

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 992 103**

51 Int. Cl.:

H04W 52/36 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2020** **E 20174385 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2024** **EP 3911040**

54 Título: **Gestión de portadoras en una red de comunicación inalámbrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.12.2024

73 Titular/es:

NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Karakaari 7
02610 Espoo, FI

72 Inventor/es:

NIELSEN, SARI;
VASENKARI, PETRI J.;
CAPORAL DEL BARRIO, SAMANTHA;
PRATAS, NUNO;
HENTTONEN, TERO;
VEJLGAARD, BENNY y
SVENDSEN, SIMON

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 992 103 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

Gestión de portadoras en una red de comunicación inalámbrica

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a: un equipo de usuario, un nodo de red de acceso radio, así como a métodos para su uso, para la gestión de portadoras en una red de comunicación inalámbrica, para restablecer el funcionamiento de una portadora que ha sido sometida a un evento de exposición máxima permisible (MPE, por sus siglas en inglés).

10

Antecedentes

En la nueva radio (NR, por sus siglas en inglés) de quinta generación (5G), un UE puede comunicarse con un nodo de red de acceso por radio (RAN, por sus siglas en inglés) a través de uno o más enlaces de radio que funcionan sobre una o más portadoras en la parte de ondas milimétricas (mmW) del espectro electromagnético, es decir, usando frecuencias entre 24 GHz y 52 GHz, conocidas como rango de frecuencia 2 (FR2). El uso de frecuencias tan altas está sujeto a límites de MPE estipulados por organismos reguladores como la comisión federal de comunicaciones (FCC, por sus siglas en inglés). El equipo de usuario (UE, por sus siglas en inglés) es capaz de transmitir radiación electromagnética a frecuencias y niveles de potencia que podrían, si no se restringen, superar los límites de MPE.

15

20

Para garantizar el cumplimiento de los límites de MPE para las señales de enlace ascendente (UL) de UE transmitidas a través de una portadora FR2 NR de 5G, el UE puede restringir su potencia de transmisión de enlace ascendente. Sin embargo, esto puede provocar una reducción de la potencia de transmisión de UL del UE a un nivel que sea insuficiente para mantener un enlace de conexión adecuado a través de la portadora FR2 de NR de 5G. Debido a esto, cuando un UE está funcionando en una portadora FR2 de NR de 5G, al detectar un evento de MPE (como la detección de una parte del cuerpo de un usuario próxima a la antena del UE y en una trayectoria de propagación de la antena del UE a un nodo RAN, lo que requiere una restricción de la potencia de transmisión de enlace ascendente para garantizar el cumplimiento de los límites de MPE), el nodo RAN puede hacer que el UE pase de funcionar sobre la portadora FR2 de NR de 5G a operar en una portadora diferente, por ejemplo, una portadora de evolución a largo plazo (LTE, por sus siglas en inglés) o una portadora de rango de frecuencia 1 (FR1) de 5G que usa frecuencias inferiores a 6 GHz (es decir, que van de 400 MHz a 6 GHz) para las que no se aplican los límites MPE.

25

30

35

En algunas circunstancias, puede ser conveniente intentar restablecer el UE para funcionar sobre la portadora FR2 de NR de 5G.

40

Ciertos ejemplos de la descripción buscan proporcionar un proceso mejorado para restablecer el funcionamiento del UE sobre una portadora usada previamente que había estado sujeto a un evento de MPE. Ciertos ejemplos de la descripción buscan evitar/reducir los intentos de restablecer un UE para su funcionamiento sobre la portadora usada previamente mientras el evento de MPE todavía está activo para la portadora. Algunos ejemplos buscan reducir la sobrecarga de señalización y los recursos desperdiciados al intentar restablecer el funcionamiento del UE sobre la portadora usada anteriormente, así como acelerar el proceso de restablecimiento.

45

50

La patente US2019/0110254 describe métodos, sistemas y dispositivos para comunicaciones inalámbricas que usan agregación de portadoras asincrónica, incluso entre transmisiones de banda de alta frecuencia y banda de frecuencia más baja. Un equipo de usuario (UE) puede configurarse para monitorizar transmisiones en una primera banda de frecuencia y una segunda banda de frecuencia. El UE puede medir una diferencia de tiempo entre transmisiones en la primera banda de frecuencia y una o más de las transmisiones en la segunda banda de frecuencia, y transmitir una indicación de la diferencia de tiempo a una estación base. La estación base puede usar la diferencia de tiempo para determinar si el UE debe usar agregación de portadoras asincrónica. Si la estación base determina que el UE debe usar agregación de portadoras asincrónica, la estación base puede configurar el UE para observar al menos una cantidad mínima de retraso al realizar señalización de enlace ascendente a través de una de las bandas de frecuencia.

55

La inclusión o discusión de cualquier documento previamente publicado o de cualquier antecedente en esta especificación no debe tomarse necesariamente como un reconocimiento de que el documento o antecedente es parte del estado de la técnica o es de conocimiento general común. Uno o más aspectos/ejemplos de la presente descripción pueden o no abordar uno o más de los temas de fondo.

60

Breve resumen

La invención se expone en el conjunto de reivindicaciones adjuntas.

Según al menos algunos ejemplos de la descripción, se proporciona un equipo de usuario (UE) que comprende:

65

medios para recibir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una

primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

5 medios para determinar, en respuesta a la recepción de la primera señal, un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente; y

medios para transmitir, en respuesta a la recepción de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

10 Según al menos algunos ejemplos de la descripción, se proporciona un método que comprende:

15 recibir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo de usuario, UE, en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

20 determinar, en respuesta a la recepción de la primera señal, un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente; y

transmitir, en respuesta a la recepción de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

25 Según al menos algunos ejemplos de la descripción, no cubiertos por el objeto de las reivindicaciones y presentados solo con fines ilustrativos, se proporcionan instrucciones de programa informático para hacer que un equipo de usuario, UE, realice lo siguiente:

30 recibir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

35 determinar, en respuesta a la recepción de la primera señal, un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente; y

transmitir, en respuesta a la recepción de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

40 Según al menos algunos ejemplos de la descripción, se proporciona un equipo de usuario (UE) que comprende:

al menos un procesador; y

al menos una memoria que incluye instrucciones de programas informáticos;

45 estando la al menos una memoria y las instrucciones de programa informático configuradas para, con el al menos un procesador, hacer que el UE realice al menos:

programar instrucciones para:

50 recibir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

55 determinar, en respuesta a la recepción de la primera señal, un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente; y

transmitir, en respuesta a la recepción de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

60 Según al menos algunos ejemplos de la descripción, no cubiertos por el objeto de las reivindicaciones y presentes sólo con fines ilustrativos, se proporciona un medio legible por ordenador no transitorio codificado con instrucciones que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que se realice al menos lo siguiente:

65 recibir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo de usuario, UE, en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera

ES 2 992 103 T3

portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

5 determinar, en respuesta a la recepción de la primera señal, un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente; y

transmitir, en respuesta a la recepción de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

10 Según al menos algunos ejemplos de la descripción, se proporciona un nodo de red de acceso por radio, RAN, que comprende:

15 medios para transmitir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo de usuario, UE, en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

20 medios para recibir, en respuesta a la transmisión de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación de un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

Según al menos algunos ejemplos de la descripción, se proporciona un método que comprende:

25 transmitir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo de usuario, UE, en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

30 recibir, en respuesta a la transmisión de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación de un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

35 Según al menos algunos ejemplos de la descripción, no cubiertos por el objeto de las reivindicaciones y presentados solo con fines ilustrativos, se proporcionan instrucciones de programa informático para hacer que un nodo de red de acceso por radio, RAN, realice lo siguiente:

40 transmitir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo de usuario, UE, en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

45 recibir, en respuesta a la transmisión de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación de un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

Según al menos algunos ejemplos de la descripción, se proporciona un nodo de red de acceso por radio, RAN, que comprende:

50 al menos un procesador; y

al menos una memoria que incluye instrucciones de programas informáticos;

55 estando la al menos una memoria y las instrucciones de programa informático configuradas para, con el al menos un procesador, hacer que el nodo RAN al menos realice lo siguiente:

60 transmitir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo de usuario, UE, en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

recibir, en respuesta a la transmisión de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación de un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

Según al menos algunos ejemplos de la descripción, no cubiertos por el objeto de las reivindicaciones y presentes sólo con fines ilustrativos, se proporciona un medio legible por ordenador no transitorio codificado con instrucciones que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que se realice al menos lo siguiente:

5 transmitir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo de usuario, UE, en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

10 recibir, en respuesta a la transmisión de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación de un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

Según al menos algunos ejemplos de la descripción, se proporciona un equipo de usuario (UE) que comprende:

15 medios para detectar la ocurrencia de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento sobre una primera portadora;

medios para determinar una pérdida de conexión en la primera portadora;

20 medios para transmitir, en respuesta a la detección del evento de MPE y la determinación de la pérdida de conexión en la primera portadora, una o más señales para solicitar conexión en una segunda portadora, en donde la una o más señales comprenden una indicación de la ocurrencia del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

25 Según al menos algunos ejemplos de la descripción, se proporciona un método que comprende:

detectar la ocurrencia de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento sobre una primera portadora;

30 determinar una pérdida de conexión en la primera portadora;

transmitir, en respuesta a la detección del evento de MPE y la determinación de la pérdida de conexión en la primera portadora, una o más señales para solicitar conexión en una segunda portadora, en donde la una o más señales comprenden una indicación de la ocurrencia del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

35 Según varios ejemplos, pero no necesariamente todos, de la descripción, no cubiertos por el objeto de las reivindicaciones y presentados sólo con fines ilustrativos, se proporcionan instrucciones de programa informático para hacer que se realice el método anterior.

40 Según al menos algunos ejemplos de la descripción, se proporciona un nodo de red de acceso por radio, RAN, que comprende:

45 medios para recibir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo de usuario, UE, en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una señal del UE para solicitar conexión en una segunda portadora, en donde la señal comprende una indicación de una ocurrencia del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

Según al menos algunos ejemplos de la descripción, se proporciona un método que comprende:

50 recibir, después de un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo de usuario, UE, en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una señal del UE para solicitar conexión en una segunda portadora, en donde la señal comprende una indicación de una ocurrencia del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

55 Según varios ejemplos, pero no necesariamente todos, de la descripción, no cubiertos por el objeto de las reivindicaciones y presentados sólo con fines ilustrativos, se proporcionan instrucciones de programa informático para hacer que se realice el método anterior.

Breve descripción de los dibujos

60 Para una mejor comprensión de varias realizaciones/ejemplos de la presente descripción, ahora se hará referencia a modo de ejemplo solo a los dibujos adjuntos en donde:

65 la Figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de una red de comunicación inalámbrica adecuada para su uso con ejemplos de la presente descripción;

la Figura 2 ilustra esquemáticamente un ejemplo de haces de UL no obstruidos por el usuario y obstruidos por el usuario de UE;

5 la Figura 3 ilustra un ejemplo de la potencia isotrópica radiada efectiva (EIRP, por sus siglas en inglés) máxima permitida basándose en la distancia del usuario a un UE y el efecto de la misma en el alcance del UE;

la Figura 4 ilustra esquemáticamente un ejemplo de transición de un UE que pasa de funcionar sobre una portadora FR2 de NR de 5G a funcionar sobre una portadora LTE;

10 la Figura 5 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un método según la presente descripción;

la Figura 6 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un método adicional según la presente descripción;

15 la Figura 7 ilustra esquemáticamente un ejemplo de señalización entre un nodo RAN y un UE según la presente descripción;

la Figura 8 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un proceso de reconexión según la presente descripción;

la Figura 9 ilustra esquemáticamente un ejemplo adicional de un proceso de reconexión según la presente descripción;

20 la Figura 10 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un elemento de control (CE, por sus siglas en inglés) de control de acceso al medio (MAC, por sus siglas en inglés) adecuado para su uso con ejemplos de la presente descripción;

25 la Figura 11 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un aparato, según la presente descripción; y

la Figura 12 ilustra esquemáticamente un ejemplo, no cubierto por el objeto de las reivindicaciones y presentado sólo con fines ilustrativos, de un programa informático.

30 Las figuras no están necesariamente a escala. Algunas características y vistas de las figuras pueden mostrarse esquemáticamente o en escala exagerada en aras de la claridad y la concisión. Por ejemplo, las dimensiones de algunos elementos en las figuras pueden exagerarse en relación con otros elementos para facilitar la explicación. Se usan números de referencia similares en las figuras para designar características similares. Para mayor claridad, no necesariamente se muestran todos los números de referencia en todas las figuras.

35 Lista de abreviaturas

3GPP	Proyecto de asociación de tercera generación
5G	5ª generación
40 CA	Agregación de portadoras
DC-CA Dual	Agregación de portadoras de conectividad
45 EIRP	Potencia isotrópica radiada efectiva
EN-DC	E-UTRA - Conectividad dual por nueva radio
E-UTRA	Acceso de radio UMTS evolucionado
50 Rango de frecuencia	1 (400 MHz - 6 GHz)
FR2	Rango de frecuencia 2 (24 GHz - 52 GHz)
55 gNB	gNodoB
ICNIRP	Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No Ionizantes
IE	Elemento de información
60 LTE	Evolución a Largo Plazo
MAC CE	Elemento de control de control de acceso al medio
65 mmW	Onda milimétrica

ES 2 992 103 T3

	MN	Nodo maestro
	MR-DC	Tecnología de acceso por radio múltiple - Conexión Dual
5	MPE	Exposición máxima permisible
	NG	Próxima generación
10	NR	Nueva radio/próxima radio
	NR-DC	Conectividad dual NR-NR
	PBO	Reducción de potencia
15	P-MPR	Reducción máxima de potencia de gestión de energía
	RAN	Nodo de red de acceso por radio
20	RAT	Tecnología de acceso por radio
	RLF	Falla de enlace de radio
	RRC	Control de recursos de radio
25	RSRP	Potencia recibida de señal de referencia
	RSRQ	Calidad recibida de señal de referencia
30	SAR	Tasa de absorción específica
	SCG	Grupo de celda secundaria
	S-RLF	RLF secundaria
35	SRB	Portador de radio de señalización
	SN	Nodo secundario
40	SS	Señal de sincronización
	UE	Equipo de usuario
	UL	Enlace ascendente
45	UMTS	Sistema universal de telecomunicaciones móviles
	URLLC	Comunicaciones de baja latencia ultra fiables

50 Descripción detallada

- La Figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de una red 100 que comprende una pluralidad de nodos de red que incluyen nodos terminales 110 (también denominados equipos de usuario), nodos 120 de acceso (también denominados nodos RAN, puntos de recepción de transmisión, estaciones base) y una red central 130.
- 55 Los nodos terminales 110 y los nodos 120 de acceso se comunican entre sí. El nodo central 130 se comunica con los nodos 120 de acceso. Uno o más nodos centrales de la red central 130 pueden, en algunos ejemplos, pero no necesariamente en todos, comunicarse entre sí. El uno o más nodos 120 de acceso pueden, en alguno, pero no necesariamente en todos los ejemplos, comunicarse entre sí.
- 60 La red 100 puede ser una red celular que comprende una pluralidad de celdas 122, cada una servida por un nodo 120 de acceso. Las interfaces entre los nodos terminales 110 y los nodos 120 de acceso son interfaces de radio 124. Los nodos 120 de acceso son transceptores de radio celulares. Los nodos terminales 110 son transceptores de radio celulares.
- 65 En el ejemplo particular ilustrado, la red 100 es una red de próxima generación (o nueva radio, NR). Nueva radio es el nombre de 3GPP para la tecnología 5G. Los nodos terminales 110 son equipos de usuario (UE).

