



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 277 515**

⑫ Número de solicitud: 200501029

⑬ Int. Cl.:  
**H03F 1/32** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **27.04.2005**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.07.2007**

Fecha de la concesión: **06.05.2008**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **01.06.2008**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**01.06.2008**

⑰ Titular/es: **TELEFÓNICA, S.A.**  
**Gran Vía, 28**  
**28013 Madrid, ES**

⑱ Inventor/es: **Canto Palancar, Rafael;**  
**Cucala García, Luis y**  
**Warkanskyj García, Wsewolod**

⑲ Agente: **Arizti Acha, Mónica**

⑳ Título: **Método de control de un sistema de amplificación linealizado multiportadora, amplificador y sistema de amplificador.**

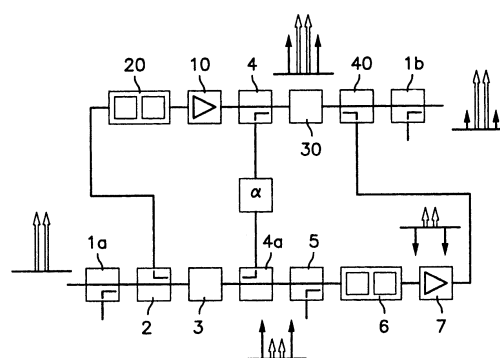
㉑ Resumen:

Método de control de un sistema de amplificación linealizado multiportadora, amplificador y sistema de amplificador.

El método está aplicado a un sistema de amplificación con un amplificador de potencia linealizado (AL) con técnicas "feed forward", es del tipo adaptativo secuencia) y comprende evaluar el gradiente de variación de una serie de funciones o estimadores de error, teniendo en cuenta las señales de salida de los bucles de cancelación de error y de cancelación de señal, del amplificador (AL), para realizar un ajuste intermedio y un ajuste fino final.

El amplificador es apto para trabajar con multiportadoras UMTS y comprende un amplificador (AL) de potencia linealizado con técnicas feed-forward y opcionalmente predistorsión, el cual opera en UTRA/FDD con una multiportadora de gran ancho de banda y alta eficiencia.

El sistema de amplificador de potencia comprende un amplificador (AL) como el propuesto además de unos módulos de monitorización y control.



**Fig.1**

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Método de control de un sistema de amplificación linealizado multiportadora, amplificador y sistema de amplificador.

**Objeto de la invención**

La presente invención concierne, en un primer aspecto, a un método para controlar un sistema de amplificación linealizado multiportadora, en particular multiportadora UMTS.

En un segundo aspecto, la invención concierne a un amplificador de linealizado multiportadora UMTS que comprende al menos un amplificador de potencia linealizado con técnicas feed-forward y opcionalmente predistorsión, el cual opera en UTRA/FDD (duplex por división de frecuencia) con una multiportadora de gran ancho de banda y alta eficiencia, cual amplificador permite disminuir el tamaño y consumo de los transmisores UMTS conocidos.

La invención también concierne, en un tercer aspecto, a un sistema de amplificador de potencia estructurado en base al amplificador linealizado propuesto según el segundo aspecto de la presente invención.

**Campo de la invención**

Esta propuesta tiene su aplicación en el campo de las telecomunicaciones y más en concreto en el desarrollo de equipos de radio para la transmisión de señales UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) radiadas por unas antenas de repetidores y/o estaciones base.

**Antecedentes de la invención**

Las características de envolvente no-constante de la señal UMTS obliga a los amplificadores de potencia usados en los transmisores a operar en puntos de trabajo muy lineales, en los que su eficiencia es muy baja, representando la parte más importante del consumo eléctrico total de los equipos.

Para solucionar estos problemas se utilizan distintas técnicas de linealización, siendo una de las que más se ajusta a las aplicaciones de banda ancha la técnica llamada "feed-forward", que aparece descrita p. Ej en las siguientes solicitudes de patente: US-A-2004/0155704, US-A-2004/0160274 y WO-A-2004/065996.

Esta técnica consiste principalmente en trabajar con un amplificador de potencia en un punto en el que es muy eficiente pese a distorsionar fuertemente la señal (poco lineal) para aislar la distorsión del amplificador posteriormente y sustraerla de la salida, obteniendo así un amplificador lineal y eficiente (véanse por Ej. las patentes US-B1-6.756.844 y US-B1-6.744.316).

Sin embargo, estos sistemas presentan algunos problemas que encarecen y dificultan su generalización e implementación:

- requieren unos ajustes muy precisos en amplitud y fase, por lo necesita incorporar elementos ajustables que controlen dichos parámetros. Además, el ajuste de los retardos de los distintos caminos que componen el sistema, con el fin de que su funcionamiento se extienda en banda ancha, es muy crítico. La precisión necesaria en los ajustes y la complejidad inherente al sistema ocasionan tiempos de puesta en marcha elevados en la fabricación de los equipos; y
- el hecho de que los componentes electrónicos no son exactamente iguales entre sí y que además, derivan con el tiempo y la temperatura, hace que los sistemas utilizando la citada técnica de linealización "feed-forward" requieran de algún tipo de control que realice pequeños ajustes continuos que garanticen su buen funcionamiento en el tiempo.

El amplificador linealizado de la presente invención ofrece un camino para resolver los problemas anteriores de una forma compacta, y permite el desarrollo de repetidores pequeños y de bajo peso y consumo.

