica, es decir, siempre que un UE detecte la PLMN, entonces la información de ECR se considera válida. El temporizador define el tiempo de expiración de los parámetros de ECR. Siempre que el temporizador no haya expirado, la información de ECR se considera válida. El conteo de cambio de celda se refiere a la frecuencia con la que un UE cambia de celda. Siempre que el conteo de cambio de celda no haya alcanzado un cierto umbral, la información de ECR se considera válida. El umbral de conteo de cambio de celda se puede escalar por la velocidad del UE. Por ejemplo, un UE que se desplaza más rápidamente puede tener un umbral más alto. El conteo de cambio de celda se reinicia si la celda en que recién se acampó también provee información de ECR. La distancia se refiere a la distancia entre la ubicación actual del UE y la ubicación en que es recibida la información de ECR del UE. Siempre que el UE esté dentro de cierta distancia de la ubicación en que es recibida la información de ECR, entonces la información de ECR todavía se considera válida. Finalmente, la ubicación física define un área geográfica más amplia, es decir, siempre que el UE se encuentre dentro del área geográfica más amplia definida, la información de ECR todavía se considera válida.

Si la respuesta al paso 332 es NO, entonces el UE pasa al paso 321 y realiza la selección de celda heredada. Por otro lado, si la respuesta al paso 332 es SÍ, entonces el UE va al paso 333 y realiza la reelección de celda en base a los parámetros de ECR almacenados. La reelección de celda reduce el consumo de energía del UE porque el UE no necesita realizar una exploración completa. En cambio, el UE solo necesita realizar exploraciones y mediciones limitadas para acampar en una nueva celda, en base a las prioridades y criterios provistos por los parámetros de ECR. Finalmente, en el paso 334, el UE acampó en la nueva celda o estableció una nueva conexión en la nueva celda.

La Figura 4 ilustra un diagrama de secuencia de señalización entre un UE 401 y una red 402 para soportar la selección extendida de celda después que el UE sale de un prolongado reposo profundo. En el paso 411, el UE 401 se encuentra acampando en una celda en el modo inactivo normal o estableció una conexión RRC con una estación de base servidora en modo conectado. En el paso 412, el UE 401 adquiere los parámetros de ECR de la red 402. Tal como se muestra en la lista 410, los parámetros de ECR se pueden adquirir a través de diferentes medios. Por ejemplo, la red 402 puede reenviar los parámetros de ECR a los UE utilizando un ciclo de búsqueda muy prolongado antes de que el UE abandone el estado conectado a través de una señalización dedicada, es decir, un mensaje de liberación de conexión RRC o un nuevo mensaje de RRC. Como alternativa, la red 402 puede transmitir parámetros de ECR como parte de la información del sistema (por ejemplo, SIB (System Information Block, Bloque de Información del Sistema)) para que el UE 401 pueda adquirir la información cuando sea necesario. El UE 401 puede heredar la información de ECR de otra RAT. La información de ECR también puede provenir de la capa superior, por ejemplo, un estrato sin acceso (NAS, Non-Access Stratum)-capa singularizada de una entidad de gestión de movilidad (MME) o una señalización de la gestión del dispositivo (DM, Device Management) OMA (Alianza Móvil Abierta, Open Mobile Alliance).

En el paso 413, el UE 401 almacena los parámetros de ECR adquiridos. Posteriormente, el UE 401 decide pasar al modo reposo con una configuración de ciclo de búsqueda muy prolongado de ahorro de energía. En el paso 421, el UE 401 entra en reposo profundo para la duración del ciclo de búsqueda de ahorro de energía. En el paso 422, el UE 401 sale del reposo del ciclo de búsqueda muy prolongado. En el paso 431, el UE 401 decide acampar en una nueva celda y determina si los parámetros de ECR almacenados son válidos para la reelección extendida de celda. Si la respuesta es SÍ, entonces el UE 401 realiza la reelección extendida de celda en el paso 441. El ECR implica una búsqueda de celda priorizada y por lo tanto reduce el consumo de energía. De lo contrario, el UE 401 realiza la selección de celda heredada en el paso 442. La selección de celda heredada involucra la exploración completa y consume más tiempo y energía en comparación con ECR. Finalmente, en el paso 451, el UE 401 acampa en una nueva celda o establece una nueva conexión en la nueva celda.

El UE 401 mantiene los parámetros de ECR siempre que sean válidos y reemplaza los parámetros de ECR cuando hay nuevos valores disponibles. En el paso 461, el UE 401 borra los parámetros de ECR obsoletos si UE 401 determina que ya no son válidos. En el paso 462, el UE 401 adquiere parámetros de ECR actualizados de la red 402. Similar al paso 412, el UE 401 puede adquirir los parámetros de ECR actualizados por diversos medios, tal como se muestra en la lista 460. En el paso 463, el UE 401 almacena los parámetros de ECR actualizados.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un método para la reelección extendida de celda que es útil para comprender la invención. En el paso 501, un UE obtiene los parámetros para la reelección extendida de celda (ECR) en una red de comunicaciones móviles. En el paso 501, el UE entra en reposo y luego periódicamente sale del reposo para monitorear un canal de búsqueda. El UE, ya sea, aplica un ciclo de búsqueda normal que tiene una duración normal de ciclo de búsqueda o aplica un ciclo de búsqueda de ahorro de energía que tiene una duración muy prolongada de ciclo de búsqueda. En el paso 503, el UE realiza la selección de celda si se aplica el ciclo de búsqueda normal. En el paso 504, el UE realiza la reelección de celda en base a los parámetros de ECR si se aplica el ciclo de búsqueda de ahorro de energía, y si los parámetros de ECR todavía son válidos en base a una lista de condiciones. En el paso 505, el UE borra los parámetros de ECR obsoletos y obtiene parámetros de ECR actualizados de la red.

#### Mecanismo de búsqueda mejorado

Además de mejorar la reelección de celda, también es deseable un mecanismo de búsqueda mejorado después que un UE sale del reposo de un ciclo de búsqueda muy prolongado. La búsqueda mejorada incluye una búsqueda en tiempo absoluto (ATP) y una búsqueda con tiempo de reactivación extendido.

