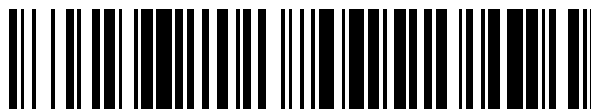


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 810**

51 Int. Cl.:

H04B 1/04 (2006.01)

H04B 1/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2011** **E 14177596 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016** **EP 2800278**

54 Título: **Transmisor, transceptor, dispositivo de comunicaciones, método y programa de ordenador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.08.2016

73 Titular/es:
**TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON
(PUBL) (100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:
**LINDOFF, BENGT y
MU, FENGHAO**

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 578 810 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

Transmisor, transceptor, dispositivo de comunicaciones, método y programa de ordenador

Campo técnico

5 La presente invención se refiere en general a un transmisor dispuesto para funcionar en diferentes modos dependiendo del ancho de banda de transmisión asignado, y a un transceptor, un dispositivo de comunicaciones, un método y un programa de ordenador correspondientes.

Antecedentes

10 La reducción del consumo de energía en dispositivos de radiocomunicaciones es algo siempre deseado, y particularmente para dispositivos de radiocomunicaciones basados en baterías. La mayor parte de la energía se consume cuando se transmite, y un amplificador de potencia, con su función de aportar la potencia de radiofrecuencia a la antena, consumirá evidentemente cierta cantidad de energía. No obstante, no toda la energía proporcionada como potencia de alimentación al amplificador de potencia se convierte en potencia de señal para la señal de radiocomunicaciones. Así, el amplificador de potencia y el transmisor presentan un grado de eficiencia energética, es decir, potencia de la señal con respecto a la potencia de alimentación. Por lo tanto, es deseable proporcionar un aparato de radiocomunicaciones, y una forma de funcionamiento del mismo, que aporten una buena eficiencia.

15 El documento EP 1492229 A1 da a conocer un sistema de amplificador que conmuta entre un funcionamiento en modo polar y en modo lineal sobre la base de la amplitud o envolvente de la señal de entrada con respecto a un nivel de umbral.

20 El documento US 2010/0056068 A1 da a conocer un transmisor multi-modo en el que el modo de funcionamiento se controla basándose en la potencia de transmisión, en la potencia de recepción, y/o en su relación, en la separación frecuencial entre frecuencias de recepción y de transmisión, y en el tipo de modulación.

25 El documento EP 2200183 A2 da a conocer la identificación de etapas de amplificadores de potencia que consumen la máxima potencia suministrada al amplificador de potencia, y la polarización del amplificador de potencia con un voltaje de polarización óptimo para el esquema requerido de modulación y codificación.

El documento EP 1710918 A1 da a conocer un transmisor que utiliza una modulación por coordenadas polares con una salida de potencia alta y un funcionamiento en modo lineal con una salida de potencia baja.

Sumario

30 Un objetivo de la invención es al menos aliviar el problema antes mencionado. La presente invención se basa en la interpretación de que, cuando se usa un aparato de radiocomunicaciones en sistemas de comunicaciones que permiten una multitud de escenarios de transmisión en el sentido de propiedades de transmisión permitidas o concebidas, se puede seleccionar, en función de las propiedades de transmisión, y especialmente del ancho de banda asignado, el funcionamiento más eficiente, y sin embargo fiable con respecto a los efectos colaterales, de entre el funcionamiento de modulación polar y el funcionamiento de seguimiento de envolvente de un amplificador de potencia y de la circuitería estrechamente relacionada del transmisor, de tal manera que se mejora la calidad de funcionamiento en el sentido de un bajo consumo de energía y un impacto reducido de los efectos colaterales no deseados. Es decir, se prefiere el uso de la modulación polar debido a su consumo de energía relativamente bajo siempre que los efectos colaterales, tales como las fugas espectrales, estén dentro de límites razonables, y con esta idea, se usa alternativamente el seguimiento de envolvente para mantener una transmisión correcta. Por lo tanto, el amplificador de potencia se puede hacer funcionar en modo no lineal, y por lo tanto de ahorro de energía, siempre que sea posible, y a continuación se puede hacer funcionar en modo lineal, aunque con mayor consumo de energía, cuando eso sea necesario. El ancho de banda asignado es el factor más importante para decidir cuándo utilizar cada modo, aunque esta exposición proporciona también planteamientos para una adaptación posterior a las circunstancias, tal como la consideración del requisito de tipo de modulación, de potencia de salida, de magnitud del vector de error y/o de fugas espectrales para que la transmisión sea llevada a cabo por el transmisor, en donde el consumo de energía se puede mantener a un nivel bajo cuando las propiedades de transmisión concedan cualquier posibilidad para esta situación.

Las reivindicaciones independientes definen aspectos. Las reivindicaciones dependientes definen sus realizaciones.

50 De acuerdo con un ejemplo, se proporciona un transmisor que comprende un amplificador de potencia; un convertidor de voltaje en modo de conmutación, del tipo corriente continua-a-corriente continua, dispuesto para proporcionar suministro de alimentación al amplificador de potencia; y un controlador. El amplificador de potencia está dispuesto para funcionar selectivamente en un primer modo o en un segundo modo, en donde el primer modo es un modo lineal y el segundo modo es un modo no lineal. El controlador está dispuesto para, cuando funciona en una tecnología de acceso de radiocomunicaciones, RAT, que permite la utilización de diferentes anchos de banda asignados, determinar el ancho de banda asignado de la señal para una transmisión que va a ser realizada por el

transmisor en la RAT, y el controlador comprende un mecanismo de control dispuesto para controlar el amplificador de potencia con el fin de seleccionar uno de los modos de transmisión para la transmisión sobre la base de la determinación.

5 En el segundo modo, el amplificador de potencia se puede adaptar al funcionamiento de modulación polar, y el convertidor de voltaje en modo de conmutación puede estar dispuesto para modular el voltaje de alimentación hacia el amplificador de potencia según un componente de amplitud de la transmisión cuando se encuentra en el segundo modo.

10 El mecanismo de control puede comprender una tabla de consulta que comprende anchos de banda con correspondencias a modos de funcionamiento, de tal manera que el modo de funcionamiento se selecciona de forma correspondiente.

El mecanismo de control puede comprender un umbral de ancho de banda, de tal manera que se selecciona el primer modo si el umbral se supera y, si no, se selecciona el segundo modo.

15 El controlador puede estar dispuesto para seleccionar el modo de tal manera que se cumpla un requisito sobre cualquiera de los requisitos de potencia de salida, magnitud del vector de error y fugas espectrales para la transmisión a realizar por el transmisor, fijado por una especificación para la RAT.

El primer modo puede comprender el seguimiento de envolvente, y en donde el convertidor de voltaje en modo de conmutación está dispuesto para proporcionar un voltaje de alimentación correspondiente al voltaje de salida del amplificador de potencia con un margen de sobrecarga cuando se encuentran en el primer modo.

20 El convertidor de voltaje en modo de conmutación puede comprender además una disposición de conmutación adicional conectada en la salida del convertidor de voltaje en modo de conmutación y un comparador adicional conectado para comparar la salida del convertidor de voltaje en modo de conmutación con un nivel de envolvente determinado, y puede estar dispuesto para controlar la disposición de conmutación adicional, en donde la disposición de conmutación adicional y el comparador adicional se habilitan cuando se está en el primer modo y se utiliza el seguimiento de envolvente.

25 El transmisor puede comprender además un filtro paso bajo que está conectado entre una salida del convertidor de voltaje en modo de conmutación y una entrada de suministro de alimentación del amplificador de potencia, y en donde el filtro paso bajo está dispuesto para tener una primera y una segunda frecuencias de corte seleccionables, en donde la segunda frecuencia de corte es menor que la primera frecuencia de corte, y el filtro paso bajo está dispuesto para aplicar la primera frecuencia de corte cuando se encuentre en el primer modo, y la segunda frecuencia de corte cuando se encuentre en el segundo modo.

30 El transmisor puede comprender además un modulador de modo dual dispuesto para proporcionar una modulación en cuadratura lineal cuando se encuentre en el primer modo, y proporcionar una modulación de fase en el segundo modo. El modulador de modo dual puede comprender entradas dispuestas para recibir señales de banda base en cuadratura para las componentes en fase, I, y en cuadratura, Q, y señales de reloj en cuadratura de la portadora de radiocomunicaciones; un mezclador de cuadratura; un circuito de transformación dispuesto para dar salida a las componentes I y Q sin variaciones en el primer modo, y para dar salida, respectivamente, a

$$\frac{I}{\sqrt{I^2 + Q^2}} \quad \text{y} \quad \frac{Q}{\sqrt{I^2 + Q^2}}$$

40 en el segundo modo, hacia el mezclador de cuadratura; y un limitador (302), en donde una salida combinada del mezclador de cuadratura se conecta de manera seleccionable a una salida del modulador de modo dual o bien por medio del limitador cuando se está en el segundo modo o bien directamente cuando se está en el primer modo.

El amplificador de potencia, cuando se hace funcionar selectivamente en el primer modo o en el segundo modo, se puede polarizar de tal manera que en el primer modo está dispuesto para funcionar en la clase A o AB, y en el segundo modo puede estar dispuesto para funcionar en la clase D o E.

45 De acuerdo con un ejemplo, se proporciona un transceptor que comprende un transmisor según el primer aspecto y un receptor, en donde el transceptor está dispuesto para recibir información sobre el ancho de banda de transmisión de la señal para una transmisión a realizar por el transmisor desde un nodo de comunicaciones remoto.

De acuerdo con un ejemplo, se proporciona un dispositivo de comunicaciones para comunicación inalámbrica, en donde el dispositivo de comunicaciones comprende un transmisor según el primer aspecto o un transceptor de acuerdo con el segundo aspecto.

50 El dispositivo de comunicaciones puede estar dispuesto para funcionar en un sistema de comunicaciones celulares LTE del 3GPP y la transmisión es una transmisión de enlace ascendente, y puede estar dispuesto además para determinar el ancho de banda asignado para la transmisión de enlace ascendente sobre la base de bloques de

recursos asignados e indicados en una transmisión de enlace descendente cuatro subtramas antes de la transmisión de enlace ascendente.

De acuerdo con un ejemplo, se proporciona un método de un transmisor que comprende un amplificador de potencia y un convertidor de voltaje en modo de conmutación dispuesto para aportar suministro de alimentación al amplificador de potencia. El método comprende hacer funcionar el transmisor en una tecnología de acceso de radiocomunicaciones, RAT, que permite la utilización de diferentes anchos de banda asignados; determinar el ancho de banda asignado de la señal para una transmisión que va a ser realizada por el transmisor en la RAT; y seleccionar un modo de funcionamiento del amplificador de potencia de entre un primer modo o un segundo modo sobre la base del ancho de banda asignado determinado, en donde el primer modo es un modo lineal y el segundo modo es un modo no lineal.

El segundo modo puede incluir hacer funcionar el amplificador de potencia para modulación polar, y el método comprende además modular el voltaje de alimentación hacia el amplificador de potencia por una componente de amplitud de la transmisión cuando se encuentra en el segundo modo.

El método puede comprender además recibir información sobre el ancho de banda de transmisión de la señal para una transmisión que va a realizar al transmisor desde un nodo de comunicaciones remoto.

El método puede comprender además comparar el ancho de banda asignado con un umbral de ancho de banda; y seleccionar el primer modo si se supera el umbral, o seleccionar el segundo modo en caso contrario.