Para el control del amplificador, algunos sistemas utilizan tablas de calibración, que requieren un conocimiento exhaustivo de los dispositivos electrónicos, que además pueden variar en distintas series de fabricación. Frente a ellos, el uso de sistemas de control adaptativos (en principio ya descritos por Ej. en la WO-A-2004/065996 citada), tal y como se realiza en el amplificador de esta invención, hace que el sistema sea independiente de las características de los dispositivos y ello facilita enormemente la fabricación.

Se conocen de hecho distintos mecanismos de control, desde los basados en tablas y en la temperatura, hasta los potentes sistemas digitales que utilizan algoritmos adaptativos y que utilizan múltiples parámetros para el ajuste.

Existen igualmente distintas soluciones comerciales de módulos amplificadores que emplean este tipo de técnicas (PWK-2130 de ANDREW), con algoritmos adaptativos propietarios para el control. Frente a ellos, la innovación que

aporta esta solicitud procede de que estos sistemas conocidos ofrecen un ancho de banda mucho menor (20 MHz frente a los 60 MHz o superiores que permite la propuesta según esta invención).

### Descripción de la invención

La presente invención concierne, en un primer aspecto, a un método para controlar un sistema de amplificación linealizado multiportadora, en particular multiportadora UMTS, que comprende como mínimo un amplificador de potencia linealizado con técnicas "feed forward" de lazo simple o múltiple y opcionalmente combinadas con predistorsión, siendo dicho método del tipo adaptativo secuencial que comprende, a partir de una o más funciones, o

estimadores de error, a minimizar en un estado de convergencia de dicho sistema, obtener unos parámetros de optimización y aplicarlos a al menos unos actuadores de unos moduladores vectoriales de unos respectivos bucles de cancelación de señal y de cancelación de error de dicho amplificador de potencia, con al menos un modulador por bucle, para así ajustarlos.

Dicho método comprende incluir en dicha o dichas funciones de error a minimizar el gradiente de variación de las señales de salida de dicho bucle de cancelación de error de dicho amplificador de potencia (coincidentes con las señales de salida de dicho sistema de amplificación para el caso preferido de que éste comprenda un único amplificador de potencia) y las señales de salida de dicho bucle de cancelación de señal, siendo dicho o dichos gradientes calculados en base al análisis espectral de dichas señales, a partir de pequeñas variaciones o perturbaciones introducidas en las correspondientes consignas de control en torno al valor que tengan en cada momento.

Un segundo aspecto de la invención concierne a un amplificador linealizado multiportadora UMTS que comprende al menos un amplificador de potencia linealizado con técnicas feed-forward y opcionalmente predistorsión apto para trabajar con un ancho de banda instantáneo igual o mayor de 60 MHz.

En un tercer aspecto, la presente invención concierne a un sistema de amplificador que comprende un amplificador linealizado como el propuesto por el segundo aspecto, al que se añade un sistema de monitorización y un sistema de control que permite, al actuar sobre el amplificador, garantizar el funcionamiento continuado del equipo en el tiempo y con las variaciones de temperatura, pudiendo aplicarse el método propuesto por el primer aspecto de la presente invención para utilizar dicho sistema de control, en base a las señales adquiridas mediante dicho sistema de monitorización.

Las características y ventajas de los aspectos que son objeto de la invención se pondrán claramente de manifiesto a partir de la descripción que sigue de un ejemplo de realización, que se hace a título ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos que se acompañan.

### Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un detalle de una posible configuración de la sección de RF de un amplificador linealizado según la invención.

La Fig. 2 es un esquema general de un amplificador linealizado según la invención, mostrando los módulos integrantes básicos (en un Ejemplo preferido de ejecución) indicándose con una flecha los caminos de interrelación entre los mismos.

Por último, en la Fig. 3 se muestra un esquema de un posible sistema de monitorización utilizable en un sistema de amplificación conforme a las propuestas de la invención.

### Exposición de la realización preferente de la invención

Como ejemplo de sección de radiofrecuencia del amplificador feed-forward, aunque no limitado a ella, se propone el detalle de la sección de RF ilustrado en la Fig. 1 de los dibujos adjuntos, en donde los bloques funcionales responden al siguiente detalle:

1a - muestra señal de entrada

1b - muestra señal de salida

2 - acoplador de entrada

3 - línea de retardo

4 - acoplador

4a - acoplador de error

5 - muestra señal de error

## ES 2 277 515 B1

6 - modulador vectorial

7 - amplificador de error

10 - amplificador principal

20 - modulador vectorial

30 - línea de retardo

40 - acoplador de salida

Sobre este ejemplo de arquitectura y sobre otras posibles basadas en lazos múltiples “feed-forward” y/o predistorsión, el sistema de monitorización y control añadido conforme a la propuesta de esta invención, realiza un control de la sección de radiofrecuencia que garantiza un correcto funcionamiento de la misma.

El sistema de amplificador linealizado puede agruparse funcionalmente en varios módulos diferenciados que aparecen en la Fig. 2.