En el presente ejemplo, los nodos 120 de acceso pueden ser gNodoB (gNB), o NodoB (NB) de la red de acceso por radio terrestre universal (UTRAN), o NodoB (eNB) de la red de acceso por radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN). Dependiendo del escenario de implementación exacto, los nodos 120 de acceso podrían ser equipos ng-eNB o en-gNB. Los nodos 120 de acceso están interconectados entre sí por medio de interfaces X2 o Xn 126.
 5 Los nodos 120 de acceso también están conectados mediante interfaces NG o S1 128 a la red central 130. La red celular 100 podría configurarse para funcionar en bandas de frecuencia con licencia o sin licencia.

Los nodos 120 de acceso se pueden implementar en un escenario/funcionamiento independiente de NR. Los nodos 120 de acceso se pueden implementar en un escenario/funcionamiento no independiente. Los nodos de acceso se pueden implementar en un funcionamiento/escenario de agregación de portadoras. Los nodos 120 de acceso se pueden implementar en un escenario/funcionamiento de conectividad dual, es decir, tecnología de acceso por radio múltiple - conexión dual (MR-DC), por ejemplo:

15 Acceso universal a radio terrestre evolucionado - nueva conectividad dual por radio (EUTRA-NR-DC, también conocida como EN-DC),

Nueva radio - acceso universal de radio terrestre evolucionado con conectividad dual (NR-EUTRA-DC, también conocida como NE-DC),

20 Acceso por radio terrestre universal evolucionada de la red de acceso por radio de próxima generación - conectividad dual de nueva radio (NG-RAN E-UTRA-NR, también conocida como NGEN-DC),

o en Conectividad dual por nueva radio (también conocida como NR-DC).

25 En dichas implementaciones de conectividad dual/no autónoma, los nodos 120 de acceso pueden estar interconectados entre sí por medio de interfaces X2 o Xn, y conectados a un núcleo de paquetes evolucionado (EPC) por medio de una interfaz S1 o a un núcleo 5G (5GC) por medio de una interfaz NG.

30 Los nodos 120 de acceso son elementos de red en la red responsables de la transmisión y recepción de radio en una o más celdas 122 hacia o desde los nodos terminales 110. Estos nodos de acceso también pueden denominarse puntos de transmisión y recepción (TRP) o estaciones base. Los nodos 120 de acceso son la terminación de red de un enlace de radio. Un nodo de acceso puede implementarse como un único equipo de red o distribuirse en dos o más nodos RAN, como una unidad central (CU), una unidad distribuida (DU), una cabecera de radio remota (RRH), usando diferentes arquitecturas funcionales divididas y diferentes interfaces.

35 Los nodos terminales 110 son dispositivos que terminan el lado del usuario del enlace de radio. Son dispositivos que permiten el acceso a servicios de red. Los nodos terminales 110 pueden ser terminales móviles. Los nodos terminales 110 pueden ser equipos de usuario o estaciones móviles. La expresión "equipo de usuario" puede usarse para designar un equipo móvil que comprende una tarjeta inteligente para autenticación/criptación, etc., como un módulo de identidad de suscriptor (SIM). En otros ejemplos, la expresión "equipo de usuario" se usa para designar un equipo móvil que comprende circuitos integrados como parte del equipo de usuario para autenticación/criptación, como el software SIM.

40 En la siguiente descripción, un nodo 120 de acceso se denominará nodo RAN 120 y un nodo terminal 110 se denominará UE 110.

45 Cada uno de los nodos RAN 120 y UE 110 puede comprender una o más antenas, parches de antena o paneles de antena, cada una de las cuales comprende un conjunto de elementos de antena. Un controlador controla los cambios de fase y las amplitudes de las señales eléctricas de radiofrecuencia aplicadas a los elementos de antena para generar una señal transmitida de onda electromagnética direccional formada por haz que tiene una dirección controlada/dirección de orientación del haz y un patrón de haces (patrón de radiación), formando de ese modo un haz de transmisión (por ejemplo, un haz de transmisión de nodo RAN para su uso con transmisión de enlace descendente; y un haz de transmisión del UE para su uso con transmisión de enlace ascendente). El haz de transmisión se refiere a una transmisión espacialmente dirigida con potencia enfocada en una dirección objetivo o ángulo de dirección/apuntado del haz, correspondiendo dicho ángulo a una dirección de un lóbulo principal del patrón de radiación transmitido.

50 El controlador puede procesar los cambios de fase y las amplitudes de las señales eléctricas de radiofrecuencia recibidas desde los elementos de antena (tales señales eléctricas de radiofrecuencia correspondientes a señales eléctricas transducidas de señales de ondas electromagnéticas recibidas) para lograr una dirección de formación de haz preferida para la recepción, formando así un haz de recepción (por ejemplo, un haz de recepción del UE para su uso con la recepción de enlace descendente y un haz de recepción de nodo RAN para su uso con la recepción de enlace ascendente). El haz de recepción se refiere a la recepción espacialmente dirigida, en donde la sensibilidad de recepción es máxima en una dirección objetivo o en un ángulo apuntado.

60 La formación de haces, para formar enlaces direccionales para su comunicación por radio, se puede usar para compensar las altas pérdidas de trayectoria debido a una propagación de radiofrecuencia (RF) deficiente, lo que puede afectar las transmisiones de mmW/alta frecuencia que se pueden usar con redes de NR de 5G durante su funcionamiento sobre una

portadora FR2 de NR de 5G, es decir, en frecuencias en la región de 24 a 52 GHz (en comparación con el rango inferior a 6 GHz del rango de frecuencia 1 (FR1) de NR de 5G). Además de la formación del haz, se usan antenas de alta ganancia para mantener el presupuesto de enlace necesario para mantener un enlace de conectividad entre el UE y el nodo RAN.

5 La transmisión de señales desde una UE al nodo RAN 120 es una transmisión de enlace ascendente (UL) a través de un haz de enlace ascendente (UL). Se puede considerar que un haz de UL comprende un par de haces, es decir, un haz de transmisión (del UE) y un haz de recepción (del nodo RAN). Un haz direccional del lado del transmisor y un haz direccional alineado correspondiente del lado del receptor proporcionan conjuntamente un par de haces de UL para la transmisión/recepción de UL y conectividad sobre una portadora determinada, como una portadora FR2
10 de 5G (es decir, un enlace/canal de comunicación por radio óptimo dentro de las limitaciones de potencia, ancho de banda y calidad de señal sobre una portadora determinada). Se debe tener en cuenta que los haces de transmisión y recepción no están necesariamente alineados físicamente entre sí/en línea de visión directa, sobre todo, por ejemplo, en situaciones en donde hay un entorno con mucha dispersión.

15 En una red de NR de 5G, un haz/par de haces de UL puede considerarse como relacionado con un enlace direccional formado por haces desde un UE a un nodo RAN, teniendo dicho enlace direccional un haz de transmisión direccional para la transmisión de UL (haz de UL Tx del UE) y un haz de recepción direccional correspondiente para la transmisión de UL (haz de UL Rx del nodo RAN), definiendo de este modo dicho haz de transmisión y dicho haz de recepción para la transmisión de UL un par de haces de UL, también denominado simplemente haz de UL.

20 La Figura 2 ilustra esquemáticamente una parte de una red de comunicación inalámbrica que comprende un nodo RAN y dos UE de clase de potencia 3 (PC3) que funcionan sobre una portadora FR2 de NR de 5G, es decir, que funcionan en la parte mmW del espectro electromagnético.

25 El espectro de ondas milimétricas (mmW) ofrece la posibilidad de usar grandes porciones de ancho de banda contiguo para abordar aplicaciones de alto rendimiento. El espectro de frecuencia NR de 5G puede extenderse muy por encima del espectro de frecuencia usado por LTE/4G, que va de 400 MHz a 6 GHz. En NR de 5G de mmWave, FR2 comprende las frecuencias entre 24 GHz y 52 GHz; y actualmente se está discutiendo la ampliación del funcionamiento del NR al rango de 52-114 GHz (Rango de frecuencia 3).

30 Sin embargo, funcionar a frecuencias tan altas con antenas de alta ganancia ha generado preocupaciones por la salud de los usuarios. Por lo tanto, existe una norma sobre el régimen mmW que especifica y regula la potencia máxima de transmisión para el UE. Dado que las frecuencias inferiores a 100 GHz no son ionizantes, el riesgo de salud se limita al calentamiento térmico del tejido corporal al absorber energía electromagnética de mmW. Las frecuencias de mmW producen profundidades de penetración inferiores a 1 mm, por lo que el posible daño térmico se limita a la superficie de la piel y los ojos. La mayor parte de la energía se absorbe dentro de los primeros 0,4 mm de la piel humana a 42 GHz.

35 Existen pautas gubernamentales de exposición para prevenir problemas de salud debido a los efectos térmicos. Por debajo de 6 GHz (por ejemplo, LTE), se ha usado la tasa de absorción específica (SAR) para determinar el umbral de exposición. El SAR mide la energía absorbida por el cuerpo humano cuando se expone a campos electromagnéticos. En EE. UU., la FCC estipula una limitación de SAR de 1,6 W/kg en promedio sobre 1 g de tejido. Mientras que en Europa es de 2 W/kg de media sobre 10 g de tejido. El promedio de 1 g proporciona una resolución más fina para el estudio de la absorción de energía en el cuerpo humano.

40 En el régimen de mmW, donde la profundidad de penetración es inferior a 1 mm, incluso 1 g de tejido es un volumen bastante grande. Dado que puede ser difícil definir un volumen significativo para la evaluación del SAR, se ha aceptado comúnmente usar la densidad de potencia (PD) y no el SAR para establecer las restricciones a la exposición a frecuencias de mmW. Se trata pues de una distribución de energía plana y no volumétrica. El MPE es la regulación sobre PD para el régimen de mmWave. La comisión federal de comunicaciones (FCC) y la comisión internacional de protección contra radiación no ionizante (ICNIRP), así como muchas otras agencias reguladoras, imponen restricciones de MPE a los transmisores en varias frecuencias portadoras (especialmente las transmisiones de ondas milimétricas). Las restricciones de MPE normalmente se especifican en términos de promedio temporal de corto plazo de la potencia radiada, promedio temporal de mediano plazo de la potencia radiada, promedio local-espacial de la potencia radiada y/o promedio medio-espacial de la potencia radiada. La imposición de restricciones MPE puede evitar
55 condiciones de funcionamiento peligrosas, garantizar la salud óptima de los usuarios y/o reducir la contaminación electromagnética o el ruido/la interferencia de las transmisiones de ondas milimétricas.

60 La FCC y la ICNIRP fijan el umbral de MPE en 10 W/m^2 (1 mW/cm^2) para el público en general, entre 6 o 10 GHz respectivamente y 100 GHz. La energía absorbida por el cuerpo humano aumenta en función de la disminución de la distancia al UE. Por lo tanto, para cumplir con el límite MPE, el UE podría tener que reducir su potencia de salida si el usuario se acerca a la antena. Una UE puede determinar y cumplir las restricciones MPE de forma autónoma o local en el UE. Por ejemplo, el UE puede detectar una distancia desde una antena o un conjunto de antenas del UE hasta una parte del cuerpo de un usuario (por ejemplo, una mano, cara, tobillo, etc.), determinar una restricción MPE basada en la distancia detectada y transmitir usando una potencia UL restringida compatible con MPE basada en la distancia detectada.

65

La Figura 2 ilustra un ejemplo de un haz de UL de UE sin obstrucciones del usuario (caso 1) y un haz de UL de UE obstruido por el usuario.

5 En el caso 1, hay una trayectoria de propagación de línea de visión (LOS, por sus siglas en inglés) sin obstrucciones del haz de UL del UE del UE al nodo RAN. En el caso 2, una parte de un cuerpo humano obstruye la trayectoria del haz de UL del UE desde el UE hasta el nodo RAN.

10 En el caso 1, la potencia isotrópica radiada efectiva (EIRP) del UE PC3 alcanza un pico de +34 dBm, mientras que en el caso 2, el UE tiene que reducir su potencia de salida para cumplir con las regulaciones de MPE, ya que el usuario está expuesto y muy cerca del haz radiado.

15 La Figura 3 ilustra un gráfico de la potencia isotrópica radiada efectiva (EIRP) máxima permitida frente a la distancia del usuario a un UE, así como un gráfico de la potencia isotrópica radiada efectiva (EIRP) máxima permitida frente al rango de transmisión del UE.

20 El gráfico de la izquierda de la Figura 3 ilustra la relación entre la EIRP máxima permitida (es decir, la EIRP máxima permitida para cumplir con los límites de MPE) y la separación entre el UE y un usuario. En este ejemplo, para un UE PC3, cuando el usuario está casi tocando la antena (a 1 cm de distancia), hay una reducción en la EIRP pico máxima permitida de más de 20 dBm. El gráfico a la derecha de la Figura 3 ilustra la relación entre la EIRP máxima permitida y el rango LOS del UE. Como se desprende de esto, reducir la EIRP máxima permitida afecta drásticamente el alcance del UE, deteriorando así la calidad de la señal recibida en el nodo RAN.

25 Cuando ocurre un evento de MPE (como en el caso 2) en un UE conectado/vinculado a un nodo RAN a través de una portadora FR2 de NR de 5G, la restricción MPE, es decir, la reducción en la potencia de transmisión de UL del UE, puede ser tan grave que provoque una falla del enlace de radio (RLF). Reducir significativamente la potencia de salida (por ejemplo, al menos 20 dB para el UE PC3) probablemente provoque la pérdida de la conexión con el nodo RAN y genere una RLF, en donde la reducción de potencia requerida, es decir, la Reducción de potencia máxima de administración de potencia (P-MPR), es demasiado grande para mantener el enlace actual. El UE puede indicar la existencia del evento de MPE a la red (posiblemente incluyendo el valor de P-MPR) antes de que ocurra el evento de RLF para que la red pueda tomar acciones correctivas apropiadas (por ejemplo, transferencia, reconfiguración de DC/CA).

35 En este punto, la red solo sabe que el UE estaba funcionando en FR2 de NR de 5G y que la potencia de UL máxima permitida es demasiado limitada para continuar la comunicación debido a un evento de MPE o limitaciones de MPE. En el caso de un funcionamiento 5G no independiente, donde se requiere un anclaje de LTE para la comunicación del plano de control y la gestión de la movilidad, la red puede realizar la transición del UE a un funcionamiento en LTE (es decir, E-UTRA), es decir, realizar la transición de la portadora de FR2 de NR de 5G a una portadora de LTE. Por ejemplo, esto puede ocurrir cuando el UE informa a la red que el enlace FR2 de NR de 5G ha fallado a través de un procedimiento de señalización como la indicación de falla del grupo de celdas secundarias (SCG). Como alternativa, el UE puede realizar una transición autónoma a una portadora LTE con un procedimiento de restablecimiento de RRC cuando el enlace principal también falla. En caso de que se utilice el restablecimiento, en los ejemplos de la descripción, el UE también puede indicar que el enlace FR2 de NR de 5G ha fallado debido a razones de MPE al transmitir la señalización que informa a red las causas del restablecimiento.