La búsqueda es un procedimiento para que la red transmita un mensaje de búsqueda a los UE en modo inactivo o en estado registrado EMM (Entitlement Management Message, Mensaje de Gestión de Permisos). El mensaje de búsqueda puede ser disparado por MME en la red central o por eNB en RAN. La información de búsqueda para un UE es portada en el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH, Physical Downlink Shared Channel) en los bloques de recursos indicados por el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH, Physical Downlink Control Channel). Diferentes grupos de UE monitorean diferentes subtramas (por ejemplo, una ocasión) para sus mensajes de búsqueda. Para la operación DRX en modo inactivo, un UE tiene permitido monitorear el mensaje de búsqueda de forma discontinua para ahorrar energía. El UE entra en reposo y periódicamente sale del mismo para monitorear su canal de búsqueda (PCH). Una recepción de búsqueda exitosa requiere que el UE decodifique PDCCH y PDSCH para el mensaje PCH, lo que requiere la sincronización de la temporización. La sincronización de la temporización no es un problema si un UE sale del reposo después de un breve reposo. Sin embargo, el problema se vuelve más serio cuando el tiempo de reposo es mucho más prolongado. Una forma de garantizar la sincronización de la temporización es utilizar ATP.

La Figura 6 ilustra un flujo de un método de búsqueda en tiempo absoluto (ATP). En el paso 611, un UE acampó en una celda en el modo inactivo normal. En el paso 612, el UE determina si ATP está configurado o no. Si la respuesta es NO, el UE permanece en el modo inactivo normal y periódicamente sale del reposo para realizar una búsqueda normal en el paso 632. Si ATP está configurado, el UE determina en el paso 621 si se cumplió o no una condición para ATP. La validez de la búsqueda en tiempo absoluto puede ser restringida por condiciones, por ejemplo, temporizador, PLMN, TA, etcétera. Cuando no se cumple la condición, entonces se libera ATP y el UE vuelve a la búsqueda normal. El requisito de TAU puede ser diferente para la búsqueda heredada y ATP. Por ejemplo, el UE puede estar registrado en un TA adicional cuando se configura ATP. Tal configuración podría reducir la necesidad de que un UE necesite hacer TAU después de un reposo prolongado. En el ejemplo del paso 621, el UE determina si está dentro de un dominio definido, por ejemplo, PLMN o TA. Si la respuesta es SÍ, entonces se cumplió la condición para ATP y el UE va al paso 631 para ATP. Si la respuesta es NO, entonces la condición para ATP no se cumplió y el UE deja la configuración de ATP en el paso 622 y va al paso 632 para una búsqueda normal.

Típicamente, la ocasión de búsqueda se calcula en base a la referencia de la celda en la que se acampó. Sin embargo, si el UE sale de un reposo muy prolongado, el UE podría haberse alejado de la celda de referencia, y no hay garantía de que la temporización está sincronizada entre diferentes celdas de diferentes eNB. Por lo tanto, el

uso de una búsqueda en tiempo absoluto puede ayudar a garantizar la sincronización de la temporización si la ocasión de búsqueda se calcula en base al tiempo real, por ejemplo, el tiempo de reloj. Si la temporización está sincronizada entre la red y el UE, se puede reducir la probabilidad de que el UE salga del reposo en una temporización errónea después de un reposo prolongado. Por ejemplo, durante el ATP en el paso 631, el UE pasa a un reposo profundo y luego sale del reposo de un ciclo de búsqueda muy prolongado de ahorro de energía de acuerdo con una temporización predefinida (por ejemplo, cierta(s) subtrama(s) en base al tiempo de reloj real y de ese modo monitorea un canal de búsqueda.

La Figura 7 ilustra un diagrama de secuencia de señalización entre un UE 701 y una red 702 para soportar el mecanismo de búsqueda en tiempo absoluto. En el paso 710, el UE 701 acampó en una celda en el modo inactivo normal. En el paso 711, el UE 701 provee la capacidad y requisito de UE a la red 701. Por ejemplo, la capacidad de UE indica la disponibilidad del tiempo de reloj real del UE, y el requisito de UE indica la necesidad de un ciclo de búsqueda super prolongado. En el paso 712, el UE 701 adquiere la configuración de ATP de la red 702. La configuración de ATP está basada en la capacidad y requisito de UE. Por ejemplo, la configuración de ATP es la temporización basada en el tiempo de reloj real, por ejemplo, Tiempo Universal Coordinado o cualquier otro formato de temporización. Una vez que el UE 701 está configurado para ATP, se debe definir un requisito predefinido para la sincronización de temporización. Por ejemplo, el UE adquirirá el tiempo de reloj real al menos una vez en una duración predefinida. Como alternativa, el UE garantizará que el corrimiento de temporización esté dentro de un valor predefinido, por ejemplo, un segundo.

En el paso 713, el UE 701 adquiere el tiempo de reloj real. Tal como se muestra en la lista 710, el tiempo de reloj real se puede adquirir mediante diferentes medios. Por ejemplo, el UE 701 puede adquirir el tiempo real de su reloj interno, del tiempo del GPS, de la información del sistema (por ejemplo, SIB) emitida por la red, o de la capa superior (por ejemplo, señalización NAS de MME). En el paso 714, el UE 701 entra en un reposo profundo durante un ciclo de búsqueda prolongado. En el paso 715, el UE 701 sale del reposo del ciclo de búsqueda prolongado y realiza la ATP si ATP está configurada y si se cumple la condición ATP (paso 721). Es decir, el UE 701 sale del reposo de acuerdo con una temporización predefinida basada en el tiempo de reloj real. Después de salir del reposo, el UE 701 aplica la búsqueda heredada (paso 722). Como alternativa, si ATP no está configurado o si la condición de ATP no se cumple, el UE 701 realiza la búsqueda heredada en el modo inactivo normal (paso 722). En un ejemplo específico, el UE 701 puede entrar en reposo profundo desde el modo inactivo normal si se cumple una condición, por ejemplo, un temporizador ha expirado o la cantidad de recuentos de búsqueda normales ha alcanzado un valor umbral predefinido.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de un método de búsqueda de tiempo absoluto de acuerdo con un aspecto novedoso. En el paso 801, un UE obtiene la configuración para la búsqueda en tiempo absoluto en una red de comunicaciones móviles. La configuración se basa en la capacidad de disponibilidad del UE para el tiempo de reloj real y el requisito de UE relacionado con el ciclo de búsqueda prolongado. En el paso 802, el UE realiza la búsqueda en tiempo absoluto basada en el tiempo de reloj real si el UE está configurado con ATP y si se cumple una primera condición. De lo contrario, el UE permanece en modo inactivo normal y realiza una búsqueda normal. En el paso 803, el UE entra en reposo profundo con un ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía directamente después de una liberación de conexión RRC o después de que se cumple una segunda condición en el modo inactivo normal. En el paso 804, el UE sale del reposo del ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía de acuerdo con una temporización predefinida basada en el tiempo de reloj real y monitorea un canal de búsqueda.

