UN MÉTODO Y UN NODO DE RED PARA UN SISTEMA DE RED DE COMUNICACIONES

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un método para programar un UE en una red de comunicaciones y a un nodo de red adaptado para la programación.

ANTECEDENTES

Los sistemas inalámbricos celulares 3GPP, tales como Evolución a largo plazo (LTE) y Nueva radio (NR), utilizan la función de Recepción discontinua (DRX) que permite que el UE deje de monitorear el canal físico de control de enlace descendente, PDCCH, durante ciertos períodos de tiempo recurrentes. Esto ayuda al UE a reducir el consumo de batería y aumentar la duración entre recargas.

Un ciclo de DRX comienza con una primera fase llamada *On-Duration* [*Duración Activada*] durante la cual el UE está despierto y monitorea el PDCCH, seguido de una segunda fase llamada *Opportunity for DRX* [*Oportunidad para DRX*] como se muestra en la Figura 1. Por lo tanto, hay dos estados de recepción que se repiten. El UE está activo (despierto) o inactivo (dormido). El ciclo de DRX comprende entonces periodos regulares preconfigurados de actividad de DRX, cuando el receptor de UE está activo y el PDCCH es monitoreado, que se denominan On-Duration. El tiempo total durante el cual el UE supervisa el PDCCH se define como el tiempo activo. Esto comprende la suma de las fases On-Duration como se muestra en la Figura 1, pero también todo el tiempo cuando se ejecutan cualquiera de los temporizadores drx-InactivityTimer o drx-RetransmissionTimer. También incluye el tiempo en el que UE espera una resolución de disputa o una concesión de Enlace ascendente, UL, para una nueva transmisión o una retransmisión adaptativa.

El UE indica su capacidad de DRX a la red (eNodeB/gNodeB) en la configuración de contexto inicial. La capacidad de DRX puede ser: sin soporte, parcial o total. Luego, la red configura el UE con una configuración de DRX. La red solo programa el UE durante períodos de tiempo activo.

La configuración de DRX tiene un posible impacto en la capacidad de la red, como el rendimiento del UE. El propósito de la configuración de DRX es mejorar el ahorro de batería del UE, aunque también da como resultado una cierta degradación del rendimiento del sistema. La reducción en el consumo de batería frente al rendimiento de datos al UE debe equilibrarse de la mejor manera con la configuración de DRX.

Una función de DRX específica del servicio hace posible configurar diferentes ajustes de parámetros de DRX para diferentes servicios a fin de optimizar la configuración de DRX para el servicio respectivo. De esta manera, la batería del UE se puede ahorrar con un impacto mucho menos negativo en el rendimiento del sistema. La función de DRX específica del servicio utiliza la configuración de DRX dependiente del identificador de clase de QoS (QCI) que define el operador.

Las transmisiones de enlace descendente, DL y enlace ascendente, UL son programadas por el nodo de red (eNodeB o gNodeB), mientras que en el futuro se puede prever que la programación pueda ser manejada por la nube en su totalidad o en parte. La programación se puede realizar de forma dinámica, es decir, el eNodeB programa la transmisión de UL por ocasión de transmisión definida como intervalo de tiempo de transmisión, TTI o múltiples TTI (agrupación de TTI). La Figura 2 muestra a lo largo de una línea de tiempo horizontal, una secuencia de eventos de ejemplo que involucra un eNodeB, eNB, en la línea superior, y un UE que está configurado con DRX, en la línea horizontal inferior. El eNodeB envía una concesión dinámica al UE durante la fase de On-Duration del ciclo de DRX que concede al UE recursos en el canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH para la transmisión de nuevos datos. La recepción de la concesión activa el temporizador de inactividad de drx para que se ejecute y mantendrá el receptor del UE activo durante 8 ms en el ejemplo, mientras que la On-Duration se agotará después de 4 ms. El UE transmitirá datos o un reporte de estado de la memoria intermedia, BSR, en los recursos concedidos. Un poco más tarde, nuevos datos entran en la memoria intermedia de transmisión del UE, y el UE transmite una solicitud de programación, SR, en el canal físico de control de enlace ascendente, PUCCH. La transmisión de SR desencadena la activación del receptor hasta que se recibe una concesión dinámica. La recepción de la concesión de recursos para la transmisión de los nuevos datos activa la ejecución del temporizador de actividad de drx, en

el ejemplo por un período de 8 ms. La transmisión de datos desde el UE en los recursos concedidos no se muestra para mantener simple la secuencia de eventos en la Figura 2.

Alternativamente, la programación se realiza mediante el marco de programación semipersistente, SPS, en el que se conceden múltiples ocasiones periódicas al mismo tiempo, es decir, antes de la llegada de todos los datos a las memorias intermedias de transmisión. La configuración de SPS incluye la periodicidad de la concesión que se señaliza a través de RRC, y la activación de la concesión configurada se señaliza a través de PDCCH. La concesión de activación indica recursos de frecuencia, esquema de modulación y codificación, MCS, para futuras ocasiones de SPS.

La SPS se mejoró en LTE versión 14 para admitir la reducción de la latencia de las transmisiones de datos de UL. En comparación con la programación dinámica de UL, la SPS puede realizar la transmisión de UL más rápidamente, ya que elimina los pasos del UE que envía una solicitud de programación y el eNodeB responde mediante una concesión dinámica de UL. Con la introducción de la SPS corta en la versión 14, la latencia se reduce aún más, ya que la periodicidad de la SPS se reduce a menos de 10 ms. La versión 14 también incluye la posibilidad de omitir una transmisión de enlace ascendente cuando no hay datos en la memoria intermedia del UE. Esta opción, denominada skipUplinkTx, está disponible para concesiones dinámicas y de SPS.

La DRX con SPS corta de UL presenta desafíos especiales para el programador en las direcciones UL y DL. Una Solicitud de programación, SR, pendiente enviada por el UE en PUCCH, como se muestra en la Figura 2, indica a la red que el UE está despierto y es elegible para programación, ya que el UE permanecerá en DRX activa hasta que haya recibido una concesión de programación o se agote un período de SR.

La recepción de un mensaje de programación dinámica ya sea de una concesión de programación o una asignación de programación en el canal PDCCH, para la transmisión de nuevos datos, activa un drx-InactivityTimer para que se ejecute, y mientras se ejecuta mantiene activo la DRX del UE. Mientras la DRX está activa, el UE puede recibir más mensajes de programación.

Cuando el UE está en SPS de UL activada, tiene una concesión configurada que puede utilizar para transmisiones UL en ocasiones de SPS. Esto reduce la necesidad de enviar la SR y esperar mensajes de programación dinámica que concedan transmisiones de enlace ascendente. Con la SPS corta de UL, el UE no enviará la SR en los siguientes escenarios:

- Si la ranura de SPS corta es de 1 ms (es decir, recurso de UL disponible todo el tiempo).
- Si una logicalChannelSR-Mask está configurada para un canal lógico (LC) y los datos están disponibles para este LC.
- Si se activa una SR pero se cancela debido a que la ranura de SPS ocurre antes de que expire el período de SR, haciendo que los recursos de UL estén disponibles para la transmisión.

