

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 599**

51 Int. Cl.:

H04W 72/12 (2009.01)

H04W 52/36 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2017** E 17160149 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020** EP 3220704

54 Título: **Método y aparato para ayudar a la transmisión de datos en un sistema de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

11.03.2016 US 201662307117 P

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

08.02.2021

73 Titular/es:

**ASUSTEK COMPUTER INC. (100.0%)
No. 15, Lite Rd., Peitou Dist.
Taipei City 112, TW**

72 Inventor/es:

CHEN, WEI-YU

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 804 599 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

Método y aparato para ayudar a la transmisión de datos en un sistema de comunicación inalámbrica

5 Esta divulgación se refiere en general a redes de comunicación inalámbrica, y más particularmente, a métodos y aparatos para ayudar a la transmisión de datos en un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con las partes caracterizadoras previas de las reivindicaciones independientes 1, 9, y 15, respectivamente. Tales métodos y aparatos se desvelan en el documento US 2009/046639 A1 (reivindicación independiente 1), y los documentos EP 2 509 373 A1 y EP 2 343 945 A2 (reivindicaciones independientes 1 y 9). El documento del 3GPP R2-086092 desvela
10 mecanismos en relación con la generación de BSR con configuraciones actuales de SPS de enlace ascendente.

Con la rápida elevación de la demanda de comunicación de grandes cantidades de datos a y desde dispositivos de comunicación móviles, las redes de comunicación por voz móvil tradicionales están evolucionando a redes que comunican con paquetes de datos del protocolo de Internet (IP). Dicha comunicación de paquetes de datos IP puede proporcionar a los usuarios de los dispositivos de comunicación móviles servicios de voz sobre IP, multimedia, multidifusión y comunicación bajo demanda.
15

Una estructura de red de ejemplo es una red de acceso por radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN). El sistema E-UTRAN puede proporcionar alto rendimiento de datos para realizar los servicios de voz sobre IP y multimedia anteriormente mencionados. Una nueva tecnología de radio para la siguiente generación (por ejemplo, 5G) está siendo analizada actualmente por la organización de normas 3GPP. Por consiguiente, están siendo enviados actualmente cambios al cuerpo actual de la norma 3GPP y se considera que evolucione y finalice la norma 3GPP.
20

Se desvelan métodos y aparatos para ayudar a la transmisión de datos en un sistema de comunicación inalámbrica y se definen en las reivindicaciones independientes 1 y 9, respectivamente. Las respectivas reivindicaciones dependientes definen respectivas realizaciones preferidas de las mismas, respectivamente. Preferentemente, el método de acuerdo con un primer aspecto incluye que el UE (Equipo de Usuario) establezca al menos tres canales lógicos que incluyen al menos un primer canal lógico, un segundo canal lógico, y un tercer canal lógico. El método incluye adicionalmente que el UE esté configurado con recurso de enlace ascendente periódico por una estación base, en donde el recurso de enlace ascendente periódico se comparte por el primer canal lógico, que lleva datos inesperados o generados aperiódicamente, y el segundo canal lógico, que lleva datos generados periódicamente, pero no se comparte por el tercer canal lógico. El método también incluye que el UE realice una primera transmisión mediante el recurso de enlace ascendente periódico, en donde la primera transmisión incluye datos asociados con el primer canal lógico y/o datos asociados con el segundo canal lógico.
25
30
35

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un diagrama de un sistema de comunicación inalámbrico de acuerdo con una realización de ejemplo.
40

La figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema transmisor (también conocido como red de acceso) y un sistema receptor (también conocido como equipo de usuario o UE) de acuerdo con una realización de ejemplo.

La figura 3 es un diagrama de bloques funcional de un sistema de comunicación de acuerdo con una realización de ejemplo.
45

La figura 4 es un diagrama de bloques funcionan del código de programa de la figura 3 de acuerdo con una realización de ejemplo.

50 La Figura 5 es una reproducción de la Figura 5.1.2.1.1 del documento 3GPP S1-154453.

La Figura 6 es una reproducción de la Tabla 5.1.6 del documento 3GPP TR 22.891 v1.2.0.

La Figura 7 es una reproducción de la Figura 2 del artículo del IEEE titulado "Requirements and Current Solutions of Wireless Communication in Industrial Automation" por A. Frotzschner et al.
55

La Figura 8 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 9 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

60 La Figura 10 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 11 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

65 La Figura 12 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 13 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 14 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

5 La Figura 15 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 16 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

10 La Figura 17 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 18 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 19 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

15 La Figura 20 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 21 es un diagrama de acuerdo con una realización de ejemplo.

20 La Figura 22 es un diagrama de flujo de acuerdo con una realización de ejemplo.

La Figura 23 es un diagrama de flujo de acuerdo con una realización de ejemplo.

Descripción detallada

25 Los sistemas y dispositivos de comunicación inalámbrica de ejemplo descritos a continuación emplean un sistema de comunicación inalámbrico, que soporta un servicio de difusión. Los sistemas de comunicación inalámbricos están ampliamente desplegados para proporcionar diversos tipos de comunicación tal como voz, datos y así sucesivamente. Estos sistemas pueden basarse en acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), acceso inalámbrico LTE (evolución a largo plazo) de 3GPP, LTE-A o LTE-Avanzado (evolución a largo plazo avanzada) de 3GPP, UMB (Banda Ancha Ultra Móvil) de 3GPP2, WiMax o algunas otras técnicas de modulación.

30 En particular, los sistemas y dispositivos de comunicación inalámbrica de ejemplo descritos a continuación pueden diseñarse para soportar una o más normas tal como la norma ofrecida por un consorcio llamado "Proyecto de Asociación para la Tercera Generación" (al que se hace referencia en el presente documento como 3GPP, que incluye: SP-150142, "New WID Study on New Services and Markets Technology Enablers (FS_SMARTER)"; TR 22.891 v1.2.0, "Feasibility Study on New Services and Markets Technology Enablers; Stage 1 (Release 14)"; SP-150818, "New WID on Study on SMARTER Critical Communications (FS_SMARTER-CRIC)"; SI-154453, "Feasibility Study on New Services and Markets Technology Enablers Critical Communications; Stage 1 (Release 14)"; "Requirements and Current Solutions of Wireless Communication in Industrial Automation", A. Frotzschner et al., IEEE ICC'14 - W8: Workshop on 5G Technologies, 2014; TS 36.321 v13.0.0, "E-UTRA MAC protocol specification"; TS 36.331 v13.0.0, "E-UTRA RRC protocol specification"; y TS 23.401 v13.4.0, "GPRS enhancements for E-UTRAN access".

35 La figura 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrico de acceso múltiple de acuerdo con una realización de la invención. Una red de acceso 100 (AN) incluye múltiples grupos de antena, incluyendo uno 104 y 106, incluyendo otros 108 y 110 e incluyendo uno adicional 112 y 114. En la figura 1, solo se muestran dos antenas para cada grupo de antenas, sin embargo pueden utilizarse más o menos antenas para cada grupo de antenas. El terminal de acceso 116 (AT) está en comunicación con las antenas 112 y 114, en donde las antenas 112 y 114 transmiten información al terminal de acceso 116 a través del enlace directo 120 y reciben información desde el terminal de acceso 116 sobre el enlace inverso 118. El terminal de acceso (AT) 122 está en comunicación con las antenas 106 y 108, en donde las antenas 106 y 108 transmiten información al terminal de acceso (AT) 122 sobre el enlace directo 126 y reciben información desde el terminal de acceso (AT) 122 sobre el enlace inverso 124. En un sistema FDD, los enlaces de comunicación 118, 120, 124 y 126 usan diferentes frecuencias para comunicación. Por ejemplo, el enlace directo 120 puede usar una frecuencia diferente de la usada por el enlace inverso 118.

40 Se hace referencia normalmente a cada grupo de antenas y/o al área en la que se diseña que comuniquen como un sector de la red de acceso. En la realización, los grupos de antena se diseñan cada uno para comunicar con los terminales de acceso en un sector de las áreas cubiertas por la red de acceso 100.

45 En la comunicación sobre los enlaces directos 120 y 126, las antenas de transmisión de la red de acceso 100 pueden utilizar formación del haz para mejorar la relación de señal a ruido de los enlaces directos para los diferentes terminales de acceso 116 y 122. Asimismo, una red de acceso que usa formación del haz para transmitir a los terminales de acceso dispersos aleatoriamente a través de su cobertura produce menos interferencia a los terminales de acceso en las células vecinas que una red de acceso que transmite a través de una única antena a todos sus terminales de acceso.

50 Una red de acceso (AN) puede ser una estación fija o estación base usada para comunicar con los terminales y puede

hacerse referencia también a ella como un punto de acceso, un Nodo B, una estación base, una estación base mejorada, un Nodo B evolucionado (eNB), o alguna otra terminología. Un terminal de acceso (AT) puede llamarse también equipo de usuario (UE), un dispositivo de comunicación inalámbrico, terminal, terminal de acceso o alguna otra terminología.

5 La figura 2 es un diagrama de bloques simplificado de una realización de un sistema transmisor 210 (también conocido como la red de acceso) y de un sistema receptor 250 (también conocido como el terminal de acceso (AT) o equipo de usuario (UE)) en un sistema MIMO 200. En el sistema transmisor 210, se proporciona tráfico de datos para cierto número de flujos de datos para cada fuente de datos 212 a un procesador 214 de datos de transmisor (TX).

10 Preferiblemente, cada flujo de datos se transmite a través de una antena de transmisión respectiva. El procesador 214 de datos de TX formatea, codifica e intercala los datos de tráfico para cada flujo de datos basándose en un esquema de codificación particular seleccionado para ese flujo de datos para proporcionar los datos codificados.

15 Los datos codificados para cada flujo de datos pueden multiplexarse con datos piloto usando técnicas OFDM. Los datos piloto son típicamente un patrón de datos conocido que se procesa de forma conocida y puede usarse en el sistema receptor para estimar la respuesta del canal. El piloto multiplexado y los datos codificados para cada flujo de datos se modulan a continuación (es decir, se mapea el símbolo) basándose en un esquema de modulación particular (por ejemplo, BPSK, QPSK, M-PSK o M-QAM) seleccionado para ese flujo de datos para proporcionar símbolos de modulación. La tasa de datos, codificación y modulación para cada flujo de datos puede determinarse mediante instrucciones realizadas por el procesador 230.

20 Los símbolos de modulación para todos los flujos de datos se proporcionan a continuación a un procesador 220 MIMO de TX, que puede procesar adicionalmente los símbolos de modulación (por ejemplo, para OFDM). El procesador 220 MIMO de TX proporciona a continuación N_T flujos de símbolos de modulación a N_T transmisores (TRANSM) 222a a 222t. En ciertas realizaciones, el procesador 220 MIMO de TX aplica ponderaciones de formación del haz a los símbolos de los flujos y a la antena desde la que se está transmitiendo el símbolo.

30 Cada transmisor 222 recibe y procesa un flujo de símbolos respectivos para proporcionar una o más señales analógicas y acondicionada adicionalmente (por ejemplo, amplifica, filtra y eleva la frecuencia de) las señales analógicas para proporcionar una señal modulada adecuada para su transmisión sobre el canal MIMO. Se transmiten a continuación N_T señales moduladas desde los transmisores 222a a 222t desde N_T antenas 224a a 224t, respectivamente.

35 En el sistema receptor 250, las señales moduladas transmitidas se reciben por N_R antenas 252a a 252r y la señal recibida desde cada antena 252 se proporciona a un receptor (RECEP) respectivo 254a a 254r. Cada receptor 254 acondiciona (por ejemplo, filtra, amplifica y reduce la frecuencia de) una señal recibida respectiva, digitaliza la señal acondicionada para proporcionar muestras y procesa adicionalmente las muestras para proporcionar un flujo de símbolos "recibido" correspondiente.

40 Un procesador 260 de datos de RX recibe a continuación y procesa los N_R flujos de símbolos recibidos desde N_R transceptores 254 basándose en una técnica de procesamiento de receptor particular para proporcionar N_T flujos de símbolos "detectados". El procesador 260 de datos de RX a continuación desmodula, desintercala y descodifica cada flujo de símbolos detectado para recuperar los datos de tráfico para el flujo de datos. El procesamiento por el procesador 260 de datos de RX es complementario al realizado por el procesador 220 MIMO de TX y el procesador 214 de datos de TX en el sistema transmisor 210.

45 Un procesador 270 determina periódicamente qué matriz de precodificación usar (analizado a continuación). El procesador 270 formula un mensaje de enlace inverso que comprende una parte de índice de matriz y una parte de valor de rango.

50 El mensaje de enlace inverso puede comprender diversos tipos de información con relación al enlace de comunicación y/o al flujo de datos recibido. El mensaje del enlace inverso se procesa a continuación por un procesador 238 de datos de TX, que también recibe datos de tráfico para un cierto número de flujos de datos desde un origen de datos 236, modulados por un modulador 280, acondicionados por los transmisores 254a a 254r y transmitidos de vuelta al sistema transmisor 210.

55 En el sistema transmisor 210, las señales moduladas desde el sistema receptor 250 son recibidas por antenas 224, acondicionadas por receptores 222, desmoduladas por un demodulador 240 y procesadas por un procesador de datos 242 de RX para extraer el mensaje del enlace de reserva transmitido por el sistema receptor 250. El procesador 230 determina a continuación qué matriz de precodificación usar para determinar las ponderaciones de formación del haz y a continuación procesa el mensaje extraído.

60 Pasando a la figura 3, esta figura muestra un diagrama de bloques funcional simplificado alternativo de un dispositivo de comunicación de acuerdo con una realización de la invención. Como se muestra en la figura 3, el dispositivo de comunicación 300 en un sistema de comunicación inalámbrico puede utilizarse para realizar los UE (o los AT) 116 y

122 de la figura 1 o la estación base (o AN) 100 de la figura 1 y el sistema de comunicaciones inalámbricas preferentemente el sistema LTE. El dispositivo de comunicación 300 puede incluir un dispositivo de entrada 302, un dispositivo de salida 304, un circuito de control 306, una unidad de procesamiento central (CPU) 308, una memoria 310, un código de programa 312 y un transceptor 314. El circuito de control 306 ejecuta el código de programa 312 en la memoria 310 a través de la CPU 308, controlando de esta manera una operación del dispositivo de comunicaciones 300. El dispositivo de comunicaciones 300 puede recibir señales introducidas por un usuario a través del dispositivo de entrada 302, tal como un teclado o teclado numérico, y puede emitir imágenes y sonidos a través del dispositivo de salida 304, tal como un monitor o altavoces. El transceptor 314 se usa para recibir y transmitir señales inalámbricas, entregar señales recibidas al circuito de control 306, y emitir señales generadas por el circuito de control 306 de manera inalámbrica. El dispositivo de comunicación 300 en un sistema de comunicación inalámbrico puede utilizarse también para realizar el AN 100 en la figura 1.