Otro mecanismo de búsqueda mejorado es extender el tiempo de reactivación del UE después de un ciclo de búsqueda prolongado. El tiempo de reactivación extendido puede ayudar al UE a pasar a través de una preparación más prolongada y permite mayor flexibilidad en la solicitud de búsqueda MME y reduce la probabilidad de búsquedas faltantes y retardo de paquetes. En principio, para extender el tiempo de reactivación del UE, un UE se puede configurar con dos ciclos de búsqueda diferentes. Por ejemplo, un UE se puede configurar tanto con un ciclo de búsqueda normal como con un ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía. Cuando el UE sale del reposo después del ciclo de búsqueda prolongado, el UE puede monitorear la búsqueda durante varios ciclos de búsqueda normales. Hasta que se cumpla una cierta condición, el UE vuelve nuevamente al ciclo de búsqueda prolongado con propósitos de ahorro de energía.

La Figura 9 ilustra un diagrama de secuencia de señalización entre un UE 901 y una red 902 para soportar un mecanismo de búsqueda mejorado con un tiempo de reactivación extendido. En el paso 911, el UE 901 establece una conexión RRC con la red 902 en modo conectado. El UE 901 está configurado con un ciclo de búsqueda normal y opcionalmente un ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía. En el paso 921, después de una liberación de la conexión RRC, el UE 901 entra en el modo reposo profundo con el ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía después de que el UE permanece en inactivo normal durante una duración predefinida. En el paso 922, el UE 901 sale del reposo después del ciclo de búsqueda prolongado. En el paso 923, el UE 901 ingresa al modo reposo con el ciclo de búsqueda normal. El UE periódicamente sale del reposo para monitorear la búsqueda de forma consecutiva durante varios ciclos de búsqueda normales. En un ejemplo, el UE 901 inicia un temporizador para la duración de los ciclos de búsqueda normales totales. Siempre que haya actividad de enlace ascendente (por ejemplo, acceso originado en el móvil) o actividad de enlace descendente (por ejemplo, recepción de búsqueda), el

- 5 UE 901 pasa al modo inactivo y reinicia el temporizador. En otro ejemplo, la cantidad de ciclos de búsqueda normales totales también es configurable. Después de alcanzar la cantidad máxima de ciclos de búsqueda normales, el UE 901 vuelve al ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía. Como alternativa, una vez que el UE 901 sale del reposo del ciclo de búsqueda prolongado, el UE 901 puede permanecer fuera del reposo para subtramas de búsqueda consecutivas o una duración predefinida. Después de alcanzar la cantidad máxima de subtramas o duración de búsqueda, el UE 901 vuelve nuevamente al ciclo de búsqueda prolongado. Cuando el UE 901 está en reposo profundo durante el ciclo de búsqueda prolongado, el UE se considera como apagado en el nivel AS y no realiza ningún procedimiento de modo inactivo. Sin embargo, el UE 901 todavía realiza la funcionalidad AS relacionada con la restricción de acceso.
- 10 En el paso 924, el UE 901 entra en el modo reposo profundo con el ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía. En este ejemplo, la longitud del ciclo de búsqueda prolongado puede ser infinita de modo que el UE no ingresa en el ciclo de búsqueda corto hasta que haya un evento de activación de UL, por ejemplo, tráfico TAU o UL. TAU ocurre principalmente cuando un UE detecta que ha ingresado un nuevo TA que no está en la lista de los TAI (Tracking Area Indicator, Indicador de Área de Seguimiento) que el UE registró con la red. TAU también ocurre en algunos otros escenarios incluyendo cuando un temporizador de actualización de TA periódica ha expirado o cuando el UE cambia su capacidad de radio, etcétera. Si un UE realiza TAU con más frecuencia que el monitoreo de búsqueda, TAU se convierte en un cuello de botella para el ahorro de energía de UE en modo inactivo. Para evitar la reactivación frecuente de los UE que se desplazan más rápidamente, la red puede disparar la búsqueda para TAU desde el UE. En el paso 925, el UE 901 sale del reposo por una búsqueda disparada por evento para TAU. Cuando el UE 901 sale del reposo para TAU, permanece fuera de reposo para monitorear la búsqueda durante varios ciclos de búsqueda normales o de una duración redefinida. Para el UE 901 con ciclo de búsqueda prolongado, cuando sale del reposo para TAU, el UE 901 envía una señalización MO (por ejemplo, solicitud TAU) o datos MO (datos UL) (paso 931). El UE 901 es entonces liberado a inactivo (paso 932). De esta forma, el UE 901 se mantendrá más tiempo y la red puede reenviar los datos DL almacenados temporalmente (en el paso 930) al UE 901. Se hace notar que esos datos son tolerantes al retardo y la red tiene que tener la capacidad de almacenar temporalmente los datos durante un tiempo. Tal mecanismo también se puede aplicar a cualquier otro evento que haga que el UE salga del reposo. Por ejemplo, el UE puede permanecer en el ciclo de búsqueda normal después de la liberación de la sesión de datos del enlace ascendente. Después de alcanzar la cantidad máxima de ciclos de búsqueda normales, el UE pasa entonces a un ciclo de búsqueda prolongado. Al cambiar entre el ciclo de búsqueda prolongado y el ciclo de búsqueda normal, el UE tiene la capacidad de ahorrar energía durante el ciclo de búsqueda prolongado y salir del reposo para monitorear la búsqueda y realizar otros procedimientos durante múltiples ciclos de búsqueda normales de manera más eficiente.

35 La Figura 10 es un diagrama de flujo de un método de búsqueda mejorada con tiempo de activación extendido de acuerdo con un aspecto novedoso. En el paso 1001, un UE establece una conexión RRC con un eNB de servicio en una red de comunicaciones móviles. El UE es configurado por la red central con un ciclo de búsqueda normal y opcionalmente un ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía. En el paso 1002, después de una liberación de conexión RRC, el UE entra en reposo con una duración prolongada del ciclo de búsqueda de ahorro de energía (si está configurado) después que el UE permanece en inactivo normal durante una duración predefinida. En el paso 40 1003, el UE sale del reposo del ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía y monitorea un canal de búsqueda. En el paso 1004, el UE entra en reposo con una duración normal de ciclo de búsqueda y el UE monitorea el canal de búsqueda de manera consecutiva para múltiples ciclos de búsqueda normales. En el paso 1005, el UE vuelve al reposo con la duración prolongada del ciclo de búsqueda de ahorro de energía tras satisfacer una condición.