La función de cada uno de los módulos se detalla a continuación:

### • Sección de RF del Amplificador Linealizado (AL)

Es el amplificador linealizado en M. Amplifica hasta cuatro señales UMTS en la banda de transmisión ULTRA/FDD 2110-2170 MHz a su entrada, hasta una potencia de un vatio por portadora. El amplificador linealizado es un amplificador multiportadora que usa técnicas “feed-forward” opcionalmente combinadas con predistorsión para incrementar la eficiencia del sistema. Un posible ejemplo de la sección de RF es el ilustrado en la Figura 1, cuyos componentes se han identificado más arriba.

Una de las características principales de la propuesta de esta invención es la compacidad del amplificador linealizado, por lo que la proximidad entre las distintas señales a monitorizar y en los lazos de la sección de RF han ocasionado acopios de señal mayores de los deseables. Para solucionar este problema, se ha tenido que recurrir a un algoritmo de control robusto que no se viera afectado por esta limitación.

### • Módulo de generación y distribución de alimentaciones y señales de control (GDAC)

Genera las tensiones necesarias para el funcionamiento del sistema a partir de la tensión de entrada, y realiza las funciones de interfaz físico entre el sistema de control por un lado y el de monitorización y el amplificador linealizado por otro.

### • Sistema de monitorización del amplificador linealizado (SMAL)

El amplificador linealizado necesita una serie de ajustes dinámicos para su adecuado funcionamiento. El sistema de monitorización se encarga de seleccionar una de entre varias señales posibles (que en este ejemplo de implementación son tres; entrada, error y salida), llamadas muestras, que son convenientemente detectadas y procesadas secuencialmente, al modo de un pequeño analizador de espectros en miniatura y que permiten conocer en cada momento el estado de funcionamiento del amplificador. La Figura 3 muestra una posible realización de dicho sistema de monitorización del amplificador linealizado.

La exploración secuencial de las señales de monitorización a través de un conmutador permite al sistema de monitorización reutilizar el circuito detector para todas las señales a monitorizar, contribuyendo a la compacidad final del módulo linealizado.

### • Sistema de control del amplificador linealizado (SCFF)

El sistema de control es el encargado de, a partir de las entradas provenientes del sistema de monitorización, determinar el estado de funcionamiento del amplificador y de realizar los ajustes pertinentes, para corregir en todo momento las desviaciones que pudieran producirse. Garantiza un correcto funcionamiento del sistema en el tiempo y permite una puesta en marcha inicial sencilla.

Básicamente, el sistema de control digitaliza la señal detectada por el sistema de monitorización y la procesa convenientemente controlando una serie de actuadores que controlan los retardos, amplitud y fase dentro de los distintos lazos feed-forward y/o predistorsión, así como, opcionalmente, las polarizaciones de distintos elementos activos sensibles del sistema, tales como el amplificador principal o el de error.

Los mecanismos de ajuste que pueden ser empleados son muy diversos, incluyéndose entre ellos el análisis espectral de las señales que se usan para el algoritmo de control.

Se observa en la Fig. 2 que existe una comunicación bidireccional entre dichos dos módulos (SMAL) y (SCFF).

A título ilustrativo, pero no limitativo, se muestra una posible implementación para el algoritmo de control:

- Muestreo secuencial de las señales de entrada e identificación de portadoras presentes en el sistema.
- Control en ganancia del amplificador en base a amplitudes relativas entrada/salida.
- Algoritmo adaptativo de control, donde se minimiza una función de error calculada a partir del gradiente obtenido del análisis espectral de ciertas señales de radiofrecuencia, la temperatura y consumo de corriente de los transistores que integran el sistema. El algoritmo integra para el cálculo todo el ancho de banda instantáneo relevante del amplificador.
- Cálculo del gradiente introduciendo pequeñas variaciones en las consignas de control en torno al valor que tengan en cada momento y medida del estado del sistema en estos estados de perturbación.
- Ajuste en la dirección de máximo descenso en gradiente, ponderado con una función dependientes de la magnitud del error, consumos de corriente de los amplificadores del sistema, etc. que posibilita que las perturbaciones no afecten al funcionamiento normal del equipo.
- Ajuste fino final robusto basado en las características de la señal de salida, y que permite un ajuste óptimo del sistema independientemente de errores en la generación de la señal de error debido a falta de aislamiento entre señales de radiofrecuencia, distorsión generada por el amplificador de error debido al gran factor de esta señal, etc.

El sistema de control permite una calibración inicial del sistema, a través de un sencillo SW que corre sobre un PC y controla simultáneamente un sistema de medida basado en una pareja de generador de radiofrecuencia y analizador de espectros y que va llamando las rutinas de calibración correspondientes del amplificador linealizado. Los ajustes que permite realizar son:

- Calibración inicial de la cadena receptora en amplitud y frecuencia
- Comprobación del correcto funcionamiento del amplificador en fabricación
- Ajuste digital de retardo de los lazos para lograr el ancho de banda instantáneo necesario para cubrir toda la banda de operación del amplificador (banda de transmisión UMTS)

Por último, el sistema de control se ocupa de controlar el sistema de monitorización, la temperatura del sistema, la generación de alimentaciones, y de realizar las funciones de interfaz con exterior, en principio con el microprocesador del equipo del que el amplificador forme parte.

Se propone, según el primer aspecto de la presente invención, un método que puede ser utilizado para implementar el algoritmo de control comentado.