La figura 4 es un diagrama de bloques simplificado del código de programa 312 mostrado en la figura 3 de acuerdo con una realización de la invención. En esta realización, el código de programa 312 incluye una capa de aplicación 400, una parte 402 de Capa 3 y una parte 404 de Capa 2 y se acopla a una parte 406 de Capa 1. La parte 402 de Capa 3 realiza en general control de recursos de radio. La parte 404 de Capa 2 realiza en general control de enlace. La parte 406 de Capa 1 realiza en general conexiones físicas.

El estudio sobre el sistema de comunicación móvil de la siguiente generación ha estado en progreso en el 3GPP. En el documento 3GPP SA, se identifican los casos de uso de alto nivel y los requisitos potenciales de alto nivel relacionados para posibilitar que los operadores de red de 3GPP soporten las necesidades de nuevos servicios y mercados como se analiza en el documento 3GPP SP-150142. El resultado del estudio se documenta en el documento 3GPP TR 22.891. Durante el estudio, se ha identificado la comunicación crítica como un área importante donde el sistema 3GPP necesita mejorarse como se analiza en el documento 3GPP SP-150818. Las familias de caso de uso identificadas en el área de comunicación crítica incluyen:

Fiabilidad superior y latencia inferior

Fiabilidad superior, disponibilidad superior y latencia inferior

Latencia muy baja

Posicionamiento de precisión superior

En la familia de fiabilidad superior y latencia inferior, la automatización de fábrica es uno de los casos de uso analizados en el documento 3GPP S1-154453 como sigue: la automatización de fábrica requiere comunicaciones para las aplicaciones de control de bucle cerrado. Ejemplos para tales aplicaciones son fabricación de robots, producción de mesa redonda, máquinas herramienta, máquinas de empaquetamiento e impresión. En estas aplicaciones, un controlador interactúa con un gran número de sensores y accionadores (hasta 300), típicamente confinados a una unidad de fabricación bastante pequeña (por ejemplo, 10 m x 10 m x 3 m). La densidad de sensor/accionador resultante a menudo es muy alta (hasta 1/m³). Muchas de tales unidades de fabricación pueden tener que soportarse en proximidad cercana en una fábrica (por ejemplo, hasta 100 en producción de línea de montaje en la industria del automóvil).

En la aplicación de control de bucle cerrado, el controlador envía periódicamente instrucciones a un conjunto de dispositivos de sensor/accionador, que devuelven una respuesta en un tiempo de ciclo. Los mensajes, denominados como telegramas, típicamente tienen pequeño tamaño (<50 bytes). El tiempo de ciclo varía entre 2 y 20 ms que establece restricciones de latencia exigentes en el envío de telegramas (<1 ms a 10 ms). Las restricciones adicionales en la entrega de telegrama asíncrono añaden restricciones estrictas en la fluctuación de fase (10-100 us). El transporte también se ve sometido a requisitos de fiabilidad existentes medidos por la fracción de eventos donde el tiempo de ciclo no pudiera cumplirse (<10⁻⁹). Además, el consumo de potencia del sensor/accionador a menudo es crítico.

De manera tradicional las aplicaciones de control de bucle cerrado se basan en conexiones alámbricas que usan tecnologías de bus de campo propietarias o normalizadas. A menudo, se usan contactos de deslizamiento o mecanismos inductivos para interconectarse a dispositivos de sensor/accionador (brazos de robot, cabezales de impresora, etc.). Además, la densidad espacial elevada de sensores plantea desafíos al cableado.

WSAN-FA, que se ha derivado de la tecnología de WISA propietaria de ABB y se crea en la parte superior de 802.15.1 (Bluetooth), es una especificación de interfaz aérea inalámbrica que tiene como objetivo este caso de uso. WSAN-FA afirma cumplir de manera fiable objetivos de latencia por debajo de 10-15 ms con una tasa de error residual de <10⁻⁹. WSAN-FA usa la banda de ISM 2,4 sin licencia y por lo tanto es vulnerable a interferencia en banda de otras tecnologías sin licencia (WiFi, ZigBee, etc.).

Para cumplir los requisitos exigentes de la automatización de fábrica de bucle cerrado, pueden tener que tomarse las siguientes consideraciones:

- Limitación a las comunicaciones de corto alcance entre controlador y sensores/accionadores.
- Asignación de espectro con licencia para operaciones de control de bucle cerrado. El espectro con licencia puede usarse adicionalmente como un complemento para espectro sin licencia, por ejemplo, para mejorar fiabilidad.
- Reserva de recursos de interfaz aérea especializada para cada enlace.
- Combinación de múltiples técnicas de diversidad para acercarse al objetivo de alta fiabilidad en restricciones de latencia exigentes tales como frecuencia, antena, y diversas formas de diversidad espacial, por ejemplo, mediante retransmisión
- Utilizar sincronización de tiempo de OTA para satisfacer restricciones de fluctuación de onda para operación isócrona.
- Seguridad de acceso de red usada en un despliegue de fábrica industrial se proporciona y gestiona por el propietario de la fábrica con su gestión de ID, autenticación, confidencialidad e integridad.

Una aplicación de control de bucle cerrado industrial típica está basada en eventos de control individuales. Cada evento de control de bucle cerrado consiste en una transacción de enlace descendente seguida por una transacción de enlace ascendente síncrona ambas de las cuales se ejecutan dentro de un tiempo de ciclo, Tcycle. Los eventos de control en una unidad de fabricación pueden tener que ocurrir de manera isócrona.

1. Las solicitudes de controlador del sensor para tomar una medición (o de accionador para realizar el accionamiento).
2. El sensor envía información de medición (o realiza acuse de recibo del accionamiento) al controlador.

[La Figura 5.1.2.1.1 de 3GPP S1-154453 se reproduce como la Figura 5]

La Figura 5.1.2.1.1 representa cómo tendrá lugar la comunicación en automatización de fábrica. En este caso de uso, se confina la comunicación a interacción de controlador local a sensor/accionador en cada unidad de fabricación. Los repetidores pueden proporcionar diversidad espacial para mejorar la fiabilidad.

La comunicación ultra-fiable es uno de los resultados del estudio que se documenta en 3GPP TR 22.891. En este caso de uso, 3GPP TR 22.891 describe qué clases de servicios pueden tener comunicación de información crítica y potencialmente necesitan soportarse por comunicación ultra-fiable. Además, 3GPP TR 22.891 menciona que los requisitos para soportar diferentes servicios críticos de misión podrían ser diferentes. En particular, TR 22.891 proporciona la siguiente descripción:

5.1.1 Descripción

Para posibilitar ciertos servicios relacionados con comunicaciones altamente ultra-fiables, se requiere un nivel mínimo de fiabilidad y latencia para garantizar la experiencia de usuario y/o posibilitar el servicio inicialmente. Esto es especialmente importante en áreas como la salud electrónica para comunicaciones de infraestructura críticas.

Los servicios de comunicación de misión crítica requieren manejo preferencial en comparación con servicios de telecomunicación normales, por ejemplo, en apoyo de la policía o los bomberos.

Ejemplos de servicios de misión crítica incluyen:

Sistemas de control industrial (de sensor a accionador, latencia muy baja para algunas aplicaciones)

El cuidado de la salud móvil, monitorización remota, diagnóstico y tratamiento (tasas altas y disponibilidad)

Control de vehículos en tiempo real, tráfico de carretera, prevención de accidentes (ubicación, vector, contexto, tiempo de ida y vuelta RTT bajo)

Sistemas de monitorización y control de área amplia para redes inteligentes

La comunicación de una información crítica con manejo preferencial para Servicio de Prioridad Multimedia (MPS) de escenarios de seguridad pública que proporciona comunicaciones de prioridad a usuarios autorizados para seguridad nacional y preparación para emergencias

En general, se espera que los servicios críticos de misión requieran mejoras significativas en latencia de extremo a extremo, ubicuidad, seguridad, robustez y disponibilidad/fiabilidad en comparación con UMTS/ITE/WiFi.

5.1.1.1 Condiciones previas

Las diferentes subestaciones de un sistema de alimentación están conectadas a la red del operador A para proporcionar mediciones automatizadas y detección de fallos automatizada para evitar corte de energía a gran escala.

5.1.1.2 Flujos de servicio

1. Las subestaciones se conectan a la red del operador A

2. El operador A determina que este es un dispositivo de misión crítica y configura la red basándose en los requisitos de servicio de misión crítica

3. Las subestaciones informan mediciones periódicas con una fiabilidad y latencia dadas

4. En caso de un fallo u operación degradada - la subestación informa un fallo u operación degradada con una segunda fiabilidad y latencia

5. En el caso de una red eléctrica, el sistema de alimentación reacciona y puede desconectar o desviar la potencia de esta subestación u otras subestaciones en las cercanías

5.1.1.3 Condiciones posteriores

El sistema de alimentación puede optimizar el rendimiento debido a mediciones periódicas. Se advierte un desastre potencial debido a que la subestación informa a tiempo.

5.1.2 Requisitos de servicio potenciales

Los servicios en esta categoría requieren tasa de error de datos muy baja. Algunos de ellos pueden requerir también muy baja potencia, es decir para automatización industrial con retardos de un ms.

5.1.3 Requisitos operacionales potenciales

El sistema 3GPP deberá soportar multiplexación eficaz de tráfico de misión crítica y tráfico nominal.

El sistema 3GPP deberá limitar la duración de interrupción de servicio para tráfico de misión crítica.

El sistema 3GPP debe soportar fiabilidad y latencia mejoradas como se define en la Tabla 5.1.6.

Sometido a los requisitos normativos regionales, el sistema 3GPP deberá soportar un mecanismo para proporcionar integridad de extremo a extremo y protección de confidencialidad para datos de usuario.

El sistema 3GPP deberá proporcionar mejores significativas en latencia de extremo a extremo, ubicación, seguridad, y disponibilidad/fiabilidad en comparación con UMTS/EPS/WiFi.

[La Tabla 5.1.6 de 3GPP TR 22.891 v1.2.0, titulada "Casos de uso crítico de misión de ejemplo", se reproduce como la Figura 6]

El artículo titulado "Requirements and Current Solutions of Wireless Communication in Industrial Automation" por A. Frotzsch et al. proporciona una vista más evidente para control de bucle cerrado en automatización de fábrica. Basándose en los contenidos del artículo, el modelo de ciclo de instrucción-respuesta para control de bucle cerrado se define de manera evidente en la Figura 7 que es una reproducción de la Figura 2 del artículo.

Para cumplir la limitación de tiempo de ciclo, debería considerarse y evitarse retardar las respuestas debido a cualesquiera datos/señalización con prioridad superior a las respuestas. Además, debería considerarse la información necesaria de la red de fábrica a la estación base (BS) para ayudar a la BS a configurar apropiadamente el o los UE y que proporcione recursos de radio al o a los UE para soportar instrucción periódica. Cualquier información necesaria de la BS a la red de fábrica debería considerarse también. La información expresaría al menos limitación de tiempo de ciclo y ayudaría también a que la BS decidiera qué UE pertenece al mismo grupo con la misma identidad de grupo.

En particular, las soluciones deben tener cuidado también de las siguientes consideraciones:

Para dirección de enlace descendente, se transmite la misma instrucción a un conjunto de los UE.

Para dirección de enlace descendente, el conjunto de los UE deberá iniciar la recepción de DL de manera isócrona.

Para dirección de enlace ascendente, el contenido de cada respuesta del UE puede ser diferente.

Para dirección de enlace ascendente, la transmisión del UL de cada UE puede ser o no al mismo tiempo.

En detalle, para planificar la transmisión y respuesta periódica, puede considerarse la planificación semi-persistente (SPS) de LTE. Sin embargo, usar SPS de LTE tiene las siguientes desventajas:

SPS de LTE es planificación por UE. Para planificar la misma transmisión de instrucción al conjunto de los UE, el eNB (Nodo B evolucionado) necesita indicar activación de SPS mediante PDCCH (Canal de Control de Enlace Descendente Físico) individualmente a cada UE en el conjunto. El número grande de los UE en el conjunto podría tener impacto negativo a la complejidad de planificación y capacidad de PDCCH.

Si ha de transmitirse la misma instrucción al conjunto de los UE, todos los UE en el conjunto necesitarán iniciar la recepción de DL (enlace descendente) al mismo tiempo para recibir la misma instrucción. Para asegurar que cada UE ha recibido la activación de SPS satisfactoriamente, es necesario un periodo de tiempo antes de transmitir la instrucción (por ejemplo, periodo de activación) para que la estación base active SPS para cada UE en el conjunto, de modo que el UE que pierde la señalización de activación de SPS puede aún tener tiempo de recuperarse (debido a la tasa de pérdida de señalización de capa inferior). Además, para alienar el tiempo de ocasión de SPS entre los UE, la activación de SPS no puede retransmitirse libremente sino en el inicio de cada intervalo de SPS, que es una restricción adicional para SPS de LTE. Se provoca el desperdicio de potencia de UE adicional debido a activación de SPS anterior (espera a que otro UE esté disponible). La Figura 8 ilustra un ejemplo de activación SPS de LTE de acuerdo con una realización ejemplar.

Para SPS de LTE en UL, es obligatoria la liberación implícita. Si es necesario el periodo de activación mencionado anteriormente, el UE que se ha activado anteriormente puede no tener datos para su transmisión a las primeras ocasiones de SPS, y pueden liberarse implícitamente recursos para SPS de UL. La Figura 9 ilustra un ejemplo de liberación implícita de SPS de LTE de acuerdo con una realización ejemplar.

Basándose en las desventajas anteriores, parece poco probable usar SPS de LTE para manejar este caso sin modificación alguna (por ejemplo, desactivar liberación implícita). Por lo tanto, debe perseguirse un mecanismo más optimizado. Para superar las desventajas de SPS de LTE, se contemplan y usan las siguientes mejoras:

manejar la misma instrucción transmitida a un conjunto de los UE, se utiliza transmisión multidifusión para la misma instrucción de enlace descendente. Usar multidifusión puede reducir la complejidad de recurso y planificación de PDCCH.

La señalización de capa inferior no se usa para (des)activación de SPS. En su lugar, se usa señalización de RRC especializada para indicar el tiempo para iniciar la transmisión/recepción de SPS. Cada UE en el conjunto puede tener el mismo entendimiento sobre cuándo iniciar la transmisión/recepción de SPS, y no habrá desperdicio de potencia de UE adicional debido a activación de SPS anterior.

Las configuraciones especializadas de UE requeridas se enumeran a continuación:

RNTI de grupo (opcional)

Usado para aleatorización de datos, si fuera necesario.

Intervalo de SPS de DL y UL

El intervalo de SPS de DL y el intervalo de SPS de UL podrían ser común o separados.

Tiempo para iniciar la recepción de DL

Para asegurar que cada UE en el conjunto inicie la recepción de DL al mismo tiempo, necesita indicarse el tiempo para iniciar la recepción de DL. Puede representarse por un desplazamiento de inicio, tiempo de activación o la combinación de ellos. Podrían definirse las ocasiones de SPS mediante un desplazamiento de inicio y un intervalo de SPS. Los recursos de SPS pueden tener lugar en cada ocasión SPS una vez que se activan y podría usarse un tiempo de activación adicional para indicar el tiempo cuando se activarán los recursos de SPS. La Figura 10 ilustra un ejemplo de cómo determinar el tiempo para iniciar la recepción de DL en tiempo y desplazamiento de activación.

