



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 366 666**

⑮ Int. Cl.:  
**H04B 1/04** (2006.01)

⑫

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Número de solicitud europea: **06388073 .6**

⑯ Fecha de presentación : **27.12.2006**

⑯ Número de publicación de la solicitud: **1940034**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

⑭ Título: **Determinación de un nivel de reducción de potencia para un transmisor.**

⑮ Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)**  
**Sangarevagen 18G**  
**224 71 Lund, SE**

⑮ Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.10.2011**

⑮ Inventor/es: **Sundström, Lars y**  
**Palenius, Torgny**

⑮ Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.10.2011**

⑮ Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 366 666 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

Determinación de un nivel de reducción de potencia para un transmisor.

Campo técnico de la invención

La invención se refiere a la determinación de un nivel de reducción de potencia para un transmisor para señales que son moduladas de acuerdo con una de un número de configuraciones de modulación por medio de un número de canales de radio en un sistema de comunicaciones digitales inalámbricas.

Descripción de la técnica relacionada

En el estándar 3GPP (Proyecto Partnership de 3<sup>a</sup> Generación) para comunicación de radio entre, por ejemplo, un terminal móvil y una estación de base, la información es transmitida o portada por un número de canales físicos.

10 Ejemplos de canales físicos son el Canal Dedicado de Datos Físicos (DPDCH) y el Canal Dedicado de Control Físico (DPCH). Un enlace de radio o canal de radio entre un terminal móvil y una estación de base incluye típicamente varios canales físicos. Los canales de radio que han de ser utilizados por terminales móviles individuales están típicamente separados, por ejemplo, por 5 MHz o, en otras palabras, la separación entre canales de radio adyacentes es típicamente de 5 MHz.

15 A los canales físicos se les aplica expansión. Esto consiste en dos operaciones. La primera es la operación de canalización, la cual transforma cada símbolo de datos en un número de chips, incrementando de ese modo el ancho de banda de la señal. El número de chips por símbolo de datos se conoce como Factor de Expansión. La segunda operación es la operación de codificación, en la que se aplica un código de codificación a la señal expandida. Con la canalización, los símbolos de datos en las llamadas ramas I y Q son multiplicados independientemente por un código de Factor de Expansión Variable Ortogonal (OVSF). Con la operación de codificación, las señales resultantes en las ramas I y Q son multiplicadas además por el código de codificación de valor complejo, donde I y Q indican las partes real e imaginaria, respectivamente. La operación de expansión incluye una etapa de expansión, una etapa de ponderación, y una etapa de mapeo de IQ. En el procedimiento, las corrientes de chips con valor real de las ramas I y Q son sumadas; esto da como resultado una corriente de chips de valor complejo para cada conjunto de canales, la cual es codificada a continuación mediante el código de codificación de valor complejo. Los canales físicos están definidos en la especificación técnica 3GPP TS 25.211 V6.2.0 (2004-09), mientras que la especificación técnica 3GPP TS 25.213 V6.4.0 (2005-09) define cómo se combinan en una sola señal de banda base de valor complejo (I, Q) mediante el uso de expansión, ponderación y codificación.

20 30 En el 3GPP existe un modo conocido como Acceso por Paquete de Enlace Ascendente de Alta Velocidad (HSUPA). La especificación para este modo permite que más de 300.000 configuraciones diferentes de modulación de señal sean utilizadas por el transmisor del terminal móvil o equipo de usuario (UE). Un modo correspondiente se conoce como Acceso por Paquete de Enlace Descendente de Alta Velocidad (HSDPA).

35 35 Cada una de estas muchas configuraciones de modulación tendrá sus propias propiedades únicas, por ejemplo con respecto a las estadísticas de valor de pico-frente a-valor promedio (PAR). Típicamente, una relación más alta de valor de pico-frente a-valor promedio da como resultado un incremento de los requisitos de linealidad del transmisor de radio y, en particular, un amplificador de potencia (PA) más lineal a potencia de salida alta. Esto significa que si el nivel de RMS de las señales se mantiene constante, las diversas configuraciones darán como resultado, debido a sus diferentes niveles de valor de pico-frente a-valor promedio, diferentes niveles de distorsión y de ese modo diferentes niveles de Relación de Potencia de Pérdidas de Canal Adyacente (ACLR) cuando las señales son alimentadas a un circuito no lineal, tal como un amplificador de potencia de radiofrecuencia (RF) en un transmisor. La ACLR se define como la relación de potencia media filtrada centrada en la frecuencia de canal asignada respecto a la potencia media filtrada centrada en una frecuencia de canal adyacente.