Dicho método es utilizado para controlar un sistema de amplificación linealizado multiportadora, que comprende como mínimo un amplificador de potencia linealizado AL con técnicas "feed forward" de lazo simple o múltiple y opcionalmente combinadas con predistorsión, y es del tipo adaptativo secuencial que comprende, a partir de unas funciones, o estimadores del error, a minimizar en un estado de convergencia de dicho sistema, obtener unos parámetros de optimización y aplicarlos a al menos unos actuadores de unos moduladores vectoriales 6, 20 de unos respectivos bucles de cancelación de señal y de cancelación de error de dicho amplificador de potencia AL, para así ajustarlos.

Dicho método comprende incluir en dichas funciones de error a minimizar el gradiente de variación de las señales de salida (muestreadas en el bloque 1b según la Fig. 1) de dicho bucle de cancelación de error (coincidentes con las de salida de dicho sistema de amplificación para el ejemplo de realización preferida en que éste solo comprende un único amplificador de potencia AL), y las señales de salida de dicho bucle de cancelación de señal (muestreadas en el bloque 5 según la Fig. 1), siendo dichos gradientes calculados en base al análisis espectral de dichas señales, a partir de pequeñas variaciones o perturbaciones introducidas en las correspondientes consignas de control en torno al valor que tengan en cada momento.

El método comprende calcular dichos gradientes en todo un ancho de banda instantáneo, relevante, del amplificador, y además realizar un muestreo secuencial de las señales de entrada de dicho sistema de amplificación (a través del bloque 1 a según la Fig. 1) y la identificación de las portadoras presentes en el sistema.

Para un ejemplo de realización el método comprende además realizar un control en ganancia del sistema de amplificación en base a amplitudes relativas entrada/salida.

Por lo que se refiere a las mencionadas funciones o estimadores de error a minimizar, el método comprende utilizar tres de ellas, diferentes y definidas basándose en la entrada y la salida del sistema de amplificación (o salida del bucle

## ES 2 277 515 B1

de cancelación de error para la realización preferida en la cual el sistema comprende un único amplificador de potencia AL), y en la salida del bucle de cancelación de señal.

Para otro ejemplo de realización dichas tres funciones están definidas basándose también en el consumo del amplificador de error de dicho amplificador de potencia AL y/o en otros requisitos de funcionamiento propios del sistema de amplificación.

Dichas funciones son tales que alcanzan su valor mínimo en el punto óptimo de funcionamiento del sistema de amplificación, y son las siguientes:

- función objetivo inicial bucle cancelación de señal, la cual es utilizada para realizar un ajuste inicial del bucle de cancelación de señal del amplificador de potencia AL y se encuentra definida basándose en la salida 5 del bucle de cancelación de señal o en la salida 5 del bucle de cancelación de señal y en el consumo del amplificador de error del amplificador de potencia AL,

- función objetivo bucle cancelación de error, la cual es utilizada para el ajuste del bucle de cancelación de error del amplificador de potencia AL y para el ajuste del sistema de amplificación tanto para la búsqueda de una solución o ajuste inicial como durante un ajuste final, y se encuentra definida basándose en la salida 1b del bucle de cancelación de error,

- función objetivo final bucle cancelación de señal, la cual es utilizada para un ajuste final del bucle de cancelación de señal del amplificador de potencia AL y se encuentra definida basándose en la señal de entrada (tomada en 1a) y salida (tomada en 1b) del sistema de amplificación y a unos valores objetivo predeterminados.

Más detalladamente dichas funciones utilizan y tratan las señales comentadas para realizar unas sumas, según se explica a continuación:

- dicha función objetivo inicial bucle cancelación de señal consiste en una suma ponderada de las potencias en banda central de las diferentes portadoras tratadas en el sistema de amplificación, medidas a la salida 5 del bucle de cancelación de señal del amplificador de potencia AL, y del consumo del amplificador de error 7 del sistema,

- dicha función objetivo bucle cancelación de error consiste en una suma de potencias en los canales adyacentes de las diferentes portadoras tratadas en el sistema de amplificación, medidas a la salida 1b del bucle de cancelación de error del amplificador de potencia AL, y

- dicha función objetivo final bucle cancelación de señal consiste en una suma de los errores de ganancia del sistema de amplificación y de recrecimiento en la respuesta del sistema para las diferentes portadoras tratadas en el sistema respecto a dichos valores predeterminados, los cuales son unos valores objetivo definidos en una etapa de diseño del sistema de amplificación y/o durante una fase de calibración del mismo, estando dichos valores de error ponderados de acuerdo a unos pesos variables.

Las mencionada funciones objetivo, o de error a minimizar, incluyen el gradiente de variación de las señales de salida de dicho sistema de amplificación y/o de dicho bucle de cancelación de error de dicho amplificador de potencia AL y las señales de salida de dicho bucle de cancelación de señal.