Como alternativa, el tiempo de activación podría sustituirse por un comando de activación que puede incluir o no un tiempo de activación. No incluyendo tiempo de activación alguno significa que se activa la configuración de SPS inmediatamente. El comando de activación es preferentemente un mensaje de RRC (Control de Recursos de Radio).

Como alternativa, el UE podría empezar a aplicar recursos de SPS (que incluye al menos un desplazamiento de inicio, periodicidad y recursos de radio) cuando la capa superior, por ejemplo, la capa de aplicación, informa a la capa inferior.

Es Para Estudio Adicional (FFS) si es necesario el tiempo de desactivación usado para detener la recepción de DL.

Tiempo para iniciar la transmisión de UL

El tiempo para iniciar la transmisión de UL puede no ser el mismo para cada UE en el conjunto (dependiendo de la planificación de recursos). Para indicar la temporización de UL, la señalización podría ser un valor delta a la temporización de DL, o podría ser independiente a temporización de DL, por ejemplo, otro tiempo de activación y desplazamiento de inicio.

Asignación de recursos para recepción DL y transmisión de UL

La asignación de recursos indica qué recurso se usa para recepción y transmisión de DL de UL. También es necesario que se indique el MCS (Esquema de Modulación y Codificación). Se supone que la asignación no cambia con frecuencia. Para recepción de DL, el recurso es el mismo entre el conjunto de los UE. Para la transmisión de UL, cada UE debería tener su propio recurso. Puede configurarse también mediante la información de sistema. Sin embargo, esta información no parece necesario que se transmita repetitivamente como lo hace información de sistema.

Para decidir configuración de AS (Estrado de Acceso) por BS, es necesaria información de red de fábrica (FN) a BS. Hay varias opciones para que la red de fábrica indique la información a la BS. Es posible que no toda la información se proporcione de la misma manera.

Mediante procedimiento de activación de portadora de EPS especializada

El procedimiento de activación de portadora de EPS especializada se especifica en la Sección 5.4.1 de 3GPP TS 23.401 v13.4.0. El procedimiento se activa por GW (Pasarela) de PDN (Red de Datos de Paquetes). En este procedimiento, la GW de PDN envía un mensaje Crear Solicitud de Portadora, el contenido del cuál se envía a continuación a la BS. En LTE, este mensaje incluye IMSI (Identidad de Abonado Móvil Internacional), PTI (Indicador de Tipo de Precodificación), EPS (Sistema de Paquetes Evolucionado) QoS (Calidad de Servicio) de Portadora, TFT (Muestra de Flujo de Tráfico), S5/S8 TEID (Identificador de Punto Final de Túnel), etc. Para automatización de fábrica, este procedimiento podría usarse para proporcionar información necesaria de BS para configurar recursos de SPS a un UE. La Figura 11 ilustra un ejemplo de configuración de red de fábrica mediante activación de portadora de EPS especializada de acuerdo con una realización ejemplar.

Mediante procedimiento de conectividad de PDN solicitado por UE

El procedimiento de conectividad de PDN solicitado del UE se especifica en la Sección 5.10.2 de 3GPP TS 23.401 v13.4.0. El procedimiento se activa por un UE. Cuando la BS recibe la información necesaria de la red de fábrica, puede configurar recursos de SPS al UE en un procedimiento de reconfiguración de conexión de RRC que configura la portadora de EPS por defecto al UE. La Figura 12 muestra un ejemplo de configuración de red de fábrica mediante procedimiento de conectividad de PDN solicitado por UE de acuerdo con una realización ejemplar.

Mediante registro a red de fábrica

El procedimiento de registro se muestra en la Figura 13 de acuerdo con una realización ejemplar. Cuando un UE se registra en una red de fábrica, la red de fábrica podría proporcionar información necesaria al UE. A continuación el UE informa la información a la BS. Como alternativa, la red de fábrica puede proporcionar la información a la BS mediante otra señalización. La BS puede configurar el UE basándose en la información. La Figura 14 ilustra un ejemplo de configuración de red de fábrica mediante registro a la red de fábrica.

La información necesaria de la red de fábrica se enumera a continuación:

El conjunto de los UE para recibir una instrucción

Tras recibir una instrucción de red de fábrica, la BS necesita conocer la instrucción que debe enviarse a qué conjunto de UE. Será demasiado tarde (el requisito de tiempo de ciclo no podrá cumplirse) configurar el conjunto de los UE cuando la BS recibe la instrucción.

Un ID de grupo asociado con el o los UE debe indicarse a la BS. El UE puede representarse por su ID de dispositivo o ID temporal. Y la BS asocia el UE con un grupo para el ID de grupo mapeando el ID de UE (por ejemplo ID de dispositivo) e ID de grupo a un RNTI de grupo. En otras palabras, la BS necesita mantener un mapeo entre un ID de grupo y un RNTI de grupo para un conjunto de los UE. Y el ID de grupo puede proporcionarse junto con cada instrucción. Por lo que la BS puede entender a cuál conjunto de los UE ha de transmitirse esa instrucción.

Las opciones posibles para ID de grupo podrían ser un ID específico, una dirección de IP, un número de puerto o un ID de portadora para el grupo.

Tiempo de instrucciones entre llegada

Esta información puede ayudar a la BS a decidir el intervalo de SPS.

Expresión de limitación de tiempo de ciclo

Esta información puede ayudar a la BS a hacer la planificación. Parte de DL y parte de UL deberían indicarse de manera separada, tal como indicarse separadamente, tal como $D_{c,n}$ y $D_{a,n}$. El requisito de tiempo de ciclo puede representarse también por clases de QoS, tal como QCI (Identificador de Clase de QoS).

Tiempo para iniciar la transmisión de instrucción

Esta información puede ayudar a la BS a decidir el tiempo para iniciar la recepción de DL para el o los UE, tal como tiempo de activación, desplazamiento de inicio. Si el UE decide aplicar recurso de SPS basándose en la señalización de capa de aplicación de la red de fábrica, la BS no necesita señalar el tiempo de activación al UE. Sin embargo, la BS aún necesita conocer el tiempo para iniciar la transmisión de instrucción de la red de fábrica basándose en los métodos anteriormente mencionados para reservar el recurso de SPS y transmitir la instrucción en el tiempo correcto.

Tamaño de la instrucción / tamaño de la respuesta

Esta información puede ayudar a la BS a hacer la planificación. El tamaño de respuesta puede no ser el mismo para cada UE.

Además, considerando el requisito de tiempo de ciclo corto y alta fiabilidad, analizaremos adicionalmente cómo

conseguir respuesta fiable en el tiempo de ciclo corto.

Transmisión periódica fiable - El análisis para transmisión periódica fiable tiene como objetivo desarrollar un mecanismo para aumentar la fiabilidad de transmisiones periódicas del controlador. Deberían considerarse parámetros necesarios proporcionados a los UE. Las soluciones deben considerar al menos los siguientes puntos:

La instrucción deberá entregarse en $D_{c,n}$

Podrían usarse técnicas de diversidad.

Solución 1 (Repetición ciega) - Se usa la agrupación de transmisión pero no hay realimentación de HARQ en esta solución. Puede haber más oportunidad de transmisión (en un periodo de tiempo fijo, por ejemplo $D_{c,n}$) puesto que la retransmisión no necesita esperar realimentación de HARQ. Además, para que el UE reciba la instrucción satisfactoriamente más anteriormente, puede omitir el resto de la retransmisión de modo que no habrá desperdicio de potencia de UE adicional. La Figura 15 muestra un ejemplo de repetición ciega de acuerdo con una realización ejemplar. Las configuraciones requeridas incluyen el número de repeticiones de DL.

Solución 2 (1 realimentación para 1 agrupación) - Agrupación de transmisión y realimentación de HARQ ambas se usan en esta solución. Puede haber menos oportunidad de transmisión (en un periodo de tiempo fijo, tal como $D_{c,n}$) en comparación con la solución 1 mostrada en la Figura 15. Para realimentación de HARQ (Petición Automática de Repetición Híbrida), únicamente NACK (Acuse de recibo Negativo) necesita transmitirse (debido a transmisión de multidifusión). Si la estación base no recibió ningún NACK, la estación base no necesita realizar retransmisión, y pueden ahorrarse recursos de DL. Sin embargo, si la estación base recibe un NACK, la estación base necesita realizar retransmisión y los recursos de las retransmisiones pueden ser adaptativos (tales como una señalización de capa inferior que se encuentra junto con una retransmisión) o no adaptativa.

Y si la retransmisión es no adaptativa, la temporización de las retransmisiones se fijaría. Incluso si la retransmisión es adaptativa, fijar la temporización de la retransmisión puede ser beneficioso para maximizar el número de oportunidades de retransmisión. Los UE únicamente necesitan reactivar en la temporización de retransmisiones si la instrucción no se ha decodificado satisfactoriamente aún.

Si es necesaria la realimentación de HARQ, depende de cuántas veces la transmisión está permitida/es necesaria en $D_{c,n}$. Si puede satisfacerse el requisito de latencia, la realimentación de HARQ es beneficiosa. Además, podría considerarse también la agrupación de realimentación de HARQ. Si es necesaria realimentación de HARQ depende de la probabilidad de entrega de una única transmisión. La Figura 16 ilustra un ejemplo de 1 realimentación para 1 transmisión para instrucciones de DL de acuerdo con una realización ejemplar.

Las configuraciones requeridas incluyen:
Número de repeticiones de DL

Asignación de recursos para realimentación de HARQ de recepción de DL - La asignación de recursos indica qué recurso se usa en qué tiempo (explícita o implícitamente). El recurso podría ser el mismo entre el conjunto de los UE, y el ACK no necesita transmitirse.

Número máximo de retransmisiones de DL - los UE únicamente necesitan reactivarse para recibir transmisión o transmisiones si la instrucción no se ha decodificado satisfactoriamente y el número máximo de retransmisiones de DL no se ha alcanzado aún.

Solución 3 (1 realimentación para 1 transmisión) - La agrupación de transmisiones no se usa pero se usa realimentación de HARQ en esta solución. Puede haber incluso menos oportunidades de transmisión (en un periodo de tiempo fijo, por ejemplo $D_{c,n}$) en comparación con la solución 2 mostrada en la Figura 16. Para realimentación de HARQ, únicamente necesita transmitirse NACK (debido a transmisión de multidifusión). Si la estación base no recibió ningún NACK, la estación base no necesita realizar retransmisión y pueden ahorrarse recursos de DL. Sin embargo, si la estación base recibe un NACK, la estación base necesita realizar retransmisión y los recursos de las retransmisiones pueden ser adaptativos (tales como una señalización de capa inferior que se encuentra junto con una retransmisión) o no adaptativa.

Y si la retransmisión es no adaptativa, la temporización de las retransmisiones se fijaría. Incluso si la retransmisión es adaptativa, fijar la temporización de la retransmisión puede ser beneficioso para maximizar el número de oportunidades de retransmisión. Los UE únicamente necesitan reactivar en la temporización de retransmisiones si la instrucción no se ha decodificado satisfactoriamente aún.

Si es necesaria la realimentación de HARQ, depende de cuántas veces la transmisión está permitida/es necesaria en $D_{c,n}$. Si puede satisfacerse el requisito de latencia, la realimentación de HARQ sería beneficiosa. Además, podría considerarse también la agrupación de realimentación de HARQ. Si es necesaria depende de la probabilidad de entrega de una única transmisión. La Figura 17 muestra un ejemplo de 1 realimentación para 1 transmisión para

instrucción de DL de acuerdo con una realización ejemplar.

Las configuraciones requeridas incluyen:

5 Asignación de recursos para realimentación de HARQ de recepción de DL - La asignación de recursos indica qué recurso se usa en qué tiempo (explícita o implícitamente). El recurso podría ser el mismo entre el conjunto de los UE, y el ACK no necesita transmitirse.

10 Número máximo de retransmisiones de DL - los UE únicamente necesitan reactivarse para recibir transmisión o transmisiones si la instrucción no se ha decodificado satisfactoriamente y el número máximo de retransmisiones de DL no se ha alcanzado aún.

15 Respuesta fiable - El análisis para respuesta fiable tiene como objetivo desarrollar un mecanismo para aumentar la fiabilidad de respuestas desde los UE. Deberían considerarse parámetros necesarios proporcionados a los UE. Las soluciones deben considerar al menos los siguientes puntos:

La respuesta de UL deberá derivarse en $D_{a,n}$

Podrían usarse técnicas de diversidad.

20 Cada UE debería tener su propia respuesta.

25 Solución 1 (Repetición ciega) - Se usa la agrupación de transmisión pero no hay realimentación de HARQ en esta solución. Sin realimentación de HARQ, el UE no puede conocer si la transmisión es satisfactoria o no. Para asegurar la fiabilidad, pueden haber más transmisiones de UL que las necesarias. La transmisión redundante provoca desperdicio de potencia de UE. La Figura 18 muestra un ejemplo de repetición ciega para respuesta de UL de acuerdo con una realización ejemplar. Las configuraciones requeridas incluyen el número de repeticiones de UL.

30 Solución 2 (1 realimentación para 1 agrupación) - Agrupación de transmisión y realimentación de HARQ ambas se usan en esta solución. La agrupación de transmisiones aumentan la oportunidad de transmisión (en un periodo de tiempo fijo, tal como $D_{a,n}$). La realimentación de HARQ posibilita que el UE conozca cuándo detener la retransmisión. Puesto que cada UE puede requerir diferente número de retransmisiones, el consumo de potencia de UE puede controlarse basándose en realimentación de HARQ. Además, podría considerarse también la agrupación de realimentación de HARQ. Si es necesaria agrupación de HARQ depende de la probabilidad de entrega de una única transmisión. La Figura 14 ilustra un ejemplo de 1 realimentación para 1 agrupación que implica únicamente un UE de acuerdo con una realización ejemplar.

Las configuraciones requeridas incluyen:

40 Número de repeticiones de UL

Número máximo de retransmisiones de UL

45 Solución 3 (1 realimentación para 1 transmisión) - La agrupación de transmisiones no se usa pero se usa realimentación de HARQ en esta solución. Si es necesaria agrupación de transmisión depende de cuántas veces está permitida o es necesaria la transmisión en $D_{a,n}$. La realimentación de HARQ posibilita que el UE conozca cuándo detener la retransmisión. Puesto que cada UE puede requerir diferente número de retransmisiones, el consumo de potencia de UE puede controlarse basándose en realimentación de HARQ. Además, podría considerarse también la agrupación de realimentación de HARQ. Si es necesaria agrupación de HARQ depende de la probabilidad de entrega de una única transmisión. La Figura 20 muestra un ejemplo de 1 realimentación para 1 respuesta de UL de transmisión que implica únicamente un UE de acuerdo con una realización ejemplar. Las configuraciones requeridas incluyen el número máximo de retransmisiones de UL.

