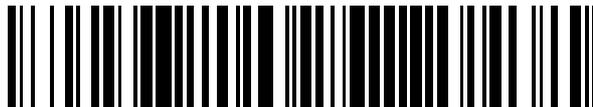


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 277**

51 Int. Cl.:

H04W 52/26 (2009.01)

H04W 52/36 (2009.01)

H04W 52/14 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2010 E 10801536 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015 EP 2520123**

54 Título: **Interacción entre el control de potencia acumulativa y la potencia de transmisión mínima / máxima en sistemas de LTE**

30 Prioridad:

22.12.2010 US 976499

05.02.2010 US 302031 P

30.12.2009 US 291332 P

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

03.03.2016

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
International IP Administration 5775 Morehouse
Drive
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**CHEN, WANSHI;
GAAL, PETER;
MONTJO, JUAN;
YOO, TAESANG;
LUO, XILIANG;
LUO, TAO;
WEI, YONGBIN y
BHUSHAN, NAGA**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 562 277 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

Interacción entre el control de potencia acumulativa y la potencia de transmisión mínima / máxima en sistemas de LTE

5

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere, en general, al campo de las comunicaciones inalámbricas y, en particular, a sistemas y procedimientos para controlar la potencia de transmisión de enlace ascendente.

10

ANTECEDENTES

Esta sección está concebida para proporcionar antecedentes o contexto para las realizaciones divulgadas. La descripción en la presente memoria puede incluir conceptos que podrían ser perseguidos, pero no necesariamente son los que hayan sido concebidos o perseguidos previamente. Por lo tanto, a menos que se indique lo contrario en la presente memoria, lo que se describe en esta sección no es técnica anterior para la descripción y las reivindicaciones en esta solicitud, y no se admite que sea técnica anterior por su inclusión en esta sección.

15

Los sistemas de comunicación inalámbrica están extensamente desplegados para proporcionar diversos tipos de contenido de comunicación, tal como voz, datos, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple, capaces de prestar soporte a la comunicación con múltiples usuarios, compartiendo los recursos de sistema disponibles (p. ej., ancho de banda y potencia de transmisión). Los ejemplos de tales sistemas de acceso múltiple incluyen los sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), los sistemas de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), los sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), los sistemas de Evolución a Largo Plazo (LTE) del 3GPP y los sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

20

25

El control de potencia transmisora de enlace ascendente en un sistema de comunicación móvil equilibra la necesidad de energía suficiente transmitida por bit para lograr una calidad de servicio deseada (p. ej., velocidad de datos y tasa de errores), ante la necesidad de minimizar la interferencia a otros usuarios del sistema y de maximizar la vida de la batería del terminal móvil. Para lograr este objetivo, el control de potencia de enlace ascendente tiene que adaptarse a las características del canal de propagación de radio, incluyendo la pérdida de trayectos, el ensombrecimiento, el desvanecimiento rápido y la interferencia de otros usuarios en la misma célula y en células adyacentes.

30

En la LTE Rel-8, el control de potencia del canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) está gestionado por un algoritmo de control de potencia acumulativa (APC) de bucle cerrado que, en respuesta a las condiciones de canal, incrementa o decrementa la potencia de transmisión en tamaños discretos de paso, tras lo cual los respectivos incrementos o decrementos son inhabilitados si la potencia alcanza un máximo o mínimo nivel de potencia configurado. El cálculo de la potencia de transmisión está basado en la transmisión programada del PUSCH. Sin embargo, según la transmisión programada del PUSCH, este algoritmo puede dar como resultado condiciones de exceso de potencia o de defecto de potencia cuando el ancho de banda y / o el esquema de modulación / codificación del canal de enlace ascendente es aumentado o reducido en respuesta a concesiones cambiantes de recursos.

35

40

El documento US 2003/036403 (A1) divulga técnicas para controlar más eficazmente la potencia de transmisión para una transmisión de datos que usa un cierto número de formatos (p. ej., velocidades, formatos de transporte). Distintos formatos para un canal de datos dado (p. ej., el canal de transporte) pueden requerir distintas SNIR de destino para lograr una BLER específica. En un aspecto, la BLER individual de destino puede ser especificada para cada formato de cada canal de datos. En otro aspecto, se proporcionan diversos esquemas de control de potencia para lograr distintas SNIR de destino para distintos formatos. En un primer esquema de control de potencia, se mantienen múltiples bucles individuales externos para múltiples formatos. Para cada formato, su bucle externo asociado intenta fijar la SNIR de destino de modo que se logre la BLER de destino especificada para ese formato. En un segundo esquema de control de potencia, se mantienen múltiples bucles individuales externos y la estación base aplica además distintos ajustes para los niveles de potencia de transmisión para distintos formatos.

45

50

55

RESUMEN

Las realizaciones divulgadas se refieren a sistemas, procedimientos, aparatos y productos de programa de ordenador para implementar el control de potencia en un sistema de comunicación inalámbrica. La invención está definida en las reivindicaciones independientes.

60

Estas y otras características de diversas realizaciones, junto con la organización y la manera de funcionamiento de las mismas, vendrán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se consideren conjuntamente

con los dibujos adjuntos, en los cuales se usan números iguales de referencia para referirse a partes iguales en toda su extensión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 Se ilustran las realizaciones proporcionadas, a modo de ejemplo y no de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 10 la FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica;
- la FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrica;
- la FIG. 3 ilustra un procedimiento convencional de control de potencia;
- 15 la FIG. 4 ilustra un procedimiento convencional de control de potencia;
- la FIG. 5 ilustra un procedimiento convencional de control de potencia;
- 20 la FIG. 6 ilustra un procedimiento convencional de control de potencia;
- la FIG. 7 ilustra un procedimiento convencional de control de potencia;
- la FIG. 8 ilustra un procedimiento convencional de control de potencia;
- 25 la FIG. 9 ilustra un procedimiento de control de potencia de acuerdo a una realización;
- la FIG. 10 ilustra un procedimiento de control de potencia de acuerdo a una realización;
- 30 la FIG. 11 ilustra un procedimiento de control de potencia de acuerdo a una realización;
- la FIG. 12 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica en una realización;
- la FIG. 13 ilustra un diagrama de bloques de una estación base en una realización;
- 35 la FIG. 14 ilustra un diagrama de bloques de un terminal inalámbrico en una realización;
- la FIG. 15 ilustra un diagrama de bloques funcionales de un sistema en una realización; y
- 40 la FIG. 16 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de acuerdo a una realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 En la siguiente descripción, con fines de explicación y no de limitación, se enuncian detalles y descripciones a fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de las diversas realizaciones divulgadas. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica que las diversas realizaciones pueden ser puestas en práctica en otras realizaciones que se apartan de estos detalles y descripciones.

50 Según se usan en la presente memoria, los términos “componente”, “módulo”, “sistema” y similares están concebidos para referirse a una entidad relacionada con ordenadores, ya sea hardware, firmware, una combinación de hardware y software, software o software en ejecución. Por ejemplo, un componente puede ser, pero no está limitado a ser, un proceso ejecutándose en un procesador, un procesador, un objeto, un objeto ejecutable, una hebra de ejecución, un programa y / o un ordenador. A modo de ilustración, tanto una aplicación ejecutándose en un dispositivo informático como el dispositivo informático puede ser un componente. Uno o más componentes pueden residir dentro de un proceso y / o hebra de ejecución, y un componente puede estar localizado en un ordenador y / o distribuido entre dos o más ordenadores. Además, estos componentes pueden ejecutarse desde diversos medios legibles por ordenador, que tengan diversas estructuras de datos almacenadas en los mismos. Los componentes pueden comunicarse por medio de procesos locales y / o remotos, de modo tal como de acuerdo a una señal que tenga uno o más paquetes de datos (p. ej., datos de un componente interactuando con otro componente en un sistema local, o un sistema distribuido y / o sobre una red tal como Internet, con otros sistemas por medio de la señal).

60

Además, ciertas realizaciones se describen en la presente memoria con relación a un equipo de usuario. Un equipo de usuario también puede llamarse un terminal de usuario, y puede contener algo de, o toda, la funcionalidad de un sistema, una unidad de abonado, una estación de abonado, una estación móvil, un terminal inalámbrico móvil, un

dispositivo móvil, un nodo, un dispositivo, una estación remota, un terminal remoto, un terminal, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un aparato de comunicación inalámbrica o un agente de usuario. Un equipo de usuario puede ser un teléfono celular, un teléfono sin cable, un teléfono del Protocolo de Iniciación de Sesiones (SIP), un teléfono inteligente, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), un asistente digital personal (PDA), un ordenador portátil, un dispositivo de comunicación de mano, un dispositivo informático de mano, una radio por satélite, una tarjeta de módem inalámbrico y / u otro dispositivo de procesamiento para comunicarse por un sistema inalámbrico. Además, diversos aspectos se describen en la presente memoria con relación a una estación base. Una estación base puede ser utilizada para comunicarse con uno o más terminales inalámbricos y también puede llamarse, y puede contener algo de, o toda, la funcionalidad de, un punto de acceso, un nodo, un Nodo B, un NodoB evolucionado (eNB) o alguna otra entidad de red. Una estación base se comunica por la interfaz aérea con terminales inalámbricos. La comunicación puede tener lugar a través de uno o más sectores. La estación base puede actuar como un encaminador entre el terminal inalámbrico y el resto de la red de acceso, que puede incluir una red del Protocolo de Internet (IP), convirtiendo las tramas recibidas de la interfaz aérea en paquetes de IP. La estación base también puede coordinar la gestión de atributos para la interfaz aérea, y también puede ser la pasarela entre una red cableada y la red inalámbrica.

Diversos aspectos, realizaciones o características serán presentados en términos de sistemas que pueden incluir un cierto número de dispositivos, componentes, módulos y similares. Ha de entenderse y apreciarse que los diversos sistemas pueden incluir dispositivos, componentes, módulos, etc., adicionales, y / o pueden no incluir todos los dispositivos, componentes, módulos, etc., expuestos con relación a las figuras. También puede usarse una combinación de estos enfoques.

Adicionalmente, en la descripción del asunto, la palabra “ejemplar” se usa para querer decir ‘que sirve como ejemplo, caso o ilustración’. Cualquier realización o diseño descritos en la presente memoria como “ejemplar” no ha de ser necesariamente interpretado como preferido o ventajoso sobre otras realizaciones o diseños. Antes bien, el uso de la palabra ‘ejemplar’ está concebido para presentar conceptos de forma concreta.

Las diversas realizaciones divulgadas pueden ser incorporadas en un sistema de comunicación. En un ejemplo, un sistema de comunicación de ese tipo utiliza un multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) que divide efectivamente el ancho de banda global del sistema en múltiples (N_F) sub-portadoras, que también pueden ser mencionadas como sub-canales de frecuencia, tonos o contenedores de frecuencias. Para un sistema de OFDM, los datos a transmitir (es decir, los bits de información) se codifican primero con un esquema específico de codificación para generar bits codificados, y los bits codificados son adicionalmente agrupados en símbolos de múltiples bits que son luego correlacionados con símbolos de modulación. Cada símbolo de modulación corresponde a un punto en una constelación de señales definida por un esquema específico de modulación (p. ej., M-PSK o M-QAM) usado para la transmisión de datos. En cada intervalo temporal, que puede ser dependiente del ancho de banda de cada sub-portadora de frecuencia, puede transmitirse un símbolo de modulación por cada una de las N_F sub-portadoras de frecuencia. De tal modo, el OFDM puede ser usado para combatir la interferencia entre símbolos (ISI) provocada por el desvanecimiento selectivo de frecuencia, que está caracterizado por distintas magnitudes de atenuación entre el ancho de banda del sistema.

En general, un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede prestar soporte simultáneamente a la comunicación para múltiples terminales inalámbricos. Cada terminal se comunica con una o más estaciones base mediante transmisiones por los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base a los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales a las estaciones base. Este enlace de comunicación puede ser establecido mediante un sistema de entrada única y salida única, entrada múltiple y salida única o entrada múltiple y salida múltiple (MIMO).

Un sistema de MIMO emplea múltiples (N_T) antenas de transmisión y múltiples (N_R) antenas de recepción para la transmisión de datos. Un canal de MIMO formado por las N_T antenas de transmisión y las N_R antenas de recepción puede ser descompuesto en N_S canales independientes, que también son mencionados como canales espaciales, donde $N_S \leq \min \{N_T, N_R\}$. Cada uno de los N_S canales independientes corresponde a una dimensión. El sistema de MIMO puede proporcionar prestaciones mejoradas (p. ej., un mayor caudal y / o una mayor fiabilidad) si se utilizan las dimensiones adicionales creadas por las múltiples antenas de transmisión y recepción. Un sistema de MIMO también presta soporte a sistemas de dúplex por división del tiempo (TDD) y de dúplex por división de frecuencia (FDD). En un sistema de TDD, las transmisiones de enlace directo e inverso están en la misma región de frecuencia, por lo que el principio de reciprocidad permite la estimación del canal de enlace directo a partir del canal de enlace inverso. Esto permite a la estación base extraer la ganancia de formación de haces de transmisión por el enlace directo cuando están disponibles múltiples antenas en la estación base.

La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica dentro del cual pueden ser implementadas las diversas realizaciones divulgadas. Una estación base 100 puede incluir múltiples grupos de antenas, y cada grupo de antenas puede comprender una o más antenas. Por ejemplo, si la estación base 100 comprende seis antenas, un

grupo de antenas puede comprender una primera antena 104 y una segunda antena 106, otro grupo de antenas puede comprender una tercera antena 108 y una cuarta antena 110, mientras que un tercer grupo puede comprender una quinta antena 112 y una sexta antena 114. Debería observarse que, si bien cada uno de los grupos de antenas indicados anteriormente fue identificado como de dos antenas, pueden utilizarse más o menos antenas en cada grupo de antenas.

Con referencia de nuevo a la FIG. 1, se ilustra que un primer equipo de usuario 116 está en comunicación, por ejemplo, con la quinta antena 112 y la sexta antena 114 para permitir la transmisión de información al primer equipo de usuario 116 sobre un primer enlace directo 120, y la recepción de información desde el primer equipo de usuario 116 sobre un primer enlace inverso 118. La FIG. 1 también ilustra un segundo equipo de usuario 122 que está en comunicación, por ejemplo, con la tercera antena 108 y la cuarta antena 110 para permitir la transmisión de información al segundo equipo de usuario 122 sobre un segundo enlace directo 126, y la recepción de información desde el segundo equipo de usuario 122 sobre un segundo enlace inverso 124. En un sistema de Dúplex por División de Frecuencia (FDD), los enlaces de comunicación 118, 120, 124 y 126 que se muestran en la FIG. 1 pueden usar distintas frecuencias para la comunicación. Por ejemplo, el primer enlace directo 120 puede usar una frecuencia distinta a la usada por el primer enlace inverso 118.

En algunas realizaciones, cada grupo de antenas y / o el área en la cual están designadas para comunicar se menciona a menudo como un sector de la estación base. Por ejemplo, los distintos grupos de antenas que se ilustran en la FIG. 1 pueden ser designados para comunicarse con el equipo de usuario en un sector de la estación base 100. En la comunicación por los enlaces directos 120 y 126, las antenas transmisoras de la estación base 100 utilizan la formación de haces a fin de mejorar la razón entre señal y ruido de los enlaces directos para los distintos equipos de usuario 116 y 122. Además, una estación base que usa la formación de haces para transmitir a equipos de usuario dispersos aleatoriamente por toda su área de cobertura provoca menos interferencia a los equipos de usuarios en las células vecinas que una estación base que transmite omni-direccionalmente a través de una única antena a todos sus equipos de usuario.

Las redes de comunicación que pueden admitir algunas de las diversas realizaciones divulgadas pueden incluir canales lógicos que están clasificados en Canales de Control y Canales de Tráfico. Los canales de control lógico pueden incluir un canal de control de difusión (BCCH), que es el canal de enlace descendente para difundir información de control del sistema, un canal de control de paginación (PCCH), que es el canal de enlace descendente que transfiere información de paginación, un canal de control de multi-difusión (MCCH), que es un canal de enlace descendente de punto a multi-punto, usado para transmitir información de planificación y control de difusión de multimedios y servicios de multi-difusión (MBMS) para uno o varios canales de tráfico de multi-difusión (MTCH). En general, después de establecer conexión de control de recursos de radio (RRC), el MCCH es usado solamente por los equipos de usuario que reciben MBMS. El canal de control dedicado (DCCH) es otro canal de control lógico que es un canal bidireccional de punto a punto que transmite información de control dedicada, tal como información de control específica del usuario, usada por el equipo de usuario que tiene una conexión de RRC. El canal de control común (CCCH) también es un canal de control lógico que puede ser usado para información de acceso aleatorio. Los canales de tráfico lógico pueden comprender un canal de tráfico dedicado (DTCH), que es un canal bidireccional punto a punto, dedicado a un equipo de usuario para la transferencia de información de usuario. Además, puede usarse un canal de tráfico de multi-difusión (MTCH) para la transmisión de enlace descendente, de punto a multi-punto, de datos de tráfico.