El método puede comprender además determinar una modulación a utilizar para la transmisión que va a realizar el transmisor; y seleccionar el modo también basándose en la modulación. El método puede comprender además determinar cualquiera de entre un requisito de potencia de salida, de magnitud del vector de error y de filtraciones espectrales para la transmisión que va a realizar el transmisor; y seleccionar el modo de tal manera que se cumpla un requisito sobre cualquiera de entre el requisito de potencia de salida, de magnitud del vector de error y de filtraciones espectrales para la transmisión, fijado por una especificación correspondiente a la RAT.

El primer modo puede comprender un seguimiento de envolvente, y el método comprende además proporcionar, cuando se está en el primer modo, por parte del convertidor de voltaje en modo de conmutación, un voltaje de alimentación correspondiente al voltaje de salida del amplificador de potencia con un margen de sobrecarga.

Puede haber un filtro paso bajo conectado entre una salida del convertidor de voltaje en modo de conmutación y una entrada de suministro de alimentación del amplificador de potencia. El método entonces puede comprender además seleccionar entre una primera y una segunda frecuencias de corte del filtro paso bajo, en donde la segunda frecuencia de corte es menor que la primera frecuencia de corte, y aplicar la primera frecuencia de corte cuando se está en el primer modo, y aplicar la segunda frecuencia de corte cuando se está en el segundo modo.

El transmisor puede comprender además un modulador de modo dual. El método a continuación puede comprender además proporcionar una modulación en cuadratura lineal cuando se está en el primer modo, y proporcionar una modulación de fase en el segundo modo, por parte del modulador de modo dual.

El método puede comprender además proporcionar señales de banda base en cuadratura para las componentes en fase, I, y en cuadratura, Q, y señales de reloj en cuadratura de la portadora de radiocomunicaciones, cuando se está en el primer modo, a un mezclador de cuadratura, o proporcionar

$$\frac{I}{\sqrt{I^2 + Q^2}} \quad \text{y} \quad \frac{Q}{\sqrt{I^2 + Q^2}} ,$$

cuando se está en el segundo modo, al mezclador de cuadratura; y limitar la salida del mezclador de cuadratura y proporcionar la señal limitada como salida del modulador de modo dual cuando se está en el segundo modo, o proporcionar la salida del mezclador de cuadratura como salida del modulador de modo dual cuando se está en el primer modo.

El método puede comprender además polarizar el amplificador de potencia para funcionar en clase A o AB cuando se está en el primer modo, o polarizar el amplificador de potencia para funcionar en clase D o E cuando se está en el segundo modo.

De acuerdo con un ejemplo, se proporciona un programa de ordenador que comprende código ejecutable por ordenador el cual, cuando se ejecuta en un procesador, provoca que un transmisor asociado al procesador lleve a cabo el método de acuerdo con el cuarto aspecto.

Otros objetivos, características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente exposición detallada, a partir de las reivindicaciones adjuntas así como a partir de los dibujos. En general, todos los términos utilizados en las reivindicaciones deben interpretarse de acuerdo con su significado ordinario en el sector técnico, a no ser que en la presente se defina explícitamente lo contrario. Todas las referencias

a “un/una/el/la/los/las [elemento, dispositivo, componente, medios, etapa, etcétera]” deben interpretarse en sentido abierto de manera que remiten a por lo menos un caso de dicho elemento, dispositivo, componente, medios, etcétera, a no ser que se exponga explícitamente lo contrario. Las etapas de cualquier método que se da a conocer en la presente no deben llevarse a cabo en el orden exacto que se da a conocer, a no ser que se exponga explícitamente.

Breve descripción de los dibujos

Lo anterior, así como objetivos, características y ventajas adicionales de la presente invención, se entenderán mejor a través de la siguiente descripción ilustrativa, detallada y no limitativa de realizaciones preferidas de la presente invención, en referencia a los dibujos adjuntos.

- 5 La Fig. 1 ilustra un circuito de transmisor de acuerdo con una realización.
- La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un circuito de transmisor de acuerdo con un ejemplo.
- La Fig. 3 ilustra esquemáticamente un modulador de modo dual de acuerdo con un ejemplo.
- La Fig. 4 ilustra esquemáticamente un convertidor de modulación por anchura de impulsos de acuerdo con una realización.
- 15 La Fig. 5 ilustra el funcionamiento de un convertidor de modulación por anchura de impulsos en modo de banda ancha de acuerdo con una realización.
- La Fig. 6 ilustra el funcionamiento de un convertidor de modulación por anchura de impulsos en modo de banda estrecha de acuerdo con una realización.
- La Fig. 7 ilustra la alimentación de voltaje del amplificador de potencia cuando se funciona en el modo de modulación polar.
- 20 La Fig. 8 ilustra la alimentación de voltaje del amplificador de potencia cuando se funciona en el modo de seguimiento de envolvente, y también la señal amplificada correspondiente.
- La Fig. 9 ilustra esquemáticamente una configuración de un convertidor de voltaje en modo de conmutación de acuerdo con una realización.
- 25 La Fig. 10 ilustra esquemáticamente frecuencias de corte para un filtro paso bajo dispuesto para filtrar la salida del convertidor de voltaje en modo de conmutación, en modos de funcionamiento respectivos.
- La Fig. 11 ilustra esquemáticamente un mecanismo de ajuste de retardos dispuesto para adaptar el retardo entre el trayecto de amplitud y el trayecto de fase de acuerdo con una realización.
- La Fig. 12 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una realización.
- 30 La Fig. 13 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una realización.
- La Fig. 14 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una realización.
- La Fig. 15 ilustra esquemáticamente un soporte de almacenamiento legible por ordenador, no transitorio, que contiene un programa de ordenador dispuesto para ser ejecutado por un procesador con el fin de implementar métodos de acuerdo con realizaciones.
- 35 La Fig. 16 ilustra esquemáticamente un circuito de radiocomunicaciones que comprende un circuito de transmisor de acuerdo con ejemplos.
- La Fig. 17 ilustra esquemáticamente un dispositivo de comunicaciones que comprende un circuito de radiocomunicaciones de acuerdo con realizaciones.
- La Fig. 18 ilustra un dispositivo de comunicaciones de acuerdo con una realización.
- 40 La Fig. 19 ilustra un nodo de comunicaciones de acuerdo con una realización.
- Las Figs. 20 a 22 ilustran un ejemplo en el que puede utilizarse el modo no lineal.
- Las Figs. 23 a 25 ilustran ejemplos en los que es necesario utilizar el modo lineal.

Descripción detallada

- 45 Para entender esta exposición, el lector debe tener conocimiento de que la modulación polar habilita el uso de un amplificador de potencia (PA) no lineal, el cual es energéticamente eficiente, pero implica problemas de ampliación

del ancho de banda. Por lo tanto, el uso de la modulación polar no es adecuado para aplicaciones de gran ancho de banda como la LTE del 3GPP de banda ancha, en donde pueden utilizarse anchos de banda de 20 MHz. Un PA lineal con un voltaje de alimentación constante no supone dichos problemas de ampliación del ancho de banda, pero es significativamente menos eficiente en cuanto a energía que un PA no lineal. Se puede hacer que el PA lineal sea más eficiente energéticamente utilizando el seguimiento de envolvente. El seguimiento de envolvente requiere el uso de un PA lineal, el cual es inherentemente menos eficiente en cuanto a energía que el PA no lineal, pero es todavía más eficiente que un PA sin seguimiento de envolvente, es decir, un PA accionado por voltaje de alimentación constante. Una alta eficiencia energética implica que se aporte más potencia de radiofrecuencia a la antena y/o que se cree menos calor por parte del amplificador de potencia con una potencia de alimentación dada.

La Fig. 1 ilustra un circuito 100 de transmisor según una realización. El circuito 100 de transmisor comprende una parte 106 de banda base dispuesta para llevar a cabo cualquier procesamiento de banda base y proporcionar una componente de señal en fase (I) y en fase de cuadratura (Q) a modular. El circuito 100 de transmisor comprende además un amplificador 102 de potencia dispuesto para dar salida a una señal modulada para su transmisión, por ejemplo directamente a una disposición de antena o a una disposición de antena por medio de una red de salida dispuesta para aportar adaptación de impedancias. El circuito 100 de transmisor comprende también un convertidor 104 de voltaje en modo de conmutación dispuesto para proporcionar un voltaje de alimentación al amplificador 102 de potencia. El convertidor 104 de voltaje en modo de conmutación es preferentemente un convertidor de corriente continua a corriente continua, DC/DC, el cual a su vez se conecta a una fuente de alimentación de cualquiera aparato en el cual esté dispuesto para funcionar el circuito 100 de transmisor.

Para lograr una eficiencia mejorada para el circuito 100 de transmisor, el amplificador 102 de potencia está dispuesto para funcionar selectivamente en los modos o bien lineal o bien no lineal. El modo no lineal permite una eficiencia mejorada para el amplificador de potencia, el cual entonces puede funcionar por ejemplo en clase D o E. El modo lineal es menos eficiente, pero proporciona la linealidad necesaria para muchas situaciones de la señal, por ejemplo, con el fin de evitar filtraciones espectrales que se extienden más allá de niveles deseados, y el amplificador de potencia puede funcionar por ejemplo en clase A o AB. Para beneficiarse de este funcionamiento de modo dual del amplificador de potencia, la modulación se escoge selectivamente entre modulación en cuadratura, que requiere un funcionamiento lineal del amplificador de potencia, y modulación polar, que permite que el amplificador de potencia trabaje en modo no lineal.

En esta realización, un modulador polar 108 transforma las componentes I y Q en una componente de fase que se proporciona al amplificador de potencia. Se proporciona una componente de amplitud correspondiente por parte de un generador 110 de amplitudes el cual obtiene la componente de amplitud a partir de las componentes I y Q y proporciona la componente de amplitud al generador 104 de voltaje conmutado el cual a su vez controla la alimentación de voltaje al amplificador de potencia, de tal manera que el amplificador de potencia puede dar salida a la componente de amplitud junto con la componente de fase en forma de una señal modulada polar.

De manera similar, un modulador 112 de cuadratura modula las componentes I y Q mediante mezcla con una señal de oscilador en fase y una señal de oscilador en fase de cuadratura, respectivamente, y se proporciona al amplificador de potencia una suma combinada de las componentes I y Q moduladas. El generador 110 de amplitud se usa en este momento para el seguimiento de envolvente y proporciona, sobre la base de las componentes I y Q, una señal de envolvente al convertidor 104 de voltaje en modo de conmutación, de tal manera que proporciona un voltaje de alimentación adecuado al amplificador de potencia, en donde el amplificador de potencia está habilitado para funcionar linealmente y amplificar la suma combinada de las componentes I y Q moduladas. La señal de envolvente realiza un seguimiento de la envolvente de las señales de amplitud de las componentes I y Q, y proporciona un margen de sobrecarga adecuado para el funcionamiento lineal por parte del amplificador de potencia.