En estas condiciones, la única ocasión para que el UE se programe en el enlace descendente es durante la On-Duration de la DRX. La Figura 3, de manera similar a la Figura 2, describe la secuencia de acciones en el eNodeB y el UE a lo largo de líneas de tiempo, pero en el ejemplo del UE que se configura con SPS además de DRX. Cuando llegan nuevos datos a la memoria intermedia de transmisión del UE, el UE hace uso de la siguiente oportunidad de transmisión de SPS para su transmisión. Sin embargo, tras la recepción de los datos en la memoria intermedia de transmisión del eNode B, se puede recibir una asignación de programación solo cuando el UE está activo con la DRX. Sin embargo, esperar a que se inicie la On-Duration hasta que se pueda enviar la asignación de programación aumenta el retardo del tiempo de ida y vuelta (RTT) y, por lo tanto, la latencia de un extremo a otro para los datos de DL. Esto frustra el propósito de una SPS corta de UL que apunta a la minimización de la latencia. Por lo tanto, si bien la configuración de SPS corta de UL disminuye la latencia de UL, tiene un impacto negativo en la latencia de transmisión del enlace descendente.

Una forma de mejorar la latencia de DL sería deshabilitar la DRX o usar una configuración de DRX más baja posible, p. Ej. ciclo de DRX = 20ms. Sin embargo, aún se debe tolerar un retraso hasta la siguiente On-Duration de DRX. Esto también aumentaría el consumo de batería del UE.

Es necesario tener un mejor equilibrio entre la latencia de UL y DL y, al mismo tiempo, evitar un aumento en el consumo de batería.

En consecuencia, un objeto de la tecnología aquí presentada es mejorar la latencia de UL para un UE que está configurado con DRX, y con SPS corta en el UL, aunque al mismo tiempo evitar un aumento en el consumo de batería.

RESUMEN

En consecuencia, un objeto de la tecnología presentada es reducir la latencia en la transmisión de DL para un UE configurado con DRX y con SPS.

En un aspecto, existe un método en un nodo de red para permitir la programación de DL de un UE configurado con Recepción discontinua, DRX, que incluye periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, para permitir la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration. El UE está configurado además con una programación semipersistente, SPS, de UL que concede al UE la transmisión de UL en intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, TTI cortos, ranuras o subranuras. El método comprende el paso de monitorear la recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes, TTI cortos, ranuras o subranuras de la configuración de SPS; y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL. También comprende el paso de transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y, al mismo tiempo, transmitir una concesión de UL o una asignación de DL al UE, en donde la concesión de UL o la asignación de DL transmitida hace que el UE permanezca en el modo activo de DRX durante un período.

En el segundo aspecto, hay un nodo de red dispuesto para permitir la programación de DL de un UE configurado con DRX que incluye periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, y para permitir la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration. El UE está configurado además con una programación semipersistente, SPS, de UL que concede al UE la transmisión de UL en intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, TTI cortos, ranuras o subranuras. El nodo de red está dispuesto para supervisar la recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes de la

configuración de SPS. El nodo de red está además dispuesto para, en respuesta a la recepción de una transmisión de UL, transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y, al mismo tiempo, transmitir una concesión de UL o una asignación de DL al UE, en donde la asignación de UL o DL concede activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando, el UE mantiene la DRX activa.

En el tercer aspecto, hay un nodo de red dispuesto para permitir la programación de DL de un UE configurado con DRX que incluye periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, y para permitir la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration. El UE está configurado además con una programación semipersistente, SPS, de UL que concede al UE la transmisión de UL en intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, TTI cortos, ranuras o subranuras. El nodo de red que comprende circuitos de procesamiento (1120) que controlan el nodo de red para monitorear la recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes, sTTI o ranuras de la configuración de la SPS. Los circuitos de procesamiento (1120) además, y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL, controla el nodo de red para transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y, al mismo tiempo, transmite una concesión de UL o una asignación DL al UE, donde el La concesión de UL o la asignación de DL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando, el UE permanece en modo activo de DRX.

En el cuarto aspecto, hay un nodo de red dispuesto para permitir la programación de DL de un primer UE configurado con DRX que incluye períodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, y para permitir la programación de DL en períodos fuera de los períodos de On-Duration. El primer UE está configurado además con una programación semipersistente, SPS, de UL que concede al UE la transmisión de UL en intervalos de tiempo de transmisión recurrentes, TTI, TTI cortos o ranuras. El nodo de red comprende un receptor dispuesto para recibir la señal del UE, un receptor dispuesto para recibir la señal del UE y un programador de UL para programar el acceso a los recursos de radio de UL entre uno o más UE en disputa por la transmisión de UL. El nodo de red comprende además un programador de DL para programar el acceso a los recursos de radio de UL entre uno o más UE en disputa por

la transmisión de UL, en el que los programadores de UL y DL están conectados entre sí para el intercambio de información, y están conectados al transmisor para transmisión de DL de cualquier decisión de programación a uno o más UE, y los circuitos de procesamiento (1120). Los circuitos de procesamiento (1120) controla el nodo de red para monitorear la recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes, sTTI o ranuras de la configuración de SPS. Los circuitos de procesamiento (1120) controlan además, en respuesta a la recepción de una transmisión de UL, transmite una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y en la misma ocasión transmite una concesión de UL o una concesión de DL al UE, en donde la concesión de UL o la concesión de DL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando, el UE permanece en el modo activo de DRX. La tecnología presentada aporta las siguientes ventajas:

Reduce la latencia de DL en las comunicaciones con el UE, aunque al mismo tiempo mantiene el consumo de batería en un nivel razonable.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS GRÁFICAS

La Figura 1 es un diagrama de tiempo que ilustra diferentes estados de DRX en el UE y el eNodeB que monitorea estos estados.

La Figura 2 es un diagrama de tiempo que ilustra diferentes estados de DRX en el UE y el eNodeB que monitorea estos estados.

La Figura 3 es un diagrama de tiempo que ilustra diferentes estados de DRX en el UE y el eNodeB que monitorea estos estados.

La Figura 4 es un diagrama de flujo de un método en un nodo de red.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un método en un nodo de red.

La Figura 6 es un diagrama de tiempo que ilustra diferentes estados de DRX en el UE y el monitoreo de NB de estos estados.

La Figura 7 es un diagrama de flujo de un método en un nodo de red.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de un método en un nodo de red.

La Figura 9 es un diagrama de flujo de un método en un nodo de red.

La Figura 10 es un diagrama de bloques de un nodo de red.

La Figura 11 es un diagrama de bloques de un nodo de red.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La tecnología aquí presentada se refiere a un método en una red para mantener el control de un Equipo de usuario, UE, y la función reside típicamente en un nodo de red que funciona juntamente con un programador, como una estación base de radio, un eNodeB, gNodeB, un cabezal de radio remoto, un Equipo de radio, RE y Controlador de equipo de radio, REC, o alternativamente puede residir al menos parcialmente en funciones en la Nube en cooperación con cualquiera de los tipos de nodos mencionados. El nodo sirve a un UE específico con servicios y controles de comunicación u obtiene información de que el UE está configurado con Recepción discontinua, DRX y con una SPS de programación semipersistente de UL. La configuración de SPS de UL puede ser una SPS corta. La información comprende la duración del ciclo de DRX, las ocasiones y la duración de los períodos activos preconfigurados, también denominados On-Duration, y la duración del temporizador de inactividad de drx.

El método está destinado a un nodo de red que posee el tipo de información descrito para un UE específico y comprende pasos que se describirán aquí con referencia a la Figura 4:

Paso 410: Monitorear la recepción de una transmisión de UL en cualquiera de las ocasiones de UL preconfiguradas con SPS en el canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, que se utiliza principalmente para la transmisión de datos. En la versión 14, el UE no está obligado a transmitir en las ocasiones de UL configuradas con SPS, y cuando el UE no tiene ningún dato para transmitir, no se envía nada. Un UE configurado con SPS corta, también se abstiene de la transmisión de UL a menos que tenga datos de UL o un Reporte de estado del búfer, BSR, por enviar. Las ocasiones de UL preconfiguradas con SPS en PUSCH pueden ser Intervalos de tiempo de transmisión, TTI, regulares, TTI cortos, ranuras o subranuras y que brindan oportunidades para que el UE transmita en el UL.