Las redes de comunicación que admiten algunas de las diversas realizaciones pueden incluir adicionalmente canales de transporte lógico que están clasificados en enlace descendente (DL) y enlace ascendente (UL). Los canales de transporte de DL pueden incluir un canal de difusión (BCH), un canal de datos compartido de enlace descendente (DL-SDCH), un canal de multi-difusión (MCH) y un Canal de Paginación (PCH). Los canales de transporte de UL pueden incluir un canal de acceso aleatorio (RACH), un canal de solicitud (REQCH), un canal de datos compartidos de enlace ascendente (UL-SDCH) y una pluralidad de canales físicos. Los canales físicos también pueden incluir un conjunto de canales de enlace descendente y de enlace ascendente.

En algunas realizaciones divulgadas, los canales físicos de enlace descendente pueden incluir al menos uno entre un canal piloto común (CPICH), un canal de sincronización (SCH), un canal de control común (CCCH), un canal de control compartido de enlace descendente (SDCCH), un canal de control de multi-difusión (MCCH), un canal compartido de asignación de enlace ascendente (SUACH), un canal de acuse de recibo (ACKCH), un canal físico de datos compartidos de Enlace Descendente (DL-PSCH), un canal de control de energía de enlace ascendente (UPCCH), un canal indicador de paginación (PICH), un canal indicador de carga (LICH), un canal físico de difusión (PBCH), un canal físico indicador de formato de control (PCFICH), un canal físico de control de Enlace Descendente (PDCCH), un canal físico indicador de ARQ híbrida (PHICH), un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) y un canal físico de multi-difusión (PMCH). Los canales físicos de enlace ascendente pueden incluir al menos uno entre un canal físico de acceso aleatorio (PRACH), un canal indicador de calidad de canal (CQICH), un canal de acuse de recibo (ACKCH), un canal indicador de subconjuntos de antenas (ASICH), un canal de solicitud compartido (SREQCH), un canal físico de datos compartidos de enlace ascendente (UL-PSCH), un canal piloto de

banda ancha (BPICH), un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) y un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH).

Además, puede usarse la siguiente terminología y las siguientes características al describir las diversas realizaciones divulgadas:

	3G	3ª Generación
	3GPP	Proyecto de Colaboración de 3ª Generación
	ACLR	Razón de filtración de canal adyacente
10	ACPR	Ración de potencia de canal adyacente
	ACS	Selectividad de canal adyacente
	ADS	Sistema de Diseño Avanzado
	AMC	Modulación y codificación adaptativa
	A-MPR	Reducción adicional de potencia máxima
15	ARQ	Solicitud de repetición automática
	BCCH	Canal de control de difusión
	BTS	Estación transceptora base
	CCE	Elemento de Control de Canal
	CDD	Diversidad de retardo cíclico
20	CCDF	Función de distribución acumulativa complementaria
	CDMA	Acceso múltiple por división de código
	CFI	Indicador de formato de control
	Co-MIMO	MIMO cooperativas
	CP	Prefijo cíclico
25	CPICH	Canal piloto común
	CPRI	Interfaz común de radio pública
	CQI	Indicador de calidad de canal
	CRC	Control de redundancia cíclica
	DCI	Indicador de control de enlace descendente
30	DFT	Transformación discreta de Fourier
	DFT-SOFDM	Transformación discreta de Fourier – OFDM ensanchado
	DL	Enlace descendente (estación base a transmisión de abonado)
	DL-SCH	Canal compartido de enlace descendente
	DSP	Procesamiento de señales digitales
35	DT	Juego de herramientas de desarrollo
	DVSA	Análisis de señales vectoriales digitales
	EDA	Automatización de diseño electrónico
	E-DCH	Canal dedicado mejorado
	E-UTRAN	Red evolucionada de acceso por radio terrestre del UMTS
40	eMBMS	Difusión de multimedia y servicios de multi-difusión evolucionados
	eNB	Nodo B evolucionado
	EPC	Núcleo de paquetes evolucionados
	EPRE	Energía por elemento de recursos
	ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones
45	E-UTRA	UTRA evolucionado
	E-UTRAN	UTRAN evolucionada
	EVM	Magnitud vectorial de error
	FDD	Dúplex por división de frecuencia
	FFT	Transformación rápida de Fourier
50	FRC	Canal de referencia fija
	FS1	Tipo 1 de estructura de trama
	FS2	Tipo 2 de estructura de trama
	GSM	Sistema global para la comunicación móvil
	HARQ	Solicitud híbrida de repetición automática
55	HDL	Lenguaje de descripción de hardware
	HI	Indicador de HARQ
	HSDPA	Acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad
	HSPA	Acceso de paquetes de alta velocidad
	HSUPA	Acceso de paquetes de enlace ascendente de alta velocidad
60	IFFT	FFT inversa
	IOT	Prueba de inter-operabilidad
	IP	Protocolo de Internet
	LO	Oscilador local
	LTE	Evolución a largo plazo

	MAC	Control de acceso al medio
	MBMS	Difusión de multimedia y servicios de multi-difusión
	MBSFN	Multi-difusión / difusión sobre red de frecuencia única
	MCH	Canal de multi-difusión
5	MCS	Esquema de Modulación y Codificación
	MIMO	Entrada múltiple y salida múltiple
	MISO	Entrada múltiple y salida única
	MME	Entidad de gestión de movilidad
	MOP	Máxima potencia de salida
10	MPR	Máxima reducción de potencia
	MU-MIMO	MIMO de múltiples usuarios
	NAS	Estrato no de acceso
	OBSAI	Interfaz abierta de arquitectura de estación base
	OFDM	Multiplexado por división ortogonal de frecuencia
15	OFDMA	Acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia
	PAPR	Razón entre potencia máxima y media
	PAR	Razón entre máximo y medio
	PBCH	Canal físico de difusión
	P-CCPCH	Canal físico primario de control común
20	PCFICH	Canal físico indicador de formato de control
	PCH	Canal de paginación
	PDCCH	Canal físico de control de enlace descendente
	PDCP	Protocolo de convergencia de datos en paquetes
	PDSCH	Canal físico compartido de enlace descendente
25	PHICH	Canal físico indicador de ARQ híbrida
	PHY	Capa física
	PRACH	Canal físico de acceso aleatorio
	PMCH	Canal físico de multi-difusión
	PMI	Indicador de matriz de pre-codificación
30	P-SCH	Señal de sincronización primaria
	PUCCH	Canal físico de control de enlace ascendente
	PUSCH	Canal físico compartido de enlace ascendente
	RB	Bloque de Recursos
	RBG	Grupo de Bloques de Recursos
35	RE	Elemento de Recursos
	REG	Grupo de Elementos de Recursos
	RNTI	Identificador Temporal de Red de Radio

La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de comunicación ejemplar que puede admitir las diversas realizaciones. El sistema de comunicación de MIMO 200 que se ilustra en la FIG. 2 comprende un sistema transmisor 210 (p. ej., una estación base o punto de acceso) y un sistema receptor 250 (p. ej., un terminal de acceso o equipo de usuario) en un sistema de comunicación de MIMO 200. Alguien medianamente experto apreciará que incluso aunque la estación base se menciona como un sistema transmisor 210 y un equipo de usuario se menciona como un sistema receptor 250, según lo ilustrado, las realizaciones de estos sistemas son capaces de comunicaciones bidireccionales. A ese respecto, los términos "sistema transmisor 210" y "sistema receptor 250" no deberían ser usados para implicar comunicaciones unidireccionales desde cualquiera de los sistemas. También debería observarse que tanto el sistema transmisor 210 como el sistema receptor 250 de la FIG. 2 son capaces de comunicarse con una pluralidad de otros sistemas receptores y transmisores que no están explícitamente ilustrados en la FIG. 2. En el sistema transmisor 210, los datos de tráfico para un cierto número de flujos de datos se proporcionan desde un origen de datos 212 a un procesador de datos de transmisión (TX) 214. Cada flujo de datos puede ser transmitido por un respectivo sistema transmisor. El procesador de datos de TX 214 formatea, codifica e intercala los datos de tráfico para cada flujo de datos, en base a un esquema de codificación específico seleccionado para ese flujo de datos, para proporcionar los datos codificados.

Los datos codificados para cada flujo de datos pueden ser multiplexados con datos piloto usando, por ejemplo, técnicas de OFDM. Los datos piloto son habitualmente un patrón de datos conocidos que es procesado de una manera conocida y que puede ser usado en el sistema receptor para estimar la respuesta de canal. Los datos piloto y los datos codificados, multiplexados para cada flujo de datos se modulan luego (se correlacionan con símbolos) en base a un esquema de modulación específico (p. ej., BPSK, QSPK, M-PSK o M-QAM) seleccionado para ese flujo de datos, para proporcionar símbolos de modulación. La velocidad de datos, la codificación y la modulación para cada flujo de datos pueden ser determinadas por instrucciones realizadas por un procesador 230 del sistema transmisor 210.

En el diagrama de bloques ejemplar de la FIG. 2, los símbolos de modulación para todos los flujos de datos pueden ser proporcionados a un procesador de MIMO de TX 220, que puede procesar adicionalmente los símbolos de modulación (p. ej., para OFDM). El procesador de MIMO de TX 220 proporciona luego N_T flujos de símbolos de modulación a N_T transceptores del sistema transmisor (TMTR) 222a a 222t. En una realización, el procesador de MIMO de TX 220 puede además aplicar ponderaciones de formación de haces a los símbolos de los flujos de datos y a la antena desde la cual está siendo transmitido el símbolo.

Cada transceptor del sistema transmisor 222a a 222t recibe y procesa un respectivo flujo de símbolos para proporcionar una o más señales analógicas, y acondicionar adicionalmente las señales analógicas para proporcionar una señal modulada adecuada para su transmisión por el canal de MIMO. En algunas realizaciones, el acondicionamiento puede incluir, pero no se limita a, operaciones tales como la amplificación, el filtrado, el aumento de frecuencia y similares. Las señales moduladas producidas por los transceptores del sistema transmisor 222a a 222t son luego transmitidas desde las antenas del sistema transmisor 224a a 224t, que se muestran en la FIG. 2.

En el sistema receptor 250, las señales moduladas transmitidas pueden ser recibidas por las antenas del sistema receptor 252a a 252r, y la señal recibida desde cada una de las antenas del sistema receptor 252a a 252r se proporciona a un respectivo transceptor del sistema receptor (RCVR) 254a a 254r. Cada transceptor del sistema receptor 254a a 254r acondiciona una respectiva señal recibida, digitaliza la señal acondicionada para proporcionar muestras y puede procesar adicionalmente las muestras para proporcionar un correspondiente flujo de símbolos "recibidos". En algunas realizaciones, el acondicionamiento puede incluir, pero no se limita a, operaciones tales como la amplificación, el filtrado, la reducción de frecuencia y similares.

Un procesador de datos de RX 260 recibe luego y procesa los flujos de símbolos provenientes de los transceptores del sistema receptor 254a a 254r, en base a una técnica específica de procesamiento receptor, para proporcionar una pluralidad de flujos de símbolos "detectados". En un ejemplo, cada flujo de símbolos detectados puede incluir símbolos que son estimaciones de los símbolos transmitidos para el correspondiente flujo de datos. El procesador de datos de RX 260 desmodula luego, desintercala y descodifica, al menos en parte, cada flujo de símbolos detectados para recuperar los datos de tráfico para el correspondiente flujo de datos. El procesamiento por el procesador de datos de RX 260 puede ser complementario al realizado por el procesador de MIMO de TX 220 y el procesador de datos de TX 214 en el sistema transmisor 210. El procesador de datos de RX 260 puede proporcionar, adicionalmente, flujos de símbolos procesados a un sumidero de datos (no mostrado).

En algunas realizaciones, una estimación de respuesta de canal es generada por el procesador de datos de RX 260 y puede ser usada para realizar el procesamiento espacial / temporal en el sistema receptor 250, ajustar niveles de potencia, cambiar velocidades o esquemas de modulación y / u otras acciones adecuadas. Adicionalmente, el procesador de datos de RX 260 puede además estimar características de canal tales como la razón entre señal y ruido (SNR) y la razón entre señal e interferencia (SIR) de los flujos de símbolos detectados. El procesador de datos de RX 260 puede luego proporcionar características de canal estimadas a un procesador 270. En un ejemplo, el procesador de datos de RX 260 y / o el procesador 270 del sistema receptor 250 puede además obtener una estimación de la SNR "operativa" para el sistema. El procesador 270 del sistema receptor 250 también puede proporcionar información de estado de canal (CSI), que puede incluir información con respecto al enlace de comunicación y / o al flujo de datos recibidos. Esta información, que puede contener, por ejemplo, la SNR operativa y otra información de canal, puede ser usada por el sistema transmisor 210 (p. ej., estación base o eNodoB) para tomar las decisiones adecuadas con respecto, por ejemplo, a la planificación de equipos de usuario, las configuraciones de MIMO, las selecciones de modulación y codificación, y similares. En el sistema receptor 250, la CSI que es producida por el procesador 270 es procesada por un procesador de datos de TX 238, modulada por un modulador 280, acondicionada por los transceptores del sistema receptor 254a a 254r y retransmitidas al sistema transmisor 210. Además, un origen de datos 236 en el sistema receptor 250 puede proporcionar datos adicionales para ser procesados por el procesador de datos de TX 238.

En algunas realizaciones, el procesador 270 en el sistema receptor 250 también puede determinar periódicamente qué matriz de pre-codificación usar. El procesador 270 formula un mensaje de enlace inverso que comprende una parte de índice matricial y una parte de valor de rango. El mensaje de enlace inverso puede comprender diversos tipos de información con respecto al enlace de comunicación y / o al flujo de datos recibidos. El mensaje de enlace inverso es luego procesado por el procesador de datos de TX 238 en el sistema receptor 250, que también puede recibir datos de tráfico para un cierto número de flujos de datos desde el origen de datos 236. La información procesada es luego modulada por un modulador 280, acondicionada por uno o más de los transceptores del sistema receptor 254a a 254r, y retransmitida al sistema transmisor 210.

En algunas realizaciones del sistema de comunicación de MIMO 200, el sistema receptor 250 es capaz de recibir y procesar señales espacialmente multiplexadas. En estos sistemas, el multiplexado espacial ocurre en el sistema transmisor 210, multiplexando y transmitiendo distintos flujos de datos por las antenas del sistema transmisor 224a a 224t. Esto contrasta con el uso de esquemas de diversidad de transmisión, donde el mismo flujo de datos es enviado desde múltiples antenas de sistemas transmisores 224a a 224t. En un sistema de comunicación de MIMO

200, capaz de recibir y procesar señales espacialmente multiplexadas, se usa habitualmente una matriz de pre-codificación en el sistema transmisor 210 para asegurar que las señales transmitidas desde cada una de las antenas del sistema transmisor 224a a 224t estén suficientemente decorrelacionadas entre sí. Esta decorrelación asegura que la señal compuesta que llega a cualquier antena específica del sistema receptor 252a a 252r puede ser recibida y que los flujos de datos individuales pueden ser determinados en presencia de señales que llevan otros flujos de datos desde otras antenas del sistema transmisor 224a a 224t.

Dado que la magnitud de la correlación cruzada entre los flujos puede ser influida por el entorno, es ventajoso para el sistema receptor 250 retro-alimentar información al sistema transmisor 210 acerca de las señales recibidas. En estos sistemas, tanto el sistema transmisor 210 como el sistema receptor 250 contienen un libro de códigos con un cierto número de matrices de pre-codificación. Cada una de estas matrices de pre-codificación puede, en algunos casos, estar relacionada con una magnitud de correlación cruzada experimentada en la señal recibida. Dado que es ventajoso enviar el índice de una matriz específica, antes que los valores en la matriz, la señal de control de retro-alimentación enviada desde el sistema receptor 250 al sistema transmisor 210 contiene habitualmente el índice de una matriz de pre-codificación específica. En algunos casos, la señal de control de retro-alimentación también incluye un índice de rango que indica al sistema transmisor 210 cuántos flujos de datos independientes usar en el multiplexado espacial.

Otras realizaciones del sistema de comunicación de MIMO 200 están configuradas para utilizar esquemas de diversidad de transmisión en lugar del esquema espacialmente multiplexado descrito anteriormente. En estas realizaciones, el mismo flujo de datos es transmitido por las antenas del sistema transmisor 224a a 224t. En estas realizaciones, la velocidad de datos proporcionada al sistema receptor 250 es habitualmente menor que en los sistemas de comunicación de MIMO 200 espacialmente multiplexados. Estas realizaciones brindan robustez y fiabilidad del canal de comunicación. En sistemas de diversidad de transmisión, cada una de las señales transmitidas desde las antenas del sistema transmisor 224a a 224t experimentará un entorno de interferencia distinto (p. ej., desvanecimiento, reflejo, desfases de multi-trayecto). En estas realizaciones, las distintas características de señal recibidas en las antenas del sistema receptor 252a a 254r son útiles para determinar el flujo de datos adecuado. En estas realizaciones, el indicador de rango se fija habitualmente en 1, lo que dice al sistema transmisor 210 que no use el multiplexado espacial.