55 Para resumir el análisis y la suposición anterior, se supone que el sistema de comunicación móvil de la siguiente generación necesitará aplicar un mecanismo de planificación persistente para planificar transmisiones de control de bucle cerrado para evitar tara de señalización enorme. Adicionalmente, el tamaño del recurso planificado de manera persistente tendrá en cuenta un tamaño de mensaje de servicio de control de bucle cerrado para evitar el desperdicio de recursos innecesario. Además, es necesario aumentar la robustez de cada nueva transmisión y/o retransmitir de manera ciega cada dato para conseguir requisito de robustez alto.

60 En general, es posible que los dispositivos tendrán no únicamente servicio de control de bucle cerrado sino también diferentes clases de servicios, y necesitarán diferentes correspondientes canales lógicos (tales como SRB (Portadora de Radio de Señalización), DRB (Portadora de Radio de Datos)) para servicios de diferenciación. Con respecto a los servicios diferentes del control de bucle cerrado, los datos provenientes pueden no ser predecibles por la estación base. Basándose en las suposiciones anteriores, si hay datos inesperados que se vuelvan disponibles, el UE puede activar un BSR (Informe de Estado de Memoria Intermedia) para solicitar recurso de enlace ascendente que sigue diseño heredado (como se analiza en 3GPP TS 36.321). Puesto que el BSR normalmente tiene prioridad superior que

los datos normales, si hay un recurso de enlace ascendente configurado proporcionado por el mecanismo de planificación persistente, el UE incluirá en primer lugar el BSR en un bloque de transporte (TB) independientemente de cualesquiera datos pendientes. Además, si los datos inesperados tienen prioridad superior que los datos de control de bucle cerrado, el TB incluirá en primer lugar los datos inesperados en lugar de datos periódicos y provocará el resultado similar como BSR activado.

En tal caso, puesto que el tamaño del recurso planificado de manera persistente puede no tener en cuenta tal BSR impredecible y/o los datos, los datos de control de bucle cerrado se separarán en múltiples transmisiones. Como resultado, el requisito de tiempo de ciclo corto del servicio de control de bucle cerrado puede no ser conseguible. Un escenario posible se muestra en la Figura 21 y el problema es cómo decidir los contenidos de la transmisión con signo de interrogación.

Para conseguir el requisito de ciclo corto, hay dos posibles soluciones:

Solución 1 - En general, esta solución implica asignar un recurso configurado de planificación persistente para servir de manera especializada el canal lógico de los datos periódicos. Más específicamente, independientemente de la regla de priorización para planificación dinámica, cualesquiera canales lógicos excepto el canal lógico de los datos periódicos no deberían usar el recurso configurado para transmisión. Preferentemente, cualesquiera elementos de control no deberían tampoco usar el recurso configurado para transmisión.

Por otra parte, debe considerarse un caso especial para la solución 1. Con respecto al caso especial, si los datos inesperados anteriormente mencionados están relacionados con los datos periódicos en aspecto de servicio, los datos inesperados pueden tener el mismo requisito de servicio o más estricto en comparación con los datos periódicos. En tal caso, sería mejor que la red tenga flexibilidad para asignar el recurso configurado de planificación persistente para servir no únicamente el canal lógico de los datos periódicos sino también el canal o canales lógicos de los datos inesperados para conseguir requisito de servicio. Adicionalmente, cualesquiera otros canales lógicos que tienen datos posibles no pueden usar el recurso configurado para transmisión como se ha mencionado anteriormente. Preferentemente, ningún elemento de control puede usar el recurso configurado para transmisión.

Además, si la red proporciona un recurso planificado dinámicamente al UE en un TTI (Intervalo de Tiempo de Transmisión) que no tiene recurso configurado, el UE no usará el recurso planificado dinámicamente para transmitir los datos periódicos que tienen el recurso configurado de manera especializada. Preferentemente, los datos inesperados pueden transmitirse usando el recurso planificado dinámicamente incluso cuando los datos inesperados tienen el recurso configurado de manera especializada.

Solución 2 - En general, esta solución implica priorizar el canal lógico de los datos periódicos a través de elementos de control y cualesquiera otros canales lógicos cuando se usa el recurso configurado de planificación persistente. Siguiendo el concepto similar del caso especial mencionado en la solución 1, si hay canales lógicos relacionados con el canal lógico de los datos periódicos en aspecto de servicio, la red podría configurar aquellos canales lógicos que tienen la misma prioridad o superior en comparación con el canal lógico de los datos periódicos independientemente de si los flujos de tráfico de aquellos canales lógicos son periódicos o aperiódicos. En este caso, habrá múltiples canales lógicos que tienen prioridad superior que los elementos de control y cualesquiera otros canales lógicos cuando el UE está usando un recursos configurado para transmisión.

Preferentemente, cuando el UE está usando un recurso planificado dinámicamente para su transmisión, la regla de priorización para los elementos de control y aquellos canales lógicos priorizados pueden cambiar. Por ejemplo, el canal lógico de los datos periódicos puede tener prioridad inferior en comparación con elementos de control cuando se usa un recurso planificado dinámicamente. Otro ejemplo podría ser que el canal lógico de los datos periódicos tiene prioridad inferior en comparación con elementos de control cuando se usa un recurso planificado dinámicamente, pero el canal o canales lógicos de los datos inesperados aún están priorizados a través de elementos de control cuando se usa el recurso planificado dinámicamente.

Preferentemente, los canales lógicos, que están priorizados o servidos de manera especializada, son portadoras de radio de datos. Adicionalmente de manera preferente, en al menos uno de los canales lógicos, que están priorizados o servidos de manera especializada, se llevan datos generados aperiódicamente. Además preferentemente, los canales lógicos analizados anteriormente son para la misma estación base. También preferentemente, los canales lógicos analizados anteriormente están configurados por la misma estación base. Adicionalmente de manera preferente, los canales lógicos analizados anteriormente se usan para reenviar transmisiones a la misma estación base. Preferentemente, la portadora de radio de datos es una portadora de radio para reenviar datos de usuario. Preferentemente, la portadora de radio de señalización es una portadora de radio para reenviar datos de control (por ejemplo, mensaje de RRC, mensaje de NAS).

Preferentemente, un informe podría ser el elemento de control, que incluye información de control en la capa de control de acceso al medio (MAC), pero no está limitado a lo mismo. Adicionalmente, los elementos de control anteriormente mencionados podrían incluir BSR y/o PHR.

Preferentemente, el recurso planificado dinámicamente es un recurso de enlace ascendente usado para transmitir datos (tales como datos de usuario o datos de control). Adicionalmente de manera preferente, el recurso planificado dinámicamente es una concesión de enlace ascendente (tal como una nueva oportunidad de transmisión, etc.). Además, preferentemente, el recurso configurado de planificación persistente se proporciona en configuración de RRC. Como alternativa, de manera preferente, se proporciona el recurso configurado de planificación persistente mediante una configuración de RRC y una señal de activación (tal como señal de control en capa física, señal de control en capa de MAC, etc.) de la BS. Adicionalmente, de manera preferente, el mecanismo de planificación persistente es un método para proporcionar periódicamente recursos para transmisión de datos a un UE sin enviar de manera repetitiva señal de control para cada recurso.

La Figura 22 es un diagrama de flujo 2200 de acuerdo con una realización ejemplar desde la perspectiva de un UE. En la etapa 2205, el UE establece al menos tres canales lógicos que incluyen al menos un primer canal lógico, un segundo canal lógico, y un tercer canal lógico. En la etapa 2210, el UE está configurado con recurso de enlace ascendente periódico por una estación base, en donde el recurso de enlace ascendente periódico se comparte por el primer canal lógico y el segundo canal lógico, pero no se comparte por el tercer canal lógico. Adicionalmente, el primer canal lógico, el segundo canal lógico y tercer canal lógico podrían ser canales lógicos para enlace ascendente y/o para la misma estación base. Preferentemente, la prioridad del primer canal lógico es superior a la prioridad del segundo canal.

En la etapa 2215, el UE realiza una primera transmisión mediante el recurso de enlace ascendente periódico, en donde la primera transmisión incluye datos asociados con el primer canal lógico y/o datos asociados con el segundo canal lógico. Preferentemente, un informe que incluye información de control del UE no está permitido a transmitirse mediante el recurso de enlace ascendente periódico. Adicionalmente, el recurso de enlace ascendente periódico y el canal o canales para utilizar el recurso de enlace ascendente periódico podrían estar configurados por una misma señalización.

Preferentemente, el primer canal lógico lleva datos que se generan aperiódicamente, y el segundo canal lógico lleva datos que se generan periódicamente. Adicionalmente de manera preferente, el tercer canal lógico no está permitido a configurarse para utilizar el recurso de enlace ascendente periódico si la prioridad del tercer canal es inferior que la prioridad del segundo canal.

Preferentemente, la información de control del UE está relacionada con el estado de la memoria intermedia y/o el margen de potencia. Preferentemente, los datos que provienen del primer canal lógico no se activan por la estación base. Adicionalmente, el primer canal lógico y el segundo canal lógico podrían ser portadoras de radio de datos. Además, el tercer canal lógico podría ser un SRB o un DRB.

En la etapa 2220, el UE realiza una segunda transmisión mediante un recurso planificado dinámicamente cuando el UE está configurado con el recurso de enlace ascendente periódico, en donde la segunda transmisión está permitida a incluir datos del primer canal lógico y no está permitida a incluir datos del segundo canal lógico.

Haciendo referencia de vuelta a las Figuras 3 y 4, en otra realización ejemplar de un UE, el dispositivo 300 incluye un código de programa 312 almacenado en el código de programa 312 de la memoria 310. La CPU 308 podría ejecutar código de programa 312 para posibilitar que el UE (i) establezca al menos tres canales lógicos que incluyen al menos un primer canal lógico, un segundo canal lógico, y un tercer canal lógico, (ii) se configure con recurso de enlace ascendente periódico por una estación base, en donde el recurso de enlace ascendente periódico se comparte por el primer canal lógico y el segundo canal lógico, pero no se comparte por el tercer canal lógico, y (iii) realice una primera transmisión mediante el recurso de enlace ascendente periódico, en donde la primera transmisión incluye datos asociados con el primer canal lógico y/o datos asociados con el segundo canal lógico.

Preferentemente, la CPU 308 podría ejecutar código de programa 312 para posibilitar que el UE realice una segunda transmisión mediante un recurso planificado dinámicamente cuando el UE está configurado con el recurso de enlace ascendente periódico, en donde la segunda transmisión está permitida a incluir datos del primer canal lógico y no está permitida a incluir datos del segundo canal lógico.

Adicionalmente, la CPU 308 puede ejecutar el código de programa 312 para realizar todas las acciones y etapas anteriormente descritas u otras descritas en el presente documento.

La Figura 23 es un diagrama de flujo 2300 de acuerdo con una realización ejemplar desde la perspectiva de un UE. En la etapa 2305, el UE establece al menos dos canales lógicos que incluyen al menos un primer canal lógico y un segundo canal lógico. En la etapa 2310, el UE está configurado con recurso de enlace ascendente periódico por una estación base. Adicionalmente, el primer canal lógico, y el segundo canal lógico podrían ser canales lógicos para enlace ascendente y/o para la misma estación base. Preferentemente, la prioridad del primer canal lógico es superior a la prioridad del segundo canal.

En la etapa 2315, el UE prioriza datos que pertenecen al primer canal lógico y datos que pertenecen al segundo canal lógico a través de un informe que incluye información de control del UE si el UE usa los recursos de enlace ascendente

periódicos para realizar una transmisión y el recurso de enlace ascendente periódico no puede adaptar datos que pertenecen a los dos canales lógicos y al informe. Preferentemente, la información de control del UE está relacionada con el estado de la memoria intermedia y/o el margen de potencia.

5 Preferentemente, el primer canal lógico lleva datos que se generan aperiódicamente, y el segundo canal lógico lleva datos que se generan periódicamente.

Preferentemente, los datos que provienen del primer canal lógico no se activan por la estación base. Adicionalmente, el primer canal lógico y el segundo canal lógico podrían ser portadoras de radio de datos.

10 En la etapa 2320, el UE prioriza el informe a través de datos que pertenecen al segundo canal lógico si el UE usa un recurso de enlace ascendente planificado dinámico para realizar la transmisión y el recurso de enlace ascendente planificado dinámico no puede adaptar datos que pertenecen a los dos canales lógicos y al informe. En la etapa 2325, el UE realiza la transmisión basándose en el resultado de la priorización.

15 Haciendo referencia de vuelta a las Figuras 3 y 4, en otra realización ejemplar de un UE, el dispositivo 300 incluye un código de programa 312 almacenado en el código de programa 312 de la memoria 310. La CPU 308 podría ejecutar código de programa 312 para posibilitar que el UE (i) establezca al menos dos canales lógicos que incluyen al menos un primer canal lógico y un segundo canal lógico, (ii) se configure con recurso de enlace ascendente periódico por una estación base, (iii) priorice datos que pertenecen al primer canal lógico y datos que pertenecen al segundo canal lógico a través de un informe que incluye información de control del UE si el UE usa los recursos de enlace ascendente periódicos para realizar una transmisión y si el recurso de enlace ascendente periódico no puede adaptar datos que pertenecen a los dos canales lógicos y al informe, (iv) priorice el informe a través de datos que pertenecen al segundo canal lógico si el UE usa unos recursos de enlace ascendente planificados dinámicos para realizar la transmisión y si el recurso de enlace ascendente planificado dinámico no puede adaptar datos que pertenecen a los dos canales lógicos y al informe, y (v) realice la transmisión basándose en el resultado de la priorización.

25 Preferentemente, la CPU 308 podría ejecutar código de programa 312 para posibilitar que el UE priorice datos que pertenecen al primer canal lógico a través del informe si el UE usa los recursos de enlace ascendente planificados dinámicos para realizar la transmisión y si el recurso de enlace ascendente planificado dinámico no puede adaptar datos que pertenecen a los dos canales lógicos y al informe.

30 Adicionalmente, la CPU 308 puede ejecutar el código de programa 312 para realizar todas las acciones y etapas anteriormente descritas u otras descritas en el presente documento.

35 Se han descrito anteriormente diversos aspectos de la divulgación. Debería ser evidente que las enseñanzas del presente documento pueden realizarse en una amplia variedad de formas y que cualquier estructura o función específica, o ambas, que se esté divulgando en el presente documento, es meramente representativa. Basándose en las enseñanzas del presente documento, un experto en la materia debería apreciar que un aspecto divulgado en el presente documento puede implementarse independientemente de cualesquiera otros aspectos y que dos o más de estos aspectos pueden combinarse en diversas formas. Por ejemplo, un aparato puede implementarse o un método puede ponerse en práctica usando cualquier número de aspectos expuestos en el presente documento. Además, dicho aparato puede implementarse o dicho método puede ponerse en práctica usando otra estructura, funcionalidad o estructura y funcionalidad, además de o a diferencia de uno o más de los aspectos expuestos en el presente documento. Como un ejemplo de algunos de los conceptos anteriores, en algunos aspectos pueden establecerse canales concurrentes basándose en frecuencias de repetición de pulsos. En algunos aspectos pueden establecerse canales concurrentes basándose en la posición o desplazamientos de pulsos. En algunos aspectos pueden establecerse canales concurrentes basándose en secuencias de salto en el tiempo. En algunos aspectos pueden establecerse canales concurrentes basándose en las frecuencias de repetición de pulso, posiciones o desplazamientos de pulso y secuencias de salto de tiempo.