Paso 420: En respuesta a los datos y/o un BSR que se reciban desde el UE en el PUSCH en una de las ocasiones de UL configuradas con SPS, se realiza el paso 430. El otro paso 410 se continúa.

Paso 430: Transmitir al UE una respuesta de HARQ y al mismo tiempo transmitir una concesión de UL dinámica o una concesión de DL al UE. La concesión de UL y la concesión de DL son para el envío/recepción de nuevos datos desde el UE. La concesión de UL y la concesión de DL de nuevos datos activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute en el UE y, mientras está en ejecución, el UE permanece activo en DRX.

La concesión de UL y la concesión de DL funcionan por lo tanto como una concesión/asignación de activación y se envía para mantener activo la DRX de UE. Mientras la DRX está activa, el UE supervisará el Canal físico de control de enlace descendente, PDCCH, y luego puede recibir una concesión de DL de la red que planifica recursos en el Canal físico compartido de enlace descendente, PDSCH, para la transmisión de datos de DL. La concesión/asignación de activación sirve como una oportunidad para abrir un período en el que se puede enviar una concesión de DL al UE para la transmisión de los datos de DL. La concesión/asignación de activación se puede enviar cuando hay datos almacenados en el búfer para la transmisión de DL, pero también cuando no hay datos en espera de transmisión en el enlace descendente. La concesión/asignación de activación puede enviarse, por ejemplo, cuando la red estima que llegarán datos de DL mientras el temporizador inactividad de drx se está ejecutando como resultado de la concesión/asignación de activación. Al enviar la concesión/asignación de activación al UE, la red tiene más oportunidades de programar el UE en el DL.

La solución propuesta se basa en 36.321 5.7 de 3GPP: “Cuando se configura un ciclo de DRX, el tiempo activo incluye el tiempo mientras:

- **puede producirse una concesión de enlace ascendente para una retransmisión de HARQ pendiente y hay datos en la memoria intermedia de HARQ correspondiente para el proceso de HARQ síncrono**; “

Cuando se aplique la condición anterior, el UE se considerará elegible para recibir una concesión de programación de UL. Esta es la situación en la que el UE ha transmitido datos de UL o un BSR en una de las ocasiones de SPS preconfiguradas, o SPS cortas, en UL, durante una ventana que se utiliza en el paso 430 para enviar la concesión/asignación de activación.

La respuesta de HARQ se envía en el Canal indicador híbrido-ARQ, PHICH, en un proceso sincronizado con la transmisión de datos de UL. De acuerdo con 36.321 5.7 de 3GPP, el UE monitoreará el PDCCH cuando se espere una respuesta de HARQ y luego puede recibir una concesión de UL o una concesión de DL. La concesión de UL y la concesión de DL tienen la forma de un mensaje de información de control de enlace descendente, DCI. El principio de LTE es que el tiempo de UL de cualquier retransmisión de datos se sincroniza con el tiempo de la primera transmisión. Esto se conoce como retransmisión síncrona y evita la necesidad de enviar concesiones de UL para la retransmisión. En el momento en que se espera la respuesta de HARQ, la red puede, además de la respuesta de HARQ, enviar también una concesión de UL o una concesión de DL. En LTE, el tiempo de transmisión de una respuesta de HARQ se sincroniza con el tiempo de transmisión de UL y normalmente se realiza en el intervalo de tiempo de transmisión, TTI, de 1 ms próximo al de la recepción de la respuesta de HARQ. Este tiempo es típicamente demasiado corto para permitir la programación de recursos en el PDSCH para datos de DL que pueden almacenarse temporalmente para su transmisión al UE. En la tecnología aquí propuesta, la transmisión de una concesión de UL dinámica o una concesión de DL con la respuesta de HARQ se utiliza para activar un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute y mantenga la DRX de UE activa mientras se ejecuta. La concesión dinámica de concesión de UL/DL funciona por lo tanto como una activación de DRX del UE y que, mientras la DRX está activa, puede recibir una concesión de DL en el PDCCH y recibir datos de DL en el PDSCH.

La Figura 6 ilustra una secuencia de eventos a lo largo de una línea de tiempo horizontal de un UE (línea inferior) y la de un nodo de red (línea superior) y que aquí se presenta mediante un eNodeB, eNB. El UE está configurado con DRX, que comprende períodos cíclicos preconfigurados de On-Duration cuando el UE supervisa el PDCCH, seguidos de posibles períodos de inactividad de DRX. En el ejemplo, la On-Duration es de 4 ms y el ciclo es de 40 ms. El UE también está configurado con SPS corta, en el ejemplo que concede las

transmisiones de UL en TTI preconfigurados, TTI cortos, ranuras o subranuras con intervalo de 5 ms, y que se ilustran en la Figura 6 con las flechas distribuidas regularmente en dirección hacia arriba. El eNodeB monitorea los períodos de actividad de DRX y ocasiones de SPS y es consciente de cuándo el UE está activo en DRX. El eNodeB mantiene su propio receptor activo a lo largo del tiempo. Las figuras 7, 8 y 9 ilustran los pasos realizados por un nodo de red de acuerdo con algunas realizaciones, y que pueden seguirse uno tras otro en secuencia desde la Figura 7 a la Figura 8 y más allá de la Figura 9. El método propuesto puede comprender los siguientes pasos del nodo de red, y que se ilustran en la Figura 6, y en las Figuras 7, 8 y 9:

- El eNodeB, por ejemplo, su programador de UL, verifica que el UE esté en SPS de UL activada, paso 71 en la Figura 7, y suspensión de DRX, en el paso 72. Por ejemplo, en la Figura 6, esta es la situación justo a la derecha del primer período de activación de DRX, cuando el UE ha pasado a DRX inactiva.

- El programador de UL de eNodeB comprueba, en el paso 73, si se recibe una transmisión de datos BSR o UL en PUSCH en los recursos de la SPS o si no se recibe nada del UE. En el ejemplo de la Figura 6, los datos de UL y/o un BSR se reciben del UE en la segunda ocasión de concesión de UL de SPS, ilustrada por una flecha de "datos" en dirección hacia arriba desde el UE al eNodeB. En el ejemplo ilustrado en la Figura 6, el UE está en suspensión de DRX cuando transmite los datos de UL.

- Tras la recepción de los datos BSR/UL, es decir, el resultado de la verificación en el paso 73 es "verdadero", el nodo de red determina que el UE es elegible para la programación de acuerdo con 36.321 5.7 de 3GPP. En el ejemplo de la Figura 6, el UE está configurado con SPS corta y configurado para omitir la transmisión de relleno cuando no hay datos de UL o BSR para transmisión en la ocasión de SPS. Por tanto, la primera transmisión de UL incluye datos/BSR, y se espera una respuesta de HARQ en el DL. En el ejemplo, el eNodeB también determina despertar al UE de la suspensión de DRX, en el paso 75, y se prepara para enviar una concesión de UL dinámica o una concesión de DL. La concesión de UL, o la concesión de DL, es para una nueva transmisión, y no solo para una

retransmisión de los datos anteriores, porque una nueva transmisión, pero no una retransmisión activa el temporizador de inactividad de drx para que se ejecute.

- El programador aumenta la prioridad del UE, paso 81, para asegurar que el UE está programado. Dado que el acceso al canal de datos compartidos, PDSCH así como PUSCH, es compartido por muchos UE sobre la base de la contienda, al aumentar la prioridad del UE, aumentan las posibilidades de que el UE se programe en la ocasión adecuada. En caso de prepararse para la transmisión de una concesión de UL, la prioridad para la programación de UL aumenta, y en caso de que se esté preparando una concesión de DL, la prioridad de DL aumenta.