40 45 Para mitigar esta cuestión, la potencia de salida del amplificador de potencia puede ser reducida desde la potencia de salida máxima nominal hasta un valor más bajo en función de la configuración de modulación utilizada. La potencia de salida máxima más baja conduce a una distorsión más baja para una configuración dada con la finalidad de igualar aproximadamente el comportamiento de ACLR para todas las configuraciones. Esta reducción de potencia se conoce también como back-off. El estándar 3GPP incluye en la especificación técnica 3GPP TS 25.101 V7.5.0 (2006-10) un nivel máximo permitido de reducción de potencia, definido como Reducción de Potencia Máxima (MPR), que se basa en una métrica cúbica calculada como valor de RMS del producto de tercer orden de la forma de onda de tensión normalizada de la señal de entrada (calculado en dB) para la configuración de modulación en cuestión.

50 55 El back-off máximo cambia de manera muy frecuente, por ejemplo cada vez que se cambia la constelación con el número de canales físicos simultáneos y la potencia y/o el código de canalización y/o el código de codificación de cualquier canal físico. Para Acceso Múltiple por División de Código de Banda ancha (WSDMA) esto puede ser tan frecuente como cada ranura basada en planificación de canal de HSDPA y de HSUPA.

Para una implementación real con componentes de transmisor específicos (en el supuesto de que esté incluido el amplificador de potencia de radiofrecuencia (RF)), la Reducción de Potencia Máxima especificada en el estándar 3GPP es una estimación pobre del back-off que realmente se necesita que alcance la ACLR especificada para una configuración de modulación dada. Esto conduce a un comportamiento innecesariamente degradado del equipo de 5 usuario con respecto a la cobertura y el rendimiento. Además, la reducción de potencia requerida para conseguir un cierto nivel de ACLR depende de la implementación específica de transmisor y de sus condiciones operativas.

Existe, por tanto, una necesidad de una solución que pueda calcular el back-off requerido para un transmisor específico estructurado con precisión mejorada, y que posiblemente tenga también la capacidad de permitir que el back-off varíe con las condiciones operativas tales como la temperatura, la carga, el envejecimiento, etc.

10 Un problema similar se presenta ya en la fase de diseño de una cadena de transmisor. Con independencia de si deben ser consideradas o no las condiciones operativas, existe una necesidad de verificar que una cadena de transmisor dada cumple con especificaciones de ACLR con niveles de back-off predefinidos para todas las configuraciones de modulación. O al contrario, se puede desear encontrar los niveles de back-off requeridos que alcancen un cierto nivel de ACLR. Ésta es una tarea descomunal y poco práctica si se debe simular o medir la 15 totalidad de las 300.000 configuraciones. Además, si se debe verificar un gran conjunto de condiciones operativas, la tarea puede resultar también imposible. También en esta situación la precisión de los métodos conocidos resulta insuficiente.

El documento US 6 535 066 muestra un transmisor de OFDM en el que se calcula el back-off en función de la relación de potencia de pico respecto a valor promedio de la forma de onda de OFDM.

20 El documento US 2005/0163250 muestra un transmisor de comunicaciones digitales que incluye una sección de pre-distorsión para compensar la distorsión lineal y no lineal introducida por los componentes de transmisor analógicos. La distorsión se compensa utilizando técnicas adaptativas con ecualizadores.

25 Por lo tanto, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método de determinación de un nivel de reducción de potencia o back-off para un transmisor, de una manera más precisa que con el método especificado en el estándar 3GPP, y que permita que se puedan considerar diferentes condiciones operativas para el transmisor. Además, debe ser posible implementar el método en un terminal móvil, así como también durante la fase de diseño 30 de ese terminal móvil.

#### Sumario

La invención está definida en las reivindicaciones anexas.

30 El uso de términos calculados a partir de productos de orden más alto adicionalmente al término calculado a partir del producto de tercer orden, proporciona una precisión mejorada de la estimación de reducción de potencia. Proporcionando separadamente datos dependientes de la modulación y datos dependientes del transmisor, y calculando a continuación la estimación de reducción de potencia por combinación de los mismos, se asegura que las 35 diferentes condiciones operativas para el transmisor puedan ser tomadas en consideración de manera mucho más fácil, puesto que los datos dependientes de la modulación solamente necesitan ser calculados una vez, y los resultados pueden ser reutilizados para todas las condiciones operativas.