45 Si bien la presente invención se ha descrito en conexión con ciertas formas de realización específicas con propósitos de instrucción, la presente invención no se limita a las mismas. Por consiguiente, se pueden practicar diversas modificaciones, adaptaciones y combinaciones de diversas características de las formas de realización descritas sin apartarse del alcance de la invención, tal como está expuesta en las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método que utiliza tiempo absoluto para mejorar una búsqueda con un ciclo de búsqueda prolongado, que comprende:
  - 5 obtener (612) una configuración de búsqueda en tiempo absoluto, que en lo sucesivo también se referencia como ATP, por un equipo de usuario, que en lo sucesivo también se referencia como UE, en una red de comunicaciones móviles,  
  
realizar la búsqueda en tiempo absoluto (631) en base a un tiempo absoluto si el UE está configurado con ATP y si se cumple una primera condición (621), de lo contrario permanece en un modo inactivo normal y realiza una búsqueda normal (632),
  - 10 ingresar en reposo profundo (714) con un ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía directamente después de una liberación de conexión RRC o después de que se cumple una segunda condición en el modo inactivo normal, y  
  
salir del reposo del ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía (715) de acuerdo con un tiempo predefinido en base al tiempo absoluto (721) y de ese modo monitorear un canal de búsqueda,
  - 15 caracterizado porque el UE configurado con ATP está registrado en un área de seguimiento adicional y de ese modo se simplifica un procedimiento de actualización del área de seguimiento cuando el UE sale del reposo del ciclo de búsqueda prolongado de ahorro de energía.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la configuración ATP se basa en la capacidad de UE de disponibilidad en tiempo absoluto y el requisito de UE del ciclo de búsqueda prolongada de ahorro de energía.
- 20 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el tiempo absoluto se adquiere de al menos uno de un reloj interno de UE, un tiempo de GPS, información emitida desde la red o información de una señalización de capa superior.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera condición comprende una Red Pública Móvil Terrestre, que en lo sucesivo también se referencia como PLMN, una identidad o un área de seguimiento, que en lo  
25 sucesivo también se referencia como TA.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el UE realiza una selección de PLMN, una selección de celda, o una actualización de área de seguimiento, que en lo sucesivo también se referencia como TAU, antes de realizar ATP.
- 30 6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la segunda condición comprende un temporizador o un conteo de ocasiones de búsqueda.