45 Para el funcionamiento a frecuencias inferiores a 6 GHz del FR1, se aplica una regulación de SAR diferente a la regulación de MPE (que se aplicaba para frecuencias superiores a 6 GHz). Además, la antena FR1 puede estar ubicada en otro lugar del UE diferente del conjunto de antenas FR2. Por ende, mientras que una parte del cuerpo de un usuario (por ejemplo, la mano) puede estar en la trayectoria de las transmisiones del conjunto de antenas FR2, es posible que no haya ninguna parte del cuerpo del usuario en la trayectoria de las transmisiones de la antena FR1. Por estos motivos, la transición de una portadora FR2 de NR de 5G a una portadora LTE puede provocar que el UE no experimente ninguna restricción de energía en UL.

50 La Figura 4 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un UE 110 con capacidad de FR2 de NR de 5G que pasa de funcionar sobre una portadora FR2 201 de NR de 5G a funcionar sobre una portadora LTE 202 debido a un evento 204 de MPE para evitar una RLF.

55 Inicialmente, en el momento t1, el UE 110 está funcionando total o parcialmente (por ejemplo, usando agregación de portadoras (CA) y/o conectividad dual (DC)) sobre una portadora FR2 201 de NR de 5G para la cual se aplican límites/protección de MPE, y está conectada a un gNB 120 de servicio, es decir, el UE está en un estado RRC_Connected. La mano 203 del usuario no está en la trayectoria de propagación del haz de servicio (desde el panel P1 de antena) que sirve al nodo RAN, por ende, no hay ningún evento de MPE. Mientras el UE está funcionando sobre FR2 de NR de 5G, el UE está monitorizando eventos de MPE.

60 En el momento t2, mientras el UE todavía está funcionando sobre una portadora FR2 201 de NR de 5G y todavía en un estado RRC_Connected con el gNB de servicio, el usuario cubre el panel P1 de antena.

65 El UE incluye sensores de proximidad y componentes dedicados integrados en el dispositivo UE para detectar objetos cercanos, incluidos humanos y partes del cuerpo. Estos componentes se pueden implementar de muchas maneras,

incluidos los radares de 60 GHz. Basándose en el sensor de proximidad, el UE puede reducir de forma autónoma su potencia de transmisión para cumplir con los requisitos de MPE. Los detectores de proximidad pueden así detectar y activar un evento 204 de MPE. E UE informa la existencia del evento 204 de MPE sobre la portadora FR2 201 de NR de 5G. La restricción resultante en la potencia de transmisión de UL es tan severa que el UE se redirige a LTE, es decir, realiza la transición (por ejemplo, a través de una transferencia, RLF o reconfiguración CA/DC) de la portadora FR2 de NR de 5G a una portadora LTE para la cual no se aplican límites/protección de MPE.

En el momento t3, el panel P1 de antena ya no está funcionando sobre una portadora FR2 de NR de 5G. En cambio, el UE ahora está conectado a través de una portadora LTE 202.

Normalmente, las portadoras tienen más espectro disponible en FR2 de NR de 5G que a frecuencias inferiores a 6 GHz de LTE. Por lo tanto, es deseable desde el punto de vista de la portadora que el UE con capacidad para FR2 de NR de 5G vuelva a funcionar con FR2 tan pronto como sea posible.

Sin embargo, un problema que sufren los UE convencionales con capacidad FR2 de NR de 5G es que la monitorización y los informes de eventos de MPE no continúan después de que el UE se haya reconfigurado para funcionar sobre LTE (ya que los funcionamientos en 5G y LTE son muy diferentes).

Ahora que el UE funciona en LTE, la red no sabe cuándo el UE ya no experimenta el evento de MPE y cuándo está lista para reanudar el funcionamiento FR2 de NR de 5G. La red no conoce el estado actual del evento de MPE en FR2 mientras está conectada a través de LTE, por lo tanto, no puede iniciar de manera óptima la transición de regreso a FR2.

Como tal, para redirigir el UE de nuevo al funcionamiento FR2 de NR de 5G, convencionalmente la red solicitará periódicamente al UE que extienda su funcionamiento de nuevo a FR2, lo que no tendrá éxito mientras el evento de MPE siga activo y en curso, como en la Figura 4 al momento t3. Estos procedimientos descoordinados no son eficientes desde la perspectiva del funcionamiento de la red, ya que desperdician recursos al intentar con frecuencia una recuperación fallida del enlace FR2.

En el momento t4, el panel P1 de antena todavía no está funcionando sobre una portadora FR2 de NR de 5G. En cambio, el UE todavía está conectado al gNB a través de una portadora LTE 202. Sin embargo, la mano del usuario se ha alejado del panel P1 de modo que el evento de MPE asociado con la portadora FR2 de NR de 5G ha cesado/se ha terminado, de modo que ya no habría una restricción de MPE que restrinja la transmisión de energía de UL del UE si restableciera el funcionamiento sobre una portadora FR2 de NR de 5G. Sin embargo, dado que, para los UE convencionales, no hay monitorización de MPE ni informes de eventos de MPE a la red una vez que el UE ya no funciona sobre una portadora FR2 de NR de 5G luego de haber sido transferida a una portadora LTE, la red no sabe cuándo el UE está listo para reanudar el funcionamiento FR2 de NR de 5G.

Ciertos ejemplos de la presente descripción buscan abordar dichas cuestiones y optimizar la recuperación a FR2 de NR de 5G, después de haberse reconfigurado o realizado la transición a LTE debido a un evento de MPE, cuando el evento de MPE cesa. Ciertos ejemplos de la presente descripción buscan abordar la recuperación optimizada a FR2 de NR de 5G, después de haberse reconfigurado o pasado a FR1 de NR de 5G debido a un evento de MPE, cuando el evento de MPE cesa. Ciertos ejemplos de la presente descripción buscan proporcionar un proceso mejorado para restablecer el funcionamiento del UE sobre una portadora usada previamente que había estado sujeta a un evento de MPE.

Para optimizar la recuperación de utilización de recursos (por ejemplo, el funcionamiento de la portadora FR2 NR de 5G o, de hecho, cualquier funcionamiento de la portadora de alta frecuencia sujeta a límites, restricciones y requisitos regulatorios de MPE), la red requiere información de MPE, como, por ejemplo, si el UE está experimentando o no un evento de MPE en FR2 severo (es decir, si el UE ya no detecta una parte del cuerpo humano cerca del UE o si la reducción de potencia requerida sigue siendo severa).

Los ejemplos de la presente descripción proporcionan un nuevo mecanismo de señalización para las especificaciones 3GPP para permitir que el UE sea configurado por el nodo de red/RAN, en la segunda portadora, para seguir monitorizando el evento de MPE en la primera portadora y un estado/condición del mismo, y para informar de manera autónoma/a demanda un evento de terminación/recuperación de MPE al nodo RAN en la segunda portadora. De esta manera, aunque un UE capaz de funcionar sobre una portadora FR2 de NR de 5G haya dejado de usar la portadora FR2 de NR de 5G y haya sido transferido a otra portadora, por ejemplo, una portadora LTE o una portadora Fr1 de 5G, debido al evento de MPE en la portadora FR2 de NR de 5G, el UE aún puede informar un evento de MPE asociado con la portadora FR2 de NR de 5G, por ejemplo, indicar la terminación/cese o recuperación del evento de MPE a la red, con lo cual la red puede luego mover el UE nuevamente a una portadora FR2 de NR de 5G.

Como se analizará más adelante, en los ejemplos de la descripción, el UE monitoriza el evento de MPE en FR2 de NR de 5G y lo informa a la red, aunque actualmente el UE ya no funciona en la portadora FR2 de NR de 5G y funciona en la portadora FR1 de LTE o 5G. El UE indica a la red que el evento de MPE ha finalizado (incluso si la situación donde habría usado FR2 ya habría terminado). Este informe del estado/condición de un evento de MPE, es decir, una indicación del estado actual del MPE en cuanto a si sigue activo o ha cesado, puede:

activarse por evento (por ejemplo, el UE determinó que la potencia de UL permitida es superior a un cierto umbral, lo que puede configurarse por la red),

5 ser periódico (es decir, enviado periódicamente después de informar inicialmente el evento de MPE),

según un temporizador (es decir, el UE solo informa a la red si el evento de MPE finaliza dentro de una duración configurada o predeterminada),

10 o cualquier combinación de los anteriores (por ejemplo, informes periódicos activados por eventos con un temporizador).

Una indicación de este tipo del estado/condición del evento de MPE puede efectuarse mediante un bit de conmutación de MPE (es decir, "MPE ya no es necesario") en una señal transmitida/informe de MPE. La señal /informe de MPE también podría contener adicionalmente información relacionada con el evento de MPE, por ejemplo: reducción de potencia requerida, duración del tiempo desde que el UE detectó la finalización del evento de MPE u otra información relacionada con la ocurrencia, duración de los efectos de la finalización del MPE.

De este modo, los ejemplos de la descripción pueden ayudar a proporcionar a la red (por ejemplo, el nodo RAN gNB o eNB) la información de MPE. Esto puede permitir que la red solo intente el uso de FR2 cuando el evento de MPE haya finalizado o se haya recuperado/ya no sea tan grave, de modo que el UE pueda proporcionar el presupuesto de enlace requerido, es decir, reducción de potencia (PBO), para conectarse con la red a través de la portadora FR2 NR de 5G. La implementación de los ejemplos de la descripción no requiere ningún hardware nuevo y simplemente se basa en la salida de los sensores de proximidad ya integrados en los UE, es decir, la detección de usuarios cercanos. La implementación se basa en continuar con la monitorización por parte del UE del estado del evento de MPE de FR2 de NR de 5G, después de que el UE haya activado el evento de MPE y haya sido transferida a una nueva portadora, incluso si el UE ya no está funcionando en FR2 de NR de 5G. Basándose en una distancia de separación entre el usuario y la antena, determinada por sensores como sensores de proximidad y basándose en mediciones de señales de referencia (por ejemplo, bloque de señal de sincronización (SSB), información del estado del canal - señal de referencia (CSI-RS) transmitidas por la portadora NR2 de 5G), se puede determinar una reducción de potencia requerida del UE en todas las matrices o en matrices específicas. La monitorización de MPE en el UE no consume muchos recursos ni batería y, de hecho, es probable que el UE realice aspectos de la monitorización de MPE mientras escucha, por ejemplo, ráfagas de SS para la monitorización periódico del enlace y el acceso inicial.

La Figura 5 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un método 500 según la presente descripción que puede implementarse mediante un aparato tal como un UE 110.

El método comprende, en el bloque 501, después de un evento de MPE, que ocurre durante el funcionamiento en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, se recibe una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado (o condición) del evento de MPE asociado con una primera portadora usada previamente;

En algunos ejemplos, basándose al menos en parte en el evento de MPE durante el funcionamiento en la primera portadora, el UE deja de funcionar en la primera portadora. En algunos ejemplos, el UE puede detectar la ocurrencia del evento de MPE durante el funcionamiento en una primera portadora y, en respuesta a esto, el UE deja de funcionar en la primera portadora. En algunos ejemplos, debido al evento de MPE, el UE puede pasar de funcionar en la primera portadora a funcionar en la segunda portadora, de modo que ya no opere en la primera portadora. La transición puede ser una reconfiguración, una reconexión o una transferencia, es decir, que el aparato ya no funcione en la primera portadora. La transición puede ser una transición ordenada/gestionada en donde se envía una señal a la red para detectar inicialmente la existencia del evento de MPE, en respuesta a lo cual la red inicia un procedimiento de reconfiguración o transferencia, con lo que el aparato pasa de la primera a la segunda portadora. En algunos ejemplos, la transición puede ser una transición no iniciada por la red, por ejemplo, en donde, debido a un evento de MPE y la restricción MPE resultante que requiere una reducción severa en la potencia de transmisión de UL del UE, se produce una RLF después de la cual el aparato inicia un procedimiento de reconexión.

El primera portadora podría ser, por ejemplo, una portadora FR2 de NR de 5G que utilice frecuencias superiores a 24 GHz y/o entre 24 GHz y 52 GHz. La primera portadora podría ser una portadora en algún otro rango de alta frecuencia que esté sujeta a límites de MPE, es decir, > 6 GHz, no inferior a 52-114 GHz de un potencial futuro rango de frecuencia 3 (FR3). La primera portadora podría ser una portadora de: un solo enlace de conectividad, conectividad MR-DC, conectividad CA o incluso CA en MR-DC.

La segunda portadora podría ser una portadora diferente de la primera portadora. La segunda portadora podría ser, por ejemplo, una portadora LTE que utilice frecuencias entre 400 MHz y 6 GHz. La segunda portadora podría ser una portadora FR1 de NR de 5G que funcione a frecuencias inferiores a 6 GHz (para las que no se aplican límites de MPE). En algunos ejemplos, como cuando está en funcionamiento la conectividad NR-DC o CA en FR2 de NR de 5G, la segunda portadora podría ser otra FR2 de NR de 5G, aunque una que no se vea afectada por el (u otro) evento de MPE. En algunos ejemplos, la segunda portadora podría ser una portadora en algún otro rango de alta frecuencia, es decir, >

6 GHz, aunque nuevamente una que no se vea afectada por el (u otro) evento de MPE. La segunda portadora podría ser una portadora de: un solo enlace de conectividad, conectividad MR-DC, conectividad CA o incluso CA en MR-DC.

5 Inicialmente, el UE puede estar en funcionamiento sobre al menos la primera portadora, es decir, el UE puede estar conectado a uno o más nodos RAN total o parcialmente (por ejemplo, a través de conectividad MR-DC, conectividad CA o incluso CA en MR-DC) en la primera portadora. Considerando que, después del evento de MPE, el UE ya no funciona en la primera portadora y funciona al menos en la segunda portadora, es decir, el UE puede estar conectado a uno o más nodos RAN total o parcialmente en la segunda portadora. Inicialmente, es decir, antes del evento de MPE
10 en la primera portadora, el UE puede estar en funcionamiento en la primera portadora y al menos en la segunda portadora (por ejemplo, a través de conectividad MR-DC, en particular como EN-DC), mientras que, después del evento de MPE, el UE ya no está funcionando en la primera portadora y está funcionando sobre al menos la segunda portadora (es decir, el UE deja de funcionar en la primera portadora y continúa funcionando en la segunda portadora).

15 El evento de MPE puede estar relacionado con uno o más de: detección de parte del cuerpo del usuario en la vía de propagación de transmisiones de UL desde un aparato que funciona sobre la primera portadora; detección de proximidad/distancia de parte del cuerpo del usuario al aparato (es decir, distancia menor que los valores umbral), determinación de la reducción de potencia de transmisión de UL requerida para cumplir con los límites/tolerancias MPE, determinación de una potencia de transmisión de UL máxima permitida que cumpla con los límites de MPE y/o comparación de la misma con una potencia de transmisión de UL mínima para mantener un enlace/conexión de radio en la primera portadora (que puede determinarse basándose, no menos importante en parte, en la monitorización de señales de referencia desde el nodo RAN en la primera portadora).
20

25 El estado/condición del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente puede ser un estado del evento de MPE, por ejemplo, un estado actual del mismo, como si el evento de MPE en la primera portadora todavía está activo (condición = ON) o si ha terminado/se ha recuperado (condición = OFF).

En el bloque 502, en respuesta a la recepción de la primera señal, se realiza una determinación respecto del estado/condición del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

30 La recepción de la primera señal configura el UE para continuar monitorizando el evento de MPE, por ejemplo, continuar detectando la presencia y proximidad de una parte del cuerpo del usuario al panel de antena/UE, y determinar si se requiere una restricción de MPE para asegurar el cumplimiento de MPE, por ejemplo, reducir una potencia de transmisión de UL.