40 Los expertos en la materia deberían entender que la información y señales pueden representarse usándose cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y segmentos a los que puede hacerse referencia de principio a fin de la descripción anterior pueden representarse por voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, partículas o campos magnéticos, partículas o campos ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

45 Los expertos en la materia deberían apreciar que los diversos bloques lógicos, módulos, procesadores, medios, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en conexión con aspectos divulgados en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico (por ejemplo, una implementación digital, una implementación analógica o una combinación de las dos, que puede diseñarse usando codificación con código fuente o alguna otra técnica), diversas formas de código de programa o diseño que incorpore instrucciones (a las que puede hacerse referencia en el presente documento, por conveniencia, como "software" o un "módulo de software"), o combinaciones de ambos. Para ilustrar de manera clara esta intercambiabilidad de hardware y software, se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos anteriormente en general en términos de su funcionalidad. Que tal funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación particular y

restricciones de diseño impuestas al sistema global. Los expertos en la materia pueden implementar la funcionalidad descrita en manera variable para cada aplicación particular, pero tales decisiones de implementación no deberían interpretarse como que provocan un alejamiento del alcance de la presente divulgación.

5 Además, los diversos bloques lógicos, módulos, y circuitos ilustrativos descritos en conexión con los aspectos divulgados en el presente documento pueden implementarse dentro de, o ser realizados por, un circuito integrado ("CI"), un terminal de acceso o un punto de acceso. El CI puede comprender un procesador de finalidad general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistores, componentes de hardware, componentes eléctricos, componentes ópticos o componentes mecánicos discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento, y puede ejecutar códigos o instrucciones que residen dentro del CI, fuera del CI, o ambos. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador puede también implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

20 Se entiende que cualquier orden o jerarquía específica de las etapas en cualquier proceso divulgado es un ejemplo de un planteamiento de muestra. Basándose en las preferencias de diseño, se entiende que el orden o jerarquía específica de las etapas de los procesos puede re-disponerse mientras permanezca dentro del alcance de la presente divulgación. Las reivindicaciones del método adjuntas presentan elementos de las diversas etapas en un orden de muestra y no se quiere indicar que estén limitadas al orden o jerarquía específico presentado.

25 Las etapas de un método o algoritmo descritas en conexión con los aspectos divulgados en el presente documento pueden materializarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software (por ejemplo, incluyendo instrucciones ejecutables y datos relacionados) y otros datos puede residir en una memoria tal como una memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o cualquier otra forma de medio legible por ordenador conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento de muestra puede acoplarse a una máquina tal como, por ejemplo, un ordenador/procesador (al que puede hacerse referencia en el presente documento, por conveniencia, como un "procesador") de modo que el procesador pueda leer información (por ejemplo, código) desde, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Un medio de almacenamiento de muestra puede ser parte integral del procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un equipo de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un equipo de usuario. Además, en algunos aspectos cualquier producto de programa informático adecuado puede comprender un medio legible por ordenador que comprenda códigos con relación a uno o más de los aspectos de la divulgación. En algunos aspectos un producto de programa informático puede comprender materiales de empaquetado.

40 Aunque la invención se ha descrito en conexión con diversos aspectos, se entenderá que la invención tiene capacidad para modificaciones adicionales. Esta solicitud está dirigida a cubrir cualesquiera variaciones, usos o adaptaciones de la invención siguiendo, en general, los principios de la invención e incluyendo tales alejamientos con respecto a la presente divulgación como cayendo dentro de la práctica conocida y habitual dentro de la técnica a la que pertenece la invención.

45

REIVINDICACIONES

1. Un método de un equipo de usuario, a continuación también denominado como UE, que comprende:
 - 5 el UE establece al menos tres canales lógicos que incluyen al menos un primer canal lógico, un segundo canal lógico, y un tercer canal lógico, en donde el primer canal lógico, el segundo canal lógico, y el tercer canal lógico son canales lógicos para reenviar datos de usuario a una misma estación base (2205); en donde el UE está configurado con recurso de enlace ascendente periódico por una estación base, en donde el recurso de enlace ascendente periódico está asociado con el primer canal lógico, que lleva datos inesperados o generados aperiódicamente, y el segundo canal lógico, que lleva datos generados periódicamente, pero no está asociado con el tercer canal lógico (2210);
 - 10 el UE realiza una primera transmisión mediante el recurso de enlace ascendente periódico, en donde la primera transmisión incluye datos del primer canal lógico y/o datos del segundo canal lógico, y la primera transmisión no está permitida a incluir datos del tercer canal lógico (2215); y
 - 15 el UE realiza una segunda transmisión mediante un recurso planificado dinámicamente cuando el UE está configurado con el recurso de enlace ascendente periódico, en donde el recurso planificado dinámicamente no está asociado con el segundo canal lógico, y la segunda transmisión no está permitida a incluir datos del segundo canal lógico (2220).
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en donde un informe que incluye información de control del UE no está permitido a transmitirse mediante los recursos de enlace ascendente periódicos.
3. El método de la reivindicación 2, en donde la información de control del UE está relacionada con estado de memoria intermedia y/o margen de potencia.
- 25 4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde los datos inesperados o generados aperiódicamente están relacionados con los datos generados periódicamente en aspecto de servicio.
5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el primer canal lógico y el segundo canal lógico son portadoras de radio de datos, a continuación también denominadas como DRB.
- 30 6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la segunda transmisión está permitida a incluir datos del tercer canal lógico.
- 35 7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la segunda transmisión está permitida a incluir datos del primer canal lógico.
8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el primer canal lógico, el segundo canal lógico y tercer canal lógico son canales lógicos para enlace ascendente.
- 40 9. Un equipo de usuario, a continuación también denominado como UE, que comprende:
 - un circuito de control (306);
 - un procesador (308) instalado en el circuito (306) de control; y
 - 45 una memoria (310) instalada en el circuito de control (306) y operativamente acoplada al procesador (308); en donde el procesador (308) está configurado para ejecutar un código de programa (312) almacenado en la memoria (310) para realizar las etapas de método como se definen en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