Otras realizaciones pueden utilizar una combinación de multiplexado espacial y diversidad de transmisión. Por ejemplo, en un sistema de comunicación de MIMO 200 que utiliza cuatro antenas del sistema transmisor 224a a 224t, un primer flujo de datos puede ser transmitido por dos de las antenas del sistema transmisor 224a a 224t, y un segundo flujo de datos puede ser transmitido por las restantes dos antenas del sistema transmisor 224a a 224t. En estas realizaciones, el índice de rango se fija en un entero menor que el rango completo de la matriz de pre-codificación, indicando al sistema transmisor 210 que emplee una combinación de multiplexado espacial y diversidad de transmisión.

En el sistema transmisor 210, las señales moduladas desde el sistema receptor 250 son recibidas por las antenas del sistema transmisor 224a a 224t, son acondicionadas por los transceptores del sistema transmisor 222a a 222t, son desmoduladas por un demodulador del sistema transmisor 240 y son procesadas por el procesador de datos de RX 242 para extraer el mensaje de enlace inverso transmitido por el sistema receptor 250. En algunas realizaciones, el procesador 230 del sistema transmisor 210 determina luego cuál matriz de pre-codificación usar para futuras transmisiones de enlace directo, y luego procesa el mensaje extraído. En otras realizaciones, el procesador 230 usa la señal recibida para ajustar las ponderaciones de formación de haces para futuras transmisiones de enlace directo.

En otras realizaciones, una CSI informada puede ser proporcionada al procesador 230 del sistema transmisor 210, y ser usada para determinar, por ejemplo, las velocidades de datos, así como los esquemas de codificación y modulación a usar para uno o más flujos de datos. Los esquemas de codificación y modulación determinados pueden ser luego proporcionados a uno o más transceptores del sistema transmisor 222a a 222t en el sistema transmisor 210 para su cuantización y / o uso en transmisiones posteriores al sistema receptor 250. Adicionalmente y / o alternativamente, la CSI informada puede ser usada por el procesador 230 del sistema transmisor 210 para generar diversos controles para el procesador de datos de TX 214 y el procesador de MIMO de TX 220. En un ejemplo, la CSI y / u otra información procesada por el procesador de datos de RX 242 del sistema transmisor 210 puede ser proporcionada a un sumidero de datos (no mostrado).

En algunas realizaciones, el procesador 230 en el sistema transmisor 210 y el procesador 270 en el sistema receptor 250 pueden dirigir las operaciones en sus respectivos sistemas. Adicionalmente, una memoria 232 en el sistema transmisor 210 y una memoria 272 en el sistema receptor 250 pueden proporcionar almacenamiento para códigos de programa y datos usados, respectivamente, por el procesador del sistema transmisor 230 y el procesador del sistema receptor 270. Además, en el sistema receptor 250, pueden usarse diversas técnicas de procesamiento para procesar las N_R señales recibidas, para detectar los N_T flujos de símbolos transmitidos. Estas técnicas de procesamiento receptor pueden incluir técnicas de procesamiento receptor espaciales y espaciales-temporales, que pueden incluir técnicas de ecualización, técnicas de procesamiento receptor de "anulación / ecualización sucesiva y

cancelación de interferencia” y / o técnicas de procesamiento receptor de “cancelación de interferencia sucesiva” o “cancelación sucesiva”.

5 Como se ha indicado anteriormente, el control de potencia transmisora de enlace ascendente en un sistema de comunicación móvil equilibra la necesidad de suficiente energía transmitida por bit, para lograr una calidad de servicio deseada (p. ej., la velocidad de datos y la tasa de errores), ante la necesidad de minimizar la interferencia a otros usuarios del sistema y de maximizar la vida de la batería del terminal móvil. Para lograr este objetivo, el control de potencia de enlace ascendente tiene que adaptarse a las características del canal de propagación de radio, incluyendo la pérdida de trayecto, el ensombrecimiento, el desvanecimiento rápido y la interferencia desde otros usuarios en la misma célula y en células adyacentes. El control de potencia de enlace ascendente en la LTE Rel-8 está especificado en el § 5.1 y siguientes de la Especificación Técnica del 3GPP TS 36.213, “Procedimientos de capa física (Versión 8)”, que está incorporada en la presente memoria por referencia.

15 En la LTE Rel-8, los mecanismos principales para variar la velocidad de datos de enlace ascendente son el ancho de banda de transmisión (determinado por el número de bloques de recursos planificados en una sub-trama) y el esquema de modulación y codificación (MCS) que determina el número de bits por elemento de recursos (BPRE). En la LTE Rel-8, el control de potencia de bucle cerrado de enlace ascendente se usa para controlar la potencia de transmisión por bloque de recursos del canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) y del canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), y la potencia de señales de referencia de sondeo (SRS) dentro del PUSCH que se usan para estimar la calidad de canal en distintas frecuencias. El PUSCH usa modalidades de control de potencia, tanto absolutas como acumulativas, mientras que el PUCCH usa solamente control de potencia acumulativa. Las señales de referencia de sondeo están habitualmente configuradas para que tengan un desplazamiento fijo con respecto al nivel de potencia de transmisión del PUSCH, pero en lo demás están controladas de la misma manera que el PUSCH.

25 La LTE Rel-8 especifica fórmulas de control de potencia para el PUCCH, el PUSCH y para las SRS (que son transmitidas por el enlace ascendente para permitir que la red estime la calidad de canal de enlace ascendente en distintas frecuencias). Sin embargo, a diferencia del PUCCH (que no tiene recursos asignados por el PDCCH), el ancho de banda del PUSCH (y las SRS que están enlazadas con el PUSCH) puede variar significativamente de una sub-trama a otra, en función de asignaciones cambiantes de recursos, recibidas por el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH). La potencia de transmisión del PUSCH en una sub-trama (i) dada está dada por

$$P_{PUSCH}(i) = \min \{ P_{CMAX}, 10 \log_{10} (M_{PUSCH}(i)) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{TF}(i) + f(i) \} \quad (1)$$

35 donde P_{CMAX} es una potencia de transmisión total máxima configurable del UE; $M_{PUSCH}(i)$ es un factor de ancho de banda basado en el número de bloques de recursos asignados en la sub-trama (i); $P_{O_PUSCH}(j)$ es la suma de un componente nominal, específico de la célula, proporcionado desde capas superiores y de un componente específico del UE, proporcionado por capas superiores; y (j) es un parámetro que indica una concesión de recurso semi-persistente, una concesión de recurso planificada dinámicamente o una (re)transmisión del PUSCH correspondiente a la concesión de respuesta de acceso aleatorio, que puede ser ignorada para la presente exposición. PL es una estimación de pérdida de trayecto de enlace descendente, calculada en el UE, y $\alpha(j)$ es un factor de ajuste a escala proporcionado desde capas superiores. El parámetro de formato de transporte $\Delta_{TF}(i)$ es dependiente del esquema de modulación y codificación (véase el documento del 3GPP TS 36.213, § 5.1.1.1, para una descripción de los componentes de $\Delta_{TF}(i)$, cuyos detalles pueden ser omitidos para la presente exposición). El parámetro $f(i)$ es el comando de control de potencia acumulativa (APC), donde

$$f(i) = f(i-1) + \delta_{PUSCH}(i - K_{PUSCH}),$$

50 y donde δ_{PUSCH} es un valor de corrección específico del UE, también mencionado como un comando de TPC (control de potencia de transmisión) que está incluido en el PDCCH con formato 0 de DCI para un UE específico, o con formatos de DCI 3 y 3A para múltiples UE. K_{PUSCH} es un factor de desplazamiento de temporización asociado al PDCCH y al ajuste de la potencia de transmisión. Los tamaños de paso del control de potencia de TPC están limitados por la especificación de la LTE Rel-8, p. ej., a valores discretos de -1 dB, 0 dB, +1 dB y +3 dB.

55 También hay una potencia de transmisión total mínima configurable en la LTE Rel-8, que implica una segunda ecuación de control de potencia:

$$P_{PUSCH}(i) = \max \{ P_{CMIN}, 10 \log_{10} (M_{PUSCH}(i)) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{TF}(i) + f(i) \} \quad (2)$$

donde P_{CMIN} es la potencia de transmisión total mínima. En la LTE Rel-8, si el UE alcanza la máxima potencia, entonces no se acumulan los posteriores comandos positivos de TPC. Por el contrario, si el UE alcanza la mínima potencia, entonces no se acumulan los posteriores comandos negativos de TPC.

- 5 Según una interpretación actual en el RAN1 (Grupo 1 de Red de Acceso de Radio) del 3GPP, la formulación del control de potencia descrito anteriormente está propuesta para la LTE Avanzada cuando los recursos de enlace ascendente son asignados mediante el formato de DCI 0 (u otros formatos de DCI que planifican transmisiones de datos de enlace ascendente) en el PDCCH. Sin embargo, en el caso de no haya ninguna asignación de enlace ascendente (control de potencia de enlace ascendente mediante los formatos de DCI 3 / 3A), la interpretación actual
- 10 es que los umbrales de potencia máximo y mínimo deberían ser ignorados, permitiendo una acumulación ilimitada de $f(i)$. El fundamento para este enfoque (con respecto a los formatos de DCI 3 / 3A) es que no es posible una comparación de la potencia de transmisión del UE en un comando con los umbrales de potencia máximo o mínimo, dado que no hay ninguna transmisión asociada del PUSCH.
- 15 Según esta propuesta actual, para las asignaciones de recursos de enlace ascendente, configuradas por el formato de DCI 0, la potencia de transmisión efectiva del UE depende no solamente de los ajustes para el término $f(i)$ del APC, sino también de los cambios en el esquema de modulación y codificación (MCS), representados por el valor de $\Delta_{\text{TF}}(i)$ y en el ancho de banda asignado, representado por $M_{\text{PUSCH}}(i)$ (número de bloques de recursos asignados). Con respecto a los cambios en las asignaciones de ancho de banda, este enfoque crea una alta probabilidad de
- 20 superar el umbral de potencia máximo (P_{CMAX}) cuando aumenta el ancho de banda asignado, y de caer por debajo del umbral de potencia mínimo (P_{CMIN}) cuando disminuye el ancho de banda asignado.

A modo de ejemplo, supongamos un aumento de 4:1 del ancho de banda entre sub-tramas cuando el nivel actual de la potencia de transmisión está cercano al máximo nivel de potencia. Para una potencia dada por bloque de

25 recursos, el aumento de potencia requerido será $10 \log BW2 / BW1 = 10 \log 4 = 6 \text{ dB}$, independientemente de cualquier cambio en el TPC y el MCS. Por el contrario, supongamos una disminución de 4:1 del ancho de banda entre sub-tramas cuando el nivel actual de la potencia de transmisión está cercano al mínimo nivel de potencia. Para una potencia dada por bloque de recursos, la reducción de potencia requerida será $10 \log BW2 / BW1 = 10 \log 0,25 = -6 \text{ dB}$, independientemente de cualquier cambio en el TPC y el MCS. En cualquier caso, según el paradigma

30 actual, la potencia total de transmisión del UE podría estar limitada al máximo nivel de potencia o al mínimo nivel de potencia para el número de sub-tramas requeridas para reajustar el nivel de potencia, según las limitaciones del tamaño de paso del control de potencia en la especificación actual de la LTE Rel-8.

La FIG. 3 ilustra un caso ejemplar donde, por ejemplo, una asignación estrecha del ancho de banda del PUSCH

35 aumenta hasta una asignación amplia de ancho de banda en el momento t_1 , debido, por ejemplo, a condiciones mejoradas del canal. Si el nivel de potencia de transmisión del PUSCH ya está cerca del máximo nivel de potencia, debido a una secuencia de comandos de aumento de potencia, entonces el aumento del ancho de banda puede provocar que el nivel de potencia en comandos supere el máximo nivel de potencia y fuerce al UE al funcionamiento

40 no lineal o a la saturación de potencia (suponiendo que el máximo umbral de potencia (P_{MAX}) está basado en un límite de funcionamiento lineal, en lugar de un límite de potencia absoluto). Como resultado, la potencia de transmisión del PUSCH del UE será mayor o igual al máximo umbral de potencia (P_{MAX}) para una o más sub-tramas, mientras sucesivos comandos de disminución de potencia sean emitidos por el eNodoB en el PDCCH. Durante este intervalo (t_1 a t_2), el UE puede estar funcionando en saturación o en una modalidad no lineal, lo que puede dar como

45 resultado errores de datos y excesivo consumo de energía.

La FIG. 4 ilustra un caso ejemplar donde, por ejemplo, en una asignación estrecha del ancho de banda, el nivel de potencia del PUSCH ha alcanzado el mínimo umbral de potencia (P_{MIN}) y ha dejado de responder a los comandos de

50 reducción de potencia, incluso aunque $f(i)$ esté todavía en un nivel relativamente alto. Cuando el ancho de banda asignado aumenta en el momento t_1 (p. ej., para condiciones mejoradas del canal), el nivel de potencia en comandos, a una potencia dada por bloque de recursos, aumentará y puede forzar el UE muy por encima del mínimo umbral de potencia, según lo descrito anteriormente. Como resultado, la potencia de transmisión del PUSCH del UE será mayor de lo necesario para las condiciones del canal para una o más sub-tramas, mientras sean emitidos sucesivos comandos de reducción de potencia por el eNodoB en el PDCCH. Durante este intervalo, el UE puede estar consumiendo energía innecesaria y provocando interferencia a otros usuarios.

55

La FIG. 5 ilustra un caso ejemplar, por ejemplo, en una asignación amplia de ancho de banda donde la potencia de transmisión del PUSCH está en un nivel relativamente alto y como resultado disminuye en $f(i)$, una reducción

60 posterior en el ancho de banda asignado en t_1 (p. ej., debido a requisitos de la velocidad de datos o a cambios en la calidad del canal) da como resultado una potencia de transmisión del PUSCH por debajo de, o igual a, el mínimo umbral de potencia (P_{MIN}). En este caso, puede requerir varios comandos de aumento de potencia de $f(i)$ (entre t_1 y t_2) para elevar la potencia de transmisión por encima del mínimo umbral de potencia (P_{MIN}). Durante este tiempo, la calidad de transmisión del enlace ascendente puede empeorar debido a los efectos combinados del ruido y la interferencia.

La FIG. 6 ilustra un caso ejemplar donde, por ejemplo, la potencia de transmisión del PUSCH está en, o por encima de, el máximo umbral de potencia (P_{MAX}) en un ancho de banda relativamente amplio, mientras que $f(i)$ está en un nivel relativamente bajo. Cuando la asignación del ancho de banda disminuye en t_1 , puede llevar varias sub-tramas de pasos limitados de $f(i)$ llevar la potencia de transmisión al nivel requerido.

5 La FIG. 7 ilustra un caso ejemplar donde, inicialmente, el nivel de potencia de transmisión de las SRS rastrea el nivel de potencia de transmisión del PUSCH con un desplazamiento fijo entre una sub-trama y otra, mientras varía $f(i)$. Sin embargo, cuando el ancho de banda asignado aumenta en el momento t_1 , aumentando la potencia de transmisión del PUSCH hasta, o por encima de, el máximo umbral de potencia (P_{MAX}), el APC es inhabilitado ($f(i)$ no incrementa) y el nivel de potencia de transmisión de las SRS permanece plano con un nivel desconocido, e indeseablemente bajo, con respecto al nivel de potencia de transmisión del PUSCH.

15 La FIG. 8 ilustra un caso ejemplar donde, inicialmente, el nivel de potencia de transmisión de las SRS rastrea el nivel de potencia de transmisión del PUSCH con un desplazamiento fijo entre una sub-trama y otra, mientras varía $f(i)$. Sin embargo, cuando el ancho de banda asignado disminuye en el momento t_1 , disminuyendo la potencia de transmisión del PUSCH hasta, o por debajo de, el mínimo umbral de potencia (P_{MIN}), el APC es inhabilitado ($f(i)$ no decremента) y el nivel de potencia de transmisión de las SRS permanece plano con un nivel desconocido, e indeseablemente alto, con respecto al nivel de potencia de transmisión del PUSCH.

20 En una realización, una solución para los problemas descritos anteriormente es desacoplar el algoritmo de cálculo de potencia de los cambios dinámicos en el ancho de banda del PUSCH (número de RB asignados), según lo reflejado en el parámetro $M_{PUSCH}(i)$ y / o el esquema de modulación y codificación (MCS), según lo reflejado en el parámetro $\Delta_{TF}(i)$, o hacer que los ajustes del APC sean independientes de los umbrales de potencia máximo y mínimo.