- La concesión dinámica de UL o la concesión de DL se programa y se transmite al UE, paso 88, en la misma ocasión que la ocasión de transmisión de respuesta de HARQ. Como, en el ejemplo de LTE, la respuesta de HARQ es síncrona a la transmisión de UL, el tiempo de respuesta de HARQ se determina basándose en el tiempo de recepción de UL. El tiempo y la ocasión aquí corresponden a un intervalo de tiempo de transmisión, TTI, o un TTI corto en LTE, o puede ser un intervalo de tiempo en tecnologías distintas de LTE como NR. En el LTE, "UL programado" significa que se transmitirá una concesión de UL en el PDCCH, como se ilustra mediante la primera flecha dirigida hacia abajo desde la línea de tiempo del eNodeB a la línea de tiempo del UE.

Antes de que se transmita la concesión de UL o la concesión de DL para despertar al UE de la suspensión de DRX, se puede realizar el paso opcional adicional:

- El PDCCH está adaptado para ser robusto, paso 86 y 87 en la Figura 8, para asegurar que el UE recibe correctamente la concesión de UL dinámica o la concesión de DL. Un PDCCH se denomina robusto cuando se le asignan más CCE de los que se determinan con la adaptación de enlace regular. El número de CCE asignados al PDCCH puede seleccionarse como

cualquiera de los valores 1, 2, 4 y 8, y normalmente se seleccionan en función de la calidad del enlace.

En caso de que se determine que se transmitirá una concesión de UL para despertar al UE de la suspensión de DRX, el paso opcional adicional se puede realizar antes de la transmisión:

- Si el UE reportó cero BSR, se realiza una verificación en el paso 82, entonces se utilizará un tamaño de bloque de transporte configurable, TBS, como se determina en el paso 84. La concesión dinámica de UL puede adaptar el formato de la transmisión de datos de UL en el PUSCH, el TBS es un parámetro y se selecciona uno pequeño si el BSR está vacío.

Se selecciona un formato de transporte, TFS, de PUSCH en el paso 85. TFS es una función que toma SINR, TBS requerido como entrada, y como salida tiene un Esquema de modulación y codificación, MCS, Bloques de recursos físicos, PRB, y TBS. Se puede implementar con diferentes algoritmos para diferentes proveedores. La implementación de este módulo no es el énfasis de esta tecnología, por lo tanto, solo se conoce como una función de caja negra. En caso de que se determine que se transmitirá una concesión de DL para despertar al UE de la suspensión de DRX, se puede observar además que:

- Además, si hay DL almacenado en búfer en el eNodeB para la transmisión de DL al UE cuando se determina que se despierta el UE mediante la concesión de DL, puede ser preferible programar pocos recursos en el PDSCH, mejorando así las posibilidades de que se realice la programación y la programación de concesión transmitida en la ocasión crítica. Si no hay datos de DL, se pueden transmitir bits ficticios en el PDSCH.

La recepción de la concesión de UL dinámica activa el temporizador de inactividad de drx para que se ejecute y el UE pasa a DRX activa. En la Figura 6, este período de temporizador inactividad de drx cuando el UE entra en el modo despierto desde el modo suspendido se ilustra mediante un cuadro de línea entrecortada. El eNodeB mantiene un temporizador correspondiente para monitorear el tiempo en que el UE permanece en DRX activa, y este

período también se ilustra mediante un cuadro de línea entrecortada en la línea de tiempo del eNodeB.

- Con el temporizador de inactividad de drx en ejecución, ahora es posible programar el UE en DL para la transmisión de datos. En el ejemplo de la Figura 6, los datos llegan a la memoria intermedia de DL del eNodeB después de la transmisión de concesión/asignación de activación. El eNodeB luego programa la transmisión de DL en el PDSCH y transmite una concesión de DL en el PDCCH y eso asigna los recursos en el PDSCH en los que el UE recibirá los datos de DL. La concesión de DL para la transmisión de datos se ilustra en la Figura 6 mediante la segunda flecha dirigida desde la línea de tiempo del eNodeB a la línea de tiempo del UE. Aunque solamente se ilustra la transmisión de una concesión de DL en la Figura 6, debe entenderse que, dependiendo de la cantidad de datos de DL en espera para transmisión, el eNodeB puede programar y enviar asignaciones de DL al UE en varias ocasiones. La transmisión de DL en el PDSCH se realiza en el mismo TTI, sTTI o ranura de la concesión de DL.

- Cuando el programador de DL ha programado todos los datos de DL disponibles, puede enviar un elemento de control, CE, de MAC de comando de DRX, paso 94 en la Figura 9, al UE para ponerlo de nuevo en suspensión de DRX. La Figura 6 muestra el comando DRX mediante una flecha que va desde el tiempo del eNodeB hasta la línea de tiempo del UE y, en respuesta a su recepción, el UE entra en el estado DRX inactiva y deja de monitorear el PDCCH. Antes de realizar el paso 94, se puede comprobar que el UE todavía está en DRX activa, paso 93.

Opcionalmente a lo que se ha revelado, el eNodeB podría haber omitido la transmisión de concesión/asignación de activación si el UE entrara en breve en el período On-Duration de DRX. Por brevemente se entiende aquí típicamente 4 ms o menos, aunque en algunas situaciones, como si no hay datos de DL disponibles, y la carga de tráfico generada por otros UE es alta, la concesión de activación también se puede omitir opcionalmente si hay 5, 6 o incluso 7 ms hasta el siguiente período de On-Duration de DRX.

Para mejorar las posibilidades de que la concesión/asignación de UL Wake-up se envíe en un momento que activa el temporizador de inactividad de drx para que se ejecute mientras los datos de DL llegan al búfer de datos de DL eNodeB, se puede predecir el tiempo de llegada de los datos de DL. La predicción puede basarse en el tiempo medio entre la transmisión de datos de UL en PUSCH y la llegada correspondiente de datos en DL, cuando ambos se refieren al mismo Canal lógico, LC. La llegada es típica en la capa de Control de enlace de radio, RLC, y se maneja mediante LC. El temporizador de inactividad de drx puede establecerse entonces como igual o mayor que el tiempo medio entre la transmisión de UL y la llegada de datos de DL.

En caso de que los datos de DL no hayan llegado cuando el temporizador de inactividad de drx está a punto de agotarse, se puede enviar otra concesión de activación para que se reinicie el temporizador de inactividad de drx.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método para un nodo de red, como el eNodeB, gNodeB, RE, REC, y que comprende pasos opcionales además de los que se describen en la Figura 4. Los pasos que pueden incluirse opcionalmente se indican mediante líneas entrecortadas más anchas en el diagrama de flujo:

Paso 402: Opcionalmente, se comprueba que el UE está configurado con DRX, y, de ser así, cuál es el ciclo de DRX, período de On-Duration y temporización. Si el UE está configurado con DRX, se realiza el paso 404, o de lo contrario, el proceso finaliza.

Paso 404: Opcionalmente, se comprueba que el UE está configurado con SPS en el UL. Opcionalmente también se comprueba que el UE esté configurado con SPS corta. Si el UE está configurado con SPS, o con SPS corta, se realiza el paso 410, o de lo contrario, el proceso finaliza.

Paso 410: En este paso, se monitoriza la recepción de cualquier transmisión PUSCH desde el UE tal como se describe en la Figura 4 y, si se recibe, es decir, la pregunta en el paso 420 se responde con un sí, se realiza el paso 422, de lo contrario se repite el paso 410.