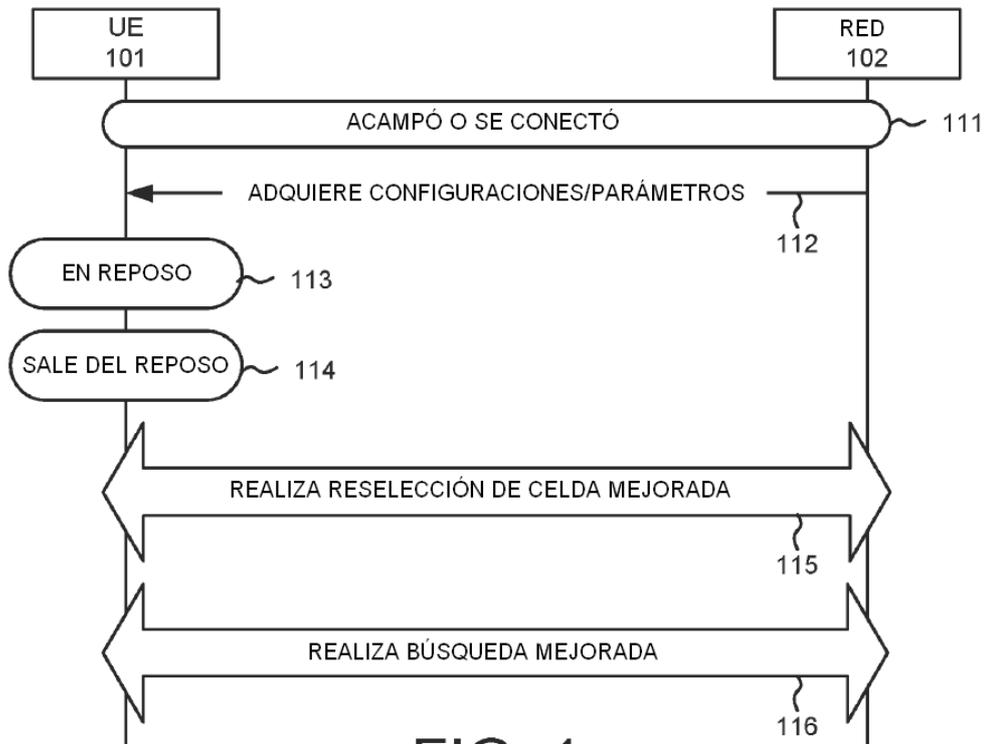


FIG. 1

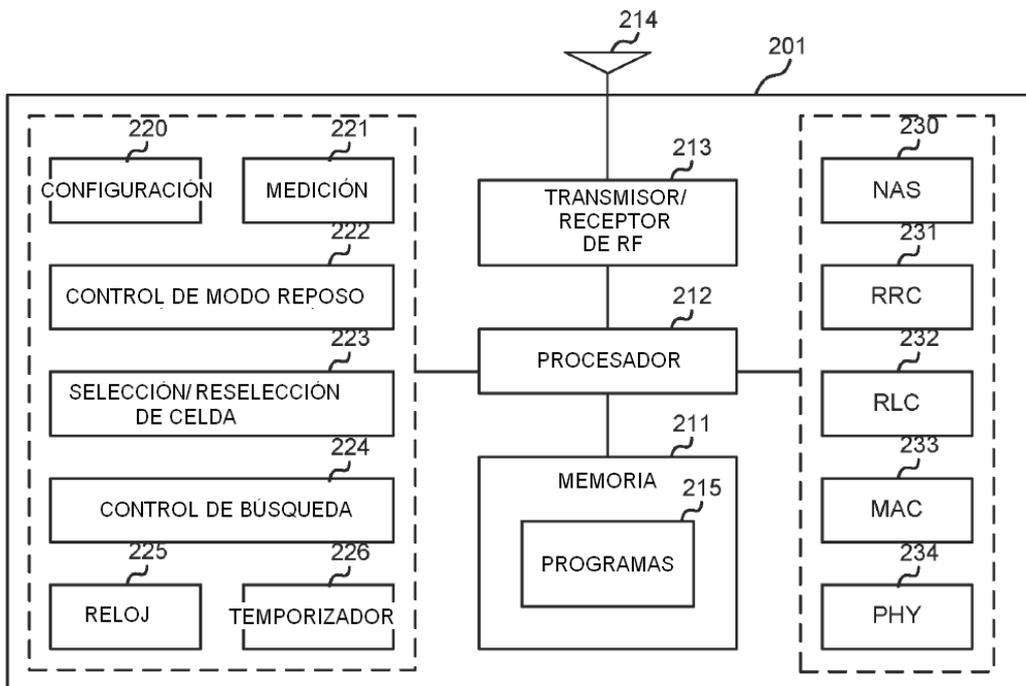


FIG. 2