A continuación se detallan las etapas del método propuesto según el tercer aspecto de la presente invención, en las cuales se evalúan las funciones arriba definidas. Dichas etapas son las siguientes, efectuadas de manera secuencial:

- a) definir unos valores máximos y mínimos para dichos gradientes de variación de señales y para unos gradientes de dichas funciones, y unas variaciones máximas y mínimas de dichos parámetros de optimización,
- b) utilizar el valor medio de un rango válido de los parámetros a optimizar como unos valores iniciales de convergencia de los parámetros de optimización y aplicarlos a dichos actuadores de dichos moduladores vectoriales 6, 20,
- c) evaluar el gradiente de dicha función objetivo inicial bucle cancelación de señal en base a unas pequeñas perturbaciones introducidas en las consignas de control del mismo,
- d) actualizar los valores de los actuadores del modulador vectorial 20 del bucle de cancelación de señal, en función de la evaluación realizada en la etapa c),
- e) evaluar el gradiente de dicha función objetivo bucle cancelación de error en base a unas pequeñas perturbaciones introducidas en las consignas de control del mismo,
- f) actualizar los valores de los actuadores del modulador vectorial 6 del bucle de cancelación de error, en función de la evaluación realizada en la etapa e),

- g) monitorizar el consumo y temperatura del sistema de amplificación, y si se determina que alguno de los parámetros supervisados se encuentra fuera de unos rangos definidos de funcionamiento configurar el sistema en estado de máxima atenuación, mediante la correspondiente modificación de los valores de los actuadores de los moduladores vectoriales 6, 20,
- h) evaluar el estado de convergencia del sistema, es decir de todos los parámetros analizados, y si se determina que el sistema aún no ha alcanzado unos niveles definidos de convergencia inicial, tales como dichos valores iniciales de convergencia de los parámetros de optimización obtenidos en dicha etapa b), repetir el método a partir de la etapa c), y en caso contrario seguir con la etapa siguiente,
- i) evaluar el gradiente de dicha función objetivo final bucle cancelación de señal en base a unas pequeñas perturbaciones introducidas en las consignas de control del mismo,
- j) actualizar los valores de los actuadores del modulador vectorial 6 del bucle de cancelación de error, en función de la evaluación realizada en la etapa i),
- k) evaluar el gradiente de la función objetivo bucle cancelación de error en base a unas pequeñas perturbaciones introducidas en las consignas de control del mismo,
- l) actualizar los valores de los actuadores del modulador vectorial 6 del bucle de cancelación de error, en función de la evaluación realizada en la etapa k),
- m) monitorizar el consumo y temperatura del sistema de amplificación, y si se determina que alguno de los parámetros supervisados se encuentra fuera de unos rangos definidos de funcionamiento configurar el sistema en estado de máxima atenuación, mediante la correspondiente modificación de los valores de los actuadores de los moduladores vectoriales 6, 20,
- n) evaluar el estado de convergencia del sistema, es decir de todos los parámetros analizados, y si se determina que el sistema mantiene unos niveles mínimos definidos de convergencia, tales como los utilizados como referencia en h), repetir el método a partir de la etapa i), y en caso contrario seguir con la etapa c).

Si bien mediante las etapas arriba explicadas se opera sobre los actuadores de los moduladores vectoriales 6, 20 (para modificar la amplitud y la fase), también es posible de manera análoga actuar sobre otra clase de actuadores, tales como los asociados a las líneas de retardo 3, 30, o a los asociados a polarizar los amplificadores 7, 10, o a otra clase de actuadores aplicados a modificar el comportamiento de un amplificador de potencia AL tal como el ilustrado en la Fig. 1, que un experto en la materia considerase conveniente.

Para otro ejemplo de realización el método propuesto comprende utilizar un mecanismo de calibración inicial que coopera en una comprobación y puesta en marcha sencilla del equipo o sistema de amplificación, y que incluye el ajuste de retardo de los lazos que permite al amplificador obtener un ancho de banda instantáneo mayor o igual a 60 MHz.

Un experto en la materia podría introducir cambios y modificaciones en los ejemplos de realización descritos sin salirse del alcance de la invención según está definido en las reivindicaciones adjuntas, por lo que se refiere a los tres aspectos propuestos por la presente invención.

## REIVINDICACIONES

1. Método para controlar un sistema de amplificación linealizado multiportadora, que comprende al menos un amplificador de potencia linealizado (AL) con técnicas “feed forward” de lazo simple o múltiple y opcionalmente combinadas con predistorsión, siendo dicho método del tipo adaptativo secuencial que comprende, a partir de al menos una función, o estimador del error, a minimizar en un estado de convergencia de dicho sistema, obtener unos parámetros de optimización y aplicarlos a al menos unos actuadores de unos moduladores vectoriales (6, 20) de unos respectivos bucles de cancelación de señal y de cancelación de error de dicho amplificador de potencia (AL), que es al menos uno, con al menos un modulador por bucle, para así ajustarlos, estando dicho método **caracterizado** porque comprende incluir en dicha función de error a minimizar, que es al menos una, el gradiente de variación de al menos una de las señales del grupo formado por: señales de salida de dicho bucle de cancelación de error, coincidentes con las de salida de dicho sistema de amplificación cuando éste solo comprende un único amplificador de potencia (AL), y señales de salida de dicho bucle de cancelación de señal, siendo dicho o dichos gradientes calculados en base al análisis espectral de dicha o dichas señales, a partir de pequeñas variaciones o perturbaciones introducidas en las correspondientes consignas de control en torno al valor que tengan en cada momento.

2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende calcular dicho o dichos gradientes en todo un ancho de banda instantáneo, relevante, del amplificador.

3. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende además realizar un muestreo secuencial de las señales de entrada de dicho sistema de amplificación y la identificación de las portadoras presentes en el sistema.

4. Método según la reivindicación 3, **caracterizado** porque comprende además realizar un control en ganancia del sistema de amplificación en base a amplitudes relativas entrada/salida.