35 En el bloque 503, en respuesta a la recepción de la primera señal, se transmite una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado/condición actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

40 Los ejemplos de la descripción pueden proporcionar una señalización que configure el UE para continuar monitorizando el evento de MPE incluso si el UE ha dejado de usar la primera portadora (por ejemplo, el UE puede haber pasado de funcionar sobre una portadora FR2 de NR de 5G a funcionar sobre una segunda portadora). Además, tal monitorización se puede usar para determinar un estado/condición actual del evento de MPE, por ejemplo, si ha finalizado, lo que se envía a un nodo RAN en la segunda portadora. Ventajosamente, esto puede proporcionar la información necesaria al nodo RAN para permitirle decidir si reanuda o no el funcionamiento del UE a través de la portadora FR2 de NR de 5G. Los ejemplos de la descripción pueden permitir así una utilización óptima de los recursos FR2 de NR de 5G y una recuperación óptima del enlace/restablecimiento de la portadora, es decir, una asignación óptima del espectro y de los recursos.
45

50 En algunos ejemplos, la primera señal, que puede ser un mensaje RRC, configura el UE para monitorizar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente. En respuesta a la recepción de la primera señal, se monitoriza el estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente mientras el UE todavía está funcionando en la segunda portadora y ya no está funcionando en la primera portadora. El UE puede comprender medios para continuar monitorizando la primera portadora a pesar de haber sido transferida a la segunda portadora. Dichos medios pueden comprender, no menos, una o más antenas/paneles de antena del UE que están configurados para la recepción de señales (tales como señales de referencia) a la frecuencia de la primera portadora (tal como FR2 de NR de 5G), y medir las características de señal de la misma (tales como medir la potencia y calidad de las señales recibidas, por ejemplo, potencia recibida y señal de referencia (RSRP) y (RSRQ)). Basándose en dichas mediciones de señal, así como en mediciones de proximidad del usuario al UE/antena/paneles de antena del mismo a través de sensores tales como detectores de proximidad, y la reducción de potencia de transmisión requerida, es decir, P-MPR, se puede determinar para cumplir con los límites de MPE. De este modo, dicha información relacionada con MPE relacionada con el evento de MPE asociado con la primera portadora usada anteriormente se puede determinar mientras el UE ya no usa la primera portadora,
55 por ejemplo, después de haber pasado de la misma a la segunda portadora.
60

65 En algunos ejemplos, la primera señal es una solicitud de información MPE y la segunda señal es un informe de la información de MPE relacionada con el evento de MPE. La segunda señal puede transmitirse a través de señalización de RRC o MAC (como se explicará más adelante).

La primera señal puede configurar el informe del UE, por ejemplo, su contenido y cuándo debe transmitirse. La segunda señal puede comprender una indicación de uno o más de los siguientes:

5 si el evento de MPE está activo/aún presente;

si el evento de MPE ha cesado/terminado/se ha recuperado/ya no está presente; un valor de reducción de potencia, es decir, P-MPR necesario para cumplir con los límites de MPE;

10 una potencia de transmisión de UL, es decir, una potencia de transmisión de UL máxima permitida para cumplir con los límites de MPE;

una probabilidad esperada de que el evento de MPE vuelva a ocurrir, esto puede determinarse basándose en un aprendizaje automático de uso convencional/eventos de MPE pasados;

15 uno o más valores de parámetros de nivel de señal, es decir, mediciones de señales de referencia para determinar, por ejemplo, RSRP y RSRQ; y un período de tiempo transcurrido después del evento de MPE;

una cantidad de tiempo transcurrida después de una transición del funcionamiento en la primera portadora a la segunda portadora.

20 Varios de los puntos anteriores se pueden determinar/medir en todos o en conjuntos/haces receptores específicos del UE para la recepción FR2 de NR de 5G.

En algunos ejemplos, se transmite la segunda señal:

25 periódicamente;

basándose al menos en parte en un temporizador,

30 en respuesta a que se cumpla una condición, por ejemplo, tras la determinación de que ya no hay ninguna parte del cuerpo del usuario en la trayectoria de propagación del primera portadora, y/o

en respuesta a una nueva señal/solicitud adicional de información de MPE.

35 La primera señal puede configurar sobre qué base se envía la segunda señal, es decir, qué desencadena el envío de la segunda señal (por ejemplo, transmitir la segunda señal en respuesta a la determinación de que el valor característico de la señal medida/determinada de una señal de referencia recibida satisface un criterio con respecto a un valor característico de señal umbral establecido por el nodo RAN en su primera señal).

40 En algunos ejemplos, determinar el estado/condición actual del evento de MPE comprende:

medios para detectar la proximidad de una parte del cuerpo de un usuario a una antena del UE; y/o

45 medios para medir una o más características de una o más señales de referencia (SSB, CSI-RS) recibidas en la primera portadora.

50 En algunos ejemplos, el UE detecta una ocurrencia inicial del evento de MPE durante el funcionamiento del UE en la primera portadora (por ejemplo, dicha detección puede ocurrir mientras el UE está funcionando en la primera portadora y antes de una transición del UE al funcionamiento en la segunda portadora). El UE puede determinar una pérdida de conexión en la primera portadora, por ejemplo, una falla en el enlace de radio. En respuesta a la detección del evento de MPE y la determinación de la pérdida de conexión en la primera portadora, el UE puede transmitir una o más señales para solicitar conexión en la segunda portadora. Una o más de estas señales podrían ser señalización de RRC, por ejemplo, mensajes de RRC como un mensaje de SOLICITUD DE CONEXIÓN DE RRC o un mensaje de SOLICITUD DE RESTABLECIMIENTO DE LA CONEXIÓN DE RRC. En los casos donde se utiliza el restablecimiento, el UE también puede indicar, al transmitir señalización que informa a la red de las causas del restablecimiento, que la pérdida de conexión en la primera portadora se debió a razones de MPE.

55 La Figura 6 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un método 600 según la presente descripción que puede implementarse mediante un aparato tal como un nodo RAN 120.

60 En el bloque 601, el nodo RAN, después de un evento de MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un UE en una primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, transmite una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado/condición del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

65

En algunos ejemplos, el UE deja de funcionar en la primera portadora basándose al menos en parte en el evento de MPE durante el funcionamiento en la primera portadora. En algunos ejemplos, el UE puede pasar de funcionar en la primera portadora a funcionar en la segunda portadora, de modo que ya no opere en la primera portadora. La transición puede ser una reconfiguración, una reconexión o una transferencia, es decir, que el aparato ya no funcione en la primera portadora.

5 En el bloque 602, en respuesta a la transmisión de la primera señal, el nodo RAN recibe una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado/condición actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

10 En algunos ejemplos, basándose al menos en parte en la segunda señal recibida, el nodo RAN puede determinar si debe restablecer el funcionamiento del UE en la primera portadora. Esta determinación también puede tener en cuenta una o más condiciones de radio de la primera portadora, como su carga de tráfico actual. En respuesta a la determinación, el nodo RAN puede decidir restablecer el funcionamiento del UE en la primera portadora y efectuar el procedimiento apropiado a este respecto, por ejemplo, hacer que el UE vuelva a funcionar sobre la portadora FR2 de NR de 5G.

15 En algunos ejemplos, antes de la transmisión de la primera señal, el nodo RAN recibe una señal del UE para solicitar conexión en la segunda portadora, en donde la señal comprende una indicación de la ocurrencia de un evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente. Una señal de este tipo puede indicar al nodo RAN que el UE había estado conectada previamente a través de una primera portadora pero que, debido a un evento de MPE, perdió la conexión. Dicha señal puede entonces activar el nodo RAN para transmitir, una vez que se ha establecido una conexión en la segunda portadora, la primera señal para solicitar un estado/condición del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

20 La Figura 7 ilustra esquemáticamente un ejemplo de señalización 700 entre una UE 110 y un nodo RAN 120 según la presente descripción.

25 Inicialmente, el UE está conectado (es decir, está en estado RCC CONNECTED) al nodo RAN a través de una primera portadora, por ejemplo, la portadora FR2 de NR de 5G. Tras la detección de un evento de MPE en 701 (por ejemplo, una parte del cuerpo de un usuario en la trayectoria del haz de transmisión de UL en FR2 de NR de 5G del UE), en 702 el UE envía un informe del evento de MPE al nodo RAN. En respuesta al informe MPE, en 703 el nodo RAN envía una señal al UE para que reconfigure el UE para que funcione en la segunda portadora.

30 En 704, mientras el UE está conectado (es decir, está en estado RCC CONNECTED) al nodo RAN en la segunda portadora, por ejemplo, una portadora LTE o una portadora FR1 de 5G, el nodo RAN transmite la primera señal que recibe el UE. En respuesta a la recepción de la primera señal, el UE continúa monitorizando el evento de MPE en la primera portadora. En 705 el UE determina que el evento de MPE ha finalizado. Esto puede deberse, por ejemplo, a una determinación de que la parte del cuerpo del usuario se ha movido de tal manera que ya no estaría en la trayectoria de un haz de transmisión de UL de FR2 de NR de 5G. Como alternativa, puede deberse a la determinación de que la potencia de transmisión de UL mínima requerida para mantener una conexión FR2 de NR de 5G se ha reducido a un nivel por debajo de la potencia de transmisión de UL máxima permitida que aún cumple con los límites de MPE, por ejemplo, el UE puede haber cambiado de posición/acercado al nodo RAN o las condiciones de radio pueden ser favorables para la conexión FR2 de NR de 5G.

35 En respuesta a la determinación de que el evento de MPE ha finalizado, en 706, esto activa el UE para que transmita la segunda señal, que comprende una indicación de la finalización del evento de MPE.

40 En 707, en respuesta a la recepción de la segunda señal que indica que el evento de MPE ha terminado, el nodo RAN puede activar un procedimiento para reconfigurar el UE para que funcione en la primera portadora, la portadora FR2 de NR de 5G, una vez más.

45 Los diversos ejemplos analizados anteriormente se han descrito principalmente con respecto al UE que realiza la transición de la conexión del nodo RAN de FR2 de NR de 5G a LTE, y luego de regreso a FR2 de NR de 5G. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los ejemplos de la presente descripción son aplicables a otras configuraciones, en particular a la conectividad dual (DC) y la agregación de portadora (CA).

50 En DC, el UE puede transmitir y recibir simultáneamente datos en múltiples portadoras de componentes desde dos grupos de celdas a través de un nodo RAN maestro, nodo maestro (MN), y un nodo RAN secundario, nodo secundario (SN), en donde cada grupo de celdas contiene al menos una portadora (es decir, de modo que el MN y/o el SN pueden tener múltiples portadoras). La primera portadora y la segunda portadora pueden ser portadoras componentes tanto para el nodo RAN maestro como para el nodo RAN secundario.

55 En CA, el UE puede transmitir y recibir datos simultáneamente en múltiples portadoras de componentes desde un solo nodo RAN. La primera portadora y la segunda portadora pueden ser portadoras componentes de las múltiples portadoras componentes del nodo RAN en CA.

En DC-CA, el UE puede transmitir y recibir simultáneamente datos en múltiples portadoras componentes desde el nodo RAN maestro y/o el nodo RAN secundario. La primera portadora y la segunda portadora pueden ser portadoras componentes de dichas múltiples portadoras componentes para los nodos RAN maestros y/o secundarios en DC-CA.

5 La Figura 8 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un proceso de reconexión según la presente descripción. La Figura muestra un diagrama de flujo de los procedimientos de un UE y un nodo RAN.

10 Como se indica en el bloque 801, la recepción por parte del nodo RAN de un informe de MPE, que indica la existencia de un evento de MPE que afecta a FR2 de NR de 5G (por ejemplo, la señal 702 analizada anteriormente) activa la red (que funciona bajo 5G no autónoma con un ancla LTE) para realizar la transición del UE de FR2 de NR de 5G a LTE. Basándose en el informe MPE, se puede determinar que la P-MPR requerida en FR2 de NR de 5G es tan alta que la red decide que es más seguro (es decir, para cumplir con los límites de MPE y evitar la RLF) realizar la transición del UE a LTE. Como se indica en el bloque 802, el UE ha realizado la transición a LTE y está conectado a LTE. Como se indica en el bloque 803, debido a la recepción del informe de MPE, se informa a la red
15 que una conexión FR2 de NR de 5G anterior se detuvo debido a un evento de MPE.

20 Como se indica en el bloque 804, la red solicita un informe de finalización de evento de MPE (similar a la transmisión de la señal 704 y la "primera señal" analizada en los ejemplos anteriores). El informe de terminación de MPE puede ser configurado por la red, por ejemplo, con respecto a su contenido de información y cuándo debe transmitirse al nodo RAN. En algunos ejemplos el informe lo envía de forma autónoma el UE.

25 En respuesta a la recepción de la solicitud, el UE continúa monitorizando aspectos/eventos relacionados con FR2 de NR de 5G, incluidos, entre otros, el estado actual del evento de MPE de FR2 de NR de 5G, aunque el UE no tiene ninguna configuración o comunicación de FR2 de NR de 5G en curso. El UE transmite el informe MPE al nodo RAN a través de la portadora LTE activa.

30 Como se indica en el bloque 805, basándose en el informe de MPE recibido, el nodo RAN determina si el evento de MPE ha finalizado o se ha vuelto menos severo/suficientemente disminuido de modo que la restricción de MPE requerida de la potencia de transmisión de UE no sea demasiado alta como para estar por debajo de una potencia de transmisión de UL de UE mínima aceptable para una conexión FR2 de NR de 5G sobre una portadora FR2 de NR de 5G. Si es así, el diagrama de flujo pasa al bloque 806; de lo contrario, el proceso vuelve al bloque 804 y espera un informe de MPE posterior.

35 Como se indica en el bloque 806, que puede ser opcional, el nodo RAN determina si otras condiciones de radio (por ejemplo, la carga de tráfico actual sobre la celda FR2 de NR de 5G) son favorables/susceptibles de reconectarse a FR2 de NR de 5G. Si es así, el diagrama de flujo puede continuar al bloque 807; de lo contrario, el proceso puede volver al bloque 804 y esperar un informe de MPE posterior. Se debe tener en cuenta que el orden de los bloques 805 y 806 es intercambiable.

40 Como se indica en el bloque 807, luego de las determinaciones exitosas en los bloques 805 y 806, la RAN intenta reconectar el UE a FR2 de NR de 5G.

45 La Figura 8 representa el caso donde se realiza una transición gestionada/ordenada de FR2 de NR de 5G a LTE, debido a que el nodo RAN ha recibido el informe MPE inicial en el bloque 801 y puede tomar medidas correctivas para evitar la RLF y reconfigurar el UE para el funcionamiento LTE sobre una portadora LTE.

50 La Figura 9 ilustra esquemáticamente un ejemplo adicional de un proceso de reconexión según la presente descripción. La Figura 9 representa el caso donde no se puede realizar una transición gestionada por red de FR2 de NR de 5G a LTE y se evita la RLF. Por ejemplo:

es posible que el UE no haya podido transmitir su informe de MPE al nodo RAN,

es posible que se haya transmitido el informe de MPE, pero el nodo RAN nunca lo recibió y el UE no tenía suficiente presupuesto de transmisión de UL para repetir una transmisión del informe de MPE antes de que expirara un temporizador de RLF, o

55 es posible que el nodo RAN no haya podido tomar medidas correctivas oportunas para reconfigurar el UE para el funcionamiento LTE sobre una portadora LTE antes de que expirara el temporizador de RLF.