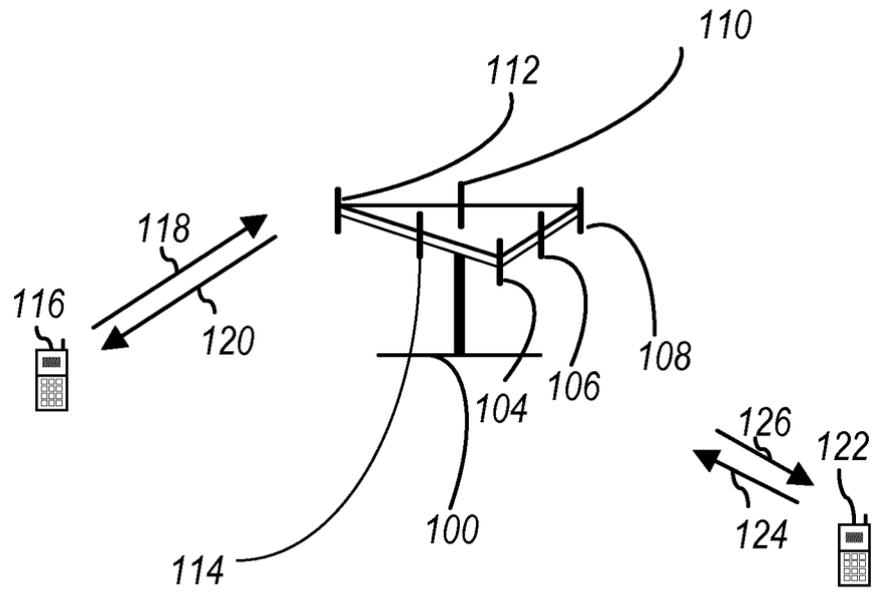


FIG. 1

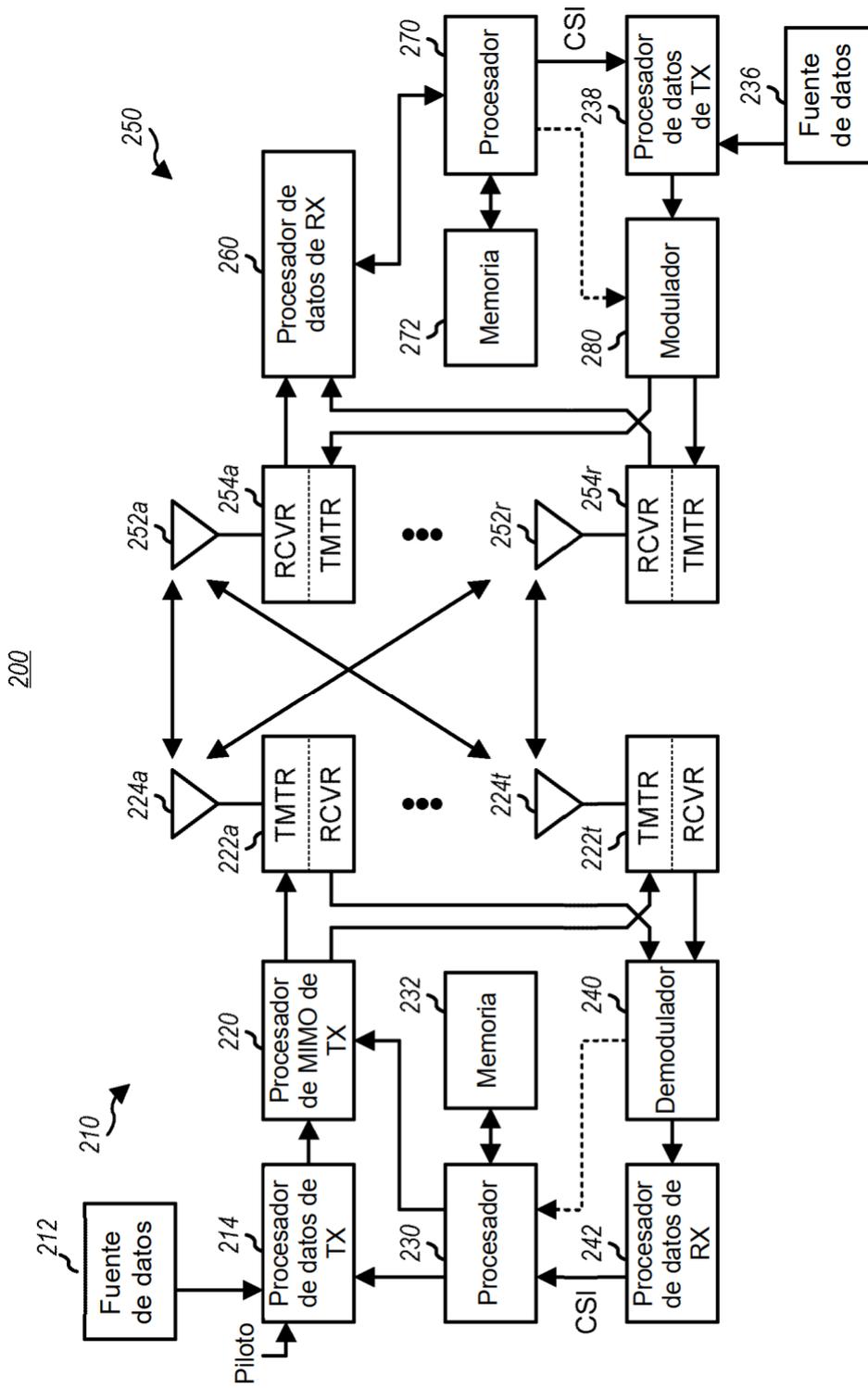


FIG. 2

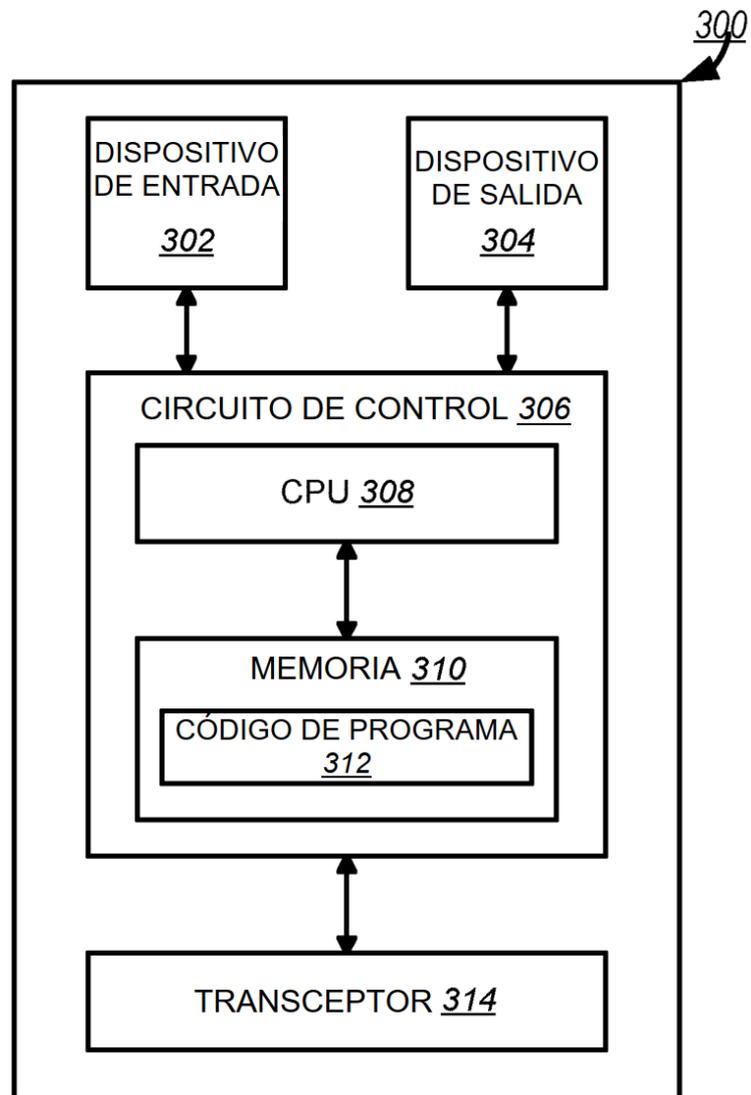


FIG. 3

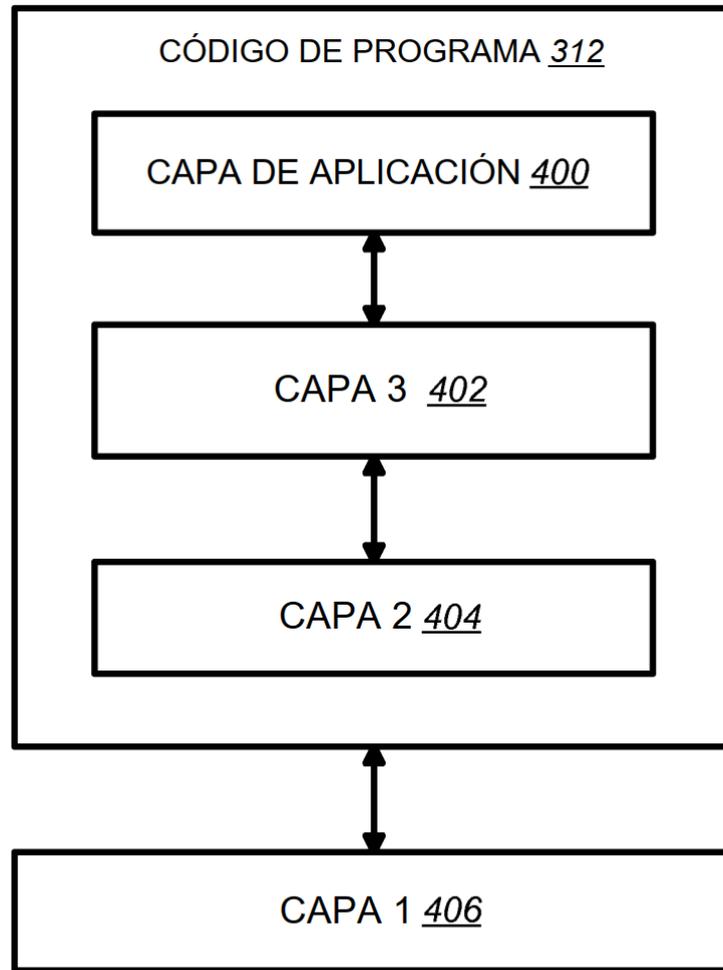


FIG. 4

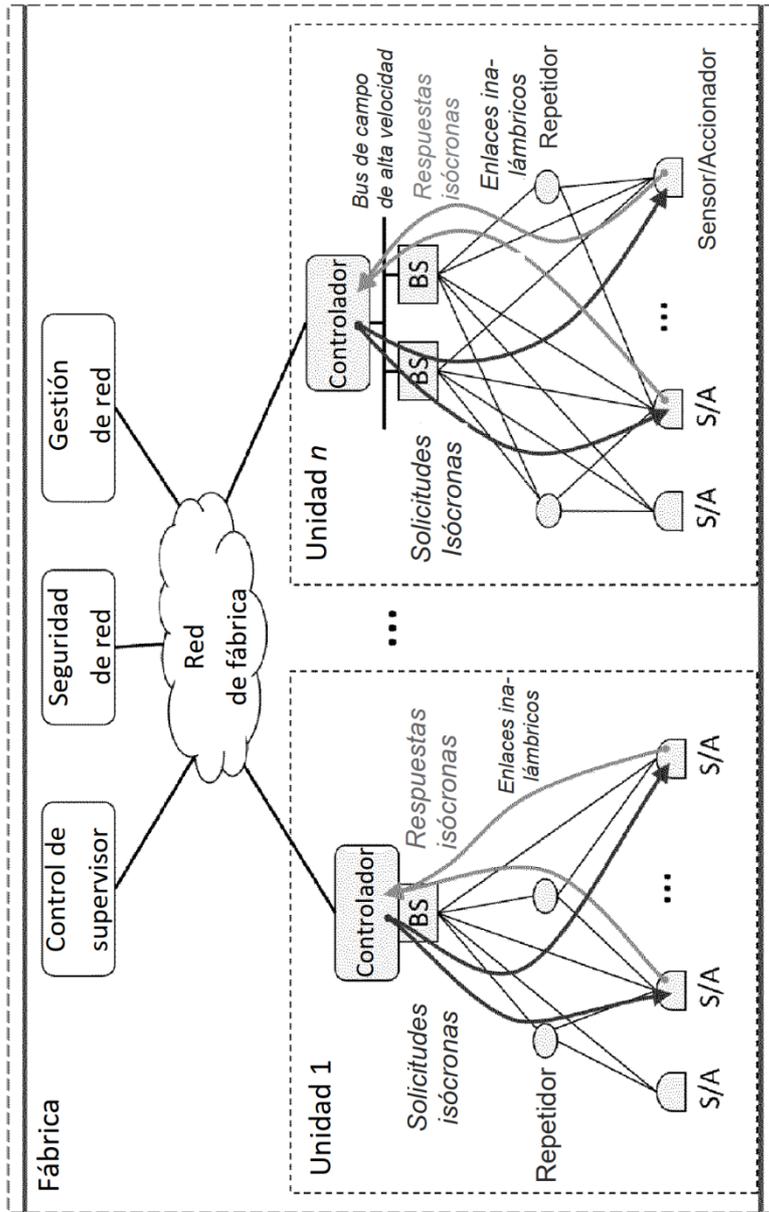


FIG. 5

Caso de uso de muestra	Descripción	Requisitos críticos
Protección y control de subestación	<ul style="list-style-type: none"> • Automatiza la detección de aislamiento de fallo para evitar interrupción de alimentación a gran escala. • Por ejemplo, unidades de unión (Mus) realizan mediciones periódicas de componente de sistema de potencia, y envían datos de medición muestreados a un retransmisor de protección. Cuando el retransmisor de protección detecta un fallo, envía señales a disruptores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Latencia: tan baja como 1 ms de extremo a extremo • Tasa de pérdida de paquetes: tan baja como 1e-04 • Frecuencia de transmisión: 80 muestras/ciclo para aplicaciones de protección. 256 muestras/ciclo para análisis y registro de calidad • Tasa de datos: ~12,5 Mbps por MU a 256 muestras/ciclo • Alcance: proporciona cobertura a la subestación
Sistema de red inteligente con sensores y gestión distribuidos	<ul style="list-style-type: none"> • Un sistema de red inteligente tiene como objetivo mejorar la eficacia de distribución de energía y requiere reacción oportuna al reconfigurar la red inteligente en respuesta a eventos imprevistos. 	<p>Requisitos de rendimiento se derivan a partir del proyecto EC FP7 METIS entregable D.1.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal: de 200 a 1521 bytes entregados de manera fiable en 8 ms, • Una latencia de tiempo de viaje entre cualesquiera dos puntos de comunicación debe ser menor que 8 ms para mensaje activado por evento que puede ocurrir en cualquier momento. • Densidad de dispositivo: cientos de UE urbanos densos por km cuadrado; urbano: alrededor de 15 UE por km cuadrado; rural poblado: máximo 1 UE por km cuadrado.
Seguridad pública	<ul style="list-style-type: none"> • Operación de primeros respondedores en caso de fuego u otra clase de situación de emergencia 	Seguridad pública requiere manejo preferencial de su tráfico.