Paso 422: Opcionalmente, se comprueba si hay datos almacenados en la memoria intermedia para la transmisión de DL al UE. Si la respuesta es sí, se realiza el paso 426. Si

la respuesta es no, el método puede seleccionarse de acuerdo con una de dos alternativas. En la primera alternativa, no se enviará ninguna concesión de UL de activación al UE cuando no haya datos disponibles en la memoria intermedia de DL, y el paso 410 se repite en un bucle. En la otra alternativa, se realiza el paso 424.

Paso 424: Opcionalmente, se estima si se recibirán datos de DL en un período del temporizador de inactividad de drx si se activa mediante una concesión de UL. Si la respuesta es sí, se puede realizar el paso 426 o, alternativamente, omitirlo y luego se realiza el paso 430. Si la respuesta es no, el paso 410 se repite en un bucle.

Paso 426: Opcionalmente, se verifica si hay un cierto tiempo hasta que el UE ingresará al modo de On-Duration de DRX, y si no, se omite la transmisión de una concesión de UL de activación, ya que el UE, no obstante, será posible alcanzar por una transmisión en el PDCCH en breve. Por breve y cierto tiempo aquí se entiende típicamente un tiempo de 4 ms o menos, aunque, como se discutió anteriormente, también puede ser más largo en algunas situaciones. Si se confirma, sí en el paso 426, que no hay un período de On-Duration próximo dentro de un límite de tiempo especificado, el paso 430 se realizará posteriormente. Sin embargo, si se va a introducir la On-Duration dentro del límite de tiempo especificado, la respuesta a la pregunta es No y el paso 428 se realiza posteriormente.

Paso 428: No se hace nada hasta que haya expirado el siguiente período de On-Duration, y luego se realiza de nuevo el paso 410 y se repiten las otras etapas en un bucle.

Paso 430: Se transmite una respuesta de HARQ en una ocasión o un TTI que se da por el tiempo fijo requerido entre una transmisión de UL y su respuesta de HARQ. En la misma ocasión o TTI, se transmite una concesión de UL o una concesión de DL con el fin de activar el temporizador de inactividad de drx para que se ejecute y de ese modo hacer que el UE entre en el modo activo de DRX. Si no hay datos esperando la transmisión de DL, y si no llegan datos a la memoria intermedia de DL mientras el UE está activo en DRX, el paso 410 puede repetirse cuando el temporizador de inactividad de drx se agote y el UE pase a DRX inactiva, y el método continúa en un bucle, de lo contrario se realiza opcionalmente el paso 432.

Paso 432: Opcionalmente, se transmite una concesión de programación al UE a través del PDCCH, mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando. La concesión de programación asigna los recursos en el PDSCH en los que el UE recibirá los datos de DL. El propósito de enviar esta concesión de programación es la transmisión de datos de DL al UE.

Paso 434: Este paso opcional puede seguir al paso 432, y se comprueba si hay más datos de DL para transmitir. Si es así, entonces el paso 432 se repite en un bucle, y si no, se puede realizar el paso 436. Alternativamente, y no representado en la Figura 5, se puede predecir que DL llegará mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando y, de ser así, el paso 436 no se realiza. Si los datos llegan a la memoria intermedia de DL mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando, se puede enviar una concesión de programación adicional al UE. Alternativamente, si se predice que los datos de DL llegarán después de que se agote el temporizador de inactividad de drx, el paso 430 se puede realizar de nuevo, activando así el temporizador de inactividad de drx para que se ejecute de nuevo y mantenga la DRX del UE activa mientras se predice la llegada de datos de DL.

Paso 436: Opcionalmente se envía un comando DRX al UE y activa el UE para que entre en el modo de DRX inactiva.

La NDI, en el DCI que sirve como concesión de activación o como asignación de activación, se alterna para indicar nuevos datos y, por lo tanto, activa el temporizador de inactividad de drx para que se ejecute. Es necesario programar algunos recursos en el PUSCH en el caso de una concesión de reactivación o algunos recursos en el PDSCH, en el caso de una concesión de reactivación. Hay poco tiempo para programar la concesión/asignación de reactivación y si solo se ocupa una pequeña cantidad de recursos en el PUSCH/PDSCH, hay más posibilidades de que se pueda enviar la concesión/asignación de reactivación. Si no hay datos almacenados en búfer para la transmisión, el relleno se puede enviar en cualquiera de los PUSCH y PDSCH.

La concesión/asignación de activación se transmite en el PDCCH en la misma oportunidad que la respuesta de HARQ se transmite en el PHICH, y eso significa que en el caso de LTE

que se transmiten en los símbolos OFDM dentro de un TTI que constituye la región de control, o en el caso de que se utilicen TII cortos en LTE o en el caso de NR, sPDCCH y PHICH se codifican sobre los mismos símbolos OFDM.

El término UE, Equipo de usuario, utilizado en esta descripción puede referirse no solo al terminal final como se define en las especificaciones 3GPP para LTE o NR, sino que puede referirse a cualquier tipo de dispositivo inalámbrico que se comunique con un nodo y/o con otro dispositivo inalámbrico en un sistema de comunicación celular o móvil. Cabe señalar que el "usuario" en el término "Equipo de usuario" no restringe de ninguna manera que el terminal esté en manos de un usuario humano, pero el UE puede ser una máquina que se comunica con otras máquinas. Ejemplos del UE incluyen un teléfono móvil, un teléfono inteligente, un PDA (Asistente digital personal), un computador portátil (por ejemplo, laptop, tableta), un sensor, un módem, un dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC) / dispositivo de máquina a máquina (M2M), equipo integrado en computador portátil (LEE), equipo montado en computador portátil (LME), llaves USB, un dispositivo compatible con D2D u otro dispositivo que pueda proporcionar comunicación inalámbrica. Un UE también puede denominarse estación (STA), dispositivo o terminal en algunas realizaciones.

El término "nodo de red", tal como se usa, puede ser cualquier tipo de nodo de red que maneje algunas de las funciones de programación, posiblemente en cooperación con la Nube, en la que se pueden calcular algunas de las funciones de programación, como la configuración de políticas o la predicción del tiempo de llegada de datos de DL. El "nodo de red" puede comprender un Nodo B, estación base (BS), nodo de radio de radio multiestándar (MSR) como MSR BS, eNode B, controlador de estación base (BSC), estación transceptora base (BTS) o una parte de una estación base/eNodeB/gNodeB que puede tener una arquitectura dividida y por lo tanto la función reside principalmente en un Controlador de equipo de radio, REC, un Controlador de equipo, RE, relé de control de nodo donante de retransmisión.

En los ejemplos divulgados se han utilizado nombres de canales en el sistema de LTE, aunque debe entenderse que también los canales con funciones tales como un canal de datos de enlace descendente compartido, un canal de control de enlace descendente, un

canal de datos de enlace ascendente compartido y un canal de control de enlace ascendente pueden utilizarse a pesar de que sus nombres pueden ser distintos de PDSCH, PDCCH, PUSCH y PUCCH de LTE.

La Figura 10 es un diagrama de bloques de una estructura de un nodo de red 101 que se adapta a la tecnología aquí propuesta. Solo se muestran las estructuras relevantes para la tecnología propuesta para una mejor visión general. Comprende un transmisor de DL 11 y un receptor de UL 12, y un programador 13 con secciones separadas 131, 132 para programar recursos en el PDSCH y el PUSCH en las direcciones de comunicación de DL y UL, respectivamente. El programador 13 está conectado al transmisor 11 y al receptor 12. El transmisor 11 y el receptor 12 están ambos adaptados para transmitir/recibir a través de una interfaz de radio, o están conectados respectivamente a un transmisor de radio y un receptor de radio en otra entidad, por ejemplo, una red de transporte frontal y que no se muestran en la Figura 10.