25 Por ejemplo, el desacople puede ser logrado reemplazando el parámetro dinámico $\Delta_{TF}(i)$ del MCS por un parámetro fijo o semi-persistente Δ_{TF} del MCS (es decir, sin ningún ajuste del MCS), y / o reemplazando el parámetro dinámico del ancho de banda del PUSCH, $M_{PUSCH}(i)$, por un parámetro fijo o semi-persistente del ancho de banda M_{PUSCH} . El parámetro M_{PUSCH} puede tener un valor M_{PUSCH_MAX} que representa un número fijo o semi-persistente de los RB, tal como 1 RB, para cálculos del máximo umbral de potencia. El parámetro M_{PUSCH} puede tener un valor M_{PUSCH_MIN} que representa un número fijo o semi-persistente de los RB, tal como 110 RB (correspondientes a un máximo ancho de banda del sistema) para cálculos del mínimo umbral de potencia. La fórmula para la comparación de potencia máxima puede entonces expresarse como:

$$35 \quad P_{PUSCH}(i) = \min\{P_{CMAX}, 10 \log_{10}(M_{PUSCH_MIN}) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{TF} + f(i)\} \quad (3)$$

De manera similar, la fórmula para la comparación de potencia mínima puede expresarse como:

$$40 \quad P_{PUSCH}(i) = \max\{P_{CMIN}, 10 \log_{10}(M_{PUSCH_MAX}) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{TF} + f(i)\} \quad (4)$$

donde M_{PUSCH_MIN} , M_{PUSCH_MAX} y Δ_{TF} están configurados por una capa superior (p. ej., una capa por encima de la capa física, tal como la capa 3), asignados por el eNodeB sobre una base de planificación semi-persistente, o codificados explícitamente en una especificación, y son independientes del índice de sub-trama (i).

45 En una o más realizaciones alternativas, los valores dinámicos para el ancho de banda del PUSCH y el MCS pueden ser usados cuando el nivel en comandos de la potencia de transmisión está entre los umbrales de potencia máximo y mínimo, y los valores fijos o semi-persistentes del ancho de banda del PUSCH y / o del MCS (descritos anteriormente) pueden ser usados cuando la potencia de transmisión en comandos está en, o por encima de, el umbral máximo de potencia, o bien en, o por debajo de, el umbral mínimo de potencia.

50 En otras realizaciones, los valores dinámicos para el ancho de banda del PUSCH y el MCS pueden usarse cuando la potencia de transmisión en comandos está entre los umbrales de potencia máximo y mínimo. Sin embargo, en lugar de reemplazar los valores dinámicos con valores fijos o semi-persistentes cuando la potencia de transmisión en comandos está en, o por encima de, el máximo umbral de potencia, o bien en, o por debajo de, el mínimo umbral de potencia, la potencia de transmisión puede ser fijada en un desplazamiento predeterminado a partir del umbral de potencia máximo o mínimo. Por ejemplo, si el valor del nivel de potencia de transmisión en comandos es menor que, o igual a, el valor del mínimo umbral de potencia de transmisión, la potencia de transmisión puede ser fijada en un desplazamiento fijo (p. ej., 3 dB) por encima del umbral mínimo de la potencia de transmisión. Si el valor del nivel de potencia de transmisión en comandos es mayor que, o igual a, el valor del máximo umbral de la potencia de transmisión, la potencia de transmisión puede ser fijada en un desplazamiento fijo (p. ej., 3 dB) por debajo del

máximo umbral de la potencia de transmisión. Los desplazamientos pueden ser codificados explícitamente o configurados por una capa por encima de la capa física, tal como la capa 3 en la LTE.

5 Las mismas fórmulas descritas anteriormente pueden ser usadas para el control de potencia de formato de DCI 3 / 3A del PUSCH, suponiendo los mismos factores de ancho de banda asignados por capas superiores y el mismo MCS o, alternativamente, usando un último ancho de banda asignado y un último ajuste de MCS para futuros cálculos.

10 Las mismas fórmulas descritas anteriormente pueden ser usadas para el control de potencia del PUCCH. En una realización, suponiendo que las variaciones en el ancho de banda del PUCCH y en la modulación son relativamente limitadas en comparación con el PUSCH, los umbrales de potencia máximo y mínimo pueden ser sencillamente ignorados.

15 Las mismas fórmulas descritas anteriormente pueden ser usadas para otras operaciones relacionadas con el control de potencia. En una realización, los informes de los márgenes disponibles de potencia pueden estar basados en un ancho de banda de referencia y un MCS de referencia, donde no hay ninguna transmisión del PUSCH.

20 Los expertos en la técnica apreciarán que, si bien partes de la exposición precedente sobre el control de potencia abordan el uso de valores dinámicos, fijos o semi-persistentes (conjuntamente, valores de referencia) del ancho de banda del PUSCH y del MCS, los mismos conceptos pueden ser implementados usando valores de referencia basados en el número de las SRS, al menos porque el número de símbolos de referencia de sondeo es proporcional al ancho de banda de transmisión.

25 La FIG. 9 ilustra el efecto de usar parámetros fijos de ancho de banda y de modulación según lo descrito anteriormente. En la FIG. 9, la potencia de transmisión del PUSCH alcanza el mínimo umbral de potencia (P_{MIN}) en t_1 , como resultado de los decrementos en el valor de $f(i)$. Sin embargo, $f(i)$ no está desactivado porque la potencia calculada (a diferencia de la potencia efectiva) está todavía por encima del umbral, debido al parámetro de ancho de banda mínimo fijo y al parámetro de modulación, configurados por la capa superior y usados en la fórmula de comparación. En el momento t_2 , donde aumenta el ancho de banda del PUSCH, la potencia de transmisión del PUSCH puede alcanzar o superar el máximo umbral de potencia (P_{MAX}). Sin embargo, $f(i)$ no está desactivado porque la potencia calculada (a diferencia de la potencia efectiva) está todavía por debajo del umbral, debido al factor de ancho de banda máximo fijo y al factor de modulación usados en la fórmula de comparación.

35 La FIG. 10 ilustra el efecto sobre el control de potencia de transmisión de las SRS, usando los mismos factores de ancho de banda fijo y de modulación en las fórmulas de control de potencia, según lo descrito anteriormente. En la FIG. 10, la potencia de transmisión de las SRS rastrea la potencia de transmisión del PUSCH con un desplazamiento fijo hasta el momento t_1 , donde un cambio del ancho de banda en el PUSCH provoca que la potencia de transmisión del PUSCH alcance o supere el máximo umbral de potencia (P_{MAX}) y aumente temporalmente el desplazamiento entre la potencia de transmisión del PUSCH y la potencia de transmisión de las SRS. Sin embargo, $f(i)$ no está desactivado porque la potencia calculada (a diferencia de la potencia efectiva) está todavía por debajo del umbral, debido al factor de ancho de banda máximo fijo y al factor de modulación. Como resultado, los aumentos de $f(i)$ son todavía efectivos para llevar la potencia de transmisión de las SRS hasta un nivel deseable con respecto a la potencia de transmisión del PUSCH.

45 En una realización, otra solución para los problemas descritos anteriormente incluye reiniciar el valor de $f(i)$ toda vez que la potencia de transmisión del PUSCH alcanza el máximo umbral de potencia (P_{MAX}) o el mínimo umbral de potencia (P_{MIN}).

50 Por ejemplo, si la potencia de transmisión del PUSCH está en, o por encima de, el máximo umbral de potencia (P_{MAX}), el siguiente comando de reducción de potencia, representado por un valor negativo de δ_{PUSCH} , puede reiniciar el valor de $f(i)$ en la próxima sub-trama en:

$$f(i+1) = P_{CMAX} + \delta_{PUSCH} - 10 \log_{10}(M_{PUSCH}(i) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{TF}(i)) \quad (5)$$

55 Alternativamente, la operación de reinicio puede ser retardada hasta que haya sido recibido un número predeterminado de comandos de reducción de potencia, y la potencia de transmisión del PUSCH esté todavía en, o por encima de, el máximo umbral de potencia.

60 De manera similar, si la potencia de transmisión del PUSCH está en, o por debajo de, el mínimo umbral de potencia (P_{MIN}), el siguiente comando de aumento de potencia, representado por un valor positivo de δ_{PUSCH} , puede reiniciar el valor de $f(i)$ en la próxima sub-trama en:

$$f(i+1) = 10 \log_{10} (M_{PUSCH}(i)) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{TF}(i) - P_{CMIN} + \delta_{PUSCH} \quad (6)$$

Alternativamente, la operación de reinicio puede ser retardada hasta que haya sido recibido un número predeterminado de comandos de aumento de potencia y la potencia de transmisión del PUSCH esté todavía en, o por debajo de, el mínimo umbral de potencia.

La FIG. 11 ilustra el efecto de reiniciar el valor de $f(i)$ en el caso ejemplar de un aumento del ancho de banda que provoca que la potencia de transmisión del PUSCH alcance o supere el máximo umbral de potencia (P_{CMAX}). Según se ilustra en la FIG. 11, desde el momento t_0 al momento t_1 , la potencia de transmisión del PUSCH está por debajo del máximo umbral de potencia (P_{CMAX}) y rastrea los cambios en $f(i)$. En el momento t_1 , el ancho de banda asignado del PUSCH aumenta (p. ej., por el formato de DCI 0 en el PDCCH), provocando que la potencia total de transmisión del PUSCH iguale o supere el máximo umbral de potencia (P_{CMAX}), e inhabilitando comandos adicionales de aumento de potencia. Sin embargo, esta condición activa un reinicio de $f(i)$ en la próxima sub-trama (o después de un número predeterminado de sub-tramas que contienen comandos de reducción de potencia), de acuerdo a la ecuación (5) anterior, dejando caer la potencia total de transmisión del PUSCH por debajo del máximo umbral de potencia (P_{CMAX}) y re-habilitando los comandos de aumento de potencia. Si bien no se ilustra por separado, los medianamente expertos en la técnica apreciarán que la ecuación (6) puede ser aplicada de manera similar a una transición desde un amplio ancho de banda hasta un ancho de banda estrecho que provoca que la potencia total de transmisión del PUSCH alcance, o caiga por debajo de, el mínimo umbral de potencia (P_{CMIN}) (ya sea en la próxima sub-trama después de que se alcanza o se cruza el mínimo umbral de potencia, o después de un número predeterminado de sub-tramas que contienen comandos de aumento de potencia).

En una realización, se contempla que los bucles de control asociados a las ecuaciones (1) y (2) pueden ser eliminados y reemplazados por un procedimiento para ajustar el nivel de potencia de transmisión, donde el UE, funcionando a un nivel dado $f(i)$ de potencia de transmisión en la sub-trama (i), recibe un comando de potencia diferencial ΔP en el enlace descendente y transmite a un nivel de potencia $f(i+1)$ en la sub-trama ($i+1$), dado por $f(i+1) = f(i) + \Delta P$.

En una realización contemplada, en lugar de la arquitectura de bucle único de control, descrita anteriormente, el UE puede mantener un cierto número de bucles de control de potencia de transmisión de enlace ascendente, correspondientes a un número igual de anchos de banda de referencia, o de esquemas de modulación y codificación. Por ejemplo, puede mantenerse un bucle de control de potencia para cada posible asignación de ancho de banda. Sin embargo, este enfoque puede dar como resultado un gran sobregasto, especialmente para sistemas con amplia capacidad de ancho de banda (p. ej., de 20 MHz, con soporte para hasta 100 RB). Alternativamente, los bucles pueden ser cuantizados. Por ejemplo, un diezmado de 10 daría como resultado 10 bucles para el sistema ejemplar de 20 MHz. (p. ej., un bucle con un ancho de banda de referencia de 5 RB para abarcar cualquier ancho de banda asignado a partir de entre 1 y 10 RB, un bucle con un ancho de banda de referencia de 15 RB para abarcar cualquier ancho de banda asignado a partir de entre 11 y 20 RB, etc.). El UE selecciona el bucle de control con el valor de referencia más cercano al valor asignado en el enlace descendente. Cada bucle de control puede ser actualizado entre una sub-trama y otra con un comando de control de potencia de transmisión (TPC), recibido en un canal de control de enlace descendente, pero la potencia de transmisión efectiva está controlada por el bucle seleccionado. Por ejemplo, si la asignación del ancho de banda del PUSCH es de 23 RB, el UE seleccionaría el bucle para 25 RB.

Se apreciará que las realizaciones descritas anteriormente también pueden aplicarse a sistemas de múltiples portadoras, tales como las contempladas para la LTE Avanzada. Para un sistema de múltiples portadoras, un bucle de control de potencia puede ser mantenido por el UE para cada portadora. Puede haber una potencia de transmisión máxima específica del UE, P_{UEMAX} , y una potencia de transmisión máxima específica de la portadora, P_{CCMAX} , asociada a cada bucle de control. La potencia de transmisión en la sub-trama (i) puede ser controlada por una función de selección mínima tal como:

$$P_{PUSCH}(i) = \min[P_{UEMAX}, P_{CCMAX}, P_{PUSCH}(i-1) + f(i)]$$

Alternativamente, la potencia de transmisión en la sub-trama (i) puede ser controlada por una función de selección mínima tal como:

$$P_{PUSCH}(i) = \min[P_{UEMAX} / N, P_{CCMAX}, P_{PUSCH}(i-1) + f(i)],$$

donde N es el número de portadoras configuradas para el UE.

También se apreciará que los procedimientos descritos anteriormente como realizaciones individuales pueden ser empleados como soluciones autónomas, o en combinación. Adicionalmente, el valor de $f(i)$ usado para el control de potencia de transmisión del PUSCH puede ser desacoplado del valor de $f(i)$ usado para el control de potencia de transmisión de las SRS. Por ejemplo, el cálculo de $f(i)$ para el PUSCH puede ser conforme a la norma LTE Rel-8, mientras que el cálculo de $f(i)$ para las SRS puede usar los parámetros de ancho de banda (M_{PUSCH}) y los parámetros del MCS (Δ_{TF}) que están configurados por la señalización de capa superior, asignados de manera semi-persistente, o codificados explícitamente, según lo descrito anteriormente. Adicionalmente, el desacople del control de potencia de transmisión del PUSCH y las SRS puede ser condicional, teniendo lugar solamente cuando la potencia de transmisión del PUSCH está en, o por encima de, el umbral máximo de potencia (P_{MAX}), o en, o por debajo de, el umbral mínimo de potencia (P_{MIN}).

La FIG. 12 es un diagrama de bloques de un sistema 300 en una realización. El sistema 300 incluye una estación base 310 y un terminal inalámbrico 320. La estación base 310 está configurada para recibir estimaciones de pérdida de trayecto desde el terminal inalámbrico 320 y para transmitir comandos de TPC (control de potencia de transmisión) al terminal inalámbrico 320. El terminal inalámbrico 320 está configurado para transmitir estimaciones de pérdida de trayecto a la estación base 310; para recibir y procesar comandos de control de potencia de transmisión recibidos desde la estación base 310 y para transmitir un canal físico de datos compartidos de enlace ascendente a la estación base después de ajustar la potencia de transmisión en respuesta al comando de control de potencia de transmisión.

La FIG. 13 ilustra un diagrama de bloques funcionales de una estación base 400 en una realización. Según lo ilustrado en la FIG. 13, la estación base 400 puede incluir el componente procesador 410, el componente de memoria 420, el componente receptor 430, el componente de generación 440 y el componente transmisor 450.

En un aspecto, el componente procesador 410 está configurado para ejecutar instrucciones legibles por ordenador, relacionadas con la realización de una cualquiera entre una pluralidad de funciones. El componente procesador 410 puede ser un procesador único o una pluralidad de procesadores dedicados a analizar información a comunicar desde la estación base 400 y / o a generar información que pueda ser utilizada por el componente de memoria 420, el componente receptor 430, el componente de generación 440 y / o el componente transmisor 450. Adicionalmente, o alternativamente, el componente procesador 410 puede estar configurado para controlar uno o más componentes de la estación base 400.

En otro aspecto, el componente de memoria 420 está acoplado con el componente procesador 410 y configurado para almacenar instrucciones legibles por ordenador, ejecutadas por el componente procesador 410. El componente de memoria 420 también puede ser configurado para almacenar cualquiera entre una pluralidad de otros tipos de datos, incluyendo los datos generados / recibidos por el componente receptor 430, el componente de generación 440 y / o el componente transmisor 450.

En otro aspecto más, el componente receptor 430 y el componente transmisor 450 también están acoplados al componente procesador 410 y configurados para ejercer de interfaces entre la estación base 400 y entidades externas. Por ejemplo, el componente receptor 430 puede ser configurado para recibir una señal desde un terminal inalámbrico, mientras que el componente transmisor 450 puede ser configurado para transmitir un comando de control de potencia de transmisión al terminal inalámbrico, donde el comando de control de potencia de transmisión instruye al terminal inalámbrico para ajustar su potencia de transmisión.

Según se ilustra, la estación base 400 puede además incluir el componente de generación 440. El componente de generación 440 está configurado para generar un comando de control de potencia de transmisión, en base a la señal recibida desde el terminal inalámbrico, donde el comando de control de potencia de transmisión puede incluir parámetros basados en la asignación de recursos y / o en el formato de transporte asociado a un esquema de modulación y codificación (MCS).