El circuito 100 de transmisor se controla para seleccionar el más eficiente de los modos de funcionamiento sobre la base de las propiedades de la señal a transmitir. Este control se puede proporcionar desde la parte 106 de banda base, o desde un controlador dedicado (no mostrado). La propiedad de la señal a transmitir que tiene el mayor impacto sobre qué modo es adecuado para utilizar es el ancho de banda asignado. La decisión proporcionada por el control puede ser bastante simple, tal como cuando el ancho de banda sea de 5 MHz o inferior en un caso de LTE del 3GPP, se escoge un funcionamiento de modulación polar y amplificador de potencia no lineal, y por encima de ese valor, se escoge modulación en cuadratura y funcionamiento lineal del amplificador de potencia. Se puede proporcionar un control más complejo en el que se consideran propiedades de modulación de las componentes I y Q de la parte de banda de base, es decir, cómo se usa el espacio de la señal. Esto se puede utilizar junto con la información sobre el ancho de banda asignado, por ejemplo para algunas configuraciones de las componentes I y Q, con el fin de utilizar modulación polar y funcionamiento de amplificador de potencia no lineal también para anchos de banda ligeramente más altos, mientras que para algunas otras configuraciones de las componentes I y Q, utilizar modulación en cuadratura y funcionamiento del amplificador de potencia lineal también para anchos de banda ligeramente menores. Pueden realizarse consideraciones similares para seleccionar el modo de funcionamiento sobre la base de uno o más de entre los requisitos de potencia de salida, magnitud del vector de error y filtraciones espectrales para la transmisión que vaya a realizar el transmisor. Así, aunque el ancho de banda asignado juega el principal rol en la selección, puede realizarse una optimización adicional para anchos de banda de tamaño medio sobre la base del requisito de espacio de señal utilizado, de la potencia de salida, de la magnitud del vector de error

y/o de las filtraciones espectrales.

La selección del funcionamiento de modulación en cuadratura/lineal o del funcionamiento de modulación polar/no lineal se puede determinar de acuerdo con lo que se ha mostrado anteriormente, de tal manera que las filtraciones espectrales no se extiendan más allá de la especificación del sistema en el cual se utilice el transmisor, por ejemplo, más allá de lo que se especifica en la 3GPP TS25.101, 3GPP TS 36.101, o similar para el sistema concreto.

El conocimiento sobre la señal a transmitir, y por lo tanto la decisión sobre qué modo de funcionamiento seleccionar, en muchas ocasiones se puede adquirir un poco por adelantado, lo cual facilita la implementación. Por ejemplo en la LTE del 3GPP, un mensaje de concesión de enlace ascendente se recibe cuatro subtramas por adelantado, lo cual equivale a cuatro ms, en donde el transmisor tiene conocimiento del ancho de banda asignado, etcétera, y puede llevarse a cabo la adaptación del modo.

Evidentemente, el funcionamiento del amplificador 102 de potencia en modo lineal o no lineal puede lograrse utilizando selectivamente uno de entre un amplificador de potencia lineal o un amplificador de potencia no lineal, es decir, con amplificadores de potencia independientes. No obstante, para evitar disponer de circuitería redundante, el control del modo de funcionamiento del amplificador de potencia puede incluir adaptar la polarización de un amplificador de potencia para funcionar selectivamente en el modo o bien lineal o bien no lineal. Una red de salida también se puede adaptar al modo de funcionamiento del amplificador de potencia para que se ocupe de cualesquiera armónicos no deseados.

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un circuito 200 de transmisor de acuerdo con un ejemplo. Un procesador de banda base, BBP, 212 genera componentes I y Q de manera similar a lo que se ha mostrado en referencia a la Fig. 1. Las componentes I y Q se aportan a dos trayectos, el trayecto de amplitud (en sentido ascendente en la Fig. 2) y el trayecto de fase (hacia la derecha en la Fig. 2). El trayecto de amplitud incluye un generador de envolventes/amplitud, EAG, 214, una parte 216 de pre-distorsión, PDIS, un convertidor de modulación por anchura de impulsos, PWM, 218, un convertidor 204 de voltaje en modo de conmutación, un filtro paso bajo, LPF, 208, y un amplificador de potencia de modo dual, DMPA, 202. El trayecto de fase incluye una unidad de ajuste de retardos, DA, 220, un modulador de modo dual, DMM, 210, y el DMPA 202 donde los dos trayectos se fusionan entre sí. El DMM 210 está provisto de relojes de cuadratura de portadora, CQC, de tal manera que se habilita la modulación. Los CQC pueden comprender cuatro señales que estén desplazadas mutuamente en fase en 90 grados para mezcladores diferenciales, o dos señales que estén desplazadas mutuamente en fase en 90 grados para mezcladores con un terminal a tierra (*single ended*).

Un controlador 206 está dispuesto para controlar los elementos del circuito 100 de transmisor con el fin de que funcionen de acuerdo con un primer modo de funcionamiento, es decir, configuración de modulación en cuadratura y amplificador lineal, y con un segundo modo de funcionamiento, es decir, configuración de modulación polar y amplificador no lineal. Típicamente, el primer modo de funcionamiento hace que el DMPA 202 funcione en modo lineal, mientras que el segundo modo fija el DMPA 202 en un modo de funcionamiento no lineal. La salida del convertidor de voltaje en modo de conmutación se filtra opcionalmente por paso bajo por parte del LPF 208 antes de proporcionar la alimentación de voltaje al DMPA 202. Además, las componentes I y Q de banda base, generadas por el BBP 212, se convierten en una señal de envolvente o de amplitud, en función del modo de funcionamiento, por parte del EAG 214, y la señal de envolvente o señal de amplitud se puede pre-distorsionar por medio de la PDIS 216 para reducir la no linealidad en la generación de la señal de salida en la salida del DMPA 202. Esta no linealidad puede incluir cualquier contribución del PWM 218, del convertidor 204 de voltaje en modo de conmutación y del DMPA 202.

Cualquier adaptación del retardo entre el trayecto de modulación de fase y el trayecto de amplitud se puede alinear por parte de DA 220 bajo el control del controlador 206. El LPF 208 puede tener dos modos, uno para aplicaciones de banda ancha, y otro para aplicaciones de banda estrecha, seleccionados a través de medios o bien eléctricos o bien mecánicos. La función del LPF 208 es reducir el rizado en la salida del convertidor de voltaje en modo de conmutación, mejorar la relación de fugas de canales adyacentes para interferencias de banda con el fin de ajustarse a las máscaras espectrales especificadas por las normas de radiocomunicaciones, y también suprimir fugas espectrales del transmisor hacia la banda del receptor cuando el circuito 200 de transmisor se utiliza en un terminal de radiocomunicaciones, lo cual implica relajamiento de los requisitos para la atenuación en la banda del receptor en filtros de onda acústica de superficie o duplexores.

Después del DMPA 202, la señal amplificada puede pasar por una red de salida, ON, 222 la cual incluye adaptación de impedancias, que minimizan las reflexiones y alimentan la mayor parte de la energía de la señal a la antena, y en ocasiones una conversión de diferencial a un terminal a tierra (*single ended*) si se adopta una topología de amplificador de potencia equilibrado. La ON 222 también puede tener la capacidad de reducir las componentes de frecuencia no deseadas que se crean por la no linealidad del amplificador de potencia. La ON 222 también puede ser controlada por el controlador 206, y se puede adaptar basándose en el modo de funcionamiento del amplificador 202 de potencia.

El funcionamiento de primer modo, es decir, el modo lineal, va dirigido a aplicaciones que usan banda ancha, es decir que tienen un ancho de banda asignado amplio y/o que tienen un esquema de modulación que utiliza espacio

de señales para símbolos grandes, por ejemplo un escenario de usuario en la LTE del 3GPP que usa un ancho de banda de 20 MHz. Por lo tanto en el modo lineal, el requisito para la frecuencia o el ancho de banda operativo es muy alto para todas las unidades, y la eficiencia energética cae. No obstante, puesto que la ocupación en el tiempo normalmente es pequeña y la probabilidad de esto es relativamente baja, más que el funcionamiento en aplicaciones de banda estrecha, este coste de energía puede soportarse.

El segundo modo, es decir el modo no lineal, está diseñado para encajar en aplicaciones de la banda más estrecha, en múltiples normativas, por ejemplo, GSM, EDGE, etcétera, e incluso en el escenario de usuarios de banda estrecha de la LTE del 3GPP de un ancho de banda asignado de hasta aproximadamente 5 MHz.

Otras funciones, operaciones y opciones para los elementos del circuito 200 de transmisor se mostrarán en referencia a las Figs. 3 a 11.

La Fig. 3 ilustra esquemáticamente un modulador de modo dual, DMM, 300 según un ejemplo. En el trayecto de modulación de fase en la Fig. 2, el DA 220 se utiliza para adaptar el retardo entre el trayecto de amplitud y el trayecto de fase. En función del retardo en el trayecto de fase y el trayecto de amplitud para una implementación práctica, el DA 220 se puede mover a cualquier posición o bien en el trayecto de fase o bien en el trayecto de amplitud, y se puede implementar de una manera o bien digital o bien analógica. Con fines ilustrativos en relación con el DMM 300 de la Fig. 3, se supone que el DA se proporciona en el trayecto de fase y aporta componentes retardados I_d y Q_d al DMM 300. El modulador de modo dual establece correspondencias de las señales de entrada I_d y Q_d con U y V por medio de una matriz A en una parte 304 de establecimiento de correspondencias, a continuación las señales U y V son moduladas por relojes de portadora en cuadratura, y se crea una señal de radiofrecuencia. La matriz A se puede implementar en una tabla de consulta, o celdas RAM o ROM. En el primer modo que se utiliza para aplicaciones de seguimiento de envolvente, la parte 304 de establecimiento de correspondencias es simplemente una derivación que tiene

$$U = I_d$$

$$V = Q_d$$

En el segundo modo, la parte de establecimiento de correspondencias lleva a cabo el siguiente establecimiento de correspondencias no lineal:

$$U = \frac{I_d}{\sqrt{I_d^2 + Q_d^2}}$$

$$V = \frac{Q_d}{\sqrt{I_d^2 + Q_d^2}}$$

Así, las señales U y V son señales de cuadratura normalizadas en amplitud. Después de la modulación en cuadratura, la salida se puede expresar como

$$V_m = \begin{cases} A_m \sin(\omega t + \varphi_m), & \text{en el primer modo} \\ \sin(\omega t + \varphi_m), & \text{en el segundo modo} \end{cases}$$

donde

$$A_m = \sqrt{I_d^2 + Q_d^2}$$

$$\varphi_m = \arctan\left(\frac{Q_d}{I_d}\right)$$

Esto implica que en el primer modo, el modulador lleva a cabo una modulación en cuadratura lineal normal, mientras que en el segundo modo el modulador fusiona una modulación en cuadratura lineal normal y una función de limitador juntas.

La función de limitador también se puede implementar de formas analógicas, y en la Fig. 3 se muestra un circuito ejemplificativo, donde se utilizan un limitador analógico 302 y un multiplexor 306.

La Fig. 4 ilustra esquemáticamente un convertidor 400 de modulación por anchura de impulsos según una realización. El generador de envolventes/amplitudes EAG 214 de la Fig. 2 crea una señal de envolvente digital o de amplitud de modulación polar de acuerdo con las componentes I y Q de entrada digital de cuadratura. Para crear la modulación polar, se utiliza un establecimiento de correspondencias de uno-a-uno

$$Amp(n) = \sqrt{i^2(n) + q^2(n)}$$

Aunque para señales de envolvente, la generación puede no ser única, por ejemplo, la señal de envolvente se puede crear mediante

$$Env(n) = G_0(\sqrt{i^2(n) + q^2(n)}) + \sum_{m=0}^{N-1} h(n-m)\sqrt{i^2(m) + q^2(m)}$$

- 5 Donde $h()$ son coeficientes de un filtro digital, y $G_0()$ crea una separación de voltaje entre la amplitud máxima y el voltaje de alimentación para garantizar que el amplificador de potencia lineal funciona siempre en la región lineal. Otro ejemplo puede ser

$$Env(n) = G_0(\sqrt{i^2(n) + q^2(n)}) + \max[\sqrt{i^2(n) + q^2(n)}]$$

- 10 Tanto la señal de envolvente como las señales de amplitud se pueden sobremuestrear y suavizar de maneras digitales.