La función general del programador 13 es programar los recursos en la interfaz de radio para la comunicación con una pluralidad de UE en disputa de los recursos en el PDSCH y el PUSCH. Al describir la tecnología de esta aplicación, la atención se centra en el UE que está configurado con DRX y SPS. La configuración de SPS puede ser para una SPS corta. El programador comunica sus decisiones de programación a través del transmisor de DL 11 a los UE a través del PDCCH en forma de mensajes de DCI, como concesiones de programación que proporcionan recursos en el PUSCH para las transmisiones de UL y asignaciones de programación que proporcionan recursos en el PDSCH para las transmisiones de DL. Los datos de DL llegan al nodo de red 101 a través de, por ejemplo, una interfaz S1 a la red central, que no se muestra en la Figura 10, y una memoria intermedia de DL 1140 almacena los datos hasta que se programan y transmiten. El programador de DL 131 es informado de las cantidades de datos en la memoria intermedia de DL para el UE específico, y el programador de UL 132 recibe un BSR del UE que informa de la cantidad de datos que esperan la transmisión de UL. El programador 13 también asigna prioridades a los diferentes UE, basándose en factores tales como las cantidades de datos en su respectivo búfer, cuánto tiempo se han almacenado los datos en búfer y el tipo de servicio en el que está involucrado el UE. Cuáles de los UE que están programados se

basan en su respectiva prioridad. La programación en UL y DL se realiza convencionalmente en procesos separados, y un UE específico puede tener diferentes prioridades para la transmisión de UL y la transmisión de enlace descendente. La memoria intermedia de DL 1140 tiene secciones para los datos de los respectivos UE.

El nodo de red 101 está adaptado para realizar las funciones descritas con referencia a la Figura 4. Opcionalmente también puede adaptarse para realizar las funciones adicionales que se describen en el diagrama de flujo de las Figuras 5, 7, 8 y 9. En una realización, el receptor de UL 12 monitorea la recepción de cualquier transmisión de UL desde el UE en los TTI concedidos por SPS, o en los TTI cortos concedidos por la SPS corta, e informa al programador 13 cuando se reciben datos de UL o un BSR. El programador 13 puede entonces controlar su programador 132 de UL para activar la transmisión de la concesión de UL de activación en el mismo TTI, TTI corto o ranura como en la respuesta de HARQ. El programador 132 de UL informa entonces al programador 131 de DL de la ejecución del temporizador de inactividad de drx. Como alternativa a activar la transmisión de una concesión de enlace ascendente de activación, el programador 13 puede controlar el programador de DL 132 para transmitir una concesión de DL de activación. El programador 13 en la realización de la Figura 10 posee información sobre el proceso de DRX, incluyendo los períodos en los que el UE mantiene activo su receptor, es decir, está en DRX activa, y posee información sobre la configuración de la SPS de UL del UE. El programador determina si enviar una concesión/asignación de activación, en los pasos descritos en las Figuras 4, 5, 7, 8 y 9. El programador también puede determinar si se debe enviar una concesión/asignación de activación o no. Determinar cuál de las dos alternativas se utilizará para despertar al receptor del UE puede basarse, por ejemplo, en la carga en el UL y el DL, y si el DL tiene la mejor capacidad, se selecciona una concesión de DL para despertar al UE.

En una realización descrita en la Figura 11, hay circuitos del procesador 1120 que controlan las interacciones entre el transmisor 11, el receptor 12 y el programador 13. En esta realización, los circuitos del procesador 1120 mantienen el control sobre la configuración de DRX en el UE, poseen información de los períodos en los que el receptor del UE está activo y activan el programador de UL para programar la transmisión de la concesión de UL o la concesión de DL en el mismo TTI o ranura que la transmisión de la respuesta de HARQ, con

el fin de despertar al UE desde suspensión de DRX. Opcionalmente, también puede haber una memoria 1130 que almacena las instrucciones que cuando se ejecutan en los circuitos del procesador 1120, hacen que los circuitos del procesador 1120 controlen el nodo de red para realizar las funciones como se describe con referencia a cualquiera de las Figuras 4, 5, 7, 8 y 9. En la alternativa sin memoria, las funciones de los circuitos del procesador 1120 pueden estar codificadas en los circuitos del procesador 1120.

En la tecnología presentada aquí hay una primera concesión/asignación de activación que activa la DRX del UE, y cuando el UE ha pasado a DRX activa, se transmiten las asignaciones de DL para los datos de DL. Hay varias razones para el enfoque de dos pasos. La asignación de concesión de activación se transmite con limitaciones de tiempo breves, que pueden no admitir los datos que se están programando. La programación es complicada, las decisiones se toman con limitaciones de tiempo breves, y el UL y el DL son manejados típicamente por secciones separadas 131, 132 del programador 13 que funcionan de forma independiente, aunque se intercambia información. El programador de UL controla la concesión de SPS de UL para el UE y está configurado para proporcionar las respuestas HARQ y está configurado para adaptar la retransmisión de datos desde el UE transmitiendo una concesión de UL. Por lo tanto, el programador UL está adaptado de las primeras versiones del estándar para enviar una concesión de UL sobre el PDCCH al mismo tiempo que la respuesta de HARQ. La concesión de UL solo necesita conceder una pequeña cantidad del recurso de PUSCH, para un solo bloque de recursos, ya que su propósito es despertar al UE desde suspensión de DRX y no transmitir datos de UL. Las posibilidades de tener éxito en la programación del UE en el mismo TTI que el de la respuesta de HARQ mejoran con solo un recurso menor del PUSCH concedido. Las posibilidades de tener éxito en despertar al UE en el mismo TTI que el de la respuesta de HARQ mejoran mediante el uso de un PDCCH robusto.

En caso de que haya una capacidad limitada en el PUSCH, se puede enviar alternativamente una concesión de DL para despertar al UE desde la suspensión de DRX. Si se asignan solo algunos recursos menores en el PDSCH o algunos recursos menores en el PUSCH, aumentan las posibilidades de que la asignación de activación o la concesión de activación se programen en la misma ocasión que la transmisión de respuesta de HARQ, ya

sea en el mismo TTI, el mismo sTTI, la misma ranura o la misma sub-ranura dependiendo de la configuración del UE.

Las posibilidades de que el UE detecte la concesión/asignación de reactivación mejoran si el PDCCH que lleva a cabo la concesión/asignación de activación se hace de manera robusta.

Además, los expertos en la técnica apreciarán que las funciones y medios explicados en este documento pueden implementarse usando software que funcione junto con un microprocesador programado o computador de propósito general, y/o usando un circuito integrado específico de aplicación (ASIC). También se apreciará que, si bien la presente invención se describe principalmente en forma de métodos y dispositivos, la tecnología también puede incorporarse en un producto de programa de computador, así como en un sistema que comprende un procesador de computador y una memoria acoplada al procesador, en el que la memoria está codificada con uno o más programas que pueden realizar las funciones aquí descritas.

Expresiones como "que incluye", "que comprende", "que incorpora", "que consiste en", "tiene", "es", que se utilizan para describir y reivindicar la presente invención, deben interpretarse de manera no exclusiva, es decir, permitiendo artículos, componentes o elementos no descritos explícitamente que también deben estar presentes. También se debe interpretar que la referencia al singular se refiere al plural y viceversa.