60 En consecuencia, como se indica en el bloque 902, el UE debe solicitar conectarse a la red, es decir, a través de un mensaje de RRC. Sin embargo, dado que el UE puede conectarse a un nodo RAN diferente al que estaba conectado anteriormente, el nuevo nodo RAN desconoce el evento de MPE sobre la conexión FR2 de NR de 5G anterior con el nodo RAN conectado anteriormente. En consecuencia, en los ejemplos de la descripción, el mensaje de RRC que solicita conexión incluye una indicación de la ocurrencia del evento de MPE FR2 de NR de 5G, posiblemente con una identificación de la portadora FR2 de NR de 5G afectada. Por lo tanto, como se indica en el bloque 804, la red, por ejemplo, el nodo RAN recientemente conectado diferente del nodo RAN conectado anteriormente, es consciente de que la conexión FR2 de NR de 5G anterior se detuvo debido a un evento de MPE.
65

El resto de los bloques mostrados en la Figura 9 (805 - 807) son los mismos que los descritos anteriormente para la Figura 8.

5 Con el enfoque propuesto establecido en la presente descripción, la red solo intentará la reconfiguración del enlace de la portadora de eventos de MPE (por ejemplo, FR2 de NR de 5G) una vez que conozca ambas entradas:

1) el UE puede volver a usar la portadora de eventos MPE (por ejemplo, FR2 de NR de 5G) (es decir, el evento de MPE finalizó y/o la potencia de UL es suficiente)

10 2) el sistema de portadoras de eventos MPE (por ejemplo, FR2) y las condiciones de radio son adecuados (por ejemplo, el UE detecta que las condiciones de radio cumplen las condiciones requeridas configuradas por la red o determinadas por el UE de forma autónoma).

15 La recuperación del enlace de las portadoras de eventos de MPE (por ejemplo, FR2 de NR de 5G) se optimiza después de los eventos de MPE, lo que significa que:

1) El UE que funciona en LTE debe volver a la portadora de eventos de MPE (por ejemplo, FR2 de NR de 5G) tan pronto como se detenga el evento de MPE

20 2) La red no debería desperdiciar recursos solicitando frecuentemente cambiar a la portadora de eventos de MPE (por ejemplo, FR2 de NR de 5G) mientras el evento de MPE aún esté vigente.

A continuación, se describirán otros casos de uso de ejemplos de la presente descripción.

25 Se consideran los siguientes casos de uso:

1) Evento de MPE durante la conectividad MR-DC con

30 a. SN usa solo portadoras FR2 (es decir, FR1-FR2 de DC)

b. SN usa portadoras FR1 y FR2 (es decir, FR1-FR2 de CA en SN)

2) Evento de MPE durante la conectividad NR-DC con

35 a. MN usando FR1 y SN usando FR2 (es decir, FR1-FR2 de DC)

b. Tanto MN como SN usan FR2 (es decir, FR1-FR2 de CA en SN)

40 c. MN usando FR2 y SN usando FR1 (es decir, FR2-FR2 de DC)

En ambos casos, existen varias respuestas potenciales de la red al UE:

I. Liberar SN y volver al funcionamiento MN

45 II. Transferencia a otra célula/RAT tras la detección de MPE

III. Permitir que el UE active RLF o S-RLF tras MPE (lo que genera el restablecimiento de RRC o la indicación de falla del grupo de celdas secundarias (SCG) a MN)

50 Si bien la señalización exacta varía según la combinación usada, lo común es que el UE ya no use la portadora para la cual ocurrió el evento de MPE cuando se activa para informar la finalización del evento de MPE. La siguiente lógica básica es la misma para todos estos casos:

55 - UE detecta y reporta MPE en una portadora

- La red resuelve el problema de MPE mediante la liberación o el cambio de algunas o todas las celdas de servicio (comportamiento de la red, solo aplicable a ciertas condiciones iniciales diferentes). Esto podría provocar que el UE opere bajo LTE o NR, pero use frecuencias que no sean FR2 o tenga frecuencias FR2 desactivadas (es decir, medidas, pero no usadas) o suspendidas (ni medida ni usada) y, por lo tanto, no pueda usar la portadora donde ocurrió el evento de MPE. La red determina si se permite la señalización de finalización/recuperación de eventos de MPE.

- El UE detecta la finalización del evento de MPE activado previamente y lo informa a la red usando las portadoras usadas actualmente, incluida la información relacionada con el evento de MPE

65 Los dos aspectos de los ejemplos de la presente descripción son:

- 1) Mecanismo de señalización de terminación/recuperación de eventos de MPE y
- 2) Contenido de señalización de finalización/recuperación de eventos de MPE.

5 Para 1), la señalización puede ser RRC o MAC CE:

Para RRC, la señalización puede ser iniciada por el UE (por ejemplo, *ULInformationTransferMRDC*, *UEAssistanceInformation*) o sondeada por la red (por ejemplo,

10 *UEInformationRequest* y *UEInformationResponse*)

Para MAC CE, la información puede ser activada completamente por UE (por ejemplo, nuevo MAC CE de UL) o también tener una solicitud y una respuesta (por ejemplo, nuevo MAC CE de UL seguido de un nuevo MAC CE de DL como respuesta para detener más informes)

15 Para el caso 2), se podrá considerar al menos la siguiente información:

P-MPR usada actualmente

20 Potencia de transmisión de UL de FR2 actualmente disponible

Tiempo transcurrido desde la detección del evento de recuperación/finalización del evento de MPE

25 Probabilidad esperada de que el evento de MPE vuelva a ocurrir (basándose, por ejemplo, en un algoritmo de aprendizaje automático del UE)

Nivel de señal de las portadoras FR2 detectadas por el UE o configuradas por la red (en caso de que el UE esté midiendo las portadoras FR2)

30 Cualquier combinación de los anteriores

Varios ejemplos de la descripción proporcionan un mecanismo para informar a la red de un estado/condición del evento de MPE y, por ende, de la capacidad de reanudar el funcionamiento en FR2 de NR de 5G (por ejemplo, después de una transición autónoma o configurada por la red a LTE después de una falla de enlace de radio en FR2 de NR de 5G causada donde el evento de MPE es grave). Los siguientes son ejemplos de enfoques para que la red esté informada sobre el estado del evento de MPE antes de intentar volver a usar la portadora FR2 de NR de 5G:

35 El UE activa de forma autónoma el informe de finalización de eventos MPE cuando no se detecta ningún bloqueo del usuario.

40 La red configura actualizaciones periódicas de eventos MPE (por ejemplo, informes basándose en tramas) desde el UE.

La red consulta al UE para obtener un informe cuando desea configurar FR2 de NR de 5G (por ejemplo, al configurar EN-DC con una portadora FR2 de NR de 5G) y el UE envía una respuesta de consulta (por ejemplo, a través de señalización de RRC o MAC, como se analiza a continuación).

45 La red configura el informe de finalización del evento de MPE con, por ejemplo, un umbral de potencia de UL que indica que el UE debe informar el evento cuando su potencia de UL disponible (es decir, cumpliendo con los límites de MPE en vista del evento de MPE) supere el umbral. A continuación, se describirán ejemplos de señalización para el uso de la presente descripción.

50 La señalización para indicar la finalización/recuperación de un evento de MPE puede realizarse mediante señalización de RRC o MAC. Existen varias alternativas, 1) y 2) que se exponen a continuación, para que la señalización de RRC/MAC indique el MAC CE:

55 1) Señalización de RRC usando *OtherConfig* y *UEAssistanceInformation* (configuradas por la red, activadas por el UE). La red puede indicar, a través de dicha señalización de RRC, que al UE se le permite enviar la información de asistencia para la finalización/recuperación del evento de MPE cuando ocurre usando el mensaje *UEAssistanceInformation-message existente*.

60 A continuación, se muestra un ejemplo de esto (N.B. las partes resaltadas indican la nueva configuración/nuevos IE):

- *OtherConfig*

La *OtherConfig* de IE contiene configuración relacionada con otra configuración.

65

Elemento de información OtherConfig

-- ASN1START

```

OtherConfig-r9 ::= SEQUENCE {
    reportProximityConfig-r9          ReportProximityConfig-r9
OPTIONAL, -- Need ON
    ...,
    [[ idc-Config-r11                  IDC-Config-r11
OPTIONAL, -- Need ON
        powerPrefIndicationConfig-r11  PowerPrefIndicationConfig-r11
OPTIONAL, -- Need ON
        obtainLocationConfig-r11       ObtainLocationConfig-r11
OPTIONAL -- Need ON
    ]],
    [[ bw-PreferenceIndicationTimer-r14  ENUMERATED {s0, s0dot5, s1,
s2, s5, s10, s20,
                                                s30, s60, s90, s120, s300, s600,
spare3,
                                                spare2, spare1}
OPTIONAL, -- Need OR
        sps-AssistanceInfoReport-r14   BOOLEAN          OPTIONAL, --
Need ON

```

ES 2 992 103 T3

```

delayBudgetReportingConfig-r14 CHOICE{
    release          NULL,
    setup            SEQUENCE{
        delayBudgetReportingProhibitTimer-r14 ENUMERATED {
            s0,          s0dot4,
s0dot8,
            sidot6,    s3,    s6,
s12, s30}
        }
    }
OPTIONAL, --
Need ON

rlm-ReportConfig-r14 CHOICE {
    release          NULL,
    setup            SEQUENCE{
        rlmReportTimer-r14          ENUMERATED {s0, s0dot5, s1,
s2, s5, s10, s20, s30,
            s60, s90, s120, s300, s600,
spare3, spare2, spare1},
        rlmReportRep-MPDCCH-r14          ENUMERATED {setup}
    }
OPTIONAL -- Need OR
}
OPTIONAL -- Need ON
}],

[[ overheatingAssistanceConfig-r14 CHOICE{
    release          NULL,
    setup            SEQUENCE{
        overheatingIndicationProhibitTimer-r14 ENUMERATED {s0,
s0dot5, s1, s2, s5, s10,
            s20, s30, s60, s90, s120,
s300, s600,
            spare3, spare2, spare1}
    }
}
OPTIONAL -- Need ON
]],

[[ measConfigAppLayer-r15 CHOICE{
    release          NULL,
    setup            SEQUENCE{
        measConfigAppLayerContainer-r15 OCTET STRING
(SIZE(1..1000)),

```

```

        serviceType-r15          ENUMERATED          {qoe,
goemtsi, spare6, spare5, spare4, spare3, spare2, spare1}
    }
} OPTIONAL, -- Need ON
    airc-BitConfig-r15          BOOLEAN
OPTIONAL, -- Need ON
    bt-NameListConfig-r15      BT-NameListConfig-r15
OPTIONAL, --Need ON
    wlan-NameListConfig-r15    WLAN-NameListConfig-r15
OPTIONAL --Need ON
}}
[[ mpe-AssistanceConfig-rxx CHOICE {
    release          NULL,
    setup            SEQUENCE {
        mpe-IndicationProhibitTimer-r14 ENUMERATED {s0, s0dot5,
s1, s2, s5, s10,
s20, s30, s60, s90, s120,
s300, s600,
        spare3, spare2, spare1}
    }
} OPTIONAL -- Need ON
]]
}

```

-- UNNECESSARY PARTS OMITTED

-- ASN1STOP

- *UEAssistanceInformation*

5 El mensaje *UEAssistanceInformation* se usa para indicar información de asistencia del UE al eNB.

Portador de radio de señalización: SRB 1

RLC-SAP: AM

10

Canal lógico: DCCH

Dirección: UE a E-UTRAN

UEAssistanceInformation message

-- ASN1START

15

UEAssistanceInformation-r11 ::= SEQUENCE {

```

criticalExtensions          CHOICE {
    ci                      CHOICE {
        ueAssistanceInformation-r11    UEAssistanceInformation-
r11-IEs,
        spare3 NULL, spare2 NULL, spare1 NULL
    },
    criticalExtensionsFuture          SEQUENCE {}
}
}

```

```

UEAssistanceInformation-r11-IEs ::= SEQUENCE {
    powerPrefIndication-r11          ENUMERATED {normal,
lowPowerConsumption} OPTIONAL,
    lateNonCriticalExtension          OCTET STRING
OPTIONAL,
    nonCriticalExtension              UEAssistanceInformation-v1430-IEs
OPTIONAL
}

```

```

UEAssistanceInformation-v1430-IEs ::= SEQUENCE {
    bw-Preference-r14                BW-Preference-r14
OPTIONAL,
    sps-AssistanceInformation-r14    SEQUENCE {
        trafficPatternInfoListSL-r14    TrafficPatternInfoList-r14
OPTIONAL,
        trafficPatternInfoListUL-r14    TrafficPatternInfoList-r14
OPTIONAL
    } OPTIONAL,
    rlm-Report-r14                    SEQUENCE {
        rlm-Event-r14                    ENUMERATED {earlyOutOfSync,
earlyInSync},
        excessRep-MPDCCH-r14            ENUMERATED {excessRep1,
excessRep2} OPTIONAL
    }
OPTIONAL,
    delayBudgetReport-r14            DelayBudgetReport-r14
OPTIONAL,
    nonCriticalExtension              UEAssistanceInformation-v1450-
IEs OPTIONAL
}

```

```

UEAssistanceInformation-v1450-IEs ::= SEQUENCE {
    overheatingAssistance-r14          OverheatingAssistance-r14
        OPTIONAL,
    nonCriticalExtension                UEAssistanceInformation-v1530-
IEs  OPTIONAL
}

```

```

UEAssistanceInformation-v1530-IEs ::= SEQUENCE {
    sps-AssistanceInformation-v1530    SEQUENCE {
        trafficPatternInfoListSL-v1530 TrafficPatternInfoList-
v1530
    }
        OPTIONAL,
    nonCriticalExtension                UEAssistanceInformation-v16xy-
IES  OPTIONAL
}

```

```

UEAssistanceInformation-v16xy-IEs ::= SEQUENCE {
    mpe-Report-rxx                    MPE-Report-rxx
        OPTIONAL,
    nonCriticalExtension                SEQUENCE {}
        OPTIONAL
}

```

```

MPE-Report-rxx ::= SEQUENCE {
    mpe-Detected                      BOOLEAN,
    Ir2-MeasResult-rxx                SEQUENCE {
        rsrpResult-rxx                RSRP-Range,
        rsrqResult-rxx                RSRQ-Range
    }
        OPTIONAL,
    mpe-DurationInSeconds              TimeSinceFailure-r11
        OPTIONAL,
    ...
}

```

-- UNNECESSARY PARTS OMITTED

-- ASN1STOP

2) Señalización de RRC usando UEInformationRequest/UEInformationResponse (sondeo de la red). La red también puede sondear activamente al UE para informar la información a través de los mecanismos de solicitud-respuesta de RRC existentes, como se muestra a continuación (N.B. las partes resaltadas indican la nueva configuración/nuevos IE):

5

- UEInformationRequest

La *UEInformationRequest* es el comando usado por E-UTRAN para recuperar información del UE.