La FIG. 14 ilustra un diagrama de bloques de un terminal inalámbrico 600 de acuerdo a una realización. Según se ilustra, el terminal inalámbrico 600 puede incluir el componente procesador 610, el componente de memoria 620, el componente receptor 630, el componente de control de potencia 640 y el componente transmisor 650.

De manera similar al componente procesador 410 en la estación base 400, el componente procesador 610 está configurado para ejecutar instrucciones legibles por ordenador, relacionadas con la realización de cualquiera entre una pluralidad de funciones. El componente procesador 610 puede ser un único procesador o una pluralidad de procesadores dedicados a analizar información a comunicar desde el terminal inalámbrico 600 y / o a generar información que pueda ser utilizada por el componente de memoria 620, el componente receptor 630, el componente de control de potencia 640 y / o el componente transmisor 650. Adicionalmente, o alternativamente, el componente procesador 610 puede ser configurado para controlar uno o más componentes del terminal inalámbrico 600.

En otro aspecto, el componente de memoria 620 está acoplado al componente procesador 610 y configurado para almacenar instrucciones legibles por ordenador, ejecutadas por el componente procesador 610. El componente de memoria 620 también puede ser configurado para almacenar cualquiera entre una pluralidad de otros tipos de datos, incluyendo datos generados / recibidos por cualquiera entre el componente receptor 630, el componente de control de potencia 640 y / o el componente transmisor 650. El componente de memoria 620 es análogo al componente de memoria 420 en la estación base 400.

En otro aspecto más, el componente receptor 630 y el componente transmisor 650 también están acoplados al componente procesador 610 y configurados para ejercer de interfaz entre el terminal inalámbrico 600 y entidades externas. Por ejemplo, el componente receptor 630 puede ser configurado para recibir un comando de control de potencia de transmisión desde la estación base 400, donde el comando de control de potencia de transmisión instruye al terminal inalámbrico para ajustar un nivel de potencia de transmisión de enlace ascendente, en base, por ejemplo, a al menos uno entre un límite máximo de potencia de transmisión y un límite mínimo de potencia de transmisión, asignación de recursos y formatos de transporte que incluyen esquemas de modulación y codificación. El componente transmisor 650 puede ser configurado para transmitir una señal de acuerdo a la potencia de transmisión ajustada.

Según lo ilustrado, el terminal inalámbrico 600 puede además incluir el componente de control de potencia 640. En un aspecto, el componente de control de potencia 640 está configurado para averiguar una potencia de transmisión para el terminal inalámbrico 600, en base al comando de control de potencia de transmisión.

La FIG. 15 ilustra un diagrama de bloques de un sistema 700 de acuerdo a una realización. El sistema 700 y / o las instrucciones para implementar el sistema 700 pueden residir físicamente dentro de un terminal inalámbrico, por ejemplo, donde el sistema 700 incluye bloques funcionales que pueden representar funciones implementadas, p. ej., por un procesador, software / firmware, etc. Además, el sistema 700 incluye un grupo físico o lógico 702 de componentes eléctricos. Según lo ilustrado, el grupo 702 puede incluir un componente 710 para recibir un comando de control de potencia de transmisión desde una estación base, tal como la estación base 400. Además, el grupo 702 puede incluir un componente 712 para ajustar un nivel de potencia de transmisión, en base al comando de control de potencia de transmisión. El grupo 702 también puede incluir un componente 714 para transmitir una señal de acuerdo a la potencia de transmisión. Adicionalmente, el sistema 700 puede incluir una memoria 720 que retiene instrucciones para ejecutar funciones asociadas a los componentes 710, 712 y 714. Si bien se muestran como externos a la memoria 720, ha de entenderse que los componentes 710, 712 y 714 pueden existir dentro de la memoria 720.

La FIG. 16 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 800 para el control de potencia acumulativa en una realización. El procedimiento comienza en la operación 802, recibiendo un comando de control de potencia de transmisión. El procedimiento continúa en la operación 804, determinando un nivel de potencia de transmisión indicado por comando, en base al comando de control de potencia de transmisión. El procedimiento concluye en la operación 806, ajustando un nivel de potencia de transmisión en base al nivel de potencia de transmisión indicado por comando, donde el nivel de potencia de transmisión está desacoplado de al menos uno entre un parámetro de ancho de banda de transmisión, un parámetro de formato de transporte y un límite del tamaño de paso de potencia.

Se apreciará que las memorias que se describen con relación a las realizaciones divulgadas pueden ser memoria volátil o memoria no volátil, o pueden incluir memoria tanto volátil como no volátil. A modo de ilustración, y no de limitación, la memoria no volátil puede incluir memoria de solo lectura (ROM), ROM programable (PROM), ROM eléctricamente programable (EPROM), PROM eléctricamente borrrable (EEPROM) o memoria flash. La memoria volátil puede incluir memoria de acceso aleatorio (RAM), que actúa como una memoria caché externa. A modo de ilustración y no de limitación, la RAM está disponible en muchas formas, tales como RAM síncrona (SRAM), RAM dinámica (DRAM), DRAM síncrona (SDRAM), SDRAM de doble velocidad de datos (DDR SDRAM), SDRAM mejorada (ESDRAM) DRAM de Synchlink (SLDRAM) y RAM directa de Rambus (RRAM).

También debería observarse que los sistemas y aparatos descritos en la presente memoria pueden ser empleados con un equipo de usuario o dispositivo móvil, y pueden ser, por ejemplo, un módulo tal como una tarjeta SD, una tarjeta de red, una tarjeta de red inalámbrica, un ordenador (incluyendo los portátiles, los equipos de mesa, los asistentes digitales personales (PDA), las tabletas), teléfonos móviles, teléfonos inteligentes o cualquier otro terminal adecuado que pueda ser utilizado para acceder a una red. El equipo de usuario accede a la red por medio de un componente de acceso. En un ejemplo, una conexión entre el equipo de usuario y los componentes de acceso puede ser inalámbrica por naturaleza, en la cual los componentes de acceso pueden ser la estación base y el equipo de usuario es un terminal inalámbrico. Por ejemplo, el terminal y las estaciones base pueden comunicarse por medio de cualquier protocolo inalámbrico adecuado, incluyendo, pero sin limitación, el Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA), el Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), el Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), el Multiplexado por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM), el OFDM FLASH, el Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA) o cualquier otro protocolo adecuado.

Los componentes de acceso pueden ser un nodo de acceso asociado a una red cableada o a una red inalámbrica. Con ese fin, los componentes de acceso pueden ser, por ejemplo, un encaminador, un conmutador y similares. El componente de acceso puede incluir una o más interfaces, p. ej., módulos de comunicación, para comunicarse con otros nodos de red. Adicionalmente, el componente de acceso puede ser una estación base (o punto de acceso inalámbrico) en una red de tipo celular, en la que las estaciones base (o puntos de acceso inalámbrico) son utilizadas para proporcionar áreas de cobertura inalámbrica a una pluralidad de abonados. Tales estaciones base (o puntos de acceso inalámbrico) pueden estar dispuestas para proporcionar áreas contiguas de cobertura a uno o más teléfonos celulares y / o a otros terminales inalámbricos.

Ha de entenderse que las realizaciones y características que se describen en la presente memoria pueden ser implementadas por hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Diversas realizaciones descritas en la presente memoria se describen en el contexto general de procedimientos o procesos, que pueden ser implementados en una realización por un producto de programa de ordenador, realizados en un medio legible por ordenador, que incluye instrucciones ejecutables por ordenador, tales como código de programa, ejecutado por ordenadores en entornos en red. Una memoria y / o un medio legible por ordenador pueden incluir dispositivos de almacenamiento extraíbles y no extraíbles, que incluyen, pero no se limitan a, la Memoria de Solo Lectura (ROM), la Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), los discos compactos (CD), los discos versátiles digitales (DVD) y similares. Cuando se implementan en software, las funciones pueden ser almacenadas en, o transmitidas como una o más instrucciones o código por, un medio legible por ordenador. Un medio legible por ordenador incluye tanto medios de almacenamiento de ordenador como medios de comunicación, incluyendo a cualquier medio que facilite la transferencia de un programa de ordenador desde un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda acceder un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda ser usado para llevar o almacenar los medios deseados de código de programa en forma de instrucciones o estructuras de datos a las que pueda acceder un ordenador de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial.

Además, cualquier conexión se denomina debidamente un medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una sede de la Red, un servidor u otro origen remoto usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par cruzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como los infrarrojos, la radio y las microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par cruzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como los infrarrojos, la radio y las microondas están incluidas en la definición de medio. Los discos, según se usan en la presente memoria, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen usualmente los datos en forma magnética, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de los anteriores también deberían ser incluidas dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

En general, los módulos de programa pueden incluir rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, etc., que realizan tareas específicas o implementan tipos específicos de datos abstractos. Las instrucciones ejecutables por ordenador, las estructuras de datos asociadas y los módulos de programa representan ejemplos de código de programa para ejecutar etapas de los procedimientos divulgados en la presente memoria. La secuencia específica de tales instrucciones ejecutables o las estructuras de datos asociadas representan ejemplos de actos correspondientes para implementar las funciones descritas en tales etapas o procesos.

Las diversas lógicas ilustrativas, bloques lógicos, módulos y circuitos descritos con relación a los aspectos divulgados en la presente memoria pueden ser implementados o realizados con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una formación de compuertas programables en el terreno (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, compuerta discreta o lógica de transistor, componentes discretos de hardware o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en la presente memoria. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, controlador, micro-controlador o máquina de estados. Un procesador también puede ser implementado como una combinación de dispositivos informáticos, p. ej., una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores conjuntamente con un núcleo de DSP, o cualquier otra configuración adecuada. Adicionalmente, al menos un procesador puede comprender uno o más módulos operables para realizar una o más de las etapas y / o acciones descritas en la presente memoria.

Para una implementación en software, las técnicas descritas en la presente memoria pueden ser implementadas con módulos (p. ej., procedimientos, funciones, etc.) que realizan las funciones descritas en la presente memoria. Los códigos de software pueden ser almacenados en unidades de memoria y ejecutados por procesadores. La unidad

de memoria puede ser implementada dentro del procesador y / o ser externa al procesador, en cuyo caso puede estar comunicativamente acoplada con el procesador a través de diversos medios, como se conoce en la técnica. Además, al menos un procesador puede incluir uno o más módulos operables para realizar las funciones descritas en la presente memoria.

5 Las técnicas descritas en la presente memoria pueden ser usadas para diversos sistemas de comunicación inalámbrica, tales como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otros sistemas. Los términos “sistema” y “red” se usan a menudo en forma intercambiable. Un sistema de CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Acceso Universal por Radio Terrestre (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de Banda Ancha (W-
10 CDMA) y otras variantes del CDMA. Además, cdma2000 abarca las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Un sistema de TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). Un sistema de OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA Evolucionado (E-UTRA), Banda Ancha Ultra Móvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-
15 3GPP es una versión de UMTS que usa E-UTRA, que emplea OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE y GSM están descritos en documentos de una organización llamada “Proyecto de Colaboración de 3ª Generación” (3GPP). Adicionalmente, cdma2000 y UMB están descritos en documentos de una organización llamada “Proyecto 2 de Colaboración de 3ª Generación” (3GPP2). Además, tales sistemas de comunicación inalámbrica pueden incluir adicionalmente sistemas de red ad hoc entre pares (p. ej.,
20 entre equipo de usuario y equipo de usuario), usando a menudo espectros no licenciados y no apareados, LAN inalámbricas 802.xx, BLUETOOTH y otras técnicas cualesquiera de comunicación inalámbrica de alcance corto o largo.

25 El acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA), que utiliza la modulación de portadora única y la ecualización del dominio de la frecuencia, es una técnica que puede ser utilizada con las realizaciones divulgadas. El SC-FDMA tiene prestaciones similares y, esencialmente, una complejidad global similar a las de los sistemas de OFDMA. La señal de SC-FDMA tiene una menor razón entre potencia máxima y media (PAPR) debido a su estructura inherente de portadora única. El SC-FDMA puede ser utilizado en comunicaciones de enlace ascendente, donde una menor PAPR puede beneficiar a un equipo de usuario en términos de eficacia de potencia
30 de transmisión.

Además, diversos aspectos o características descritos en la presente memoria pueden ser implementados como un procedimiento, aparato o artículo de fabricación, usando técnicas estándar de programación y / o de ingeniería. El término “artículo de fabricación”, según se usa en la presente memoria, está concebido para abarcar un programa de
35 ordenador accesible desde cualquier dispositivo, portadora o medios legibles por ordenador. Por ejemplo, los medios legibles por ordenador pueden incluir, pero no se limitan a, dispositivos de almacenamiento magnético (p. ej., disco rígido, disco flexible, bandas magnéticas, etc.), discos ópticos (p. ej., disco compacto (CD), disco versátil digital (DVD), etc.), tarjetas inteligentes y dispositivos de memoria flash (p. ej., EPROM, tarjeta, barra, impulsor clave, etc.). Adicionalmente, diversos medios de almacenamiento descritos en la presente memoria pueden representar uno o más dispositivos y / u otros medios legibles por máquina para almacenar información. El término “medio legible por máquina”
40 puede incluir, sin limitarse a, canales inalámbricos y otros diversos medios capaces de almacenar, contener y / o llevar una o más instrucciones y / o datos. Adicionalmente, un producto de programa de ordenador puede incluir un medio legible por ordenador que tenga una o más instrucciones o códigos operables para provocar que un ordenador realice las funciones descritas en la presente memoria.

45 Además, las etapas y / o acciones de un procedimiento o algoritmo descrito con relación a los aspectos divulgados en la presente memoria pueden ser realizadas directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco rígido, un disco extraíble, un CD-ROM o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento ejemplar puede estar acoplado con el procesador, de modo que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. Además, en algunas realizaciones, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. Adicionalmente, el ASIC puede residir en un equipo de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de
50 almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un equipo de usuario. Adicionalmente, en algunas realizaciones, las etapas y / o acciones de un procedimiento o algoritmo pueden residir como uno de, o cualquier combinación o conjunto de, los códigos y / o instrucciones en un medio legible por máquina y / o un medio legible por ordenador, que pueden ser incorporados en un producto de programa de ordenador.

60 Si bien la divulgación precedente expone realizaciones ilustrativas, debería observarse que diversos cambios y modificaciones podrían hacerse en la presente memoria sin apartarse del ámbito de las realizaciones descritas, según lo definido por las reivindicaciones adjuntas. En consecuencia, las realizaciones descritas están concebidas para abarcar todas las alteraciones, modificaciones y variaciones de ese tipo que caigan dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque los elementos de las realizaciones descritas puedan ser descritos o reivindicados en singular,

se contempla el plural, a menos que la limitación al singular esté explícitamente indicada. Adicionalmente, toda, o una parte de cualquier, realización puede ser utilizada con toda, o una parte de cualquier, otra realización, a menos que se indique lo contrario.

- 5 En la medida que el término “incluye” se usa, bien en la descripción detallada o bien en las reivindicaciones, tal término está concebido para ser inclusivo, de una manera similar al término “comprende”, según se interpreta “comprende” cuando se emplea como una palabra de transición en una reivindicación. Además, el término “o”, según se usa, bien en la descripción detallada o bien en las reivindicaciones, está concebido para significar un “o” inclusivo, en lugar de un “o” exclusivo. Es decir, a menos que se especifique lo contrario, o que sea claro a partir del contexto, la frase “X emplea A o B” está concebida para significar cualquiera de las permutaciones inclusivas naturales. Es decir, la frase “X emplea A o B” se satisface con cualquiera de los siguientes ejemplos: X emplea A; X emplea B; o X emplea tanto A como B. Además, los artículos “un” y “uno”, según se usan en esta solicitud y las reivindicaciones adjuntas, deberían ser generalmente interpretados con el significado de “uno o más”, a menos que se especifique lo contrario, o que sea claro, a partir del contexto, que están orientados a una forma singular.