La salida P_o del amplificador de potencia es desafortunadamente una función no lineal de la señal de envolvente o de amplitud, por ejemplo, $P_o = f(env)$ ó $P_o = g(amp)$. En PDIS, se establece una correspondencia no lineal de la señal de envolvente de la señal o de la señal de amplitud con P_{env} o P_{amp} por medio de la función de pre-distorsión P y Q

- 15 $P_{env} = P(Env)$

O

$$P_{amp} = Q(Amp)$$

de manera que

$$P_o = f(P(Env)) = k \cdot env$$

- 20 o

$$P_o = g(Q(Amp)) = k \cdot Amp$$

Donde P o Q es una función inversa de $f(.)$ o $G(.)$ que reduce la distorsión de amplitud en el trayecto de amplitud.

- 25 A través de PWM 400, la señal digital P_{env} se convierte en una secuencia de impulsos modulada por anchura de impulsos PWM, donde la anchura de los impulsos es una función del voltaje de entrada y la frecuencia de los impulsos es C_s . Existen muchas maneras diferentes de crear PWM. Por ejemplo, la secuencia modulada por anchura de impulsos se puede crear cortando una entrada de diente de sierra, proporcionada por un generador 404 de diente de sierra con una frecuencia de repetición de C_s , tal como se muestra en la Fig. 4, y el PWM puede tener dos modos, ilustrados en las Figs. 5 y 6 para una señal de banda ancha y una señal de banda estrecha, respectivamente, controlados por CTRL la cual cambia la relación de división correspondiente a un divisor 402 de frecuencia.

- 30 La frecuencia de conmutación de la secuencia de impulsos de PWM determina la eficiencia de conversión del convertidor de voltaje en modo de conmutación, en la medida en la que el transistor del regulador en el convertidor de voltaje en modo de conmutación está funcionando a esta frecuencia, y carga y descarga la capacidad de la carga y el LPF, derivando en un consumo de potencia dinámico. La potencia dinámica reduce la eficiencia de conversión en el convertidor de voltaje en modo de conmutación. De acuerdo con el escenario particular del usuario, el controlador fija la relación de división en correspondencia con el ancho de banda lo cual a su vez optimiza la eficiencia de conversión del convertidor de voltaje en modo de conmutación.

- 35 El convertidor de voltaje en modo de conmutador del convertidor de DC/DC también puede funcionar en dos modos. Uno de ellos se utiliza en aplicaciones de ancho de banda estrecho donde se implementa la modulación polar, ilustrada en la Fig. 7, y el otro es para el modo lineal, es decir, el modo de banda ancha, donde se lleva a cabo un seguimiento de envolvente, que se muestra en la Fig. 8.

- 40 Para las aplicaciones de ancho de banda estrecho, el convertidor de voltaje en modo de conmutación tiene una estructura similar a la de un convertidor 904 de DC/DC normal, y la velocidad de respuesta de la salida del convertidor 904 es suficiente para seguir el cambio de P_{env} según se ilustra en la Fig. 7. En aplicaciones de ancho de banda amplio, un conmutador rápido adicional 902 y un comparador rápido 906, según se ilustra en la Fig. 9, se pueden activar automáticamente cuando se produzca la ampliación del ancho de banda. La salida del comparador 906 se proporciona a una circuitería lógica 908 que a su vez controla conmutaciones de la disposición 902 de conmutador.

El LPF 208 de la Fig. 2 se puede diseñar opcionalmente para presentar diferentes frecuencias de corte, tal como se ilustra en la Fig. 10, y el LPF puede comprender dispositivos pasivos de LC, MEMS u otros conmutadores de semiconductores con bajas pérdidas de inserción.

El DMPA tiene modo de funcionamiento dual, es decir, el modo lineal para trabajar con el seguimiento de envolvente y el modo no lineal para la modulación polar, en correspondencia con el requisito de ancho banda, etcétera, para diferentes aplicaciones. El modo de funcionamiento se puede cambiar fijando el punto de funcionamiento del amplificador de potencia. Por ejemplo, un amplificador de potencia puede funcionar en clase A, o AB para funcionamiento lineal. Con el fin de mejorar la eficiencia energética, el amplificador de potencia también se puede fijar para funcionar en modo no lineal, por ejemplo clase D o E, sin cambiar sustancialmente la topología del amplificador, suponiendo que la red de salida puede eliminar cualquier componente armónico no deseado. Evidentemente, también es posible tener en paralelo tanto un amplificador de potencia lineal como un amplificador de potencia no lineal, y cada uno de ellos presenta un control de habilitación, y solamente se habilita uno de ellos durante el funcionamiento.

La Fig. 11 ilustra un DA 1100 de acuerdo con una realización. Las componentes I y Q se alimentan a una matriz 1102 de registros bajo el control de una señal de reloj, y se les da salida desde los registros 1104 de salida bajo el control de una señal de reloj ajustada, en donde la señal de reloj ajustada es proporcionada por un desfaseador ajustable 1106 el cual es controlado preferentemente por el controlador 206 de la Fig. 2. En función del retardo en el trayecto de fase y el trayecto de amplitud para una implementación práctica, la unidad de ajuste de retardos se puede mover a cualquier posición, o bien el trayecto de fase o bien el trayecto de amplitud, y se puede implementar de manera o bien digital o bien analógica.

La Fig. 12 es un diagrama de flujo que ilustra un método según una realización. Un transmisor se hace funcionar 1200 en una tecnología de acceso de radiocomunicaciones, RAT, la cual por ejemplo puede ser GSM, EDGE, WCDMA o LTE. Se determina 1202 el ancho de banda asignado para una transmisión que se va a realizar. La determinación se puede realizar, para algunas RATs tales como el GSM, de manera bastante sencilla ya que la RAT únicamente soporta anchos de banda por debajo de un umbral donde puede utilizarse el modo no lineal. Para otras RATs, tales como la LTE, el ancho de banda asignado puede implicar cualquiera de entre un funcionamiento no lineal, el cual se prefiere debido a su alta eficiencia, o lineal. De este modo, se determina 1204, de acuerdo con lo que se ha mostrado, el modo de funcionamiento para el amplificador de potencia, etcétera, de tal manera que el transmisor se puede adaptar de manera correspondiente y llevar a cabo la transmisión. El procedimiento se repite todo el tiempo, y la siguiente transmisión puede ser en otra RAT o en la misma, con otro ancho de banda asignado, y se selecciona el modo de funcionamiento adecuado para esa transmisión.

La Fig. 13 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una realización. Se hace funcionar 1300 un transmisor en una RAT la cual puede ser por ejemplo GSM, EDGE, WCDMA o LTE. Se determina 1302 el ancho de banda asignado, para una transmisión que se va a realizar. La determinación se puede efectuar, para algunas RATs tales como el GSM, de manera bastante sencilla ya que la RAT únicamente soporta anchos de banda por debajo de un umbral donde puede utilizarse el modo no lineal. Para otras RATs, tales como la LTE, el ancho de banda asignado puede implicar cualquiera de entre un funcionamiento no lineal, el cual es el preferido debido a su alta eficiencia, o lineal. En el caso de la LTE, el ancho de banda asignado se conocerá cuatro subtramas por adelantado a partir de un mensaje de concesión de enlace ascendente. El ancho de banda asignado se compara 1304 con un umbral.

Si el ancho de banda asignado supera el umbral, el cual por ejemplo puede ser 5 MHz, se aplica 1305 un seguimiento de envolvente y se selecciona 1307 el modo lineal para el amplificador de potencia. Opcionalmente, puede seleccionarse 1309 una frecuencia de corte mayor (en comparación con aquella que se aplicará para la modulación polar) para un filtro paso bajo dispuesto en la salida del convertidor de voltaje en modo de conmutación.

Si el ancho de banda asignado no supera el umbral, se aplica 1306 la modulación polar y se selecciona 1308 el modo de funcionamiento no lineal para el amplificador de potencia. Opcionalmente, puede seleccionarse 1310 una frecuencia de corte menor (en comparación con aquella que se aplicará para el seguimiento de envolvente) para un filtro paso bajo dispuesto en la salida del convertidor de voltaje en modo de conmutación.

Así, el modo de funcionamiento para el amplificador de potencia, etcétera, de acuerdo con lo que se ha mostrado anteriormente, se adapta de tal manera que el transmisor puede llevar a cabo la transmisión de la manera más eficiente posible. El procedimiento se repite todo el tiempo, y la siguiente transmisión puede estar en otra RAT o en la misma, con otro ancho de banda asignado, y se selecciona el modo de funcionamiento adecuado para esa transmisión.

La Fig. 14 es un diagrama de flujo que ilustra un método según una realización. Un transmisor se hace funcionar 1400 en una RAT la cual puede ser por ejemplo GSM, EDGE, WCDMA o el LTE. Se determinan 1402 propiedades de transmisión, tales como el requisito de modulación, de potencia de salida, de la magnitud del vector de error y/o de fugas espectrales, y el ancho de banda asignado para una transmisión que se va a realizar. Se establecen correspondencias 1404 de las propiedades de transmisión con un modo de funcionamiento adecuado. El establecimiento de correspondencias puede incluir el acceso a una tabla de consulta.

Quando se establecen correspondencias de las propiedades de transmisión con un primer modo de funcionamiento, el amplificador de potencia se ajusta 1405 al modo de funcionamiento lineal, las componentes I y Q obtenidas de banda base se transforman 1407 en una señal de envolvente, y el convertidor de voltaje en modo de conmutación se controla 1409 de acuerdo con la señal de envolvente. Además, puede realizarse 1411 una pre-compensación de las componentes de I y Q, y/o puede llevarse a cabo 1413 una selección de una frecuencia de corte mayor de un LPF según se ha mostrado anteriormente. La transmisión se realiza 1415 de acuerdo con las adaptaciones y con la modulación en cuadratura con seguimiento de envolvente según se ha mostrado anteriormente, y el procedimiento vuelve a ocuparse de la siguiente transmisión.

Quando se establecen correspondencias de las propiedades de transmisión con un segundo modo de funcionamiento, el amplificador de potencia se ajusta 1406 al modo de funcionamiento no lineal, las componentes de I y Q se transforman 1408 en una señal de amplitud, el convertidor de voltaje en modo de conmutación se controla 1410 de acuerdo con la señal de amplitud, y las componentes de I y Q se transforman 1412 en una señal de fase, por ejemplo mediante su limitación o bien de manera digital o bien por medio de un limitador analógico. Además, puede obtenerse 1414 una frecuencia de corte menor del LPF. La transmisión se realiza 1416 de acuerdo con las adaptaciones y con modulación polar según se ha mostrado anteriormente, y el procedimiento vuelve a ocuparse de la siguiente transmisión.

Los métodos se han mostrado en referencia a las Figs. 12 a 14 en forma de unos pocos ejemplos diferentes. No obstante, debe entenderse que algunas acciones de un ejemplo pueden sustituirse por otra acción correspondiente de otro ejemplo, ilustrativamente la etapa sobre la comparación con un umbral de ancho de banda puede sustituirse con el establecimiento de correspondencias de propiedades de transmisión, o viceversa. Además, aunque las etapas se han presentado en forma de un orden secuencial, esto no refleja normalmente el funcionamiento en la realidad. Las adaptaciones expuestas se llevan a cabo normalmente en paralelo, o al menos se realizan en cuanto haya disponibles datos de entrada necesarios para la adaptación. Como ejemplos, los elementos del trayecto de amplitud se adaptan simultáneamente con las adaptaciones de los elementos del trayecto de fase, y el control del convertidor de voltaje en modo de conmutación se realiza durante la transmisión completa, la determinación de propiedades de transmisión para la siguiente transmisión se inicia normalmente antes de que esté preparada la transmisión previa, etcétera.