FIG. 6

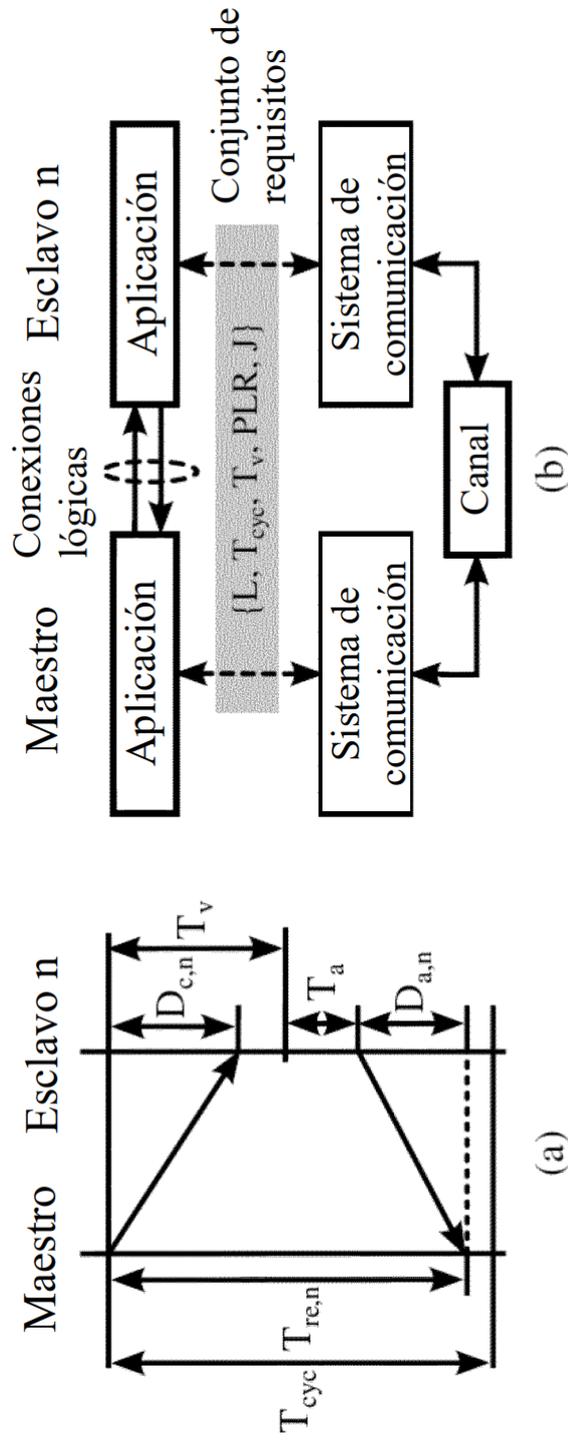


FIG. 7

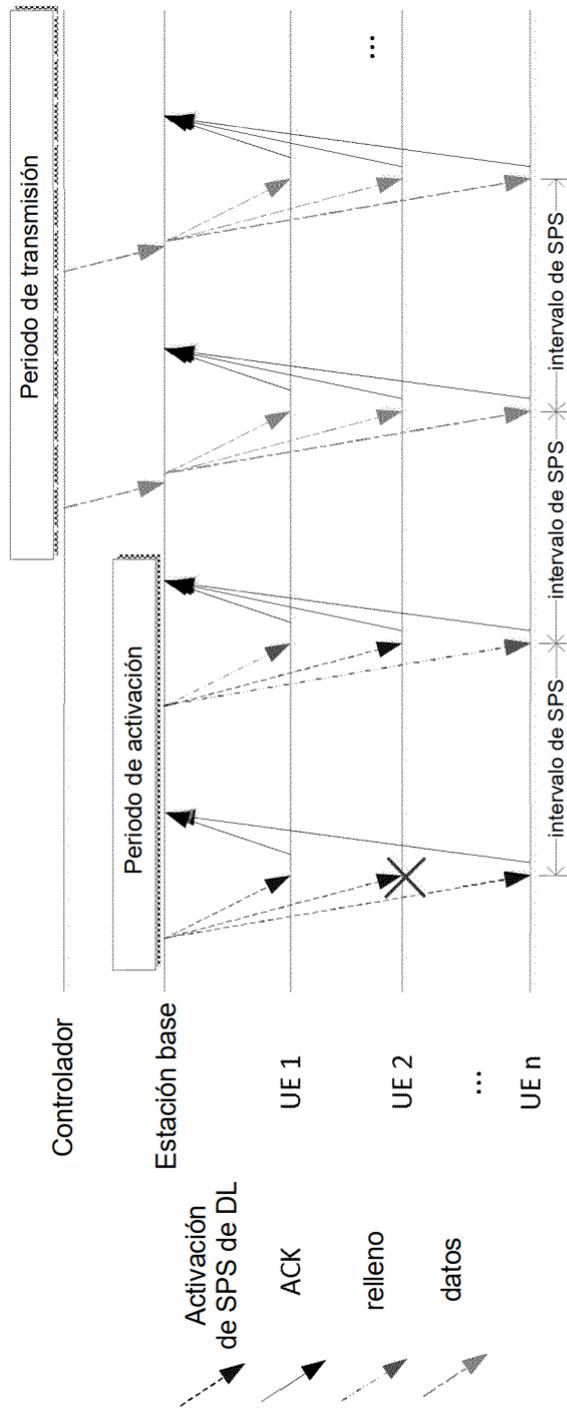


FIG. 8

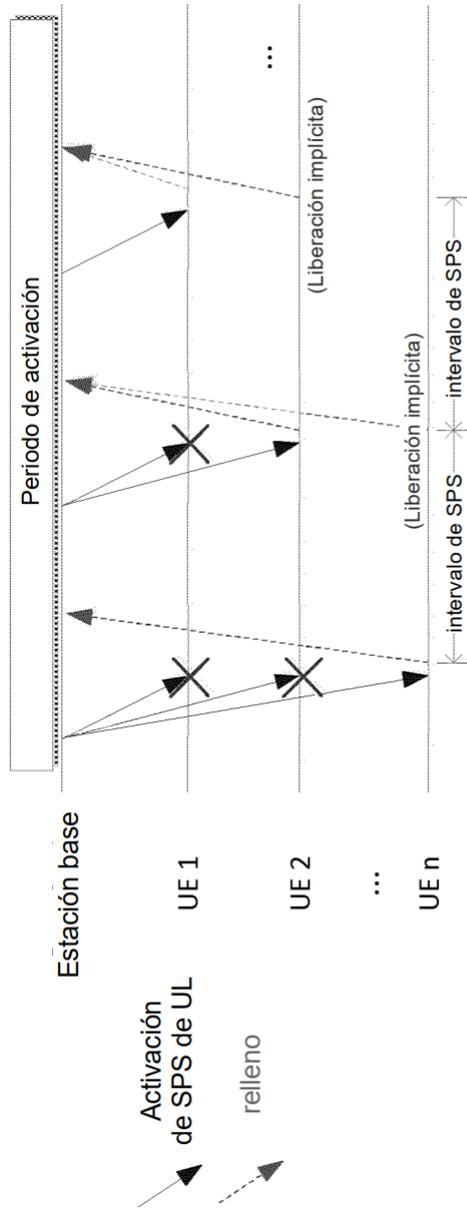


FIG. 9

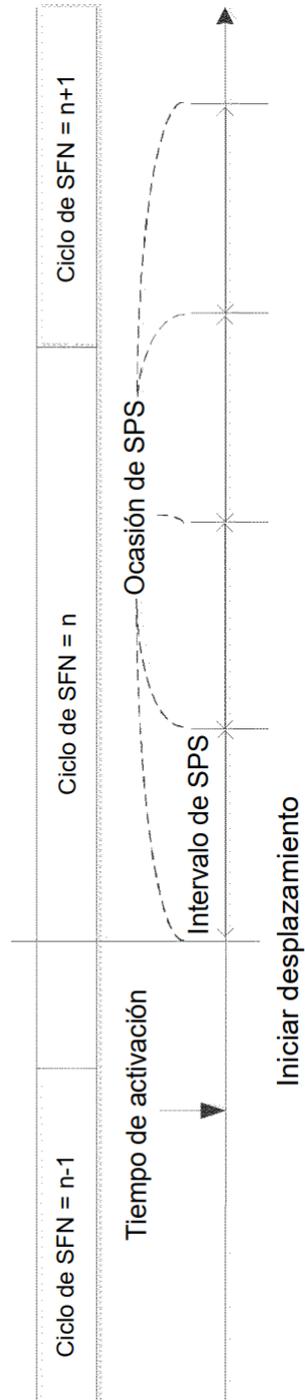


FIG. 10

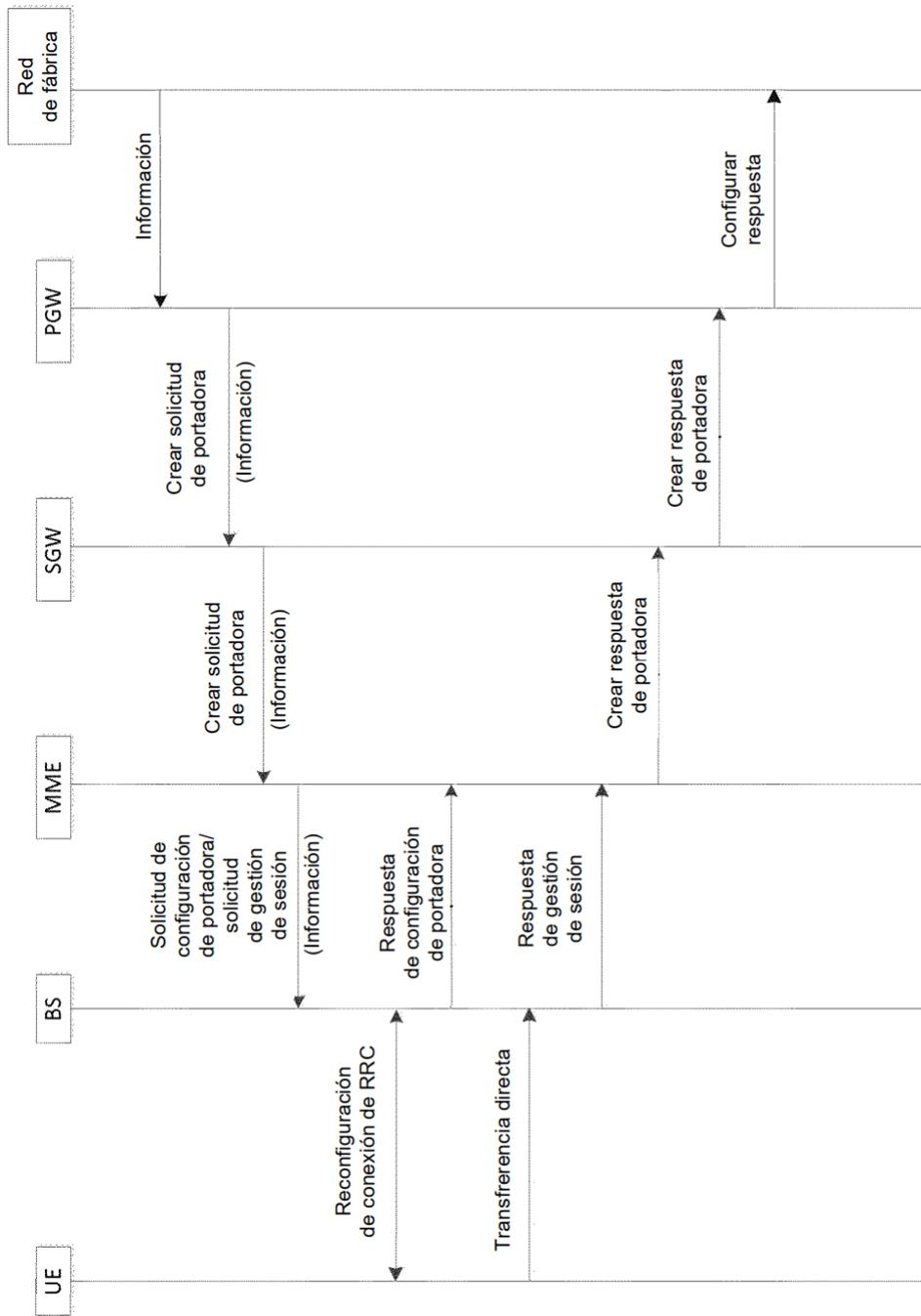


FIG. 11

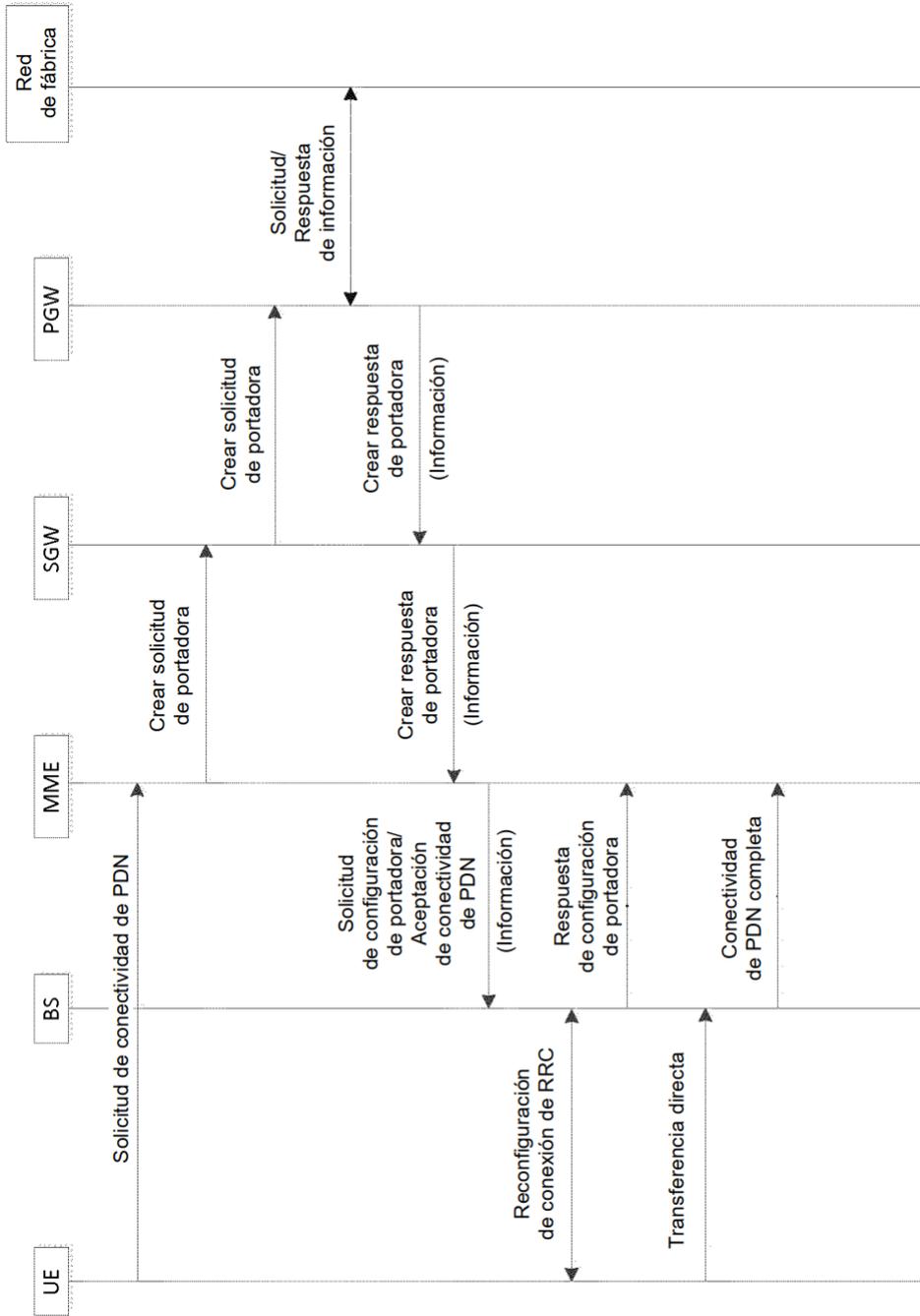


FIG. 12

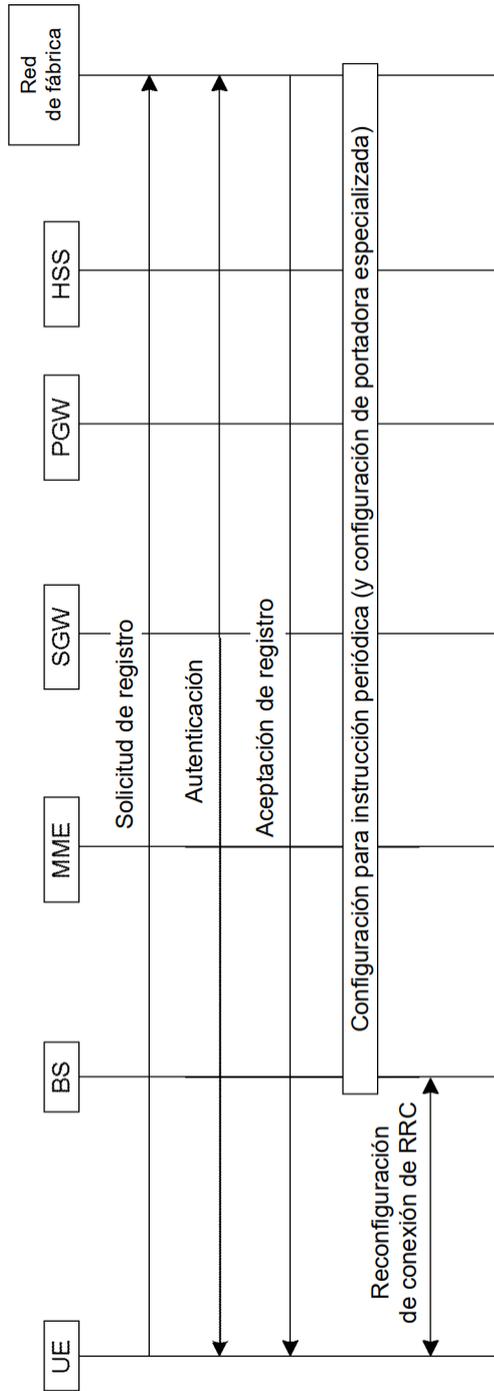


FIG. 13

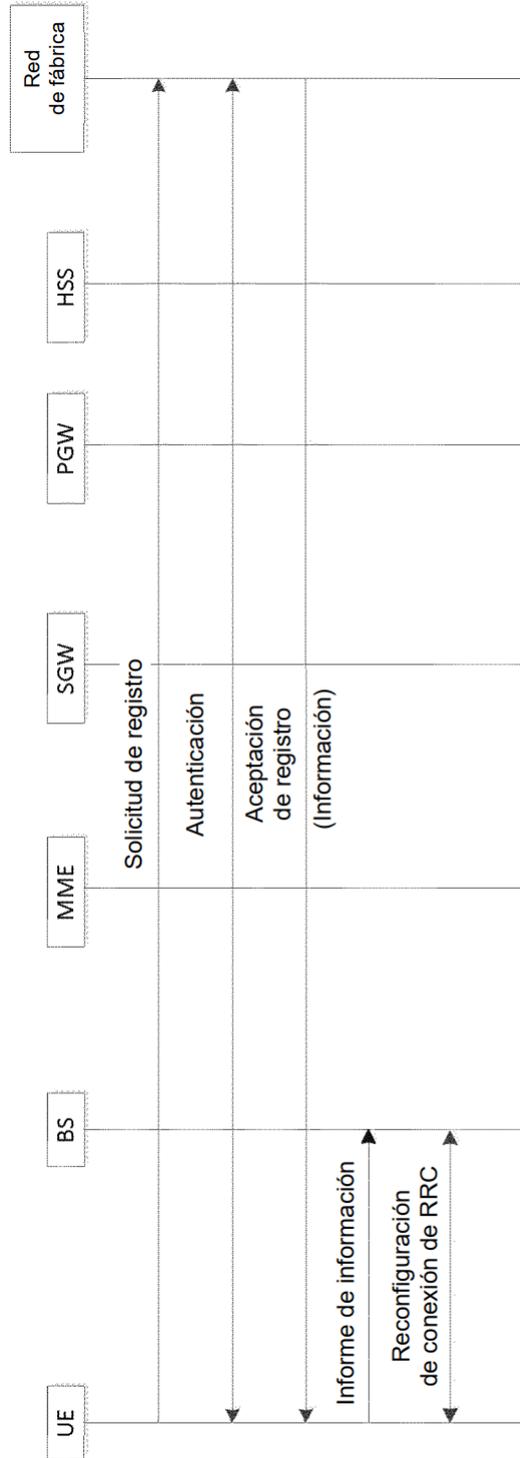


FIG. 14