En una realización, los términos calculados a partir de los productos se calculan a partir de un valor de RMS de cada uno de los productos de tercer orden y más altos.

40 La precisión de la estimación de reducción de potencia puede ser mejorada adicionalmente cuando los términos se calculan a partir de un valor de RMS de uno de los productos de tercer orden y más altos dentro de al menos un canal de medición. Los términos pueden ser calculados entonces generando, para cada configuración de modulación, una forma de onda basada en datos de entrada aleatorios; calculando para cada forma de onda generada las formas de onda de los productos de tercer orden o más altos de la forma de onda generada; filtrando las formas de onda calculadas con filtros de medición para al menos un canal adyacente; y calculando valores de 45 RMS de las formas de onda filtradas. Además de los filtros para canales adyacentes, las formas de onda calculadas pueden ser también filtradas con un filtro de medición para el canal de radio asignado (dentro de banda), y se puede utilizar un valor de RMS para esta forma de onda filtrada, así como en el cálculo de la estimación de reducción de potencia.

50 Además, los términos calculados a partir de los productos pueden ser calculados a partir de productos de tercer, quinto y séptimo orden. Esto proporciona un buen compromiso entre una alta precisión y una baja complejidad de los cálculos.

55 En una realización, los datos dependientes del transmisor comprenden un número de coeficientes determinados a partir de al menos una de las simulaciones y mediciones para un conjunto limitado de configuraciones de modulación utilizando ajuste mínimo cuadrático medio. La utilización de simulaciones o mediciones para un número limitado de configuraciones de modulación en la determinación de los coeficientes del transmisor, asegura que los recursos computacionales que se necesitan se mantengan dentro de unos límites sin comprometer la precisión. Los

coeficientes pueden ser determinados hallando el valor más bajo y el más alto para cada uno de un número de dichos términos calculados a partir de los productos de tercer orden y más altos; definiendo las ocho combinaciones de estos valores más bajos y más altos como vectores; identificando configuraciones de modulación que tengan términos más próximos a cada uno de dichos vectores definidos, y utilizando los términos de las configuraciones de modulación identificadas en dicha al menos una de las simulaciones y mediciones. Los coeficientes pueden ser determinados para diferentes condiciones operativas para el transmisor.

En una realización, la etapa de calcular una estimación de reducción de potencia se lleva a cabo en un terminal móvil que comprende el citado transmisor. De esta manera, la reducción de potencia requerida para una configuración de modulación dada puede ser calculada en la estación móvil durante el uso cuando esa configuración de modulación ha de ser utilizada.

Alternativamente, la etapa de calcular una estimación de reducción de potencia se lleva a cabo durante una fase de diseño de dicho transmisor. De esta manera, el método puede ser utilizado para verificar que un transmisor dado cumpla con los requisitos de ACLR.

Según se ha mencionado, la invención se refiere también a un terminal móvil que comprende un transmisor dispuesto para transmitir señales a través de un número de canales de radio en un sistema de comunicaciones digitales inalámbricas, siendo cada una de dichas señales modulada de acuerdo con un número de configuraciones de modulación, comprendiendo el terminal móvil medios para proporcionar una estimación respecto a una reducción de potencia que sea utilizada para la transmisión desde dicho transmisor de señales moduladas de acuerdo con la citada configuración de modulación, en el que dicha estimación se calcula a partir de datos dependientes de una propiedad de una configuración de modulación, comprendiendo dichos datos dependientes de la modulación un término calculado a partir de un producto de tercer orden de una señal modulada de acuerdo con dicha configuración de modulación. Además, los datos dependientes de la modulación comprenden, adicionalmente a dicho término calculado a partir de un producto de tercer orden, al menos un término calculado a partir de un producto de orden más alto de una señal modulada de acuerdo con la citada configuración de modulación; y dicha estimación se calcula a partir de dichos datos dependientes de la modulación y datos dependientes del transmisor.

En una realización, los términos calculados a partir de los productos son calculados a partir de un valor de RMS de cada uno de los productos de tercer orden y más altos.

La precisión de la estimación de reducción de potencia puede ser adicionalmente mejorada cuando los términos son calculados a partir de un valor de RMS de cada uno de los productos de tercer orden y más altos dentro de al menos un canal de medición.