Los métodos de acuerdo con la presente invención son adecuados para su implementación con la ayuda de medios de procesado, tales como ordenadores y/o procesadores, especialmente por ejemplo para el caso en el que el modo de funcionamiento adecuado se va a determinar sobre información compleja y/o las señales proporcionadas a la modulación en diferentes modos de funcionamiento se van a determinar de forma correspondiente. Por lo tanto, se proporcionan programas de ordenador, que comprenden instrucciones dispuestas para provocar que los medios de procesado, el procesador, u ordenador lleven a cabo las etapas de cualquiera de los métodos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas en referencia a cualquiera de las Figs. 12 a 14. Los programas de ordenador comprenden preferentemente código de programa el cual se almacena en un soporte legible 1500 por ordenador, tal como se ilustra en la Fig. 15, el cual se puede cargar y ejecutar a través de unos medios de procesado, un procesador, u ordenador 1502, para provocar que el mismo lleve a cabo los métodos, respectivamente, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, preferentemente según cualquiera de las realizaciones descritas en referencia a cualquiera de las Figs. 12 a 14. El ordenador 1502 y el producto 1500 de programa de ordenador se pueden disponer para ejecutar el código de programa secuencialmente cuando las acciones de cualquiera de los métodos se lleven a cabo por pasos. Los medios de procesado, el procesador, u ordenador 1502 son preferentemente lo que normalmente se denomina como sistema embebido. Así, el soporte legible 1500 por ordenador y el ordenador 1502 representados en la Fig. 15 deben considerarse únicamente con fines ilustrativos para proporcionar una comprensión de los fundamentos, y no deben considerarse como ilustración directa alguna de los elementos.

La Fig. 16 ilustra esquemáticamente un circuito 1600 de radiocomunicaciones de acuerdo con un ejemplo. El circuito 1600 de radiocomunicaciones comprende un circuito 1602 de transmisor de acuerdo con cualquiera de las realizaciones mostradas. El circuito de transmisor proporciona su señal de salida a una o más antenas 1608, posiblemente por medio de una línea de alimentación y/o red de salida. El circuito 1600 de radiocomunicaciones también puede comprender otra circuitería 1604 de radiocomunicaciones, la cual por ejemplo puede comprender un receptor, un dispositivo de procesado de la señal, un circuito de interfaz, etcétera. También es posible que el circuito 1600 de radiocomunicaciones pueda comprender más de un circuito 1602 de transmisor, por ejemplo, uno que esté dispuesto para funcionar enfocado a una red celular y otro dispuesto para funcionar enfocado a un punto de acceso inalámbrico. El circuito 1600 de radiocomunicaciones también puede comprender un controlador 1606, el cual por ejemplo puede proporcionar datos adquiridos sobre la transmisión venidera hacia el circuito 1602 de transmisor.

La Fig. 17 ilustra esquemáticamente un dispositivo 1700 de comunicaciones de acuerdo con una realización. El dispositivo de comunicaciones comprende un circuito 1702 de radiocomunicaciones de acuerdo con cualquiera de las realizaciones mostradas anteriormente. El dispositivo 1700 de comunicaciones comprende también otra circuitería y elementos 1704, tales como dispositivos de entrada y de salida, interfaces, una fuente de alimentación, etcétera. El circuito 1702 de radiocomunicaciones está conectado a la otra circuitería 1704 para la provisión o recepción de señales que se reciben o que se van a transmitir. Además, la otra circuitería y elementos 1704 pueden proporcionar información de control a un controlador de la circuitería 1702 de radiocomunicaciones.

La Fig. 18 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un dispositivo móvil 1800 de comunicaciones de acuerdo con una realización. El dispositivo móvil de comunicaciones puede estar dispuesto para su comunicación en un sistema de comunicaciones celulares y comprende los elementos mostrados anteriormente.

5 La Fig. 19 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un nodo 1900 de comunicaciones de acuerdo con una realización, para el funcionamiento de una célula en un sistema celular de comunicaciones. El nodo 1900 de comunicaciones puede estar dispuesto para hacer funcionar una célula en un sistema celular de comunicaciones y comprende los elementos mostrados anteriormente.

10 Las Figs. 20 a 22 ilustran un ejemplo de un escenario de usuario en el que puede utilizarse la modulación polar. En la Fig. 20, se muestra el espectro 2000 de LTE para la banda completa en cuestión. El espectro puede ser compartido por una multitud de usuarios. En la Fig. 20, se muestra también un ancho 2002 de banda de usuario, es decir, ancho de banda asignado.

15 La Fig. 21 muestra un espectro de la amplitud de los bloques de recursos ocupados por el usuario. La Fig. 22 muestra señales de reloj de radiofrecuencia moduladas en fase. Para un escenario de usuario del tipo mencionado en un enlace ascendente de la LTE con el espectro completo 2000 cuando se planifica que un usuario vaya a ocupar unos pocos bloques de recursos reunidos con una desviación 2004 de frecuencia con respecto a una frecuencia central del espectro 2000 y un ancho 2002 de banda asignado, la amplitud de una señal de banda base tendrá un ancho de banda relativamente estrecho en comparación con el ancho de banda del espectro 2000 de LTE. Así, el transmisor puede funcionar en el segundo modo de funcionamiento y aplicar modulación polar. El trayecto de modulación de fase generará señales de reloj de radiofrecuencia moduladas en fase en torno a la frecuencia portadora más la frecuencia 2004 de desviación, según se ilustra en la Fig. 22.

25 Las Figs. 23 a 25 ilustran un ejemplo de un escenario de usuario en el que es necesario utilizar el seguimiento de envolvente. En la Fig. 23, se muestra el espectro 2300 de LTE para la banda completa en cuestión. El espectro puede ser compartido por una multitud de usuarios. En la Fig. 23, se muestra también un ancho 2302 de banda de usuario, es decir, ancho de banda asignado, que abarca bloques de recursos asignados distribuidos en diferentes posiciones de frecuencia. Para un escenario de usuario del tipo mencionado en un enlace ascendente de LTE con espectro completo 2300 cuando se planifica que un usuario va a ocupar bloques de recursos que están distribuidos sobre el espectro 2300 y por lo tanto tiene un ancho 2302 de banda asignado que es casi tan amplio como el ancho de banda del espectro 2300 de LTE. En una primera opción, el transmisor puede funcionar en el primer modo de funcionamiento preferentemente con seguimiento de envolvente utilizando la frecuencia portadora de la frecuencia central del espectro de LTE con el ancho 2402 de banda mostrado en la Fig. 24. En una segunda opción, el modulador puede generar señales de reloj de radiofrecuencia moduladas en cuadratura con una frecuencia en torno a la frecuencia central del espectro de LTE más una frecuencia de desviación, según se ilustra en la Fig. 25, con un ancho 2502 de banda que es igual al 2302.

35 La invención se ha descrito de forma principal anteriormente en referencia a algunas realizaciones. No obstante, tal como apreciarán fácilmente aquellos versados en la materia, son también posibles otras realizaciones diferentes a las dadas a conocer anteriormente, dentro del alcance de la invención, según queda definido por las reivindicaciones de patente adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Transmisor que comprende
un amplificador (102, 202) de potencia;
un convertidor (104, 204, 904) de voltaje en modo de conmutación, del tipo de corriente continua-a-corriente continua, dispuesto para proporcionar suministro de alimentación al amplificador de potencia; y
un controlador (106, 206, 1606),
en donde el amplificador de potencia está dispuesto para ser controlado por el controlador (106, 206, 1606) con el fin de funcionar selectivamente en un primer modo o en un segundo modo, en donde el primer modo es un modo lineal y el segundo modo es un modo no lineal,
- 10 caracterizado por que el amplificador de potencia está dispuesto para ser controlado por el controlador (106, 206, 1606) con el fin de funcionar selectivamente en el primer modo o el segundo modo sobre la base del ancho de banda asignado para una transmisión, de tal manera que el primer modo se selecciona para un ancho de banda asignado amplio y el segundo modo se selecciona para un ancho de banda asignado estrecho.
- 15 2. Transmisor según la reivindicación 1, en el que, en el segundo modo, el amplificador de potencia está adaptado al funcionamiento de modulación polar, y en donde el convertidor de voltaje en modo de conmutación está dispuesto para modular el voltaje de alimentación hacia el amplificador de potencia según un componente de amplitud de la transmisión cuando se encuentra en el segundo modo.
3. Transmisor según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el primer modo se selecciona si el ancho de banda asignado supera un umbral y el segundo modo se selecciona en caso contrario.
- 20 4. Transmisor según la reivindicación 3, en el que el umbral está dispuesto de tal manera que el primer modo se selecciona para un ancho de banda asignado de 20 MHz y el segundo modo se selecciona para un ancho de banda asignado de hasta aproximadamente 5 MHz.
5. Transmisor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la selección de modo se basa además en cualquiera de entre el requisito de potencia de salida, de magnitud del vector de error y de filtraciones espectrales para la transmisión que se va a realizar.
- 25 6. Transmisor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer modo comprende un seguimiento de envolvente, y en donde el convertidor de voltaje en modo de conmutación está dispuesto para proporcionar un voltaje de alimentación correspondiente al voltaje de salida del amplificador de potencia con un margen de sobrecarga cuando se encuentra en el primer modo.
- 30 7. Transmisor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el convertidor de voltaje en modo de conmutación comprende además una disposición (902) de conmutación adicional conectada en la salida del convertidor (904) de voltaje en modo de conmutación y un comparador (906, 908) adicional conectado para comparar la salida del convertidor de voltaje en modo de conmutación con un nivel de envolvente determinado, y está dispuesto para controlar la disposición de conmutación adicional, en donde la disposición de conmutación adicional y el comparador adicional se habilitan cuando se está en el primer modo y se utiliza el seguimiento de envolvente.
- 35 8. Transmisor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un filtro paso bajo (208) está conectado entre una salida del convertidor (204) de voltaje en modo de conmutación y una entrada de suministro de alimentación del amplificador (202) de potencia, y en donde el filtro paso bajo está dispuesto para tener una primera y una segunda frecuencias de corte seleccionables, en donde la segunda frecuencia de corte es menor que la primera frecuencia de corte, y el filtro paso bajo está dispuesto para aplicar la primera frecuencia de corte cuando se encuentre en el primer modo, y la segunda frecuencia de corte cuando se encuentre en el segundo modo.
- 40 9. Transmisor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un modulador (210, 300) de modo dual dispuesto para proporcionar una modulación en cuadratura lineal cuando se encuentre en el primer modo, y proporcionar una modulación de fase en el segundo modo.
- 45 10. Transmisor según la reivindicación 9, en el que el modulador (210, 300) de modo dual comprende
entradas dispuestas para recibir señales de banda base en cuadratura para las componentes en fase, I, y en cuadratura, Q, y señales de reloj en cuadratura de la portadora de radiocomunicaciones;
un mezclador de cuadratura;
- 50 un circuito de transformación dispuesto para

dar salida a las componentes I y Q sin variaciones en el primer modo, y para dar salida, respectivamente, a

$$\frac{I}{\sqrt{I^2 + Q^2}} \quad \text{y} \quad \frac{Q}{\sqrt{I^2 + Q^2}}$$

en el segundo modo, hacia el mezclador de cuadratura; y

un limitador (302),

5 en donde una salida combinada del mezclador de cuadratura se conecta de manera seleccionable a una salida del modulador de modo dual o bien por medio de limitador (302) cuando se está en el segundo modo o bien directamente cuando se está en el primer modo.