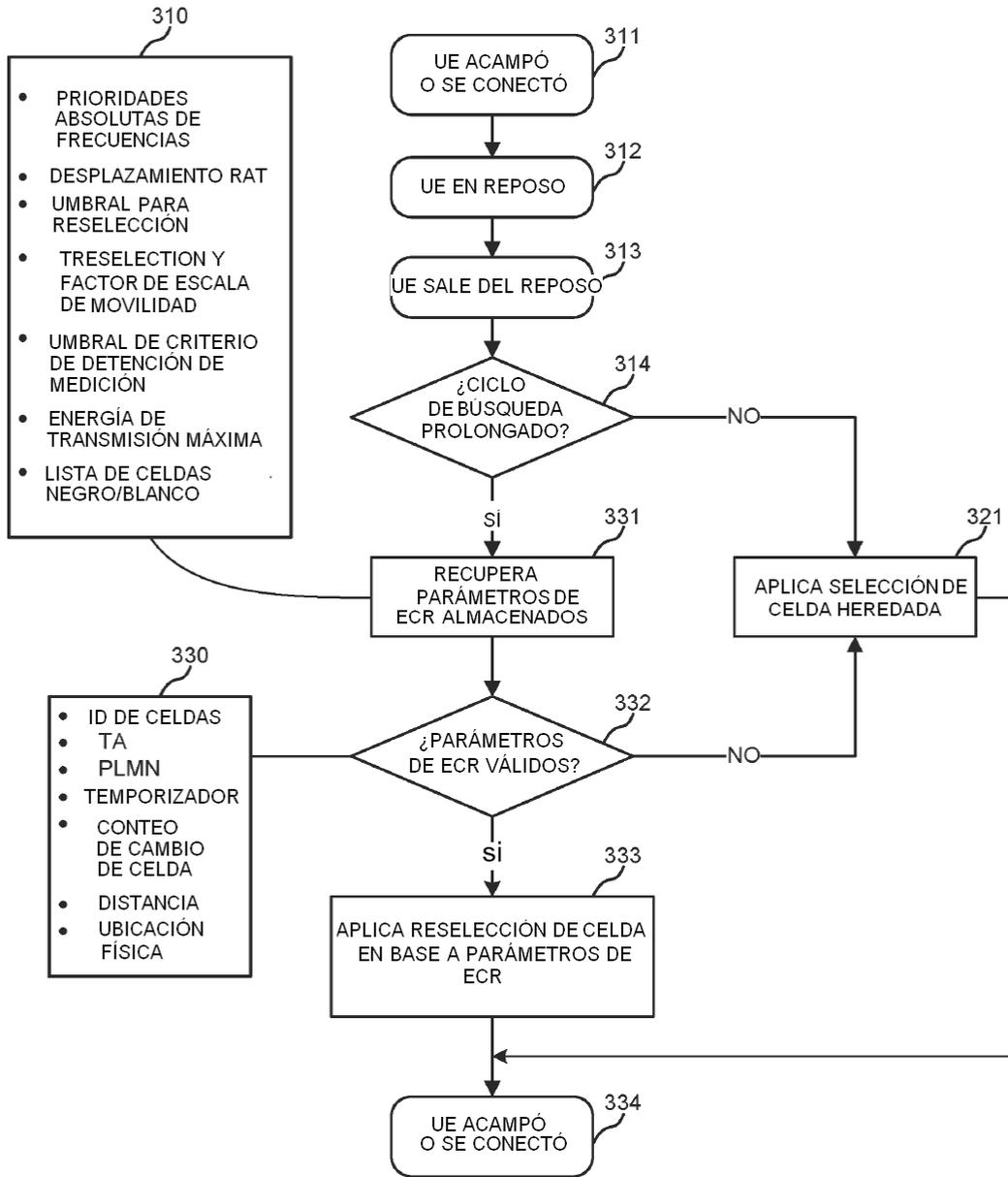


FIG. 3

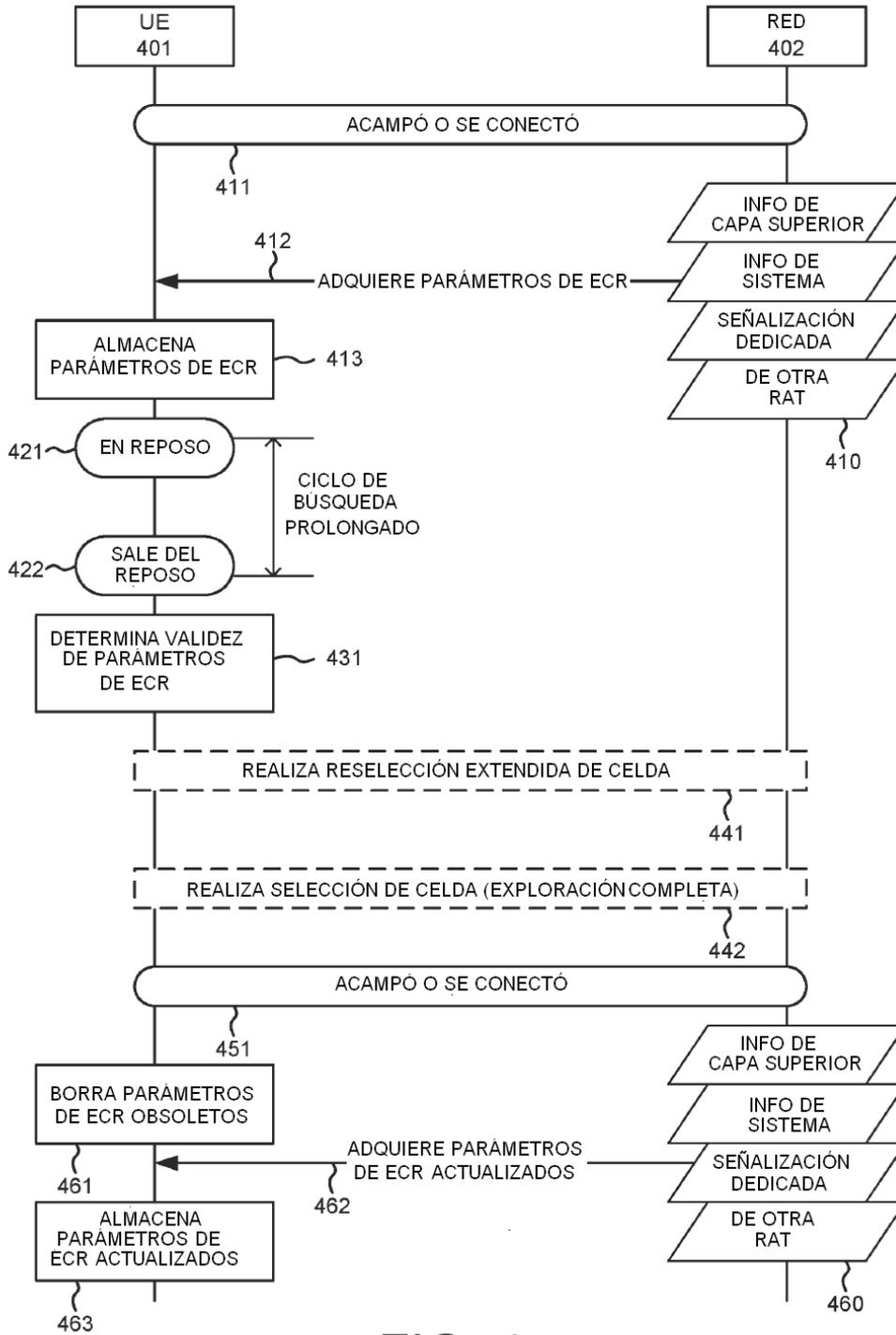
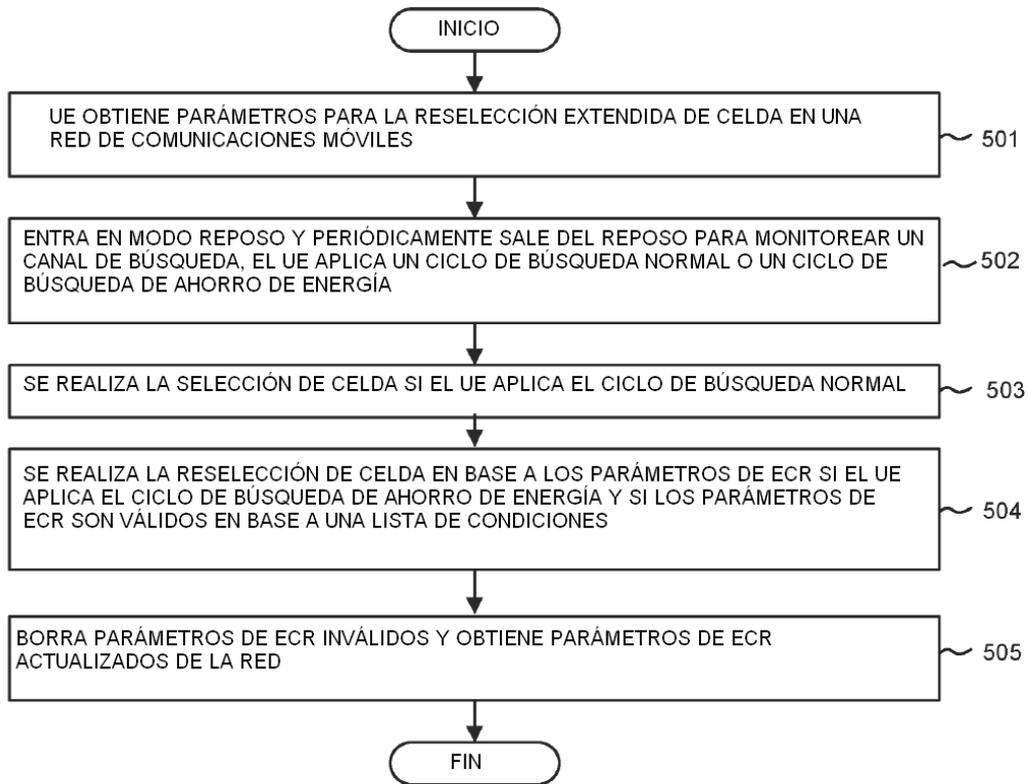