5. Método según la reivindicación 4, **caracterizado** porque comprende utilizar tres de dichas funciones o estimadores de error a minimizar, definidas basándose al menos en la entrada y salida del sistema de amplificación, o salida del bucle de cancelación de error si el sistema comprende un único amplificador de potencia (AL), y en la salida del bucle de cancelación de señal.

6. Método según la reivindicación 5, **caracterizado** porque dichas tres funciones están definidas basándose también en al menos el consumo del amplificador de error de dicho amplificador de potencia (AL), que es al menos uno, y/o en otros requisitos de funcionamiento propios del sistema de amplificación.

7. Método según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizado** porque dichas funciones son tales que alcanzan su valor mínimo en el punto óptimo de funcionamiento del sistema de amplificación.

8. Método según la reivindicación 5, 6 ó 7, **caracterizado** porque dichas tres funciones son las siguientes

- función objetivo inicial bucle cancelación de señal, la cual es utilizada para realizar un ajuste inicial del bucle de cancelación de señal de dicho amplificador de potencia (AL) y se encuentra definida basándose en la salida del bucle de cancelación de señal o en la salida del bucle de cancelación de señal y en el consumo del amplificador de error de dicho amplificador de potencia (AL),

- función objetivo bucle cancelación de error, la cual es utilizada para el ajuste del bucle de cancelación de error del amplificador de potencia (AL) y para el ajuste del sistema de amplificación tanto para la búsqueda de una solución o ajuste inicial como durante un ajuste final, y se encuentra definida basándose en la salida del bucle de cancelación de error,

- función objetivo final bucle cancelación de señal, la cual es utilizada para un ajuste final del bucle de cancelación de señal del amplificador de potencia (AL) y se encuentra definida basándose en la señal de entrada y salida del sistema de amplificación y a unos valores objetivo predeterminados.

9. Método según la reivindicación 8, **caracterizado** porque:

dicha función objetivo inicial bucle cancelación de señal consiste en una suma ponderada de las potencias en banda central de las diferentes portadoras tratadas en el sistema de amplificación, medidas a la salida del bucle de cancelación de señal del amplificador de potencia (AL), y del consumo del amplificador de error del sistema,

dicha función objetivo bucle cancelación de error consiste en una suma de potencias en los canales adyacentes de las diferentes portadoras tratadas en el sistema de amplificación, medidas a la salida del bucle de cancelación de error del amplificador de potencia (AL), y

dicha función objetivo final bucle cancelación de señal consiste en una suma de los errores de ganancia del sistema de amplificación y de recrecimiento en la respuesta del sistema para las diferentes portadoras tratadas en el sistema respecto a dichos valores predeterminados, los cuales son unos valores objetivo definidos en una etapa de diseño del



sistema de amplificación y/o durante una fase de calibración del mismo, estando dichos valores de error ponderados de acuerdo a unos pesos variables.

5 10. Método según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque dichas funciones objetivo, o de error a minimizar, incluyen el gradiente de variación de las señales de salida de dicho sistema de amplificación y/o de dicho bucle de cancelación de error de dicho amplificador de potencia (AL) y las señales de salida de dicho bucle de cancelación de señal.

10 11. Método según la reivindicación 10, **caracterizado** porque comprende las siguientes etapas a realizar secuencialmente:

- a) definir unos valores máximos y mínimos para dichos gradientes de variación de señales y para unos gradientes de dichas funciones y unas variaciones máximas y mínimas de dichos parámetros de optimización,
- 15 b) utilizar el valor medio de un rango válido de los parámetros a optimizar como unos valores iniciales de convergencia de los parámetros de optimización y aplicarlos a dichos actuadores de dichos moduladores vectoriales (6, 20),
- 20 c) evaluar el gradiente de dicha función objetivo inicial bucle cancelación de señal en base a unas pequeñas perturbaciones introducidas en las consignas de control del mismo,
- d) actualizar los valores de los actuadores del modulador vectorial del bucle de cancelación de señal, que es al menos uno, en función de la evaluación realizada en la etapa c),
- 25 e) evaluar el gradiente de dicha función objetivo bucle cancelación de error en base a unas pequeñas perturbaciones introducidas en las consignas de control del mismo,
- f) actualizar los valores de los actuadores del modulador vectorial (6) del bucle de cancelación de error, que es al menos uno, en función de la evaluación realizada en la etapa e),
- 30 g) monitorizar el consumo y temperatura del sistema de amplificación, y si se determina que alguno de los parámetros supervisados se encuentra fuera de unos rangos definidos de funcionamiento configurar el sistema en estado de máxima atenuación, mediante la correspondiente modificación de los valores de los actuadores de los moduladores vectoriales (6, 20),
- 35 h) evaluar el estado de convergencia del sistema, es decir de los parámetros analizados, y si se determina que el sistema aún no ha alcanzado unos niveles definidos de convergencia inicial, tales como dichos valores iniciales de convergencia de los parámetros de optimización obtenidos en dicha etapa b), repetir el método a partir de la etapa c), y en caso contrario seguir con la etapa siguiente,
- 40 i) evaluar el gradiente de dicha función objetivo final bucle cancelación de señal en base a unas pequeñas perturbaciones introducidas en las consignas de control del mismo,
- j) actualizar los valores de los actuadores del modulador vectorial (20) del bucle de cancelación de error, que es al menos uno, en función de la evaluación realizada en la etapa i),
- 45 k) evaluar el gradiente de la función objetivo bucle cancelación de error en base a unas pequeñas perturbaciones introducidas en las consignas de control del mismo,
- 50 l) actualizar los valores de los actuadores del modulador vectorial (6) del bucle de cancelación de error, que es al menos uno, en función de la evaluación realizada en la etapa k),
- m) monitorizar el consumo y temperatura del sistema de amplificación, y si se determina que alguno de los parámetros supervisados se encuentra fuera de unos rangos definidos de funcionamiento configurar el sistema en estado de máxima atenuación, mediante la correspondiente modificación de los valores de los actuadores de los moduladores vectoriales (6, 20),
- 55 n) evaluar el estado de convergencia del sistema, es decir de los parámetros analizados, y si se determina que el sistema mantiene unos niveles mínimos definidos de convergencia repetir el método a partir de la etapa i), y en caso contrario seguir con la etapa c).
- 60