15

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (800), que comprende:
 - 5 recibir (802) un comando de control de potencia de transmisión;
 - determinar (804) un nivel de potencia de transmisión indicado en el comando en base al comando de control de potencia de transmisión que comprende usar un parámetro de ancho de banda de transmisión cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor que el valor de un umbral mínimo de potencia de transmisión y menor que el valor de un umbral máximo de potencia de transmisión, y
 - 10 reemplazar el parámetro de ancho de banda de transmisión por uno entre un parámetro de ancho de banda de transmisión, fijo o semi-persistente, cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor o igual al valor del máximo umbral de potencia de transmisión o menor o igual al valor del mínimo umbral de potencia de transmisión; y
 - 15 reemplazar el parámetro de ancho de banda de transmisión por uno entre un parámetro de ancho de banda de transmisión, fijo o semi-persistente, cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor o igual al valor del máximo umbral de potencia de transmisión o menor o igual al valor del mínimo umbral de potencia de transmisión; y
 - 20 ajustar (806) un nivel de potencia de transmisión en base al nivel de potencia de transmisión indicado en el comando.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicho parámetro de ancho de banda de transmisión, entre uno fijo y uno semi-persistente, comprende un parámetro de ancho de banda mínimo, fijo o semi-persistente, para el cálculo del umbral mínimo de potencia.
- 25 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicho parámetro de ancho de banda de transmisión, entre uno fijo y uno semi-persistente, comprende un parámetro de ancho de banda máximo, fijo o semi-persistente, para el cálculo del umbral máximo de potencia.
- 30 4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además reemplazar un parámetro de formato de transporte por un parámetro de formato de transporte fijo o semi-persistente, que comprende un esquema de modulación y codificación de referencia.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
 - 35 usar el parámetro de formato de transporte cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor que el valor de un umbral mínimo de potencia de transmisión y menor que el valor de un umbral máximo de potencia de transmisión; y
 - 40 reemplazar el parámetro de formato de transporte por un parámetro de formato de transporte, fijo o semi-persistente, cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor o igual al valor del umbral máximo de potencia de transmisión, o menor o igual al valor del umbral mínimo de potencia de transmisión.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
 - 45 usar el parámetro del ancho de banda de transmisión y el parámetro del formato de transporte para ajustar el nivel de potencia de transmisión cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor que el valor de un umbral mínimo de potencia de transmisión y menor que el valor de un umbral máximo de potencia de transmisión;
 - 50 fijar el nivel de potencia de transmisión en un primer desplazamiento por encima del umbral mínimo de potencia de transmisión cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es menor o igual al valor del umbral mínimo de potencia de transmisión; y
 - 55 fijar el nivel de potencia de transmisión en un segundo desplazamiento por debajo del umbral máximo de potencia de transmisión cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor o igual al valor del umbral máximo de potencia de transmisión.
7. Un aparato (700), que comprende:
 - 60 medios (710) para recibir un comando de control de potencia de transmisión;
 - medios para determinar un nivel de potencia de transmisión indicado en el comando, en base al comando de control de potencia de transmisión, que comprende

- 5 medios para usar un parámetro de ancho de banda de transmisión cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor que el valor de un umbral mínimo de potencia de transmisión y menor que el valor de un umbral máximo de potencia de transmisión, y
- 10 medios para reemplazar el parámetro de ancho de banda de transmisión por un parámetro de ancho de banda de transmisión, fijo o semi-persistente, cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor o igual al valor del máximo umbral de potencia de transmisión o menor o igual al valor del mínimo umbral de potencia de transmisión; y
- 15 8. El aparato de la reivindicación 7, en el que dicho parámetro de ancho de banda de transmisión, entre uno fijo y uno semi-persistente, comprende un parámetro de ancho de banda mínimo, fijo o semi-persistente, para el cálculo del umbral mínimo de potencia.
- 20 9. El aparato de la reivindicación 7, en el que dicho parámetro de ancho de banda de transmisión, entre uno fijo y uno semi-persistente, comprende un parámetro de ancho de banda máximo, fijo o semi-persistente, para el cálculo del umbral máximo de potencia.
- 25 10. El aparato de la reivindicación 7, que comprende además medios para reemplazar un parámetro de formato de transporte por un parámetro de formato de transporte, fijo o semi-persistente, que comprende un esquema de modulación y codificación de referencia.
- 30 11. El aparato de la reivindicación 7, que comprende además:
- 35 medios para usar el parámetro de formato de transporte cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor que el valor de un umbral mínimo de potencia de transmisión y menor que el valor de un umbral máximo de potencia de transmisión; y
- medios para reemplazar el parámetro de formato de transporte por un parámetro de formato de transporte, fijo o semi-persistente, cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor o igual al valor del umbral máximo de potencia de transmisión, o menor o igual al valor del umbral mínimo de potencia de transmisión.
- 40 12. El aparato de la reivindicación 7, que comprende además:
- 45 medios para usar el parámetro del ancho de banda de transmisión y el parámetro del formato de transporte para ajustar el nivel de potencia de transmisión cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor que el valor de un umbral mínimo de potencia de transmisión y menor que el valor de un umbral máximo de potencia de transmisión;
- medios para fijar el nivel de potencia de transmisión en un primer desplazamiento por encima del umbral mínimo de potencia de transmisión cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es menor o igual al valor del umbral mínimo de potencia de transmisión; y
- 50 medios para fijar el nivel de potencia de transmisión en un segundo desplazamiento por debajo del umbral máximo de potencia de transmisión cuando el valor del nivel de potencia de transmisión indicado en el comando es mayor o igual al valor del umbral máximo de potencia de transmisión.
- 55 13. Un medio de almacenamiento no transitorio, legible por máquina, con instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando son leídas por una máquina, provocan que la máquina realice un procedimiento de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