Abreviaciones y acrónimos

BSR	Reporte de estado del búfer
CE	Elemento de control
DL	Enlace descendente
DRX	Recepción discontinua
DTX	Transmisión discontinua
LC	Canal lógico
LTE	Evolución a largo plazo
MAC	Control de acceso al medio
MCS	Esquema de codificación y modulación
NR	Nueva radio
PDCCH	Canal físico de control de enlace descendente
PDSCH	Canal físico compartido de enlace descendente
PRB	Bloque físicos de recursos
PUCCH	Canal físico de control de enlace ascendente
PUSCH	Canal físico compartido de enlace ascendente
RTT	Tiempo de ida y vuelta
SR	Solicitud de programación
SPS	Programación semipersistente

TBS	Tamaño del bloque de transporte
TFS	Selección del formato de transporte
UL	Enlace ascendente

REALIZACIONES DE LA TECNOLOGÍA

A. Un método en un nodo de red para habilitar la programación de DL de un UE configurado con DRX incluyendo los periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, para habilitar la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration, y cuando el UE está configurado con una programación semipersistente, SPS, de UL concediendo al UE transmisión de UL en Intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, comprendiendo dicho método los pasos de:
- monitorear la recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes de la configuración de SPS; y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL,

B. transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y en la misma ocasión transmitir una concesión de UL al UE, en donde la concesión de UL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando el UE permanece en modo DRX activo.

C. El método de la realización A comprende además enviar dicha concesión de UL con la condición de que haya datos almacenados en la memoria intermedia para la transmisión de DL.

D. El método de la realización A comprende además enviar dicha concesión de UL con la condición de que se predice que habrá datos para la transmisión de DL en el período en el que el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando.

E. El método de la realización C comprende además predecir el momento en que los datos estarán disponibles para transmisión de enlace descendente en base al tiempo promedio para un canal lógico específico entre una transmisión de enlace ascendente y una transmisión de enlace descendente correspondiente, y el tiempo de recepción de la transmisión del UE.

F. El método de acuerdo con cualquiera de las realizaciones A, B o C comprende además enviar una asignación de programación al UE mientras el temporizador de

inactividad de drx se está ejecutando.

G. El método de la realización A comprende además enviar dicha concesión de UL por el Canal físico de control de enlace descendente, PDCCH, mediante el uso de al menos uno más Elementos de canal de control, CCE, de los que deberían haberse utilizado en la adaptación de enlace normal.

H. El método de la realización A comprende además enviar dicha concesión de UL con la condición de que haya más de 4 m segundos hasta el siguiente período preconfigurado del modo activo de DRX.

I. El método de la realización A comprende además cuando un reporte de estado de la memoria intermedia recibido del UE indica que no hay datos para la transmisión de UL, dicha concesión de UL adapta el tamaño de un bloque de transporte de UL para que sea menor que el tamaño de un bloque de transporte en la configuración de SPS.

J. El método de acuerdo con la realización E en donde tras una o más transmisiones de enlace descendente no hay más datos para transmitir en el enlace descendente, el comando DRX se envía al UE activando el UE para que entre en modo DRX inactivo.

K. El método de la realización A comprende además determinar que el UE está configurado con SPS de UL y configurado con DRX.

L. El método de la realización A comprende además configurar el UE con al menos uno de SPS de UL y la DRX.

M. El método de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores en el que la configuración de SPS es una configuración de SPS corta, en la que las múltiples ocasiones para transmisiones de UL que se conceden al UE se extienden por un intervalo de 10 m segundos o menos.

N. El método de acuerdo con la realización L en donde la red configura el UE para que se abstenga de enviar un TTI configurado con SPS a menos que haya datos de UL o un Reporte de estado de memoria intermedia.

O. Un nodo de red dispuesto para habilitar la programación de DL de un UE configurado con DRX incluyendo los periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, and para habilitar la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration, cuando el UE está configurado con una programación semipersistente, SPS, de UL concediendo al UE transmisión de UL en Intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, estando dispuesto para:
- monitorear una recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes de la configuración de SPS; y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL,
- transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y en la misma ocasión transmitir una concesión de UL al UE, en donde la concesión de UL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando el UE permanece en modo DRX activo. Un nodo de red dispuesto para habilitar la programación de DL de un UE configurado con DRX incluyendo los periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, para habilitar la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration, cuando el UE está configurado con una programación semipersistente, SPS, de UL concediendo al UE transmisión de UL en Intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, estando dispuesto para:
- monitorear una recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes de la configuración de SPS; y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL,
- transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y en la misma ocasión transmitir una concesión de UL al UE, en donde la concesión de UL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando el UE permanece en modo DRX activo.

P. Un nodo de red dispuesto para habilitar la programación de DL de un UE configurado con DRX incluyendo los periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, and para habilitar la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration cuando el UE está configurado con una programación semipersistente, SPS, de UL concediendo al UE transmisión de UL en Intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, comprendiendo dicho Nodo de red un procesador (1120) y una memoria (1130) con software de procesamiento que cuando se ejecuta en el procesador hace que el nodo de red:
- monitorear una recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes de la configuración de SPS; y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL,
- transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y en la misma ocasión transmitir una concesión de UL al UE, en donde la concesión de UL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando el UE permanece en modo DRX activo.

Q. Un nodo de red dispuesto para habilitar la programación de DL de un primer UE configurado con DRX incluyendo los periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, y para habilitar la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration, cuando el primer UE está configurado con una programación semipersistente, SPS, de UL concediendo al UE transmisión de UL en Intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, comprendiendo dicho Nodo de red:
- un receptor dispuesto para recibir la señal del UE,
- un transmisor dispuesto para transmitir señales al UE,
- un programador de UL para programar el acceso a los recursos de radio de UL entre uno o más UE en disputa por la transmisión de UL,
- un programador de DL para programar el acceso a los recursos de radio de UL entre uno o más UE en disputa por la transmisión de UL, en donde los programadores UL y DL están conectados entre sí para el intercambio de información, y conectados al transmisor para la transmisión de DL de cualquier decisión de programación a uno y más UE

- con software de procesamiento que cuando se ejecuta en el procesador hace que el nodo de red::
- monitorear una recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes de la configuración de SPS; y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL,
- transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y en la misma ocasión transmitir una concesión de UL al UE, en donde la concesión de UL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando el UE permanece en modo DRX activo.

R. El nodo de red según cualquiera de las realizaciones N, O, P en donde la configuración de SPS es una configuración de SPS corta, en la que las múltiples ocasiones para las transmisiones de UL que se conceden al UE se extienden por un intervalo de 10 m segundos o menos.

S. El nodo de red según cualquiera de las realizaciones N, O, P y Q, en donde el nodo de red está dispuesto para configurar el UE para que se abstenga de enviar un TTI configurado con SPS a menos que haya datos de UL o un Reporte de estado del búfer.

REIVINDICACIONES

1. Un método en un nodo de red para habilitar la programación de DL de un UE configurado con Recepción discontinua, DRX, incluyendo períodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, para habilitar la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration, el UE estando configurado además con una programación semipersistente, SPS, de UL concediendo la transmisión de UL del UE en intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, TTI cortos, ranuras o sub-ranuras comprendiendo dicho método los pasos de:
- monitorear (410) una recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes, TTI cortos, ranuras o sub-ranuras de la configuración de SPS; y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL,
- transmitir (430) una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y en la misma ocasión transmitir una concesión de UL o una asignación DL al UE, en donde la concesión de UL o asignación de DL transmitida activa el UE para permanecer en el modo de DRX activa durante un período.

2. El método de la reivindicación 1 en donde la concesión de UL o la asignación de DL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute durante el cual el UE permanece en modo DRX activo.

3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde dicha transmisión de dicha concesión de UL o asignación de DL se condiciona (422) a que haya datos almacenados en memoria intermedia para la transmisión de DL.