FIG. 4



MÉTODO PARA LA RESELECCIÓN MEJORADA DE CELDA

FIG. 5

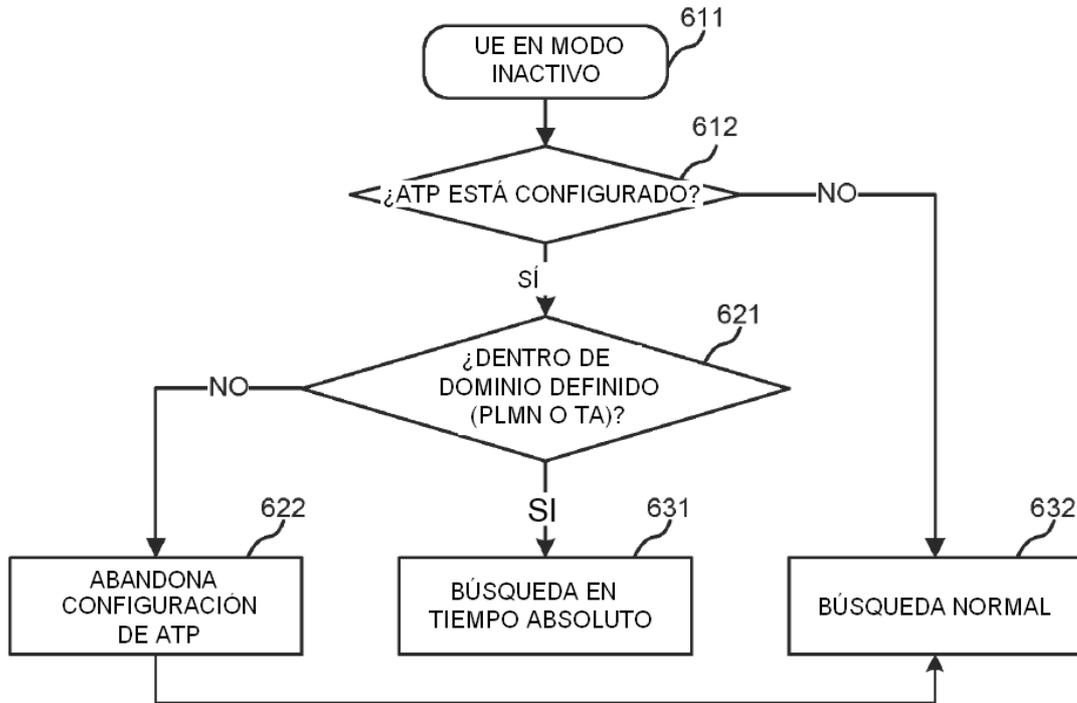


FIG. 6

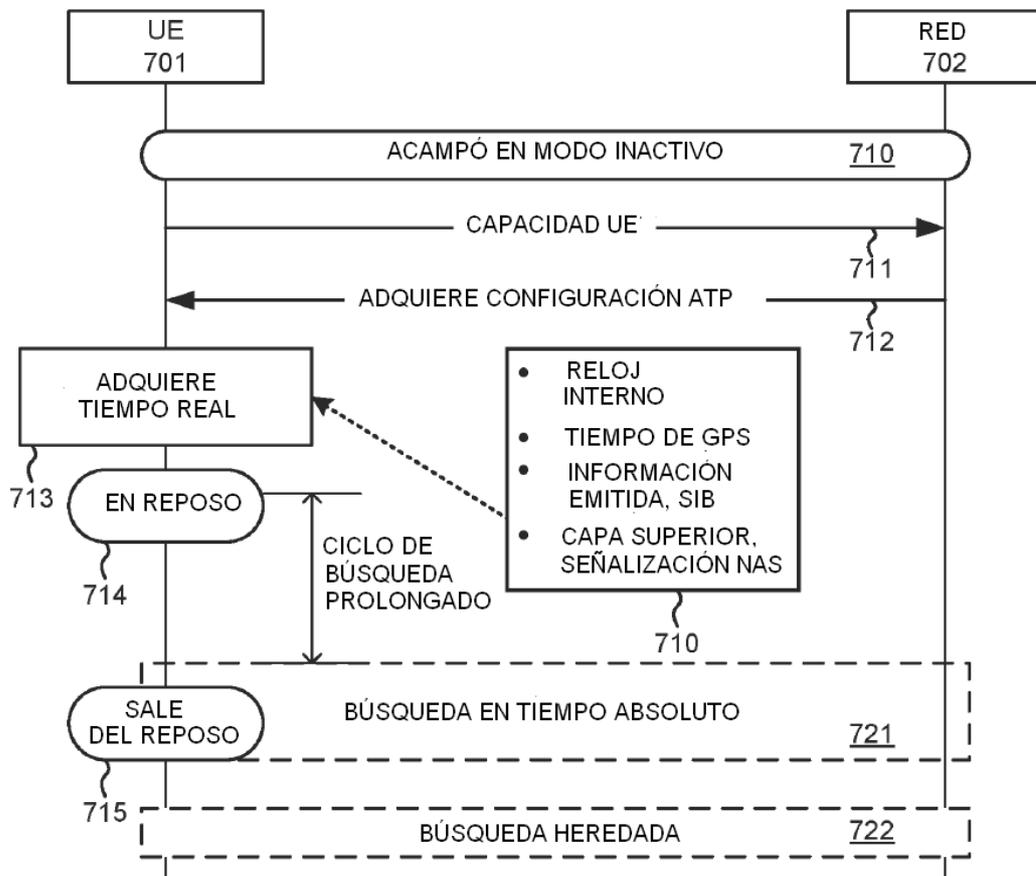
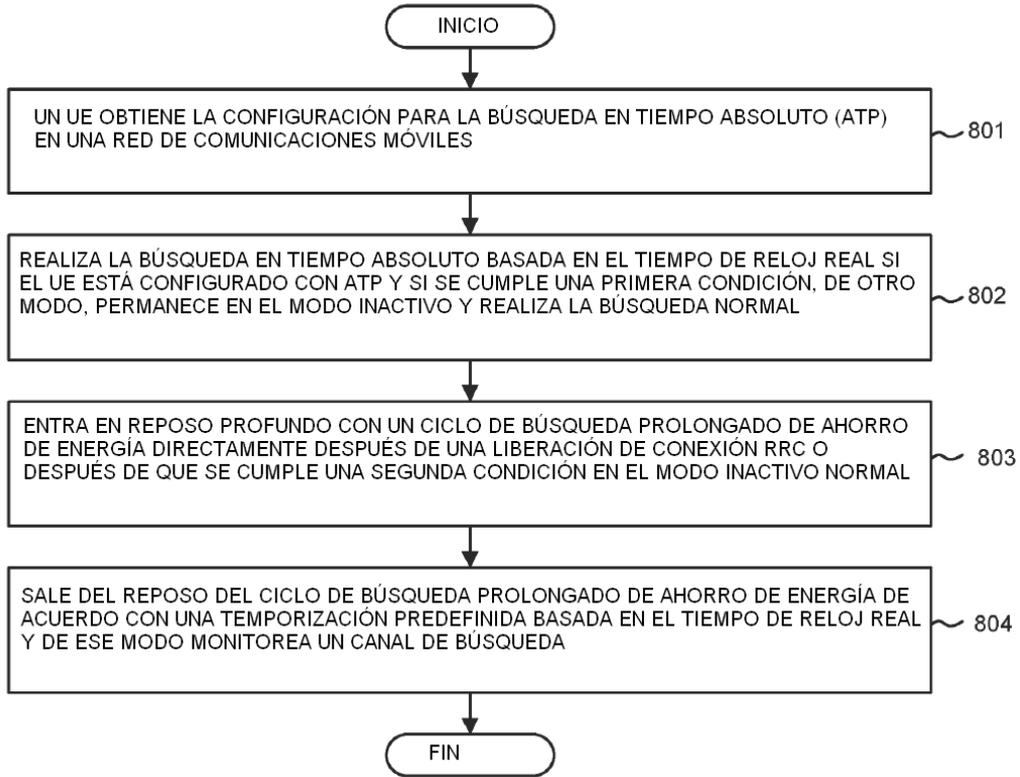