11. Transmisor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el amplificador de potencia, cuando se hace funcionar selectivamente en el primer modo o en el segundo modo, se polariza de tal manera que en el primer modo está dispuesto para funcionar en la clase A o AB, y en el segundo modo está dispuesto para funcionar en la clase D o E.

12. Transceptor que comprende un transmisor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 y un receptor, en donde el transceptor está dispuesto para recibir información sobre el ancho de banda de transmisión de la señal para una transmisión a realizar por el transmisor desde un nodo de comunicaciones remoto.

13. Dispositivo (1700, 1800, 1900) de comunicaciones para comunicación inalámbrica, en donde el dispositivo de comunicaciones comprende un transmisor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 ó un transceptor según la reivindicación 12.

14. Dispositivo (1700, 1800) de comunicaciones según la reivindicación 13, dispuesto para funcionar en un sistema de comunicaciones celulares LTE del 3GPP y la transmisión es una transmisión de enlace ascendente, y está dispuesto además para determinar el ancho de banda asignado para la transmisión de enlace ascendente sobre la base de bloques de recursos asignados e indicados en una transmisión de enlace descendente cuatro subtramas antes de la transmisión de enlace ascendente.

15. Método de un transmisor que comprende un amplificador de potencia y un convertidor de voltaje en modo de conmutación dispuesto para proporcionar suministro de alimentación al amplificador de potencia, en donde el método comprende

25 determinar (1202, 1302, 1402) el ancho de banda asignado de la señal para una transmisión que va a ser realizada por el transmisor; y

seleccionar (1204, 1304, 1404) un modo de funcionamiento del amplificador de potencia de entre un primer modo o un segundo modo sobre la base del ancho de banda asignado determinado, en donde el primer modo es un modo lineal y el segundo modo es un modo no lineal;

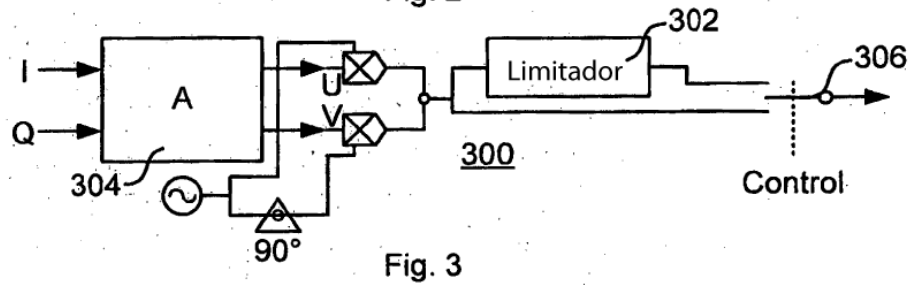
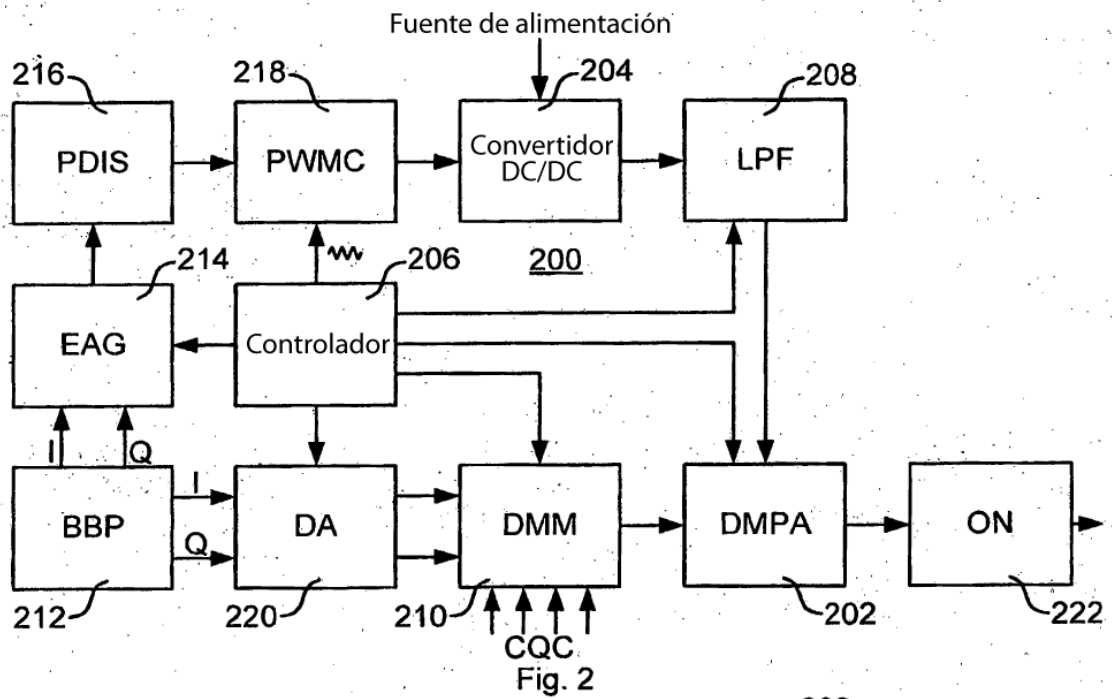
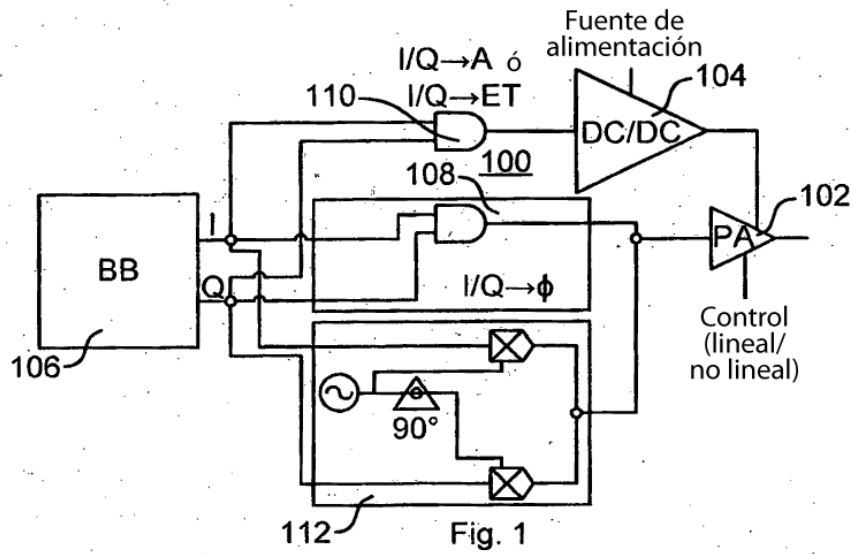
30 caracterizado por que el primer modo se selecciona para un ancho de banda asignado amplio y el segundo modo se selecciona para un ancho de banda asignado estrecho.

16. Método según la reivindicación 15, en el que, en el segundo modo, se hace funcionar el amplificador de potencia para modulación polar, y el método comprende además modular (1306, 1408, 1410) el voltaje de alimentación hacia el amplificador de potencia por una componente de amplitud de la transmisión cuando se encuentra en el segundo modo.

17. Método según cualquiera de las reivindicaciones 15 ó 16, en el que el primer modo se selecciona si el ancho de banda asignado supera un umbral y el segundo modo se selecciona en caso contrario.

18. Método según la reivindicación 17, en el que el umbral está dispuesto de tal manera que el primer modo se selecciona para un ancho de banda asignado de 20 MHz y el segundo modo se selecciona para un ancho de banda asignado de hasta aproximadamente 5 MHz.

19. Programa (1500) de ordenador que comprende código ejecutable por ordenador, el cual cuando se ejecuta en un procesador (1502) provoca que un transmisor asociado al procesador lleve a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 18.