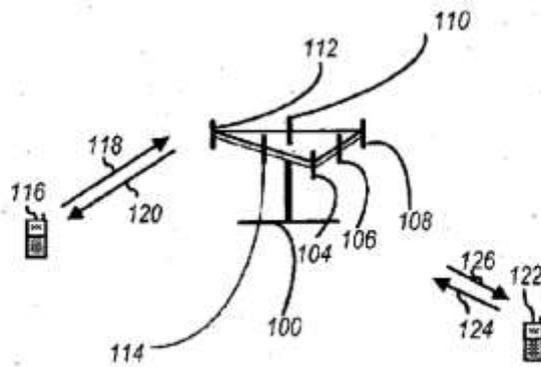


Fig. 1

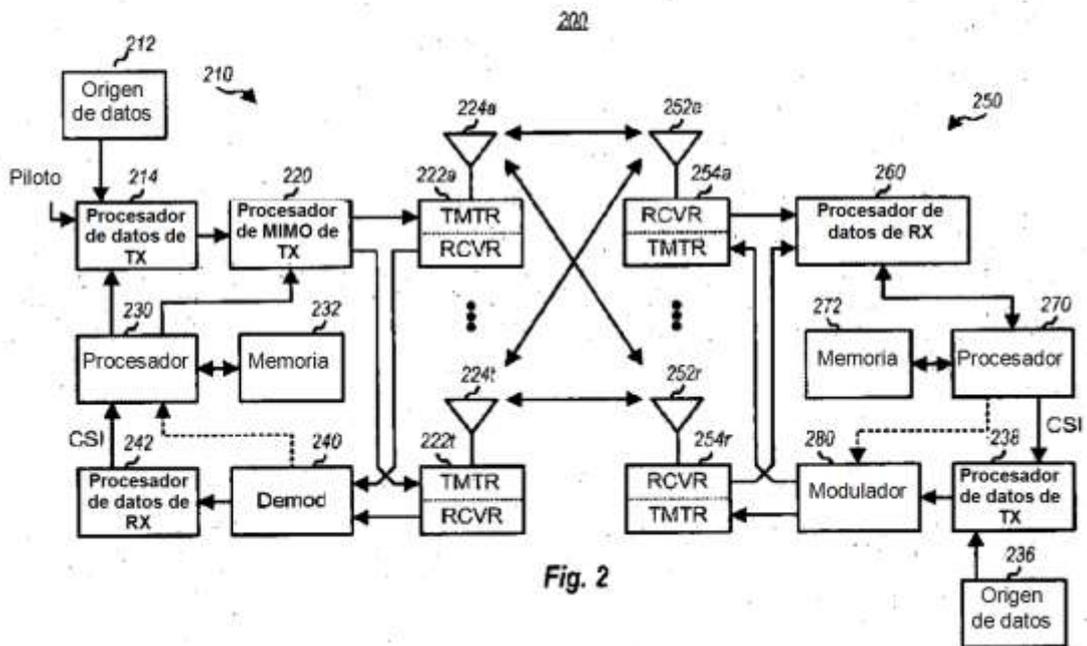


Fig. 2

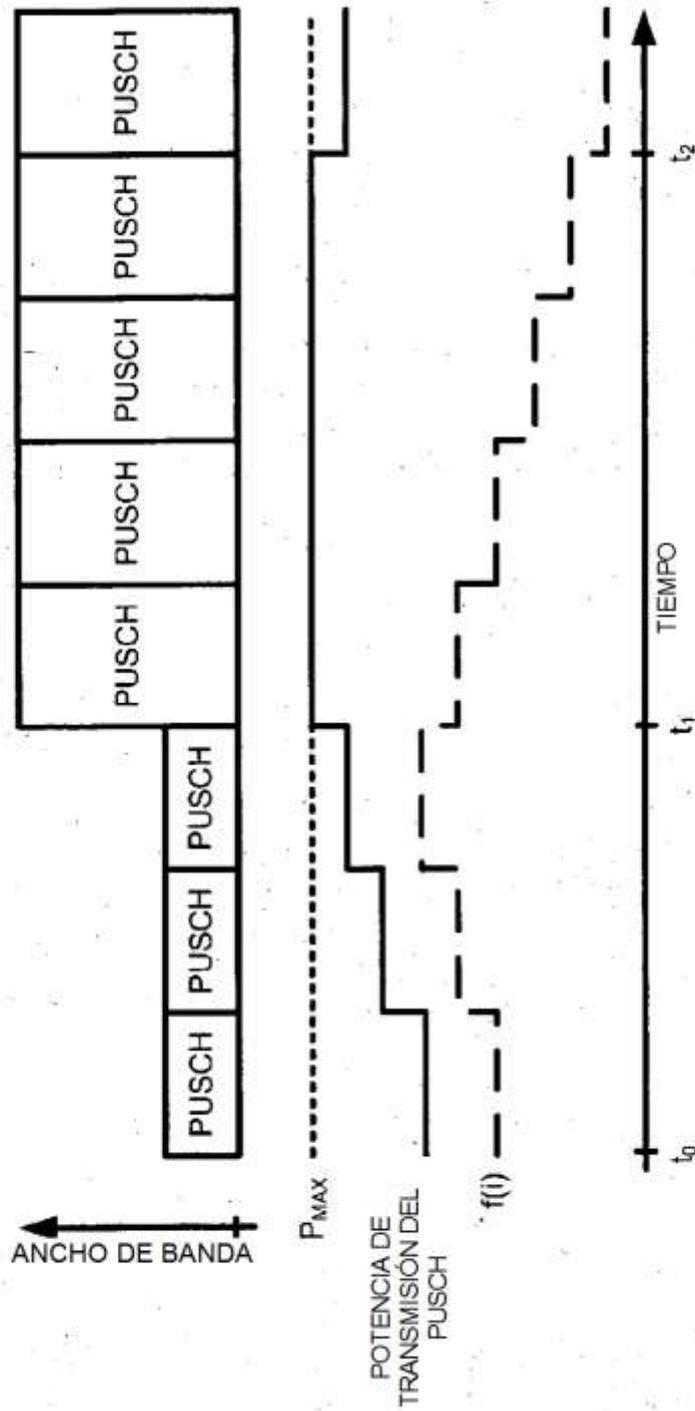


FIG. 3

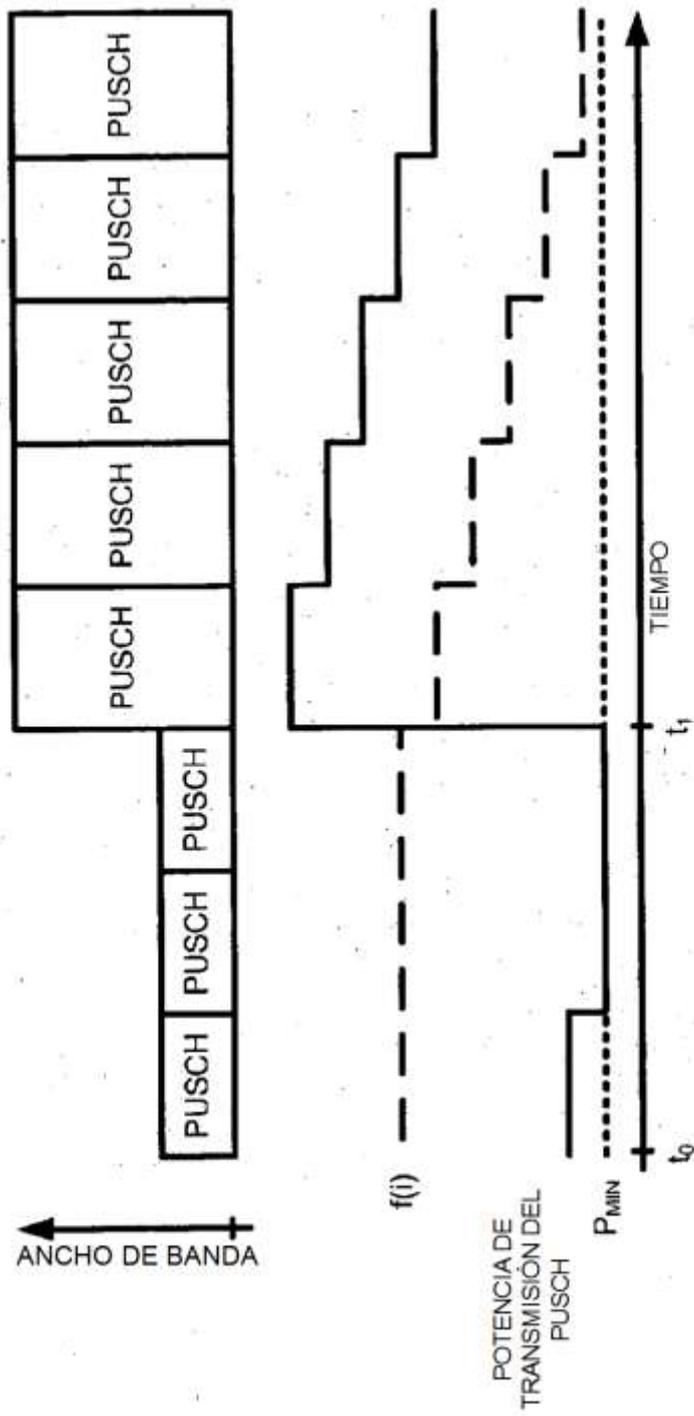


FIG. 4

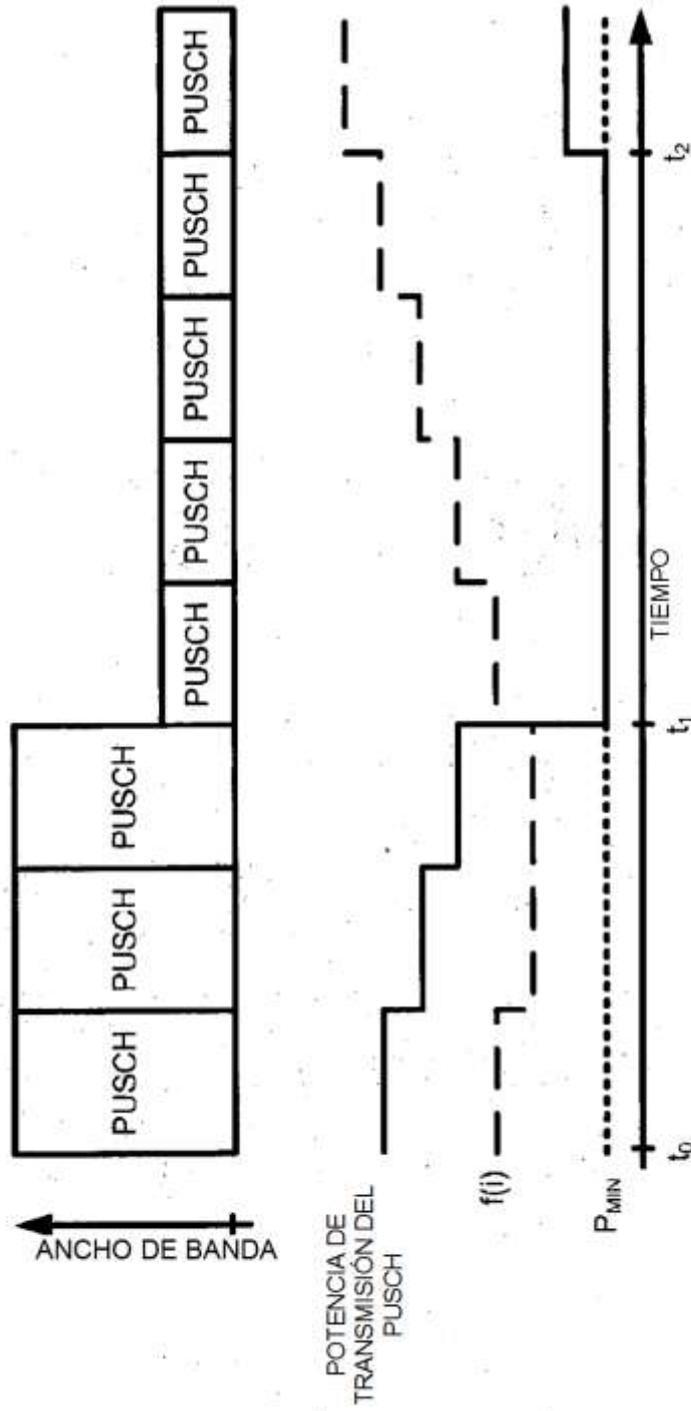


FIG. 5

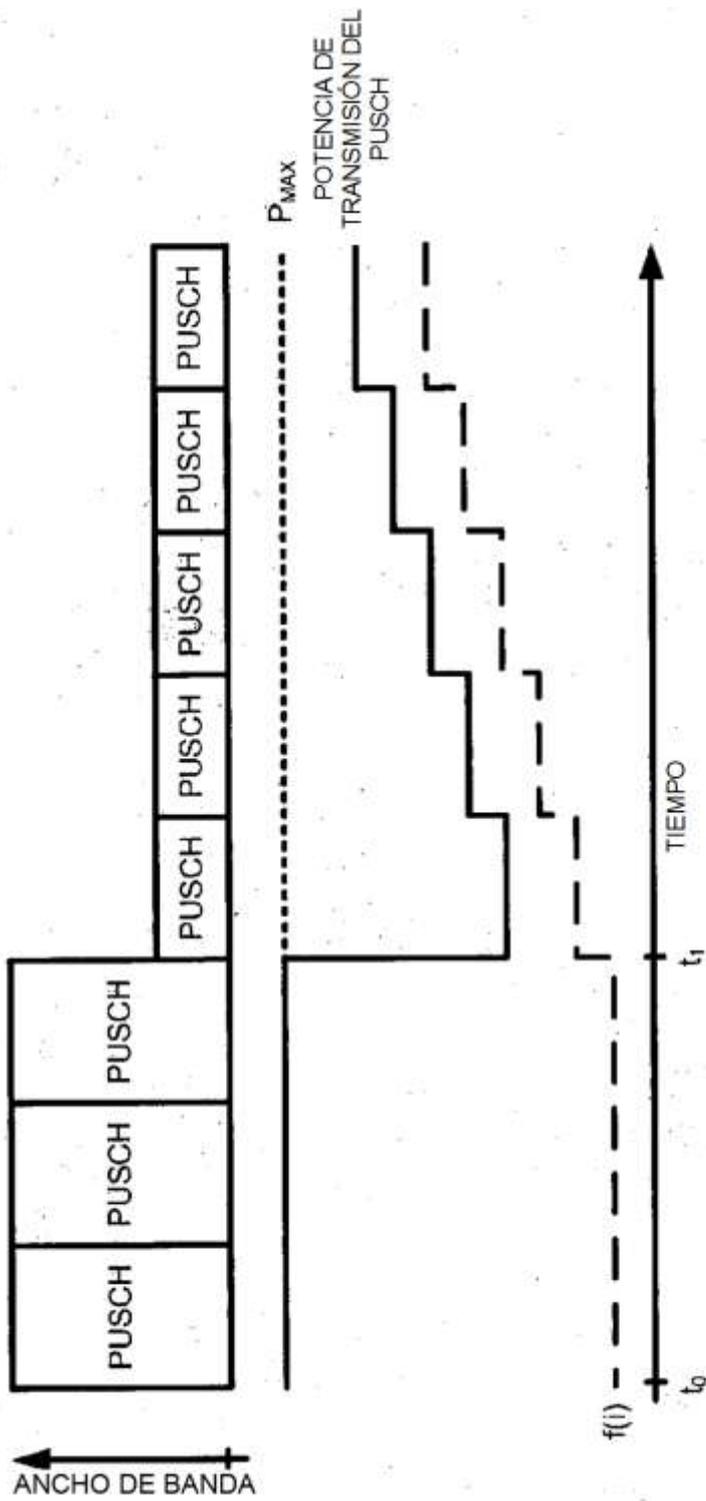


FIG. 6

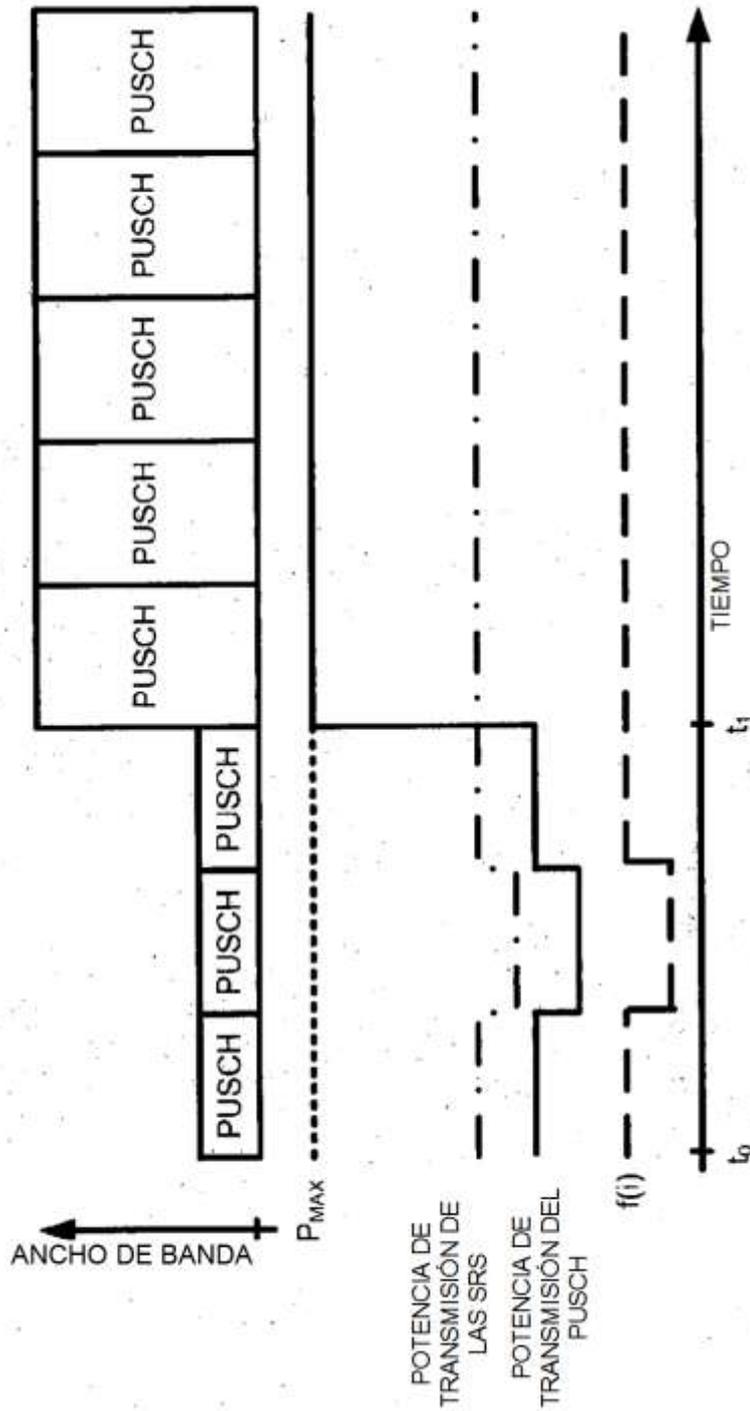


FIG. 7

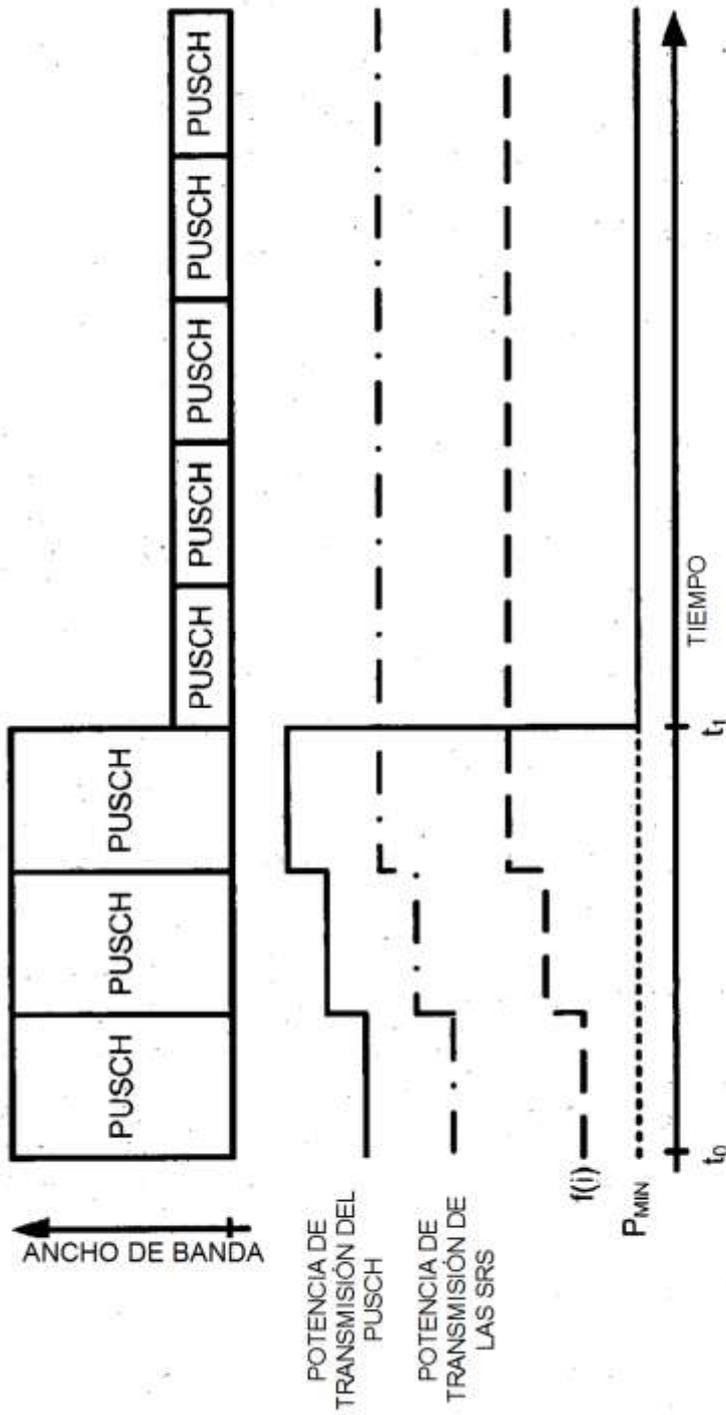


FIG. 8