Portador de radio de señalización: SRB 1

5 RLC-SAP: AM

Canal lógico: DCCH

Dirección: E-UTRAN a UE

10

Mensaje *UEInformationRequest*

```
-- ASN1START

UEInformationRequest-r9 ::= SEQUENCE {
    rrc-TransactionIdentifier RRC-TransactionIdentifier,
    criticalExtensions CHOICE {
        c1 CHOICE {
            ueInformationRequest-r9 UEInformationRequest-r9-
IEs,
            spare3 NULL, spare2 NULL, spare1 NULL
        },
        criticalExtensionsFuture SEQUENCE {}
    }
}

UEInformationRequest-r9-IEs ::= SEQUENCE {
    rach-ReportReq-r9 BOOLEAN,
    rlf-ReportReq-r9 BOOLEAN,
    nonCriticalExtension UEInformationRequest-v930-IEs
OPTIONAL
}

UEInformationRequest-v930-IEs ::= SEQUENCE {
    lateNonCriticalExtension OCTET STRING
OPTIONAL,
    nonCriticalExtension UEInformationRequest-v1020-IEs
OPTIONAL
}
```

ES 2 992 103 T3

```

UEInformationRequest-v1020-IEs ::= SEQUENCE {
    logMeasReportReq-r10          ENUMERATED {true}
    OPTIONAL, -- Need ON
    nonCriticalExtension          UEInformationRequest-v1130-IEs
    OPTIONAL
}

```

```

UEInformationRequest-v1130-IEs ::= SEQUENCE {
    connEstFailReportReq-r11     ENUMERATED {true}
    OPTIONAL, -- Need ON
    nonCriticalExtension          UEInformationRequest-v1250-IEs
    OPTIONAL
}

```

```

UEInformationRequest-v1250-IEs ::= SEQUENCE {
    mobilityHistoryReportReq-r12  ENUMERATED {true}
    OPTIONAL, -- Need ON
    nonCriticalExtension          UEInformationRequest-v1530-IEs
    OPTIONAL
}

```

```

UEInformationRequest-v1530-IEs ::= SEQUENCE {
    idleModeMeasurementReq-r15    ENUMERATED {true}
    OPTIONAL, -- Need ON
    flightPathInfoReq-r15        FlightPathInfoReportConfig-r15
    OPTIONAL, -- Need ON
    nonCriticalExtension          UEInformationRequest-v16xy-IEs
    OPTIONAL
}

```

```

UEInformationRequest-v16xy-IEs ::= SEQUENCE {
    mpe-InformationRequest-rxx    ENUMERATED {true}
    OPTIONAL, -- Need ON
    nonCriticalExtension          SEQUENCE {}
    OPTIONAL
}

```

-- UNNECESSARY PARTS OMITTED

-- ASN1STOP

-- ASN1STOP

- *UEInformationResponse*

5 El mensaje *UEInformationResponse* es usado por el UE para transferir la información solicitada por la E-UTRAN.

Portador de radio de señalización: SRB1 o SRB2 (cuando se incluye información de medición registrada)

RLC-SAP: AM

10

Canal lógico: DCCH

Dirección: UE a E-UTRAN

Mensaje UEInformationResponse

--- ASN1START

```

UEInformationResponse-r9 ::= SEQUENCE {
    rrc-TransactionIdentifier      RRC-TransactionIdentifier,
    criticalExtensions             CHOICE {
        c1                       CHOICE {
            ueInformationResponse-r9    UEInformationResponse-r9-
IEs,
            spare3 NULL, spare2 NULL, spare1 NULL
        },
        criticalExtensionsFuture      SEQUENCE {}
    }
}

```

```

UEInformationResponse-r9-IEs ::= SEQUENCE {
    rach-Report-r9                SEQUENCE {
        numberOfPreamblesSent-r9    NumberOfPreamblesSent-r11,
        contentionDetected-r9        BOOLEAN
    }
    OPTIONAL,
    rlf-Report-r9                  RLF-Report-r9
    OPTIONAL,
    nonCriticalExtension            UEInformationResponse-v930-IEs
    OPTIONAL
}

```

-- Late non critical extensions

```

UEInformationResponse-v9e0-IEs ::= SEQUENCE {
    rlf-Report-v9e0                RLF-Report-v9e0
    OPTIONAL,

```

15

```

    nonCriticalExtension          SEQUENCE {}
    OPTIONAL
}

--- Regular non critical extensions
UEInformationResponse-v930-IEs ::= SEQUENCE {
    lateNonCriticalExtension      OCTET     STRING     (CONTAINING
UEInformationResponse-v9e0-IEs) OPTIONAL,
    nonCriticalExtension          UEInformationResponse-v1020-IEs
    OPTIONAL
}

UEInformationResponse-v1020-IEs ::= SEQUENCE {
    logMeasReport-r10            LogMeasReport-r10
    OPTIONAL,
    nonCriticalExtension          UEInformationResponse-v1130-IEs
    OPTIONAL
}

UEInformationResponse-v1130-IEs ::= SEQUENCE {
    connEstFailReport-r11        ConnEstFailReport-r11
    OPTIONAL,
    nonCriticalExtension          UEInformationResponse-v1250-IEs
    OPTIONAL
}

UEInformationResponse-v1250-IEs ::= SEQUENCE {
    mobilityHistoryReport-r12    MobilityHistoryReport-r12
    OPTIONAL,
    nonCriticalExtension          UEInformationResponse-v1530-IEs
    OPTIONAL
}

UEInformationResponse-v1530-IEs ::= SEQUENCE {
    measResultListIdle-r15       MeasResultListIdle-r15
    OPTIONAL,
    flightPathInfoReport-r15     FlightPathInfoReport-r15
    OPTIONAL,
    nonCriticalExtension          UEInformationResponse-v16xy-IEs
    OPTIONAL
}

```

```

}

UEInformationResponse-v16xy-IEs ::= SEQUENCE {
    mpe-Report-rxx MPE-Report-rxx
    OPTIONAL,
    nonCriticalExtension SEQUENCE {}
    OPTIONAL
}

MPE-Report-rxx ::= SEQUENCE {
    mpe-Detected BOOLEAN,
    fr2-MeasResult-rxx SEQUENCE {
        rsrpResult-rxx RSRP-Range,
        rsrqResult-rxx RSRQ-Range
    } OPTIONAL,
    mpe-DurationInSeconds TimeSinceFailure-rl1
    OPTIONAL,
    ....
}

-- UNNECESSARY PARTS OMITTED

----- ASN1STOP

```

3) MAC CE que indica el evento de MPE: En este caso el MAC CE contendría la información.

5 La Figura 10 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un MAC CE adecuado para su uso con ejemplos de la presente descripción. La Figura 10 muestra un MAC CE con:

un bit M (es decir, 1 indica que el evento de MPE está ON y 0 que está OFF),

10 duración actual del evento de MPE,

P-MPR, y

15 RSRP/RSRQ medida de la portadora/célula FR2.

Se debe tener en cuenta que se pueden proporcionar otras formas de los ejemplos detallados de señalización descritos anteriormente para transmitir información de MPE, es decir, para solicitar información de MPE y reportar información de MPE.

20 Varios, pero no necesariamente todos, los ejemplos de la presente descripción pueden tomar la forma de un método o un aparato. Algunos ejemplos de la presente descripción, no cubiertos por el objeto de las reivindicaciones y presentados sólo con fines ilustrativos, pueden tomar la forma de un programa informático. En consecuencia, se pueden implementar varios ejemplos, pero no necesariamente todos, en hardware, software o una combinación de hardware y software.

25 Se describen varios, pero no necesariamente todos, ejemplos de la presente descripción usando ilustraciones de diagramas de flujo y diagramas de bloques esquemáticos. Se entenderá que cada bloque (de las ilustraciones de diagramas de flujo y diagramas de bloques), y combinaciones de bloques, pueden implementarse mediante instrucciones de programa informático. Estas instrucciones de programa se pueden proporcionar a uno o más procesadores, circuitos de procesamiento

o uno o más controladores de modo que las instrucciones que se ejecutan en los mismos creen medios para provocar la implementación de las funciones especificadas en el bloque o bloques, es decir, de modo que el método pueda implementarse por ordenador. Las instrucciones del programa informático pueden ser ejecutadas por el uno o más procesadores para hacer que el uno o más procesadores realicen una serie de etapas/acciones funcionales para producir un proceso implementado por ordenador de modo que las instrucciones que se ejecutan en el uno o más procesadores proporcionen etapas para implementar las funciones especificadas en el bloque o bloques.

En consecuencia, los bloques admiten: combinaciones de medios para realizar las funciones especificadas; combinaciones de acciones para realizar las funciones especificadas; y las instrucciones/algoritmos del programa informático para realizar las funciones especificadas. También se entenderá que cada bloque, y combinaciones de bloques, pueden implementarse mediante sistemas basados en hardware de propósito especial que realizan las funciones o acciones especificadas, o combinaciones de hardware de propósito especial e instrucciones de programas informáticos.

Varios, pero no necesariamente todos, los ejemplos de la presente descripción proporcionan tanto un método como un aparato correspondiente que comprende varios módulos, medios o circuitos que proporcionan la funcionalidad para realizar/aplicar las acciones del método. Los módulos, medios o circuitos pueden implementarse como hardware, o pueden implementarse como software o firmware para ser realizados por un procesador informático. En el caso de firmware o software, se pueden proporcionar ejemplos de la presente descripción como un producto de programa informático que incluye una estructura de almacenamiento legible por ordenador que incorpora instrucciones de programa informático (es decir, el software o firmware) para ser ejecutadas por el procesador informático.

La Figura 11 ilustra un ejemplo de un controlador 800. El controlador 800 podría proporcionarse dentro de un aparato, tal como un UE 110 o un nodo RAN 120 que comprende además un transceptor de radio 809. El aparato puede estar constituido por un dispositivo informático, en particular, como los anteriormente mencionados. En algunos ejemplos, pero no necesariamente en todos, el aparato puede estar incorporado como un chip, un conjunto de chips o un módulo, es decir, para su uso en cualquiera de los anteriores. La implementación de un controlador 800 puede hacerse como circuito del controlador. El controlador 800 puede implementarse en hardware únicamente, tener ciertos aspectos en el software que incluye el firmware solo o puede ser una combinación de hardware y software (incluido el firmware).

Como se ilustra en la Figura 11, el controlador 800 puede implementarse usando instrucciones que permiten la funcionalidad del hardware, por ejemplo, usando instrucciones ejecutables de un programa de ordenador 806 en un procesador de propósito general o de propósito especial 802 que puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador (disco, memoria, etc.) para ser ejecutado por tal procesador 802.

El procesador 802 se configura para leer y escribir en la memoria 804. El procesador 802 también puede comprender una interfaz de salida a través de la cual se emiten datos y/o comandos por el procesador 802 y una interfaz de entrada a través de la cual se introducen datos y/o comandos al procesador 802.

La memoria 804 almacena un programa informático 806 que comprende instrucciones de programa informático (código de programa informático) que controla el funcionamiento del aparato 110, 120 cuando se carga en el procesador 802. Las instrucciones del programa informático 806 proporcionan la lógica y rutinas que permiten al aparato realizar los métodos, procesos, procedimientos y señalización descritos anteriormente e ilustrados en las Figuras 5-9. El procesador 802 al leer la memoria 804 es capaz de cargar y ejecutar el programa informático 806.

Aunque la memoria 804 se ilustra como un componente/sistema de circuitos único, puede implementarse como uno o más componentes/sistema de circuitos separados, algunos o todos los cuales pueden ser integrados/extraíbles y/o pueden proporcionar almacenamiento permanente/semipermanente/dinámico/en caché.

Aunque el procesador 802 se ilustra como un componente/sistema de circuitos único, puede implementarse como uno o más componentes/sistema de circuitos separados, algunos o todos los cuales pueden ser integrados/extraíbles. El procesador 802 puede ser un procesador de núcleo único o de múltiples núcleos.

Aunque se han descrito anteriormente ejemplos del aparato en términos de comprender varios componentes, debe entenderse que los componentes pueden estar incorporados como o controlados de otro modo por un controlador o circuito correspondiente tal como uno o más elementos de procesamiento o procesadores del aparato. En este sentido, cada uno de los componentes descritos anteriormente puede ser uno o más de cualquier dispositivo, medio o circuito incorporado en hardware, software o una combinación de hardware y software que esté configurado para realizar las funciones correspondientes de los respectivos componentes como se ha descrito anteriormente.

En los ejemplos donde el aparato se proporciona dentro de un UE 110, el aparato comprende, por lo tanto:

al menos un procesador 802; y

al menos una memoria 804 que incluye un código de programa informático

la al menos una memoria 804 y el código de programa informático configurados para, con el al menos un procesador 802, hacer que el aparato realice al menos lo siguiente:

5 recibir, después una transición de un equipo de usuario, UE, de funcionar sobre al menos una primera portadora a funcionar en una segunda portadora debido a un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento en la primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

10 determinar, en respuesta a la recepción de la primera señal, un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente; y

15 transmitir, en respuesta a la recepción de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

En los ejemplos donde el aparato se proporciona dentro de un nodo RAN 120, el aparato comprende, por lo tanto:

al menos un procesador 802; y

20 al menos una memoria 804 que incluye un código de programa informático

la al menos una memoria 804 y el código de programa informático configurados para, con el al menos un procesador 802, hacer que el aparato realice al menos lo siguiente:

25 transmitir, después una transición de un UE de funcionar sobre al menos una primera portadora a funcionar en una segunda portadora debido a un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento en la primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

30 recibir, en respuesta a la transmisión de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación de un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

35 Según algunos ejemplos de la presente descripción, se proporciona un sistema que comprende el UE y el nodo RAN antes mencionados.

Como se ilustra en la Figura 12, el programa informático 806 puede llegar al aparato 110, 120 a través de cualquier mecanismo 810 de entrega adecuado. El mecanismo 810 de entrega puede ser, por ejemplo, un medio legible por máquina, un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, un producto de programa informático, un dispositivo de memoria, un medio de grabación como un disco compacto de memoria de solo lectura (CD-ROM) o un disco versátil digital (DVD) o una memoria de estado sólido, un artículo de fabricación que encarna tangiblemente el programa informático 806. El mecanismo de entrega puede ser una señal configurada para transferir de modo confiable el programa informático 806. El aparato 110, 120 puede propagar o transmitir el programa informático 806 como una señal de datos informáticos.

45 En ciertos ejemplos de la presente descripción, no cubiertos por el objeto de las reivindicaciones y presentados sólo con fines ilustrativos, se proporcionan instrucciones de programa informático para hacer que un UE 110 realice al menos lo siguiente o realizar al menos lo siguiente:

50 recibir, después una transición de un equipo de usuario, UE, de funcionar sobre al menos una primera portadora a funcionar en una segunda portadora debido a un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento en la primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

55 determinar, en respuesta a la recepción de la primera señal, un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente; y

60 transmitir, en respuesta a la recepción de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

En ciertos ejemplos de la presente descripción, no cubiertos por el objeto de las reivindicaciones y presentados sólo con fines ilustrativos, se proporcionan instrucciones de programa informático para hacer que un nodo RAN 120 realice al menos lo siguiente o realizar al menos lo siguiente:

65

transmitir, después una transición de un UE de funcionar sobre al menos una primera portadora a funcionar en una segunda portadora debido a un evento de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento en la primera portadora de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal, en una segunda portadora, para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;

recibir, en respuesta a la transmisión de la primera señal, una segunda señal en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación de un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

Las referencias a "medio de almacenamiento legible por ordenador", "producto de programa informático", "programa de ordenador materializado de forma tangible", etc., o un "controlador", "ordenador", "procesador", etc., deben entenderse que abarcan no solo ordenadores que tienen diferentes arquitecturas como arquitecturas de un solo procesador/multiprocesador y arquitecturas secuenciales (Von Neumann)/paralelas, pero también circuitos especializados como matrices de puertas programables en campo (FPGA), circuitos específicos de aplicación (ASIC), dispositivos de procesamiento de señales y otros conjuntos de circuitos de procesamiento. Debe entenderse que las referencias al programa informático, instrucciones, código, etc., abarcan software para un procesador o firmware programable tal como, por ejemplo, el contenido programable de un dispositivo de hardware si se trata de instrucciones para un procesador, o ajustes de configuración para un dispositivo de función fija, matriz de puertas o dispositivo lógico programable, etc.