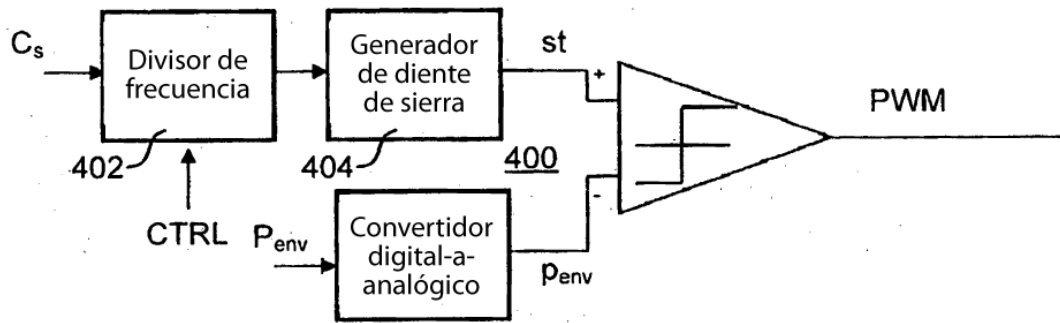


Fig. 4

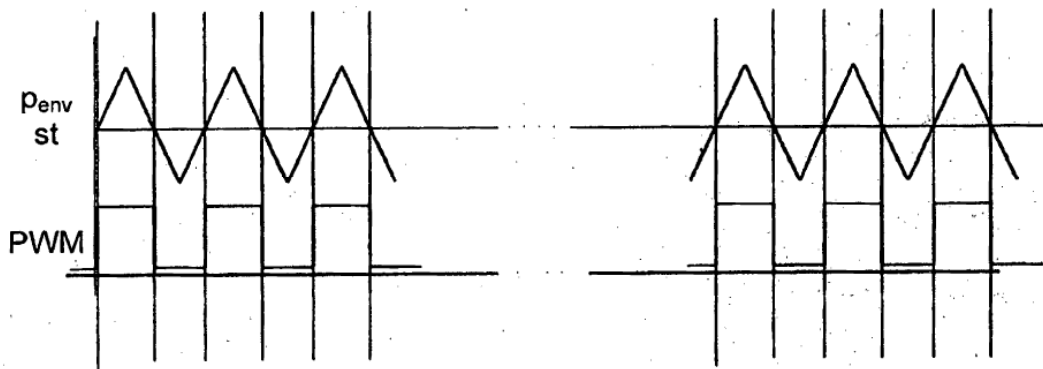


Fig. 5

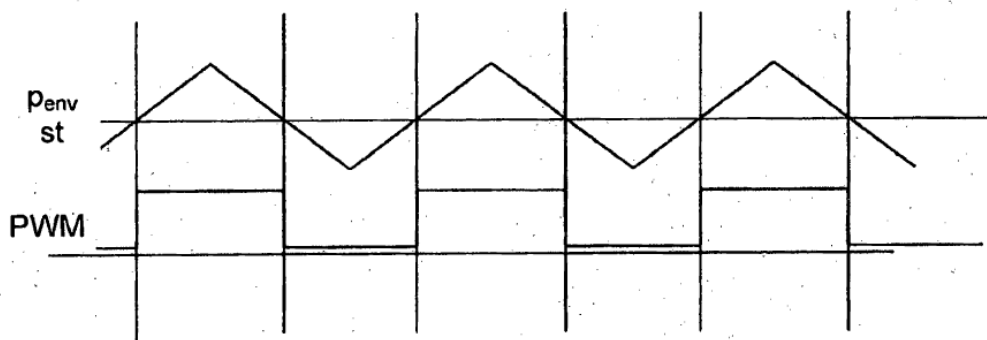


Fig. 6

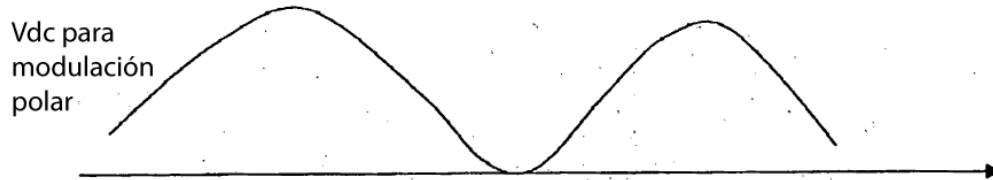


Fig. 7

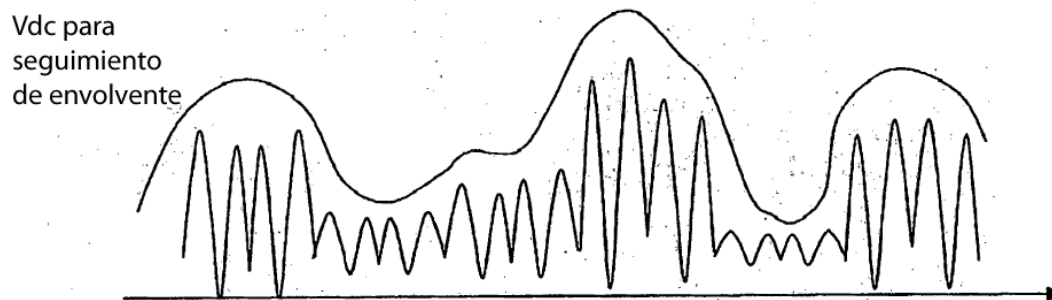


Fig. 8

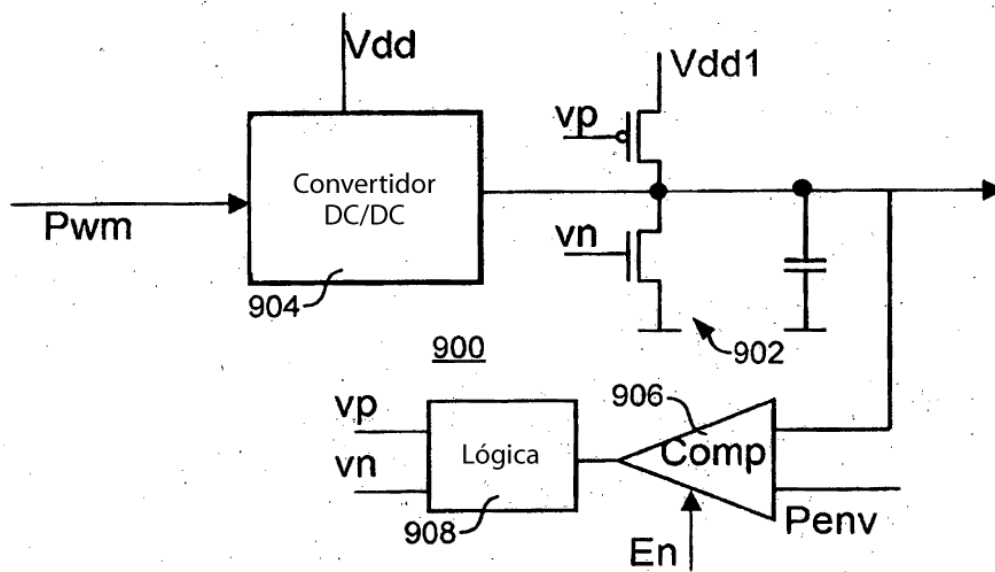


Fig. 9

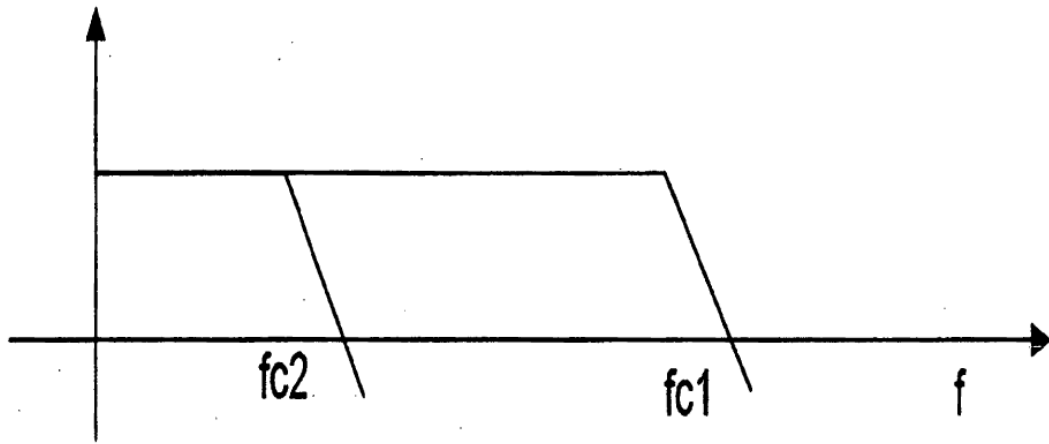


Fig. 10

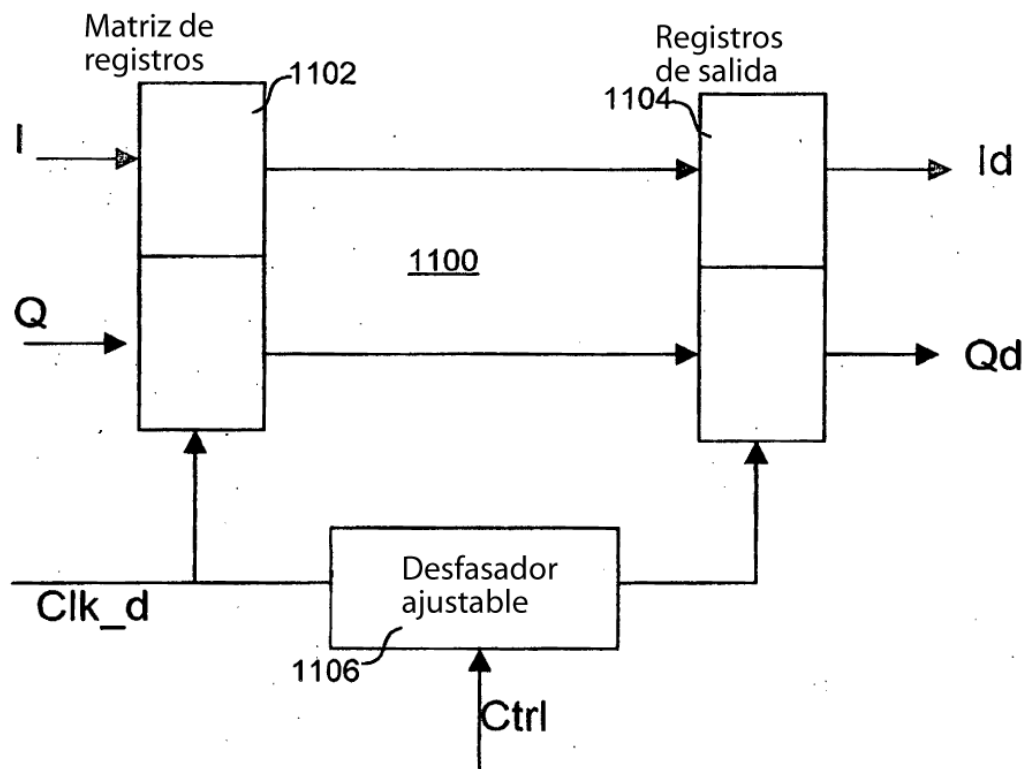


Fig. 11

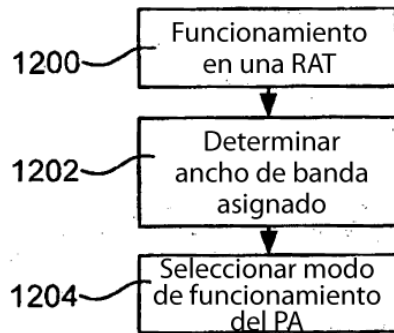


Fig. 12

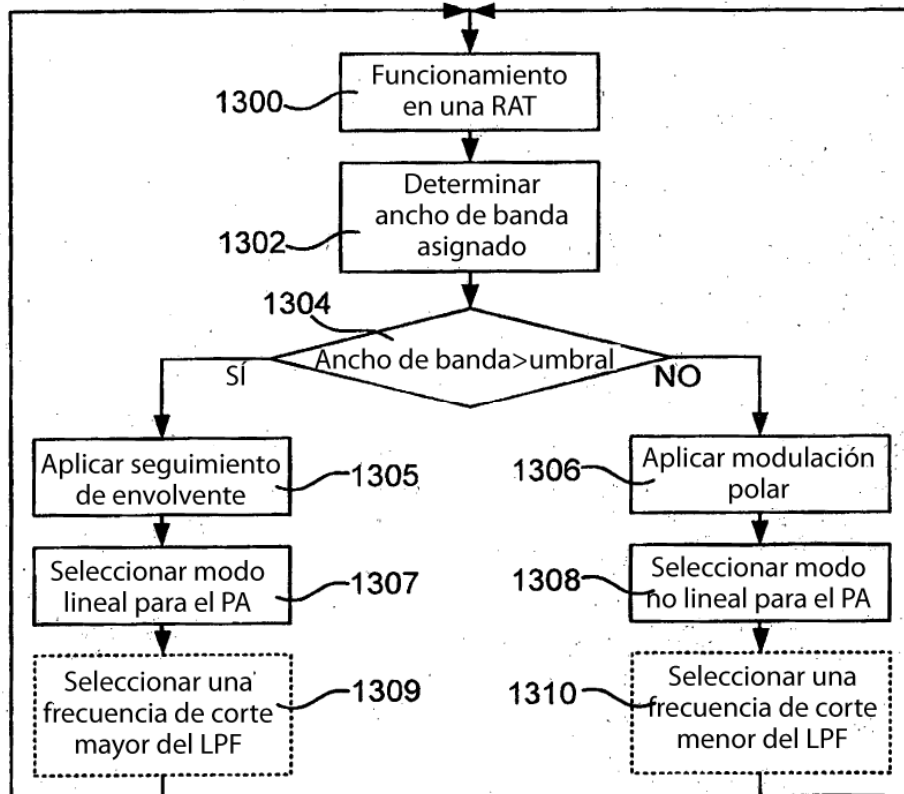


Fig. 13

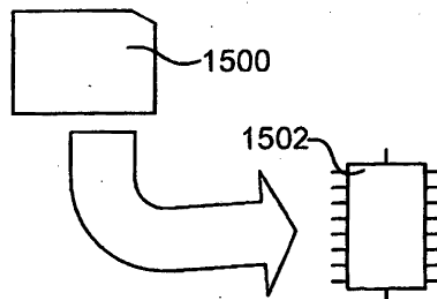


Fig. 15