4. El método de la reivindicación 2, en donde dicha transmisión de dicha concesión de UL o asignación de DL se condiciona (424) a que se prediga que habrá datos para la transmisión de DL en el período cuando el UE permanece en el modo de DRX activa.

5. El método de la reivindicación 4 comprende además predecir un momento en el que los datos estarán disponibles para transmisión de enlace descendente en base al

tiempo promedio para un canal lógico específico entre una transmisión de enlace ascendente y una transmisión de enlace descendente correspondiente, y el tiempo de recepción de la transmisión del UE.

6. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores comprende además enviar (432) una asignación de programación al UE durante el período en el que el UE permanece en el modo de DRX activa.

7. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde dicha transmisión (430) de dicha concesión de UL o asignación de DL se hace por el Canal físico de control de enlace descendente, PDCCH, mediante el uso de al menos un Elemento de canal de control, CCE, más de los que deberían haberse utilizado en la adaptación de enlace normal.

8. El método de la reivindicación 1 o 2 en donde dicha transmisión (430) de dicha concesión de UL o asignación de DL se condiciona (426) a que haya más de 4 m segundos hasta un siguiente período preconfigurado de On-Duration de DRX.

9. El método de la reivindicación 1 o 2 comprende además en respuesta a recibir del UE un reporte de estado del búfer que indica que no hay datos para la transmisión de UL, configurando dicha concesión de UL para adaptar (84) el tamaño de un bloque de transporte de UL para que sea menor que el tamaño de un bloque de transporte configurado con dicha SPS de UL.

10. El método de acuerdo con la reivindicación 6 en donde se envía un comando de DRX (436) al UE que activa al UE para que entre en el modo DRX inactivo cuando no haya más datos para transmitir en el enlace descendente.

11. El método de la reivindicación 1 o 2 comprende además determinar (402, 404) que el UE está configurado con SPS de UL y configurado con DRX.

12. El método de la reivindicación 1, 2 o 11 comprende además configurar el UE con al menos uno de SPS de UL y la DRX.

13. El método de la reivindicación 11 o 12, y en donde dicha transmisión de dicha concesión de UL o asignación de DL se condiciona que el UE está configurado con SPS de UL y con DRX.

14. El método de la reivindicación 1, 2, 11 o 12, y en donde dicha transmisión de dicha concesión de UL o asignación de DL se condiciona que el UE está en una fase de un ciclo de DRX que está fuera del período de On-Duration.

15. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que dicha configuración de SPS es una configuración de SPS corta concediendo las transmisiones de UL del UE en TTI cortos recurrentes o ranuras que se extienden por un intervalo de 10 m segundos o menos.

16. El método de acuerdo con la reivindicación 14 en donde la red configura el UE para que se abstenga de transmitir en un TTI configurado con SPS, TTI corto, ranura o sub-ranura a menos que haya datos de UL o un Reporte de estado del búfer por transmitir.

17. Un nodo de red dispuesto para habilitar la programación de DL de un UE configurado con DRX incluyendo los periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, y para habilitar la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration, cuando el UE está configurado con una programación semipersistente, SPS, de UL concediendo al UE transmisión de UL en Intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, TTI cortos, ranuras o sub-ranuras estando dispuesto para:
- monitorear una recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes de la configuración de SPS; y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL,
- transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y en la misma ocasión transmitir una concesión de UL o una asignación de DL al UE, en donde el UL o la asignación de concesión de DL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando el UE permanece DRX activa.

18. Un nodo de red dispuesto para habilitar la programación de DL de un UE configurado con DRX incluyendo los periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, y para habilitar la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration cuando el UE está configurado con una programación semipersistente, SPS, de UL concediendo al UE transmisión de UL en Intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, TTI cortos, ranuras o sub-ranuras comprendiendo dicho Nodo de red circuitos de procesamiento (1120) que controlan el nodo de red para:
- monitorear una recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes, sTTI, o ranuras de la configuración de SPS; y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL,
- transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y en la misma ocasión transmitir una concesión de UL o una asignación de DL al UE, en donde la concesión de UL o la asignación de DL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando el UE permanece en modo DRX activo.

19. El nodo de red de la reivindicación 18, que comprende una memoria 1130 que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en los circuitos de procesamiento 1120, hace que los circuitos de procesamiento 1120 controlen el nodo de red.

20. Un nodo de red dispuesto para habilitar la programación de DL de un primer UE configurado con DRX incluyendo los periodos de On-Duration recurrentes preconfigurados, y para habilitar la programación de DL en periodos fuera de los periodos de On-Duration, cuando el primer UE está configurado con una programación semipersistente, SPS, de UL concediendo al UE transmisión de UL en Intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, TTI cortos o ranuras comprendiendo dicho Nodo de red:
- un receptor dispuesto para recibir la señal del UE,
-un transmisor dispuesto para transmitir señales al UE,
- un programador de UL para programar el acceso a los recursos de radio de UL entre uno o más UE en disputa por la transmisión de UL,

- un programador de DL para programar el acceso a los recursos de radio de UL entre uno o más UE en disputa por la transmisión de UL, en donde los programadores UL y DL están conectados entre sí para el intercambio de información, y están conectados al transmisor para la transmisión de DL de cualquier decisión de programación a uno y más UE, y los circuitos de procesamiento (1120) controlan el nodo de red para:
- monitorear una recepción de una transmisión desde el UE en cualquiera de los TTI recurrentes, sTTI o ranuras de la configuración de SPS; y en respuesta a la recepción de una transmisión de UL,
- transmitir una respuesta de HARQ a la transmisión de UL y, en la misma ocasión, transmitir una concesión de UL o una asignación de DL al UE, en donde la concesión de UL o la asignación de DL activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute, y mientras el temporizador de inactividad de drx se está ejecutando el UE permanece en modo DRX activo.

21. El nodo de red según cualquiera de las reivindicaciones 17, 18 o 20, en donde la configuración de SPS es una configuración de SPS corta, en la que los Intervalos de tiempo de transmisión, TTI, recurrentes, TTI cortos, o ranuras que se conceden al UE para transmisiones de UL se extienden por un intervalo de 10 m segundos o menos.

22. El nodo de red según cualquiera de las reivindicaciones 17, 18 o 20, en el que el nodo de red está dispuesto para configurar el UE para que se abstenga de enviar un TTI configurado con SPS, un TTI corto o una ranura a menos que el UE tenga datos de UL o un Reporte de estado de búfer por transmitir.

RESUMEN

La tecnología presentada se refiere a un método en un UE configurado con Recepción discontinua, DRX, y un método en un nodo de red para la programación de DL del UE. El UE está configurado además con Programación semipersistente, SPS, concediendo al UE una serie de oportunidades para la transmisión de UL. La SPS reduce la latencia en la transmisión de UL, aunque puede tener un impacto negativo en la latencia en las transmisiones de DL. El nodo de red monitorea una recepción de datos de UL en cualquiera de los recursos de SPS concedidos al UE, se envía una concesión/asignación de activación en el PDCCH y al mismo tiempo envía una información de HARQ en respuesta a los datos de UL recibidos. La concesión/asignación de activación activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute en el UE, y que mientras se ejecuta el UE está en DRX activa. Mientras el UE está en DRX activa, el nodo de red puede programar una transmisión de datos de DL y enviar una concesión de DL y los datos de DL al UE. La tecnología presentada se refiere además a un UE que recibe una concesión/asignación de activación que activa un temporizador de inactividad de drx para que se ejecute y, mientras se ejecuta, el UE está en DRX activa. Mientras el UE está en DRX activa una concesión de DL programa datos de DL en el PDSCH y que también son recibidos por el UE. Pueden seguir más asignaciones de DL antes de que el UE pase a DRX inactiva.