65 12. Método, según la reivindicación 1, **caracterizado** por comprender al menos un mecanismo de calibración inicial que coopera en una comprobación y puesta en marcha sencilla del equipo, que incluye el ajuste de retardo de los lazos que permite al amplificador obtener un ancho de banda instantáneo mayor o igual a 60 MHz.

13. Amplificador linealizado multiportadora UMTS, que comprende al menos un amplificador de potencia linealizado (AL) con técnicas "feed forward" de lazo simple o múltiple y opcionalmente combinadas con predistorsión, **caracterizado** por un ancho de banda instantáneo igual o mayor de 60 MHz.

## ES 2 277 515 B1

14. Amplificador según la reivindicación 13, **caracterizado** porque está adaptado para amplificar hasta cuatro señales UMTS en la banda de transmisión UTRA/FDD 2110-2170 MHz a su entrada, siendo capaz de sacar hasta 1 vatio por portadora.

5 15. Sistema de amplificador linealizado multiportadora UMTS el cual comprende un módulo de amplificación de señales UMTS en la banda de transmisión UTRA/FDD, con al menos un amplificador linealizado (AL), y al menos dos módulos asociados: un sistema de monitorización (SMAL) que recibe las señales del módulo de amplificación y un sistema de control (SCFF) que actúa sobre el módulo de amplificación.

10 16. Sistema según la reivindicación 15, **caracterizado** por existir una comunicación bidireccional entre dichos dos módulos (SMAL) Y (SCFF).

15 17. Sistema según la reivindicación 15, **caracterizado** porque dicho sistema de monitorización está adaptado para operar seleccionando una de entre varias señales posibles del amplificador, las cuales son detectadas y procesadas secuencialmente a través de un conmutador, ofreciendo información en cada momento del estado de funcionamiento del amplificador y reutilizándose el circuito detector para todas las señales a monitorizar.

20 18. Sistema según la reivindicación 17, **caracterizado** porque dichas señales posibles, a seleccionar, denominadas muestras, y procedentes del módulo de amplificación son tres: entrada, error o salida del bucle cancelación de señal y salida del sistema o bucle/s de cancelación de error.

25 19. Sistema según la reivindicación 15, **caracterizado** porque dicho sistema de control (SCFF) digitaliza la señal detectada por el sistema de monitorización (SMAL) y la procesa convenientemente y está adaptado para determinar, a partir de las entradas provenientes de dicho sistema de monitorización (SMAL), el estado de funcionamiento de dicho amplificador linealizado (AL) y para realizar los ajustes pertinentes para corregir en todo momento las posibles desviaciones, utilizando a tal efecto varias estrategias de control comprendiendo al menos un procedimiento adaptativo de control, un procedimiento de ajuste y un mecanismo de calibración.

30 20. Sistema según la reivindicación 15, **caracterizado** porque comprende además un módulo de generación y distribución de alimentaciones y señales de control (GDAC) destinado a generar las tensiones necesarias para el funcionamiento del sistema a partir de la tensión de entrada y a realizar unas funciones de interfaz físico entre el sistema de control (SCFF) por un lado y el de monitorización (SMAL) y el amplificador linealizado (AL) por otro.