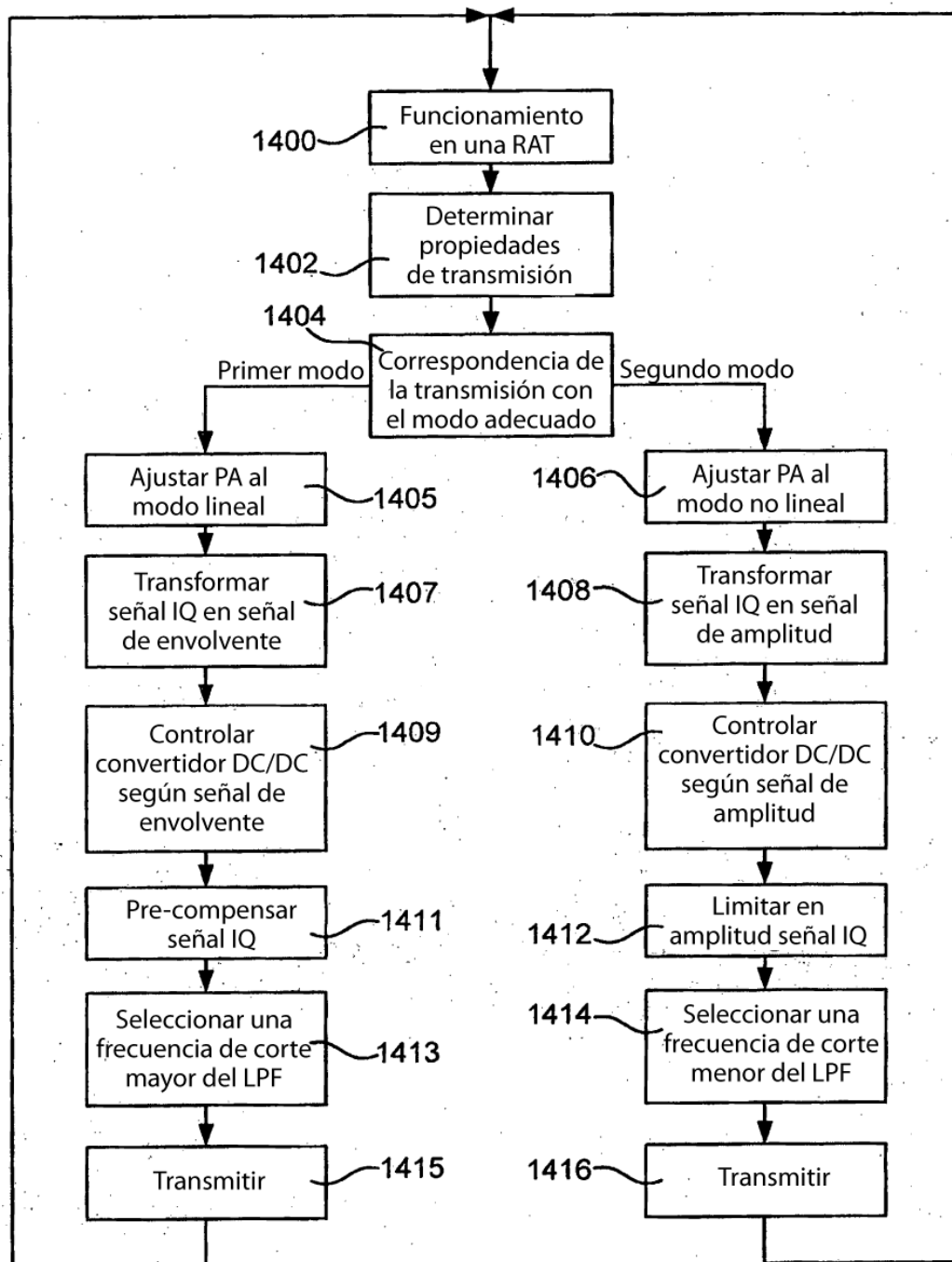


Fig. 14

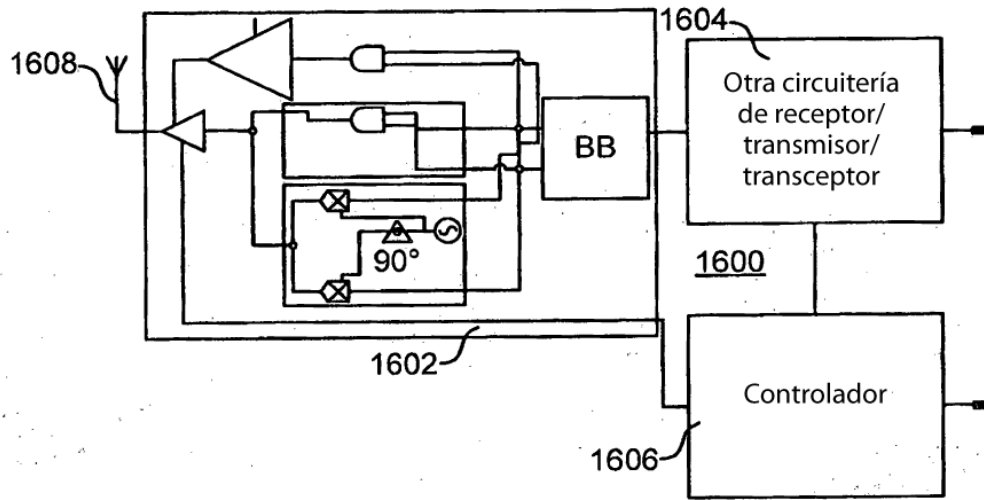


Fig. 16

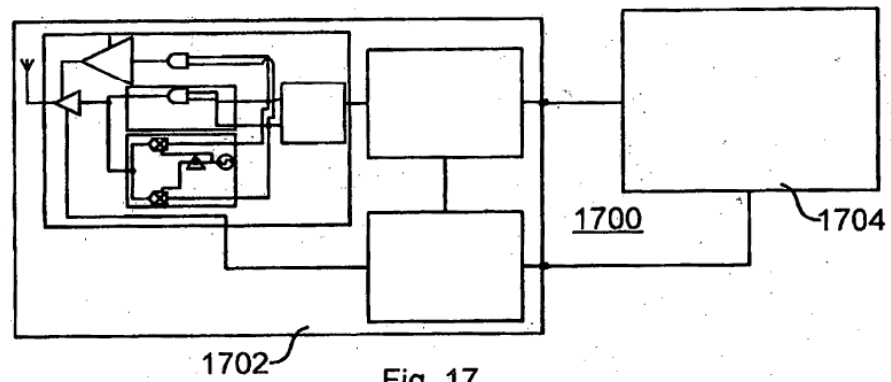


Fig. 17

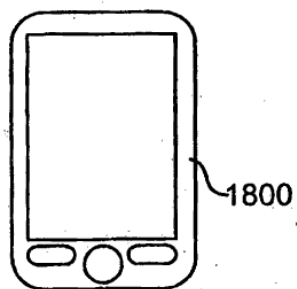


Fig. 18

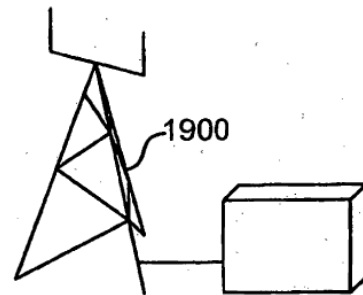


Fig. 19

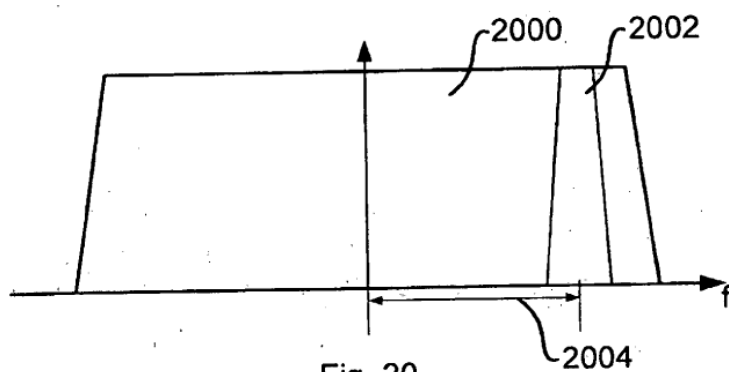


Fig. 20

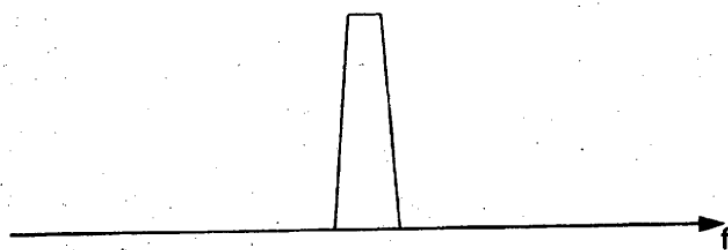


Fig. 21

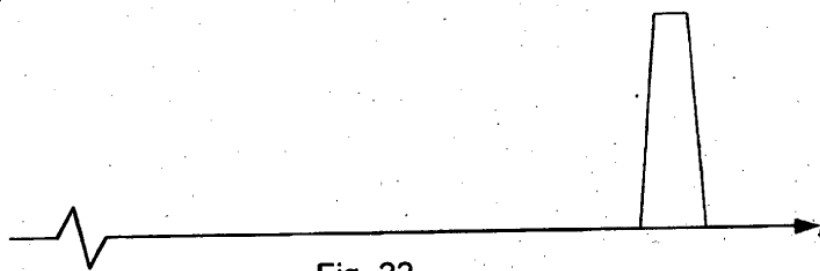


Fig. 22

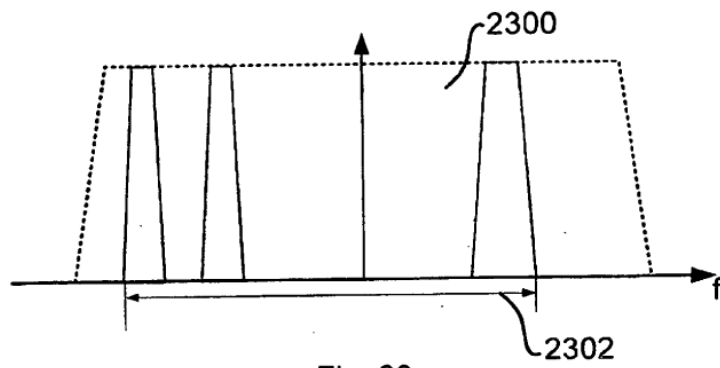


Fig. 23

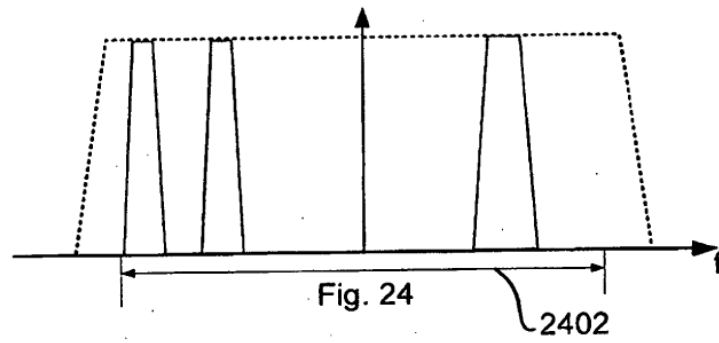


Fig. 24

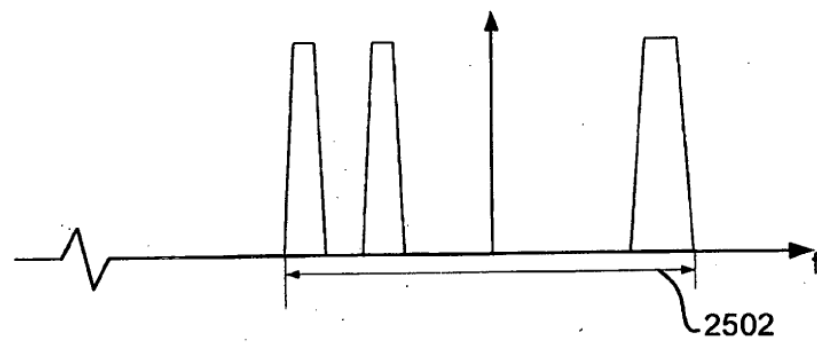


Fig. 25