Tal y como se emplea en esta solicitud, el término "circuitería" puede referirse a uno o a más o a todos de los siguientes conceptos:

(a) implementaciones de circuitería solo en hardware (tales como implementaciones en conjuntos de circuitos solo analógicos y/o digitales) y

(b) combinaciones de circuitos físicos y software, tales como (según corresponda):

(i) una combinación de circuito(s) de hardware analógico y/o digital con software/firmware y

(ii) cualquier sección de procesador o procesadores de hardware con software (incluyendo procesador o procesadores de señales digitales), software y memoria o memorias que funcionan juntos para hacer que un aparato, tal como teléfono móvil o servidor, realice diversas funciones y

(c) un(os) circuito(s) de hardware y/o procesador(es), tales como un(os) microprocesador(es) o parte de un(os) microprocesador(es), que requiere(n) un software (por ejemplo, firmware) para su funcionamiento, pero el software puede no estar presente cuando no sea necesario para el funcionamiento.

Esta definición de circuitería aplica a todos los usos de este término en esta solicitud, incluyendo en cualquier reivindicación. Como ejemplo adicional, tal como se usa en esta solicitud, la expresión circuitería también cubrirá una implementación de tan sólo un circuito de hardware o procesador (o su) software y/o firmware adjunto. El término circuitería también cubre, por ejemplo, y si fuese aplicable a un elemento de reivindicación particular, un circuito integrado de banda base para un dispositivo móvil o un circuito integrado similar en un servidor, un dispositivo de red celular u otro dispositivo informático o de red.

Los pasos ilustrados en las Figuras 4 a 9 pueden representar etapas de un método y/o secciones de código de un programa informático 806. La ilustración de un orden particular de los bloques no implica necesariamente que haya un orden necesario o preferido para los bloques, y el orden y la disposición de los bloques pueden variar. Además, puede ser posible omitir algunos bloques.

Cuando se ha descrito una característica estructural, puede reemplazarse por medios para realizar una o más de las funciones de la característica estructural si esa función o esas funciones se describen explícitamente o implícitamente.

De lo anterior se apreciará que en algunos ejemplos se proporciona un sistema que comprende: al menos un UE 110 y al menos un nodo RAN 120.

En algunos ejemplos, pero no necesariamente en todos, en particular en los casos de uso de banda ancha móvil mejorada (eMBB), el UE puede estar incorporado en un dispositivo electrónico portátil, como un teléfono móvil, un dispositivo informático portátil o un asistente digital personal, que puede proporcionar adicionalmente una o más funciones de comunicación de audio/texto/vídeo (por ejemplo, telecomunicaciones, comunicación por vídeo y/o funciones de transmisión de texto (servicio de mensajes cortos (SMS)/servicio de mensajes multimedia (MMS)/correo electrónico)), funciones de visualización interactivas/no interactivas (por ejemplo, navegación web, navegación, funciones de visualización de TV/programas), funciones de grabación/reproducción de música (por ejemplo, grabación/reproducción de emisiones de radio en formato MP3 (Moving Picture Experts Group-1 Audio Layer 3) u otro formato y/o modulación de frecuencia/modulación de amplitud), funciones de descarga/envío de datos, función de captura de imágenes (por ejemplo, usando una cámara digital (por ejemplo, incorporada)) y funciones de juego.

- 5 El UE también puede referirse a dispositivos de Internet de las cosas (IoT), redes industriales masivas, infraestructura de ciudades inteligentes, dispositivos portátiles, dispositivos médicos en red, dispositivos autónomos, etc. Estos tipos de dispositivos UE pueden funcionar durante períodos prolongados de tiempo sin intervención humana (por ejemplo, realizar mantenimiento, reemplazar o recargar una batería en el dispositivo, etc.), pueden tener una potencia de procesamiento y/o almacenamiento de memoria reducidos, pueden tener una capacidad de almacenamiento de batería reducida debido a que tienen factores de forma pequeños, pueden estar integrados en maquinaria (por ejemplo, maquinaria pesada, maquinaria de fábrica, dispositivos sellados, etc.), pueden instalarse/ubicarse en entornos peligrosos o entornos de difícil acceso, etc.
- 10 El aparato puede suministrarse en un módulo. Como se emplea en la presente memoria, el término “módulo” se refiere a una unidad o un aparato que excluye ciertas partes/componentes que serían añadidos por un fabricante o un usuario final.
- 15 En algunos ejemplos, pero no necesariamente en todos, el UE 110 y el nodo RAN 120 están configurados para comunicar datos con o sin almacenamiento local de los datos en una memoria 804 en el UE 110 o en el nodo RAN 120 y con o sin procesamiento local de los datos por circuitería o procesadores en el UE 110 o en el nodo RAN 120. Los datos pueden almacenarse en formato procesado o no procesado de forma remota en uno o más dispositivos. Los datos pueden almacenarse en la nube. Los datos pueden procesarse de forma remota en uno o más dispositivos. Los datos pueden procesarse parcialmente localmente y procesarse parcialmente de forma remota en uno o más dispositivos. Los datos pueden comunicarse a los dispositivos remotos de forma inalámbrica a través de comunicaciones de radio de corto alcance tales como Wi-Fi o Bluetooth, por ejemplo, o en enlaces de radio celulares de largo alcance. El aparato puede comprender una interfaz de comunicaciones tal como, por ejemplo, un transceptor de radio para la comunicación de datos.
- 20 El UE 110, el nodo RAN 120 pueden ser parte del Internet de las cosas que forma parte de una red distribuida más grande.
- 25 El procesamiento de los datos, ya sea local o remoto, puede tener la finalidad de monitorización sanitaria, agregación de datos, monitorización de pacientes, monitorización de signos vitales u otras finalidades.
- 30 Tal como se usa en la presente memoria, el término “determinar” (y sus variantes gramaticales) puede incluir, entre otras cosas: calcular, computar, procesar, derivar, investigar, buscar (por ejemplo, buscar en una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), comprobar y similares. También, “determinar” puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria), obtener y similares. También, “determinar” puede incluir resolver, seleccionar, escoger, establecer y similares.
- 35 En esta descripción, las referencias a “un/una/el/la” [característica, elemento, componente, medio...] deben interpretarse como “al menos un/una” [característica, elemento, componente, medio...] a menos que se indique explícitamente lo contrario.
- 40 El término “comprende” se emplea en este documento con un significado inclusivo, no con uno exclusivo. Es decir, cualquier mención a que X comprende Y significa que X puede comprender solo un Y o que puede comprender más de un Y. Si se pretende usar “comprende” con un significado exclusivo, entonces esto quedará claro en el contexto mencionando “que comprende solo uno...” o usando “que consiste en”.
- 45 En esta descripción se ha hecho referencia a diversos ejemplos. La descripción de características o funciones en relación con un ejemplo indica que esas características o funciones están presentes en ese ejemplo. El uso en el texto del término “ejemplo” o “por ejemplo” o “puede” denota, ya sea de forma explícita o no, que tales características o funciones están presentes en al menos el ejemplo descrito, independientemente de que se haya descrito como un ejemplo o no, y que pueden estar, aunque no necesariamente, presentes en algunos de o en todos los demás ejemplos. Por lo tanto, “ejemplo”, “por ejemplo” o “puede” se refiere a un caso particular en una clase de ejemplos. Una propiedad del caso puede ser una propiedad de solo ese caso o una propiedad de la clase o una propiedad de una subclase de la clase que incluye algunos pero no todos los casos en la clase. Por lo tanto, se describe implícitamente que una característica descrita con referencia a un ejemplo pero no con referencia a otro ejemplo, puede usarse en ese ejemplo como parte de una combinación de trabajo pero no necesariamente tiene que usarse en ese otro ejemplo.
- 50 En esta descripción, se ha realizado referencia a diversos ejemplos usando adjetivos o expresiones adjetivales para describir características de los ejemplos. Dicha descripción de una característica en relación con un ejemplo indica que la característica está presente en algunos ejemplos exactamente como se describe y está presente en otros ejemplos sustancialmente como se describe.
- 55 La descripción de una función debe considerarse adicionalmente para describir también cualquier medio adecuado para realizar esa función. Cuando se ha descrito una característica estructural, puede reemplazarse por medios para realizar una o más de las funciones de la característica estructural si esa función o esas funciones se describen explícitamente o implícitamente.
- 60 Aunque los ejemplos se han descrito en los párrafos anteriores con referencia a varios ejemplos, debe apreciarse que pueden realizarse modificaciones a los ejemplos dados sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.
- 65

Las características descritas en la descripción anterior pueden utilizarse en combinaciones distintas de las combinaciones descritas explícitamente anteriormente.

5 Aunque se hayan descrito las funciones con referencia a ciertas características, esas funciones pueden ser realizables por otras características, se hayan descrito o no. Aunque se hayan descrito las características con referencia a ciertos ejemplos, esas características también pueden estar presentes en otros ejemplos, se hayan descrito o no. En consecuencia, las características descritas en relación con un ejemplo/aspecto de la descripción pueden incluir cualquiera o todas las características descritas en relación con otro ejemplo/aspecto de la descripción, y viceversa, en la medida en que no sean mutuamente inconsistentes. Aunque en la presente memoria se emplean términos específicos, se usan sólo en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación.

15 El término "un/una" o "el/la" se emplean en este documento con un significado inclusivo, no con uno exclusivo. Es decir, cualquier referencia a X que comprende un/una/el/la Y indica que X puede comprender solo un Y o puede comprender más de una Y a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Si se pretende usar "un/una" o "el/la" con un significado exclusivo entonces se hará evidente en el contexto. En algunas circunstancias, el uso de "al menos uno" o "uno o más" puede usarse para hacer énfasis en un significado inclusivo, pero la ausencia de estos términos no debe tomarse para inferir cualquier significado exclusivo.

20 En la descripción anterior, el aparato descrito puede comprender alternativamente o además un aparato que en algunos otros ejemplos comprende un sistema distribuido de aparatos, por ejemplo, un sistema de aparatos cliente/servidor. En los ejemplos donde un aparato proporcionado forma (o un método se implementa como) un sistema distribuido, cada aparato que forma un componente y/o parte del sistema proporciona (o implementa) una o más características que implementan colectivamente un ejemplo de la presente descripción. En algunos ejemplos, pero no necesariamente en todos, un aparato es reconfigurado por una entidad distinta a su fabricante inicial para implementar un ejemplo de la presente descripción proporcionándole software adicional, por ejemplo, mediante un usuario que descarga dicho software, que cuando se ejecuta hace que el aparato implemente un ejemplo de la presente descripción (dicha implementación puede ser realizada completamente por el aparato o como parte de un sistema de aparatos como se ha mencionado anteriormente).

25 La protección prevista se define por las reivindicaciones anexas.

30

REIVINDICACIONES

1. Un equipo (110) de usuario, UE, que comprende:
 - 5 medios (809) para recibir, después de un evento (204, 701) de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento en una primera portadora (201) de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal (704), en una segunda portadora (202), para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con una primera portadora usada previamente;
 - 10 medios (802) para determinar, en respuesta a la recepción de la primera señal, un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente; y
 - medios (809) para transmitir, en respuesta a la recepción de la primera señal, una segunda señal (706) en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.
- 15 2. El UE de la reivindicación 1, en donde la primera portadora usa frecuencias superiores a 24 GHz y se monitoriza para comprobar el cumplimiento de MPE.
- 20 3. El UE de la reivindicación 2, en donde la segunda portadora usa frecuencias por debajo de 6 GHz y no se monitoriza para el cumplimiento de MPE.
4. El UE de la reivindicación 1, en donde el UE comprende además medios para monitorizar, en respuesta a la primera señal, el estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente mientras el UE funciona en la segunda portadora y ya no funciona en la primera portadora.
- 25 5. El UE de la reivindicación 1, en donde la primera señal es una solicitud de información de MPE relacionada con la primera portadora y la segunda señal es un informe de información de MPE relacionada con la primera portadora.
- 30 6. El UE según la reivindicación 1, en donde la segunda señal comprende una indicación de al menos uno seleccionado del grupo de:
 - si el evento de MPE todavía está activo en la primera portadora;
 - si el evento de MPE ha terminado en la primera portadora;
 - 35 un valor estimado de reducción de potencia de transmisión de UL para el cumplimiento de MPE en la primera portadora;
 - un valor estimado de potencia de transmisión de UL que se usará en la primera portadora;
 - una probabilidad esperada de que el evento de MPE vuelva a ocurrir en la primera portadora;
 - 40 uno o más valores de parámetros de nivel de señal medidos en la primera portadora; y
 - una cantidad de tiempo transcurrida después de una transición del funcionamiento en la primera portadora a la segunda portadora.
- 45 7. El UE de la reivindicación 1, en donde los medios para determinar el estado actual del evento de MPE comprenden al menos uno seleccionado del grupo de:
 - medios para detectar la proximidad de una parte del cuerpo de un usuario a una antena del UE; y
 - medios para medir una o más características de una o más señales de referencia recibidas en la primera portadora.
- 50 8. El UE de la reivindicación 1, en donde la segunda señal se transmite al menos de una forma seleccionada del grupo de:
 - periódicamente;
 - 55 basándose al menos en parte en un temporizador,
 - en respuesta a que se cumpla una condición, y
 - en respuesta a la recepción de una nueva solicitud.
- 60 9. El UE de la reivindicación 1, que comprende además:
 - medios para detectar una ocurrencia inicial del evento de MPE durante el funcionamiento en la primera portadora;
 - medios para determinar una pérdida de conexión en la primera portadora;
 - medios para transmitir, en respuesta a la detección del evento de MPE y la determinación de la pérdida de conexión en la primera portadora, una o más señales para solicitar conexión en la
 - 65 segunda portadora, en donde la una o más señales comprenden una indicación de la ocurrencia del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

10. Un nodo (110) de red de acceso de radio, RAN, que comprende:
- 5 medios para transmitir, después de un evento (204, 701) de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo (110) de usuario, UE, en una primera portadora (201) de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal (704), en una segunda portadora (202), para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;
- 10 medios para recibir, en respuesta a la transmisión de la primera señal, una segunda señal (706) en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación de un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.
11. El nodo RAN de la reivindicación 10, que comprende además;
- 15 medios para determinar, basándose al menos en parte en la segunda señal recibida, si se debe restablecer el funcionamiento del UE en la primera portadora.
12. El nodo RAN de la reivindicación 11, que comprende además;
- medios para restablecer, en respuesta a la determinación, el funcionamiento del UE en la primera portadora.
- 20 13. El nodo RAN de la reivindicación 10, que comprende además;
- medios para recibir, antes de la transmisión de la primera señal, una señal del UE para solicitar conexión en la segunda portadora, en donde la señal comprende una indicación de una ocurrencia del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.
- 25 14. Un método que comprende:
- recibir (501), después de un evento (204, 701) de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo (110) de usuario, UE, en una primera portadora (201) de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal (704), en una segunda portadora (202), para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;
- 30 determinar (502), en respuesta a la recepción de la primera señal, un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente; y
- 35 transmitir (503), en respuesta a la recepción de la primera señal, una segunda señal (706) en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación del estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.
15. Un método que comprende:
- 40 transmitir (601), después de un evento (204, 701) de exposición máxima permisible, MPE, que ocurre durante el funcionamiento de un equipo (110) de usuario, UE, en una primera portadora (201) de tal modo que el UE ya no está funcionando en la primera portadora, una primera señal (704), en una segunda portadora (202), para configurar el UE para determinar un estado del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente;
- 45 recibir, en respuesta a la transmisión de la primera señal, una segunda señal (706) en la segunda portadora, en donde la segunda señal comprende una indicación de un estado actual del evento de MPE asociado con la primera portadora usada previamente.