35

40

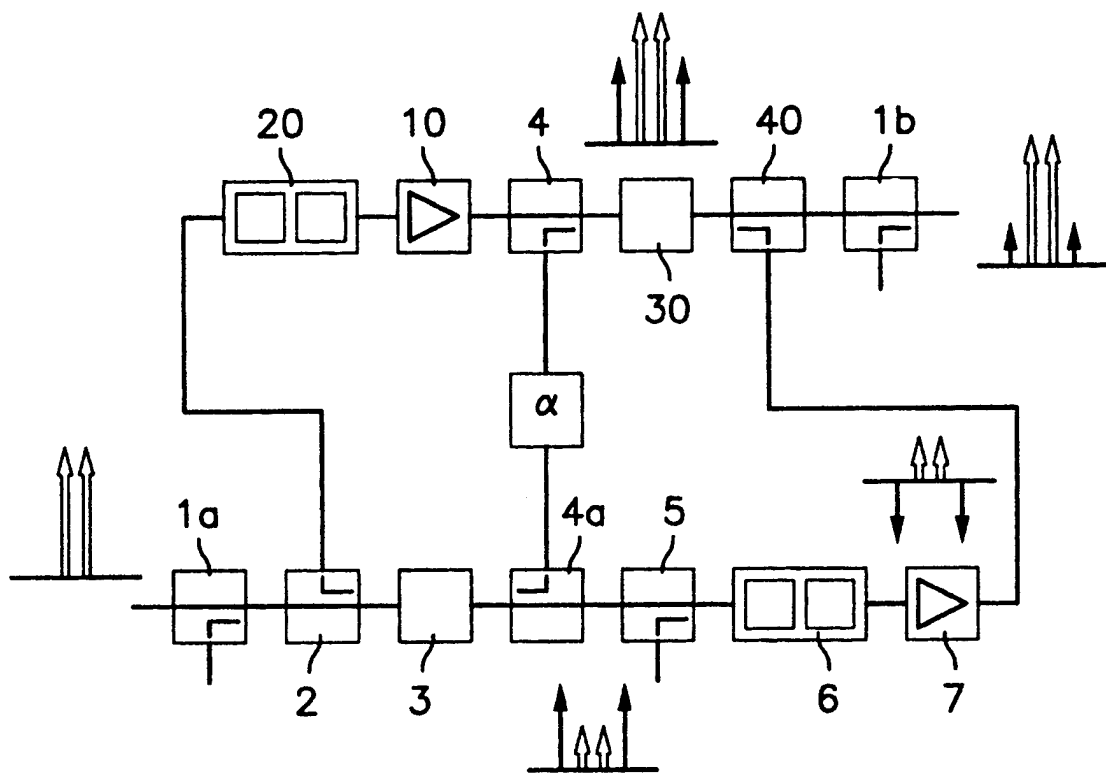
45

50

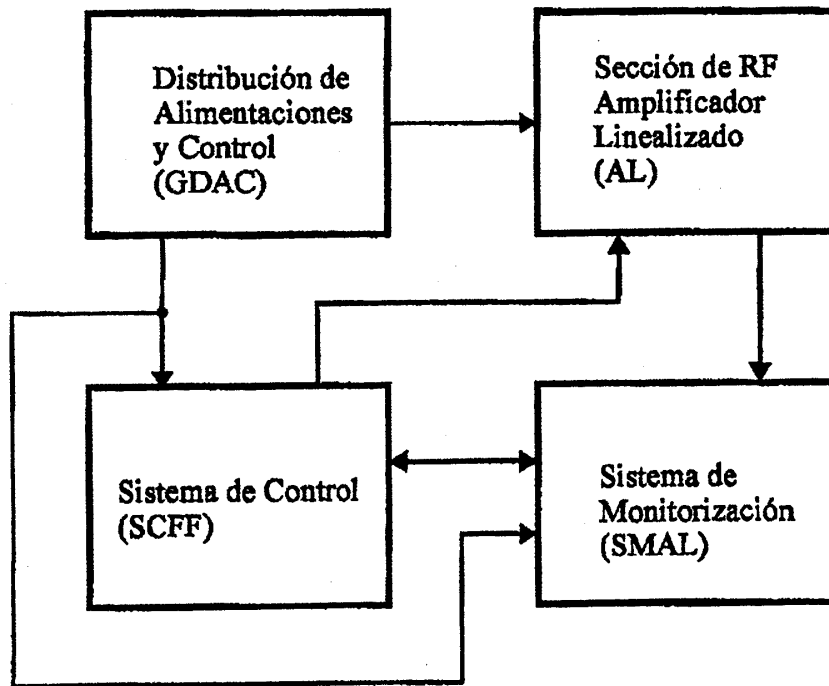
55

60

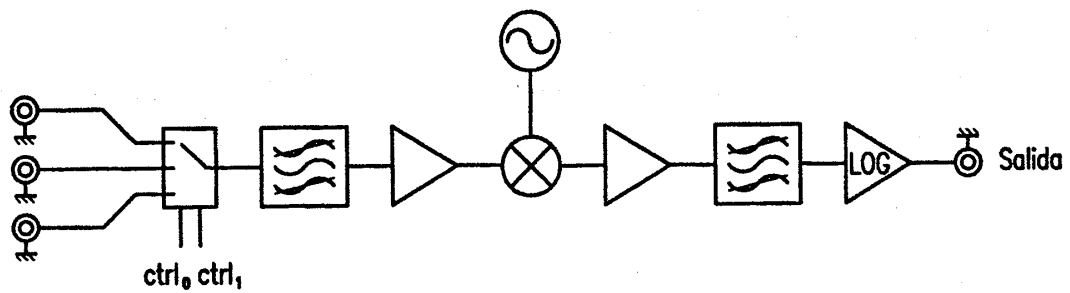
65



**Fig.1**



**Fig.2**



**Fig.3**



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 277 515

⑫ Nº de solicitud: 200501029

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 27.04.2005

⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **H03F 1/32** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	US 5489975 A (CAVERS) 06.02.1996, todo el documento.	1-3 4,5
Y	US 6640110 B1 (SHAPIRA et al.) 28.10.2003, todo el documento.	4,5
A	US 2003199257 A1 (WILKINSON et al.) 23.10.2003, todo el documento.	1-20

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

31.05.2007

Examinador

J. Botella Maldonado

Página

1/1