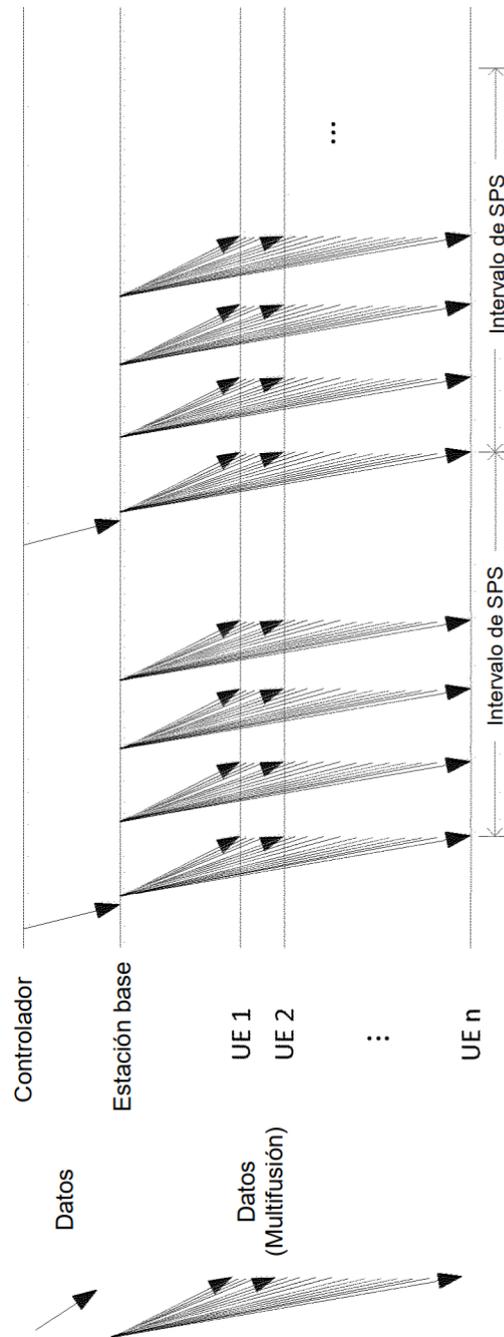


FIG. 15

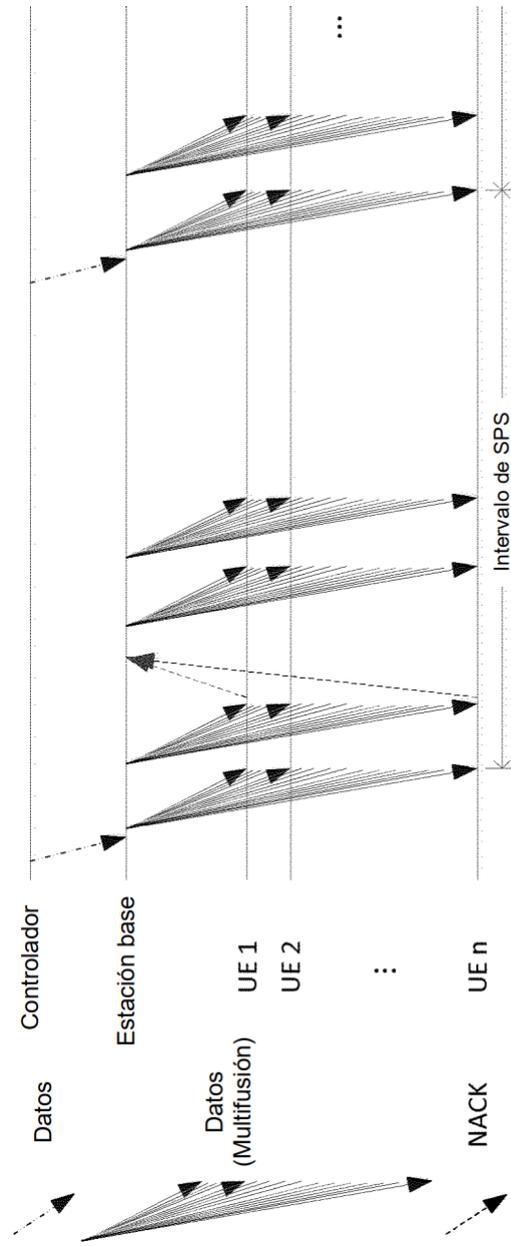


FIG. 16

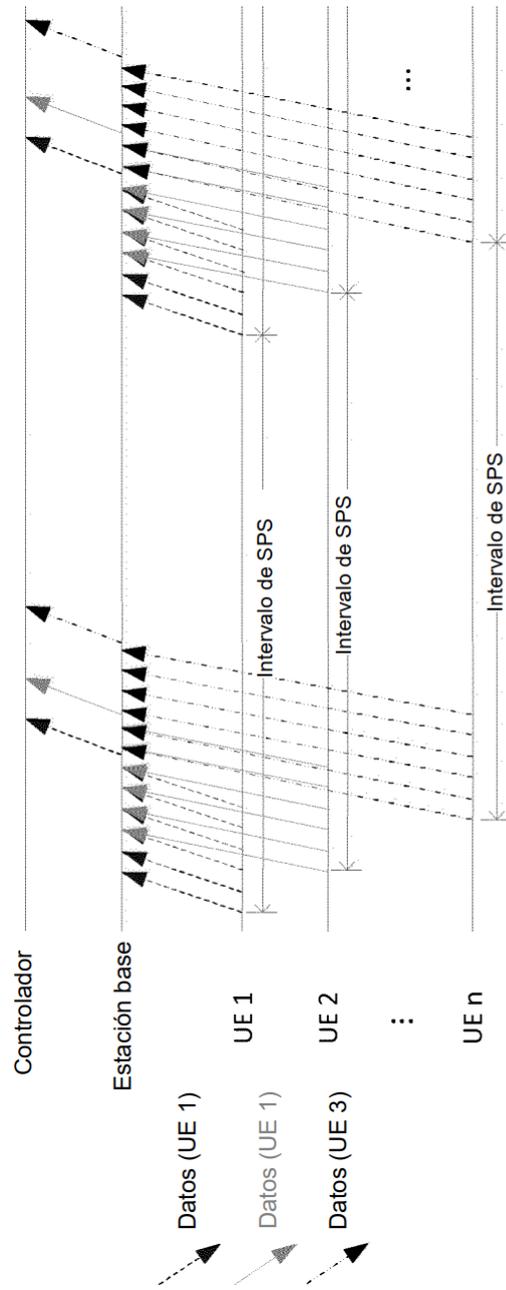


FIG. 18

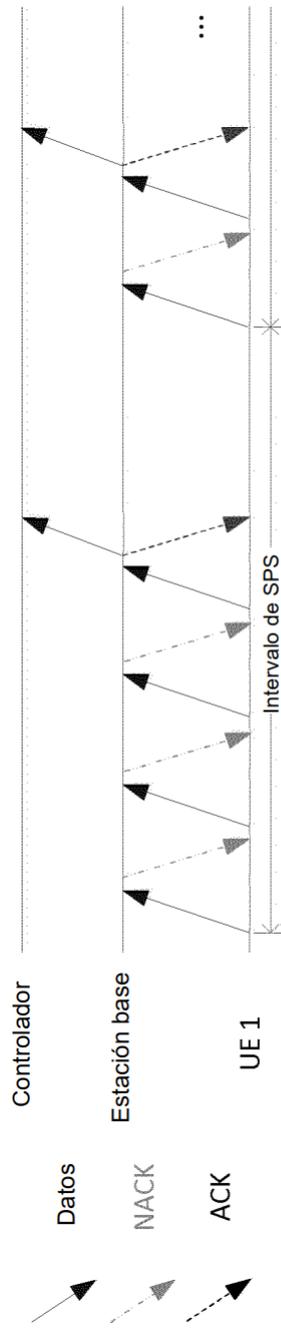


FIG. 20

Cada recurso configurado = tamaño de mensaje periódico

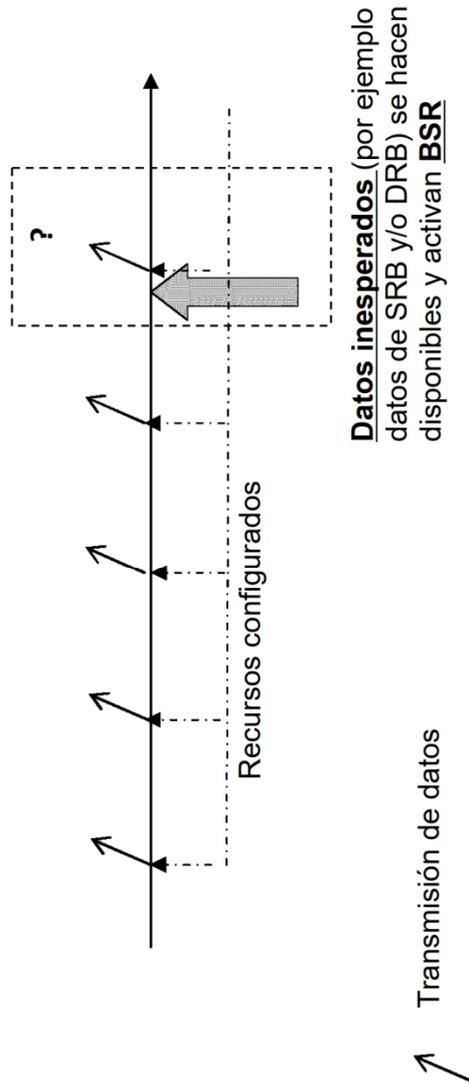


FIG. 21

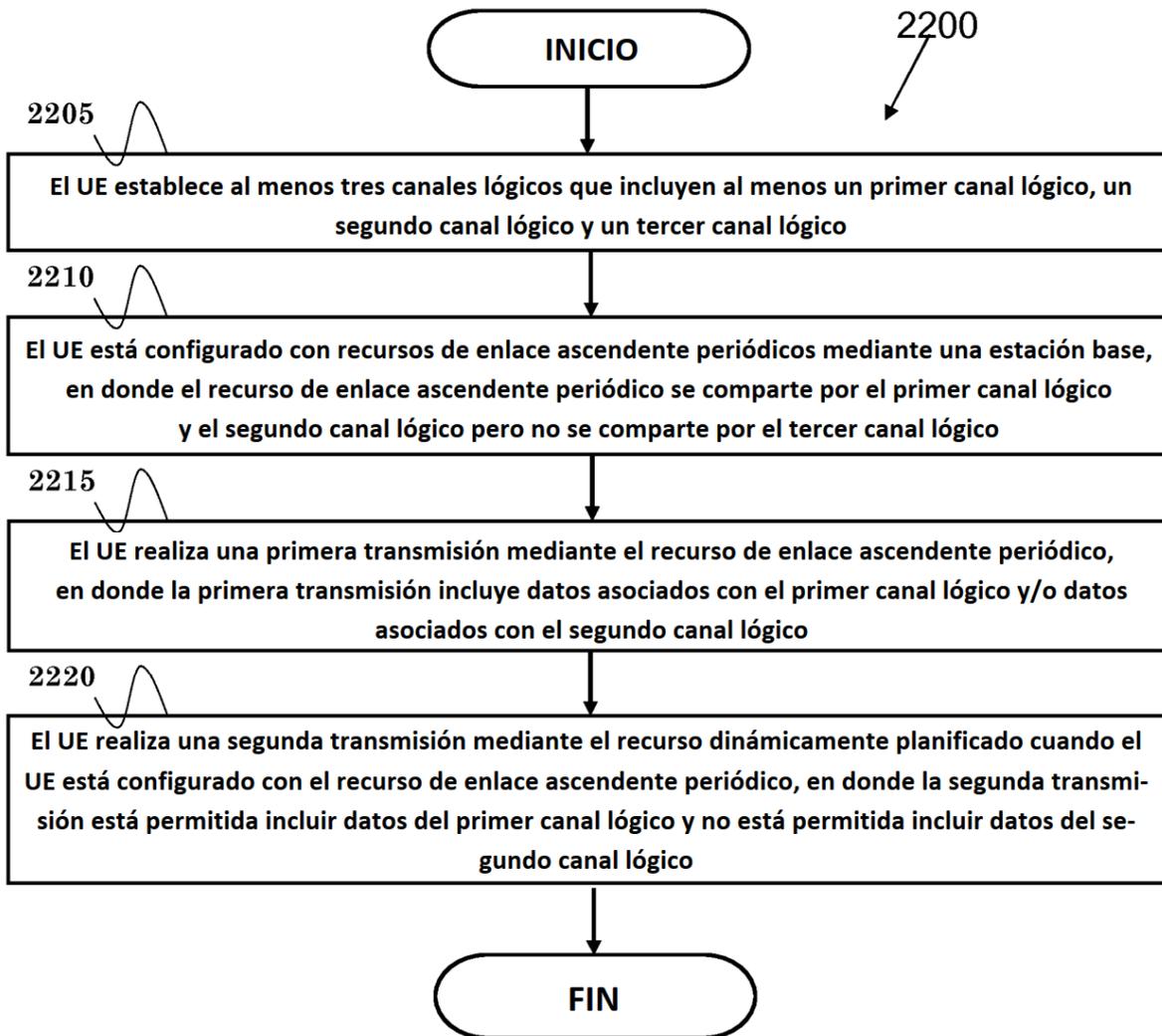


FIG. 22

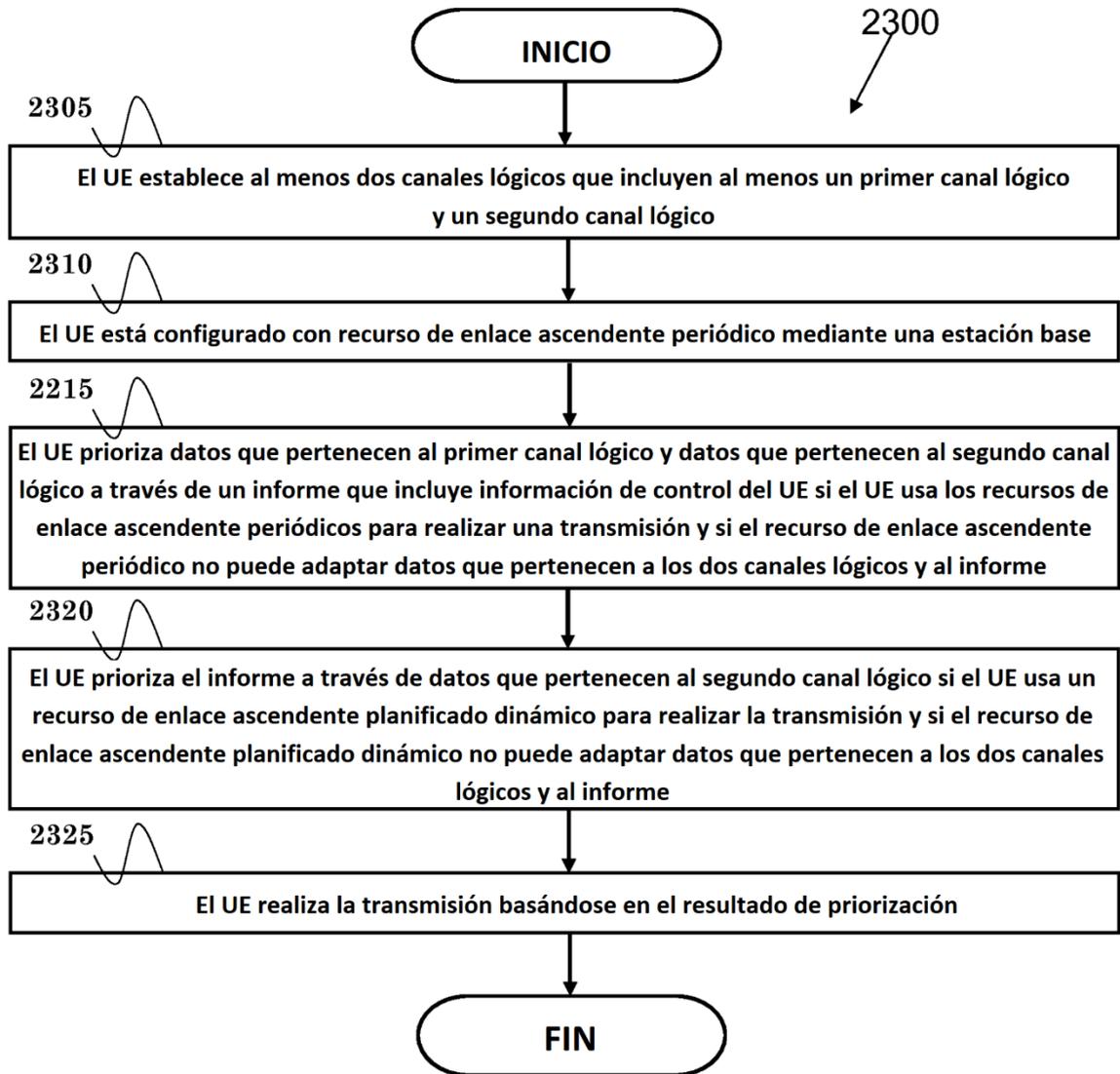


FIG. 23