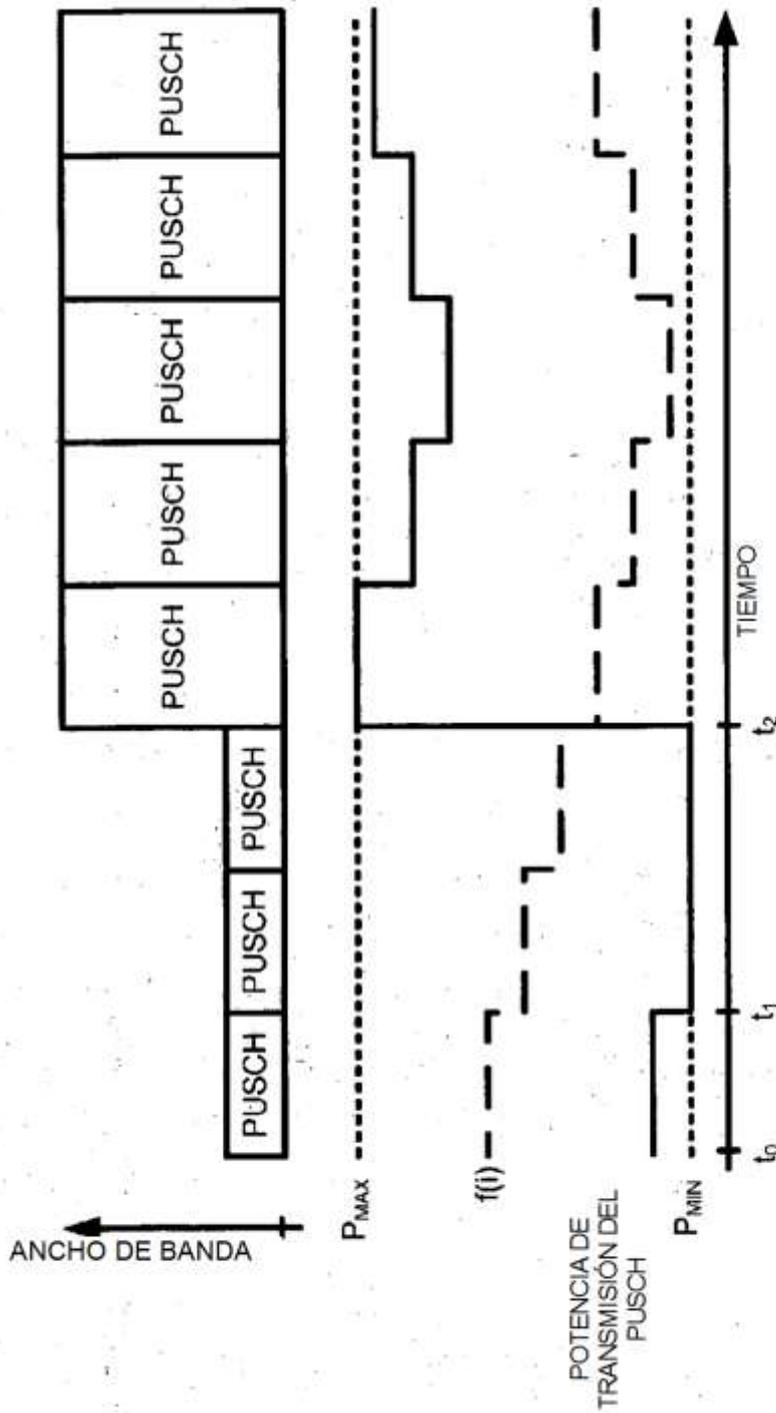


FIG. 9

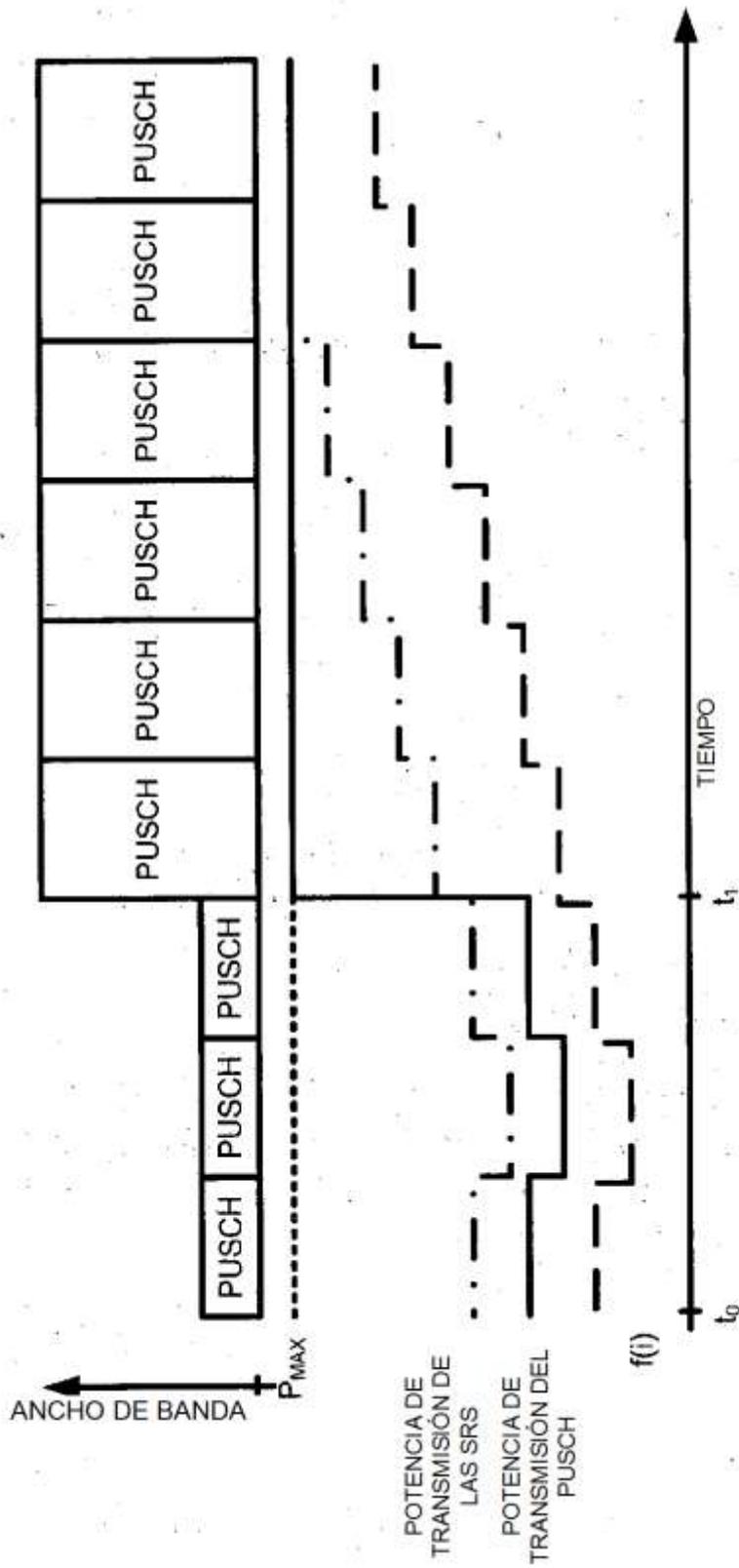


FIG. 10

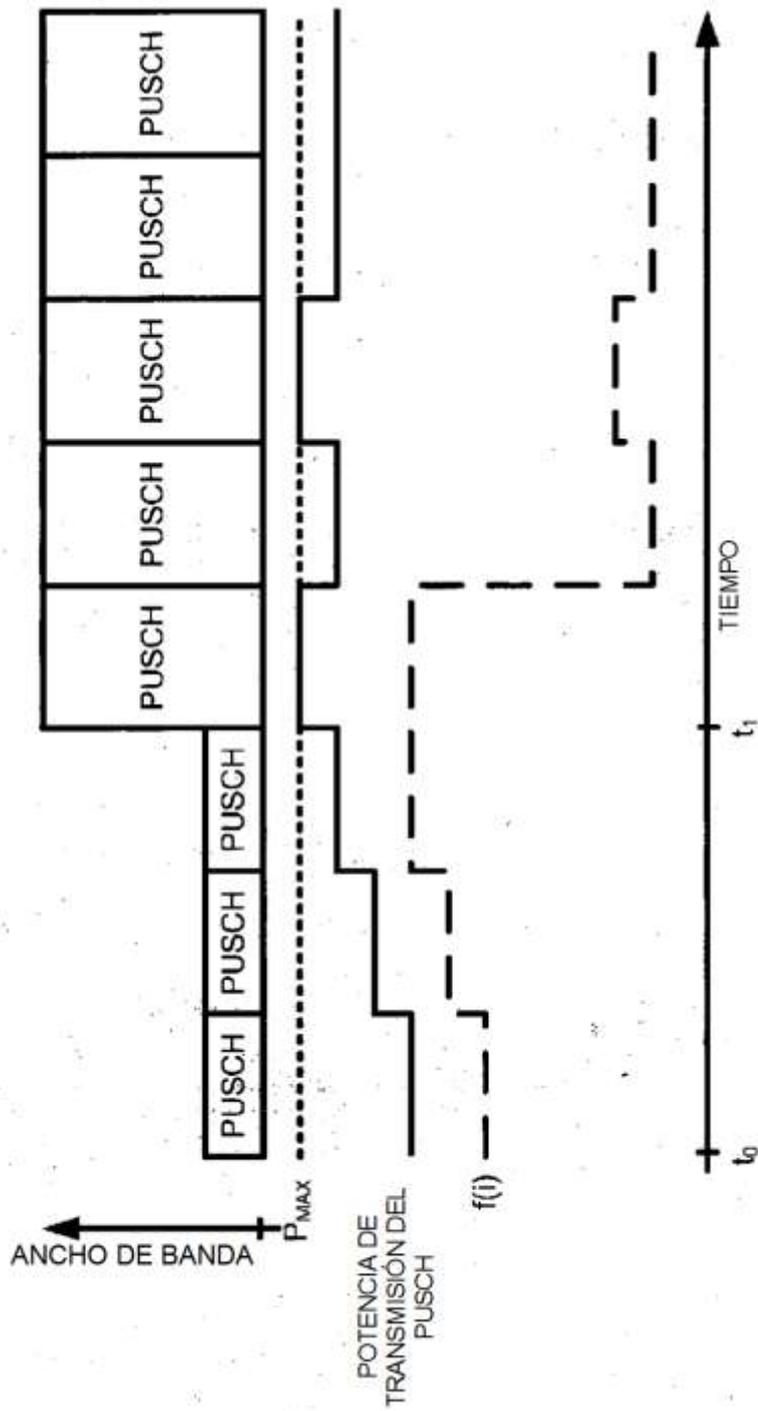


FIG. 11

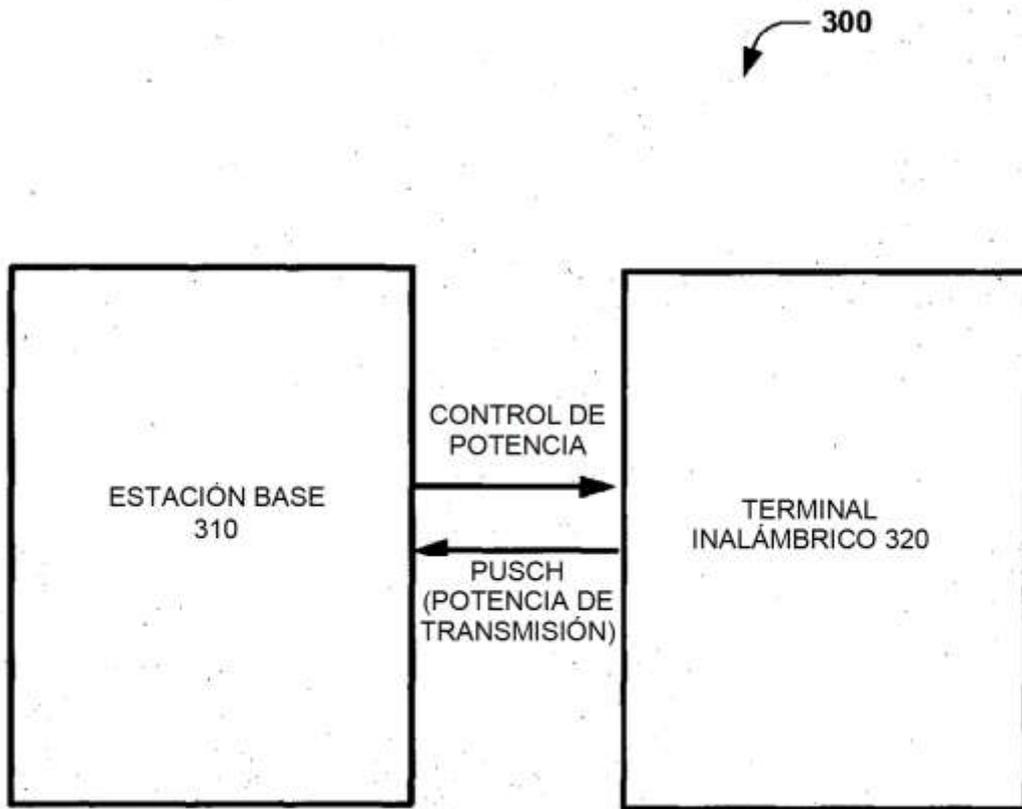


FIG. 12

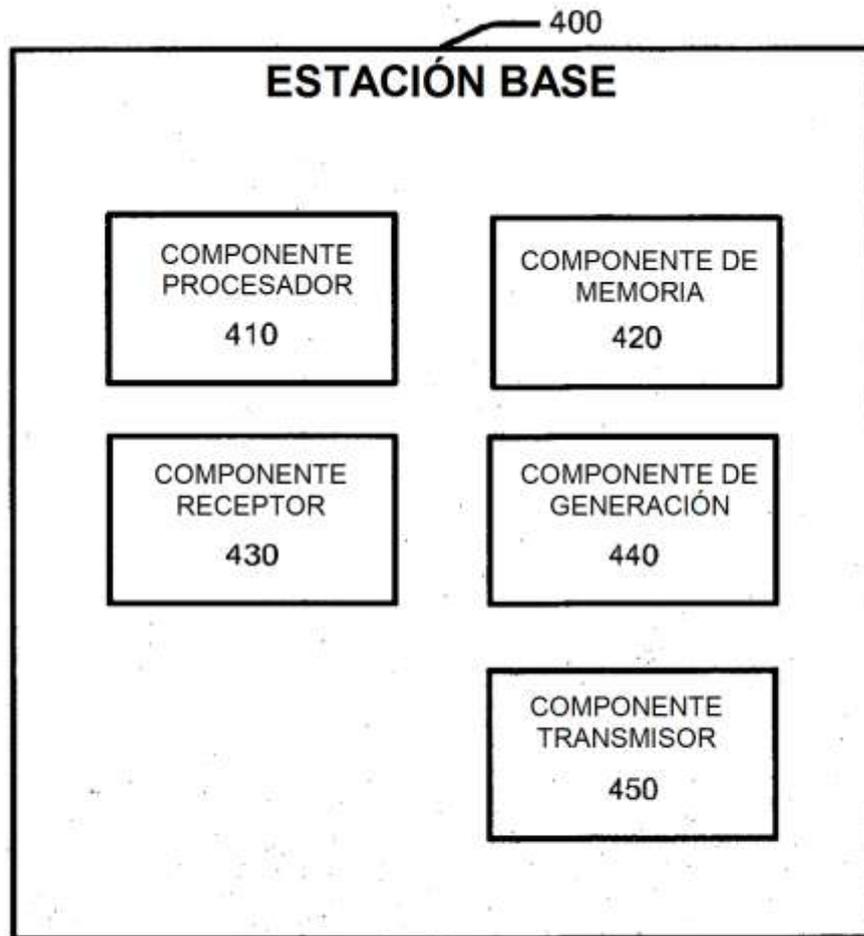


FIG. 13

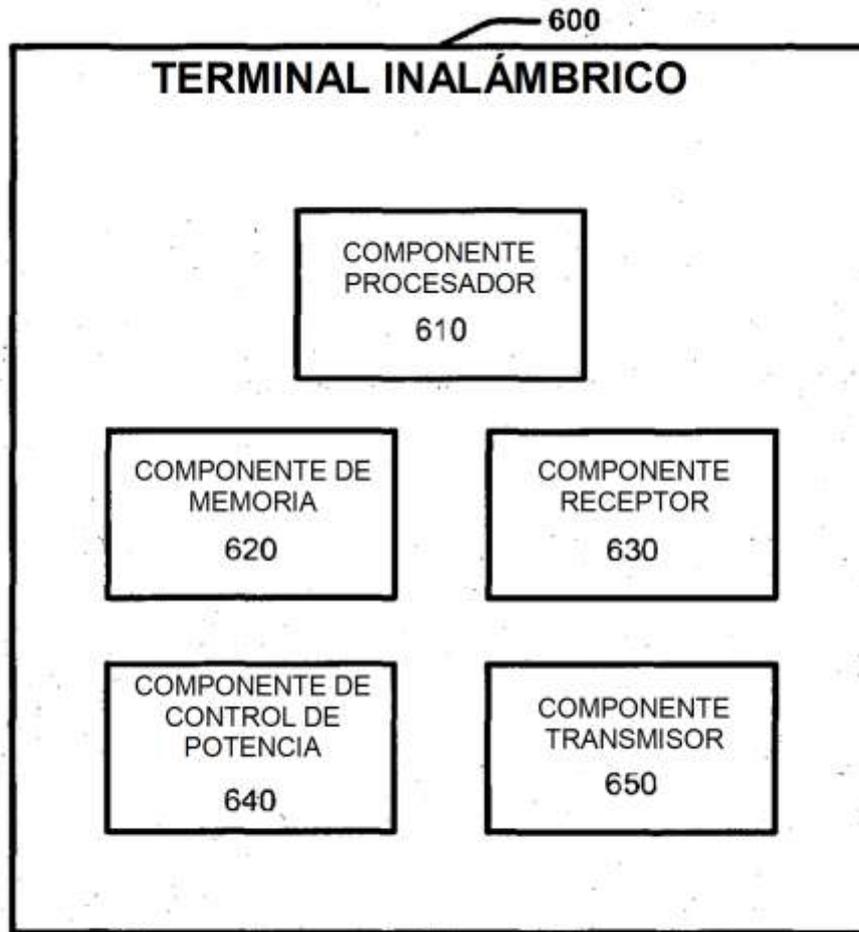


FIG. 14

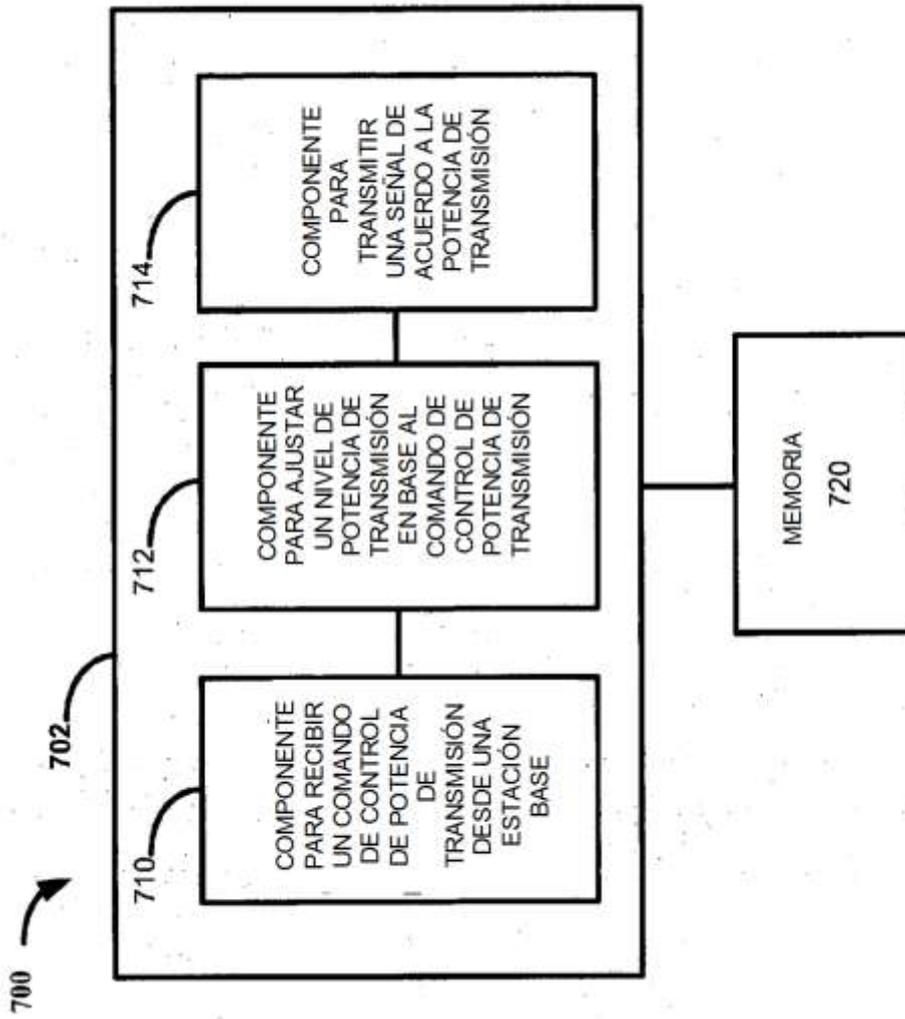


FIG. 15

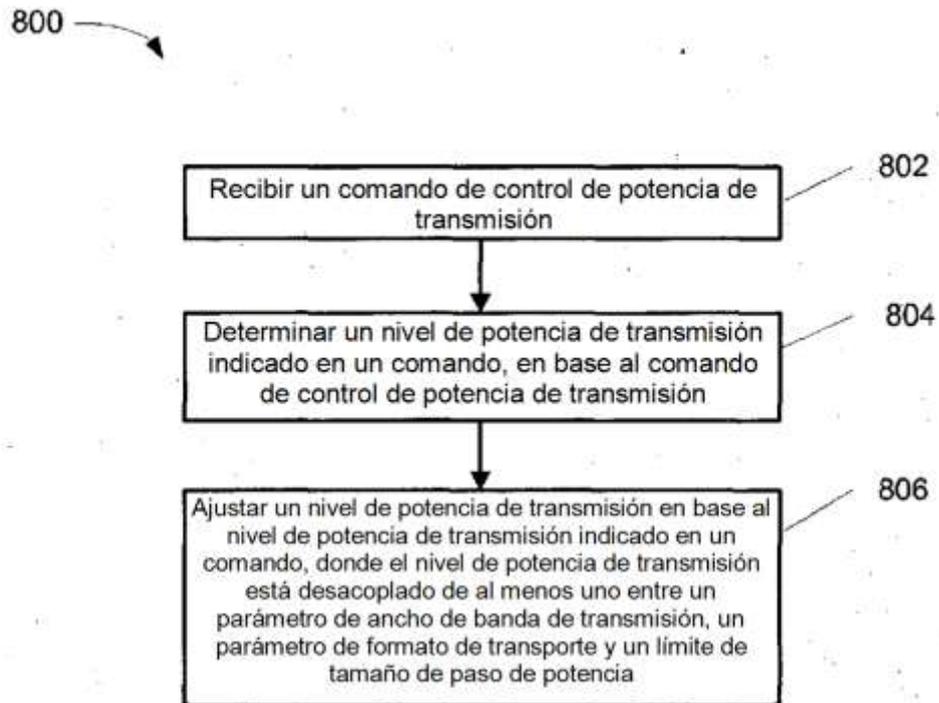


FIG. 16