FIG. 7



MÉTODO DE BÚSQUEDA DE TIEMPO ABSOLUTO

FIG. 8

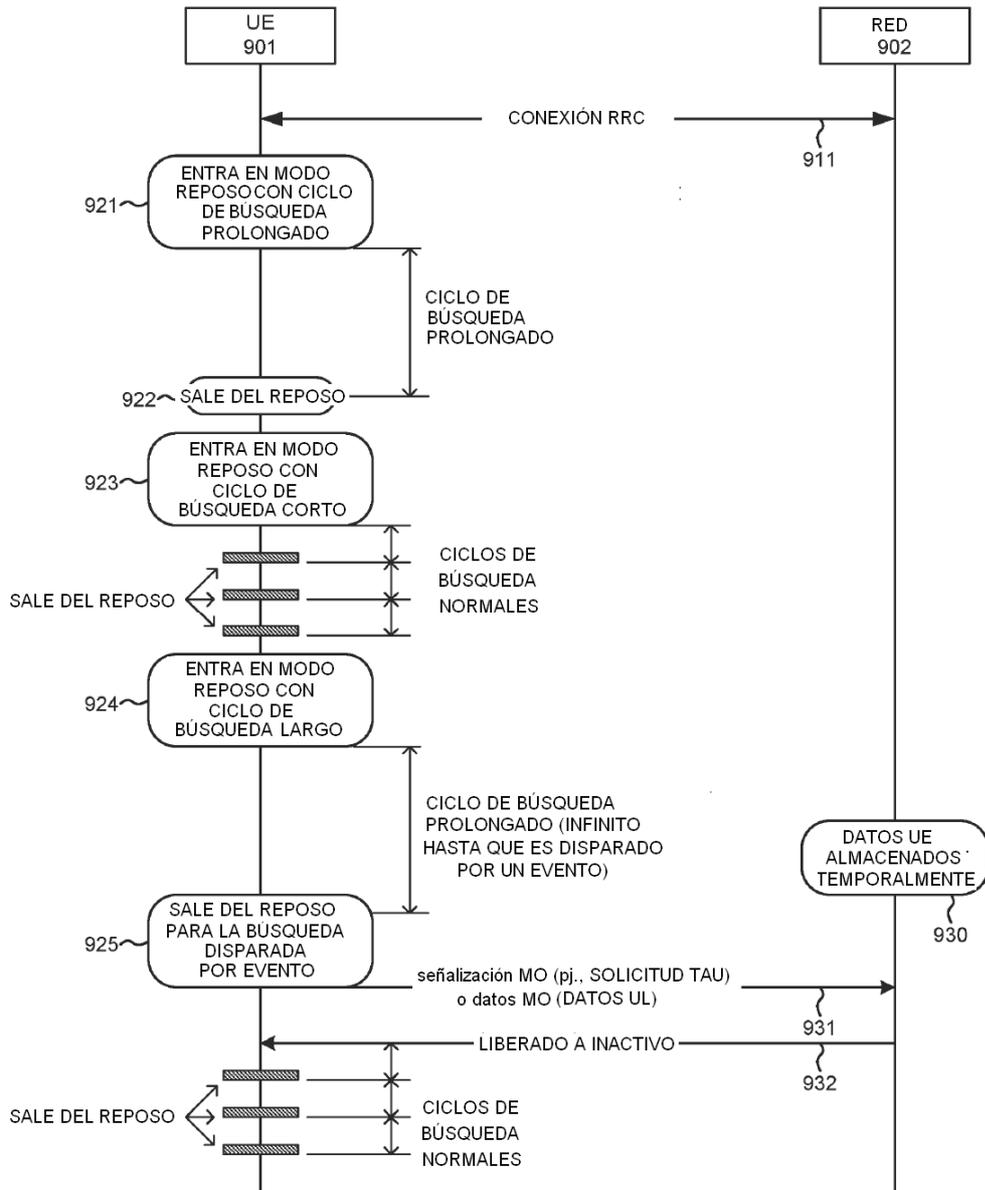
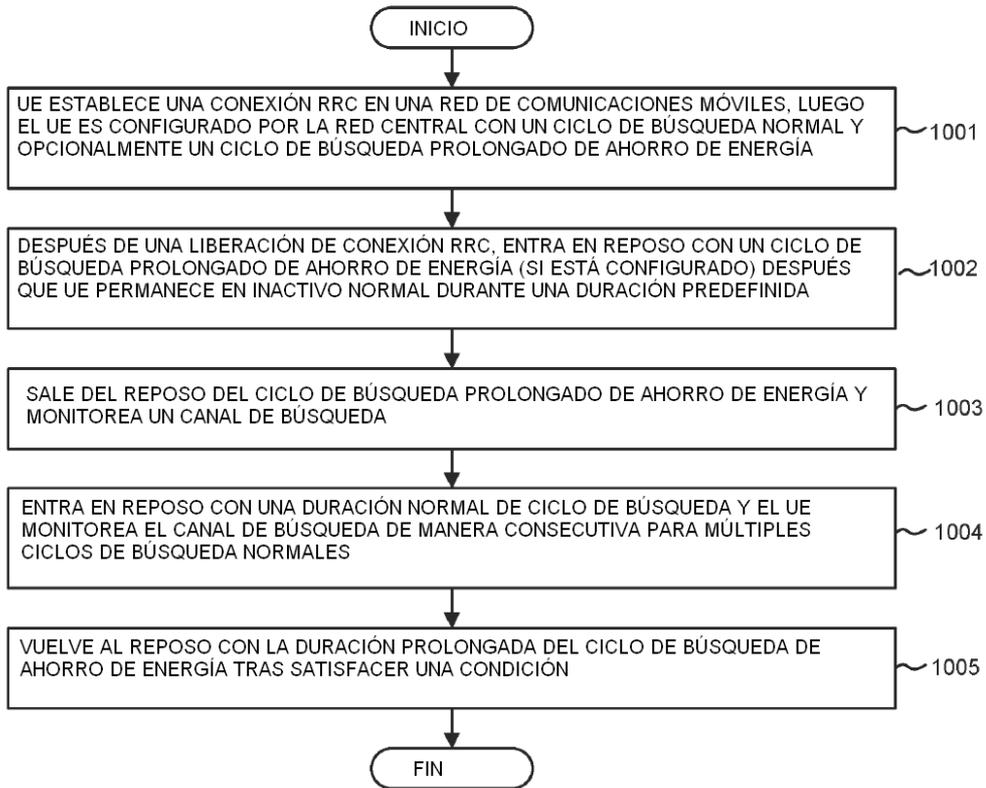


FIG. 9



MÉTODO DE BÚSQUEDA MEJORADA

FIG. 10