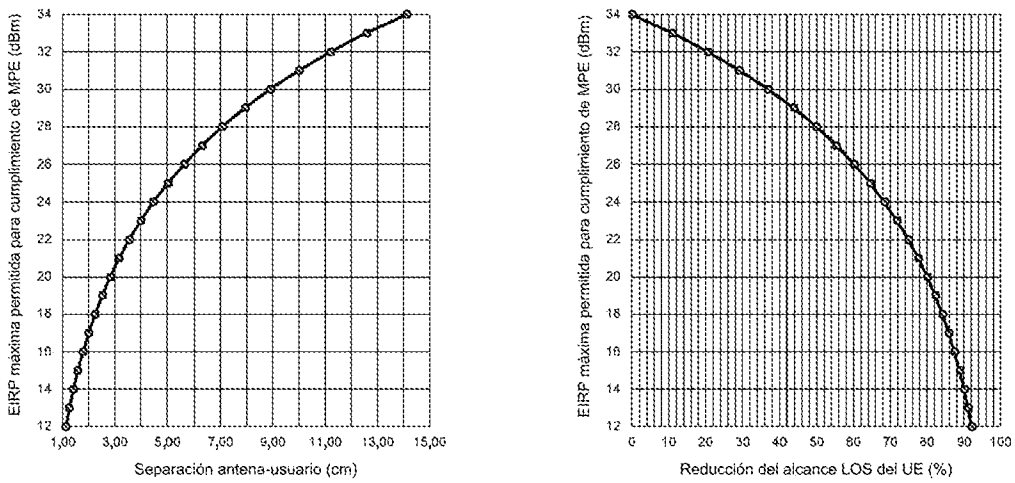
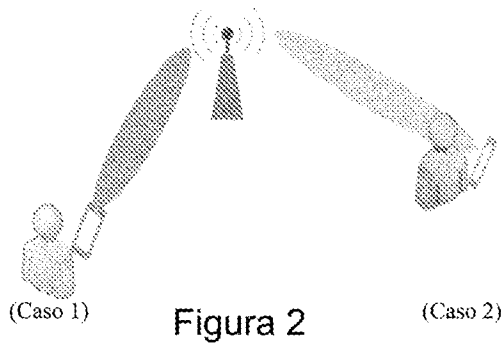
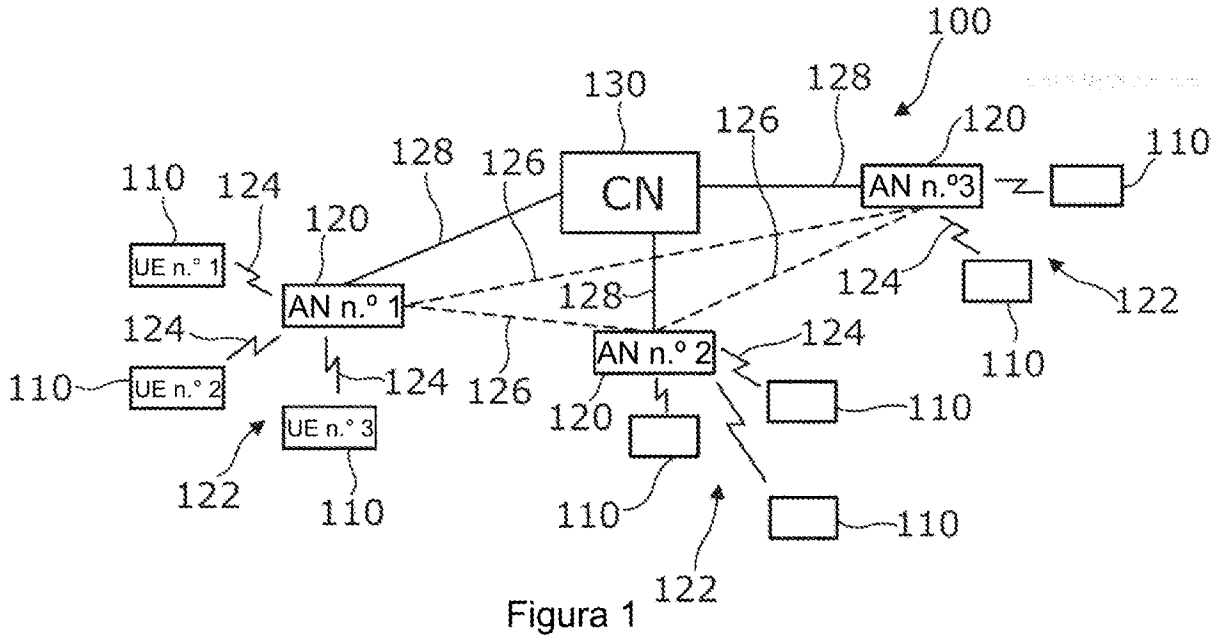


Figura 3

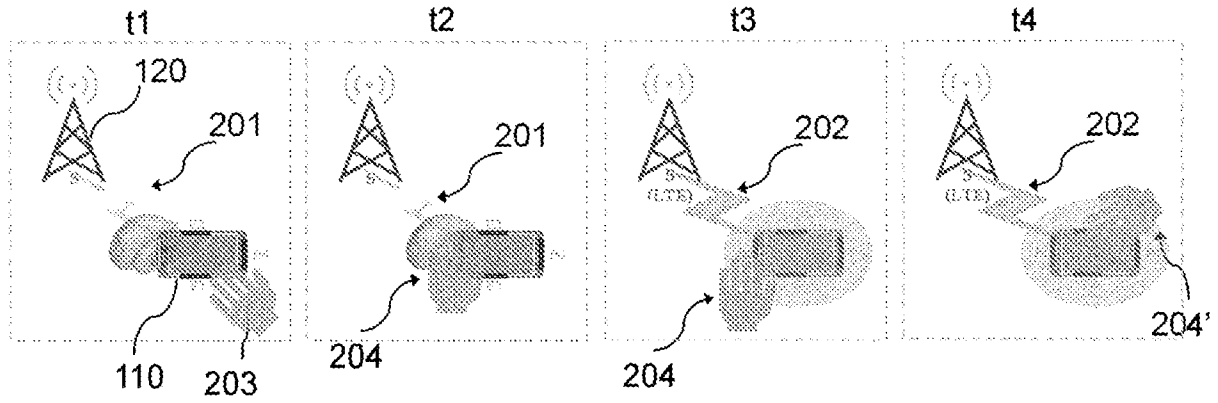


Figura 4

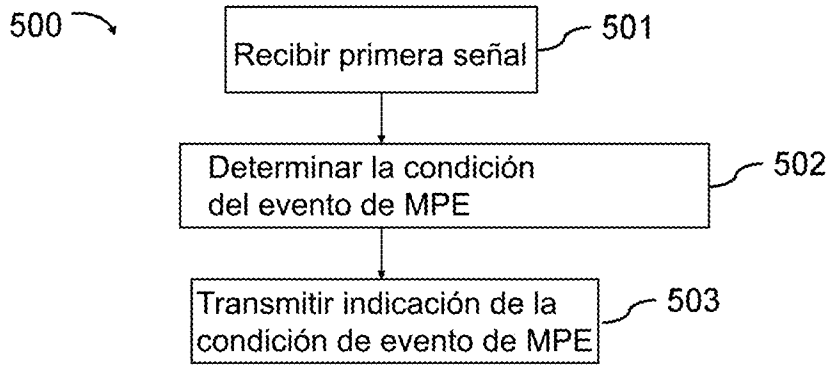


Figura 5

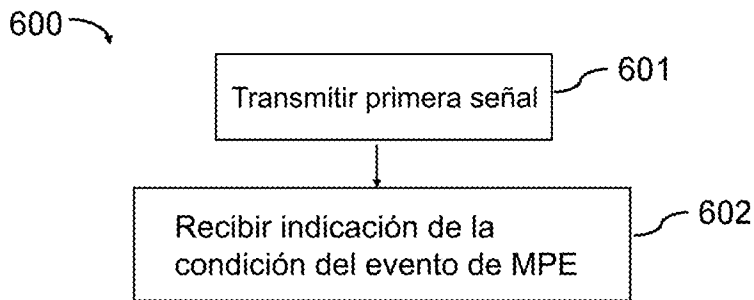


Figura 6

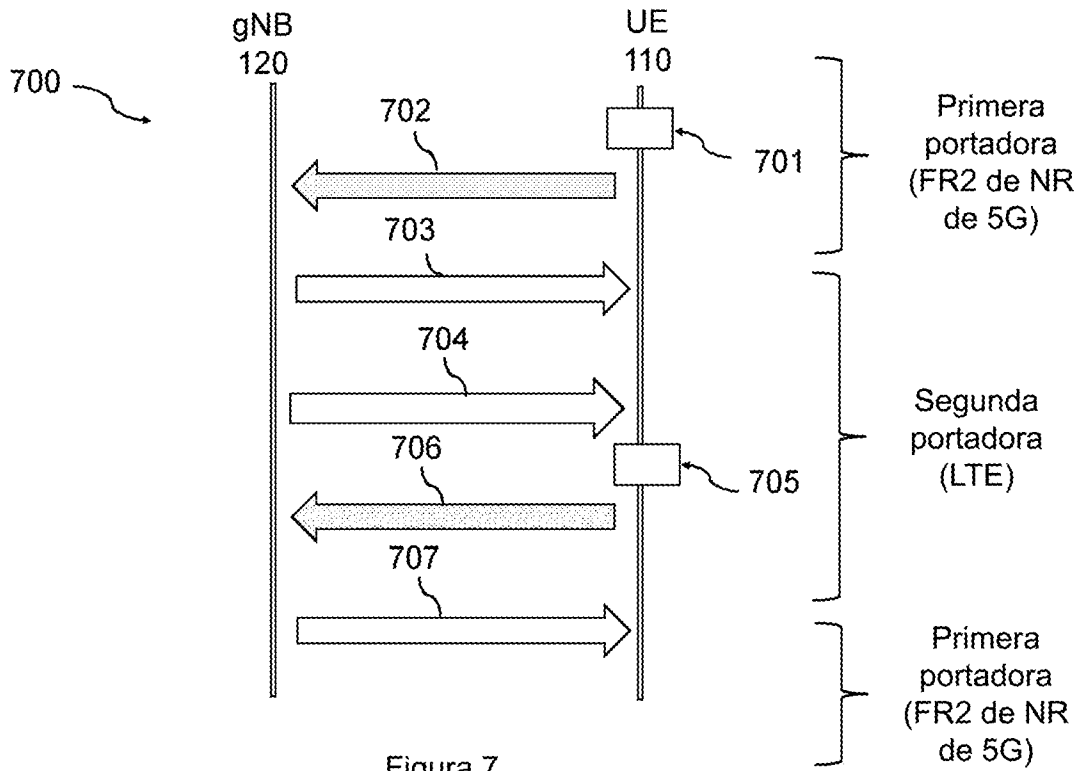


Figura 7

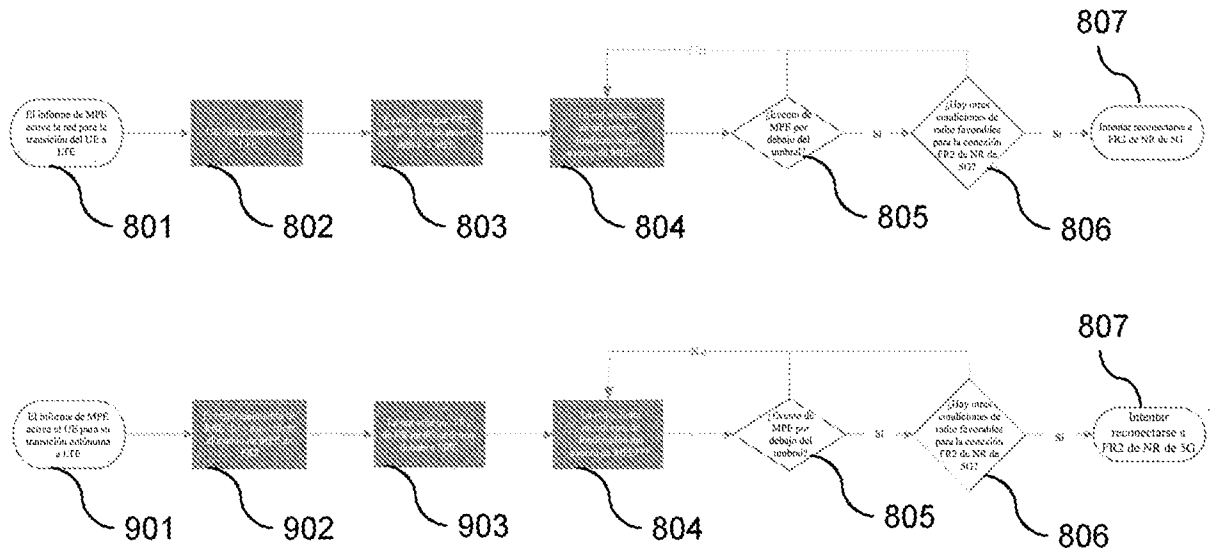


Figura 9

R	M	Duración del evento de MPE					Oct 1
Reducción de potencia de MPE (es decir, P-MPR)							Oct 2
RSRP de FR2							Oct 3
RSRQ de FR2							Oct 4

Figura 10

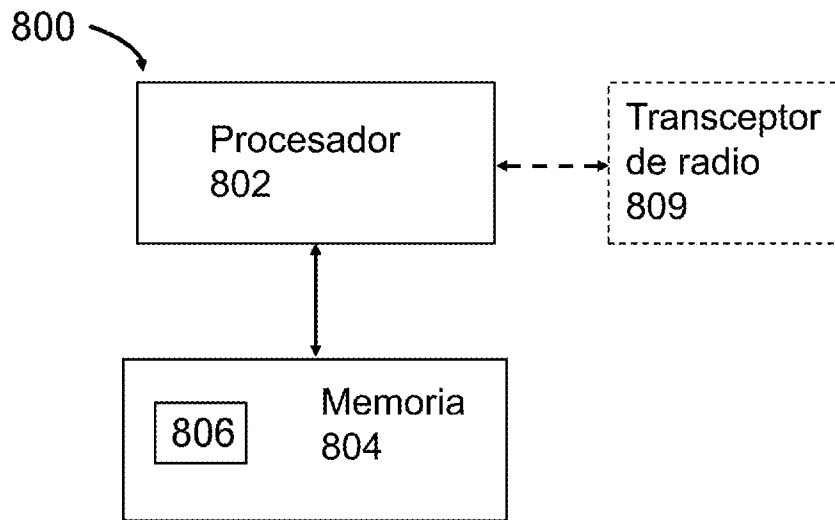


Figura 11

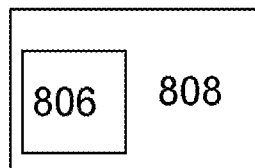


Figura 12