Además, los términos calculados a partir de los productos pueden ser calculados a partir de los productos de tercer, quinto y séptimo orden. Esto proporciona un buen compromiso entre la alta precisión y la baja complejidad de los cálculos.

En una realización, los datos dependientes del transmisor comprenden un número de coeficientes determinados a partir de al menos una de las simulaciones y mediciones para un conjunto limitado de configuraciones de modulación utilizando ajuste mínimo cuadrático medio. La utilización de simulaciones o mediciones para un número limitado de configuraciones de modulación en la determinación de los coeficientes del transmisor asegura que los recursos computacionales necesarios se mantengan dentro de unos límites sin comprometer la precisión. Los coeficientes pueden ser, o haber sido, determinados para diferentes condiciones operativas para dicho transmisor.

En una realización del terminal móvil, los medios para proporcionar dicha estimación para una reducción de potencia comprenden una tabla de búsqueda en la que están almacenadas las estimaciones de reducción de potencia calculadas por anticipado para cada configuración de modulación. Esta realización es útil cuando no se han de considerar diferentes condiciones operativas. Cuando se ha de usar una configuración de modulación dada, el nivel correspondiente de reducción de potencia puede ser obtenido en la tabla de búsqueda.

En otra realización, el terminal móvil puede comprender medios para proporcionar dichos datos dependiendo de una propiedad de una configuración de modulación, comprendiendo dichos datos dependientes de la modulación términos calculados a partir de un producto de tercer orden y al menos un producto de orden más alto de una señal modulada de acuerdo con la citada configuración de modulación; medios para proporcionar dichos datos dependientes de una propiedad para dicho transmisor; y medios para calcular a partir de los citados datos dependientes de la modulación y de los citados datos dependientes del transmisor, la estimación para una reducción de potencia que va a ser utilizada para la transmisión desde dicho transmisor de señales moduladas de acuerdo con la citada configuración de modulación. Esta realización es útil cuando han de ser consideradas diferentes condiciones operativas en el terminal móvil. Esto permite que la reducción de potencia sea calculada en el terminal móvil dependiendo de sus condiciones operativas actuales. En este caso, los medios para proporcionar dichos datos dependientes de la modulación pueden comprender una tabla de búsqueda en la que estén almacenados términos calculados por adelantado para cada configuración de modulación, y los medios para proporcionar los citados datos dependientes del transmisor pueden comprender una tabla de búsqueda en la que estén almacenados datos calculados por anticipado para el transmisor. Esto simplifica los cálculos en el terminal móvil.

La invención se refiere también a un programa de ordenador y a un medio legible con ordenador con medios de código de programa para llevar a cabo el método descrito en lo que antecede.

Breve descripción de los dibujos

5 La invención va a ser descrita ahora de manera más completa en lo que sigue con referencia a los dibujos, en los que:

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un transmisor de un terminal móvil.

La Figura 2 muestra los espectros de un ejemplo de una señal modulada y sus productos en el dominio de la frecuencia, junto con las funciones de transferencia para canales de medición,

10 La Figura 3 muestra un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de cómo se pueden generar términos de perfiles de modulación para un número de configuraciones de modulación,

La Figura 4 muestra un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de cálculo de coeficientes dependientes del transmisor,

15 La Figura 5 muestra un histograma que ilustra una expansión de ACLR para 20.000 configuraciones de modulación elegidas aleatoriamente cuando los valores de reducción de potencia han sido estimados utilizando métricas cúbicas,

La Figura 6 muestra un histograma que ilustra expansión de ACLR para 20.000 configuraciones de modulación elegidas aleatoriamente cuando los valores de reducción de potencia han sido estimados utilizando métricas de orden ampliado,

20 La Figura 7 muestra un histograma que ilustra una expansión de ACLR para 20.000 configuraciones de modulación elegidas aleatoriamente cuando los valores de reducción de potencia han sido estimados utilizando perfiles de modulación,

La Figura 8 muestra una unidad de cálculo de reducción de potencia implementada con una tabla de búsqueda,

La Figura 9 muestra una unidad de cálculo de reducción de potencia implementada con dos tablas de búsqueda y una unidad de cálculo,

25 La Figura 10 muestra un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de cálculo de reducción de potencia en un terminal móvil, y

La Figura 11 muestra un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de cálculo de reducción de potencia durante la fase de diseño de un terminal móvil.

Descripción detallada de realizaciones

30 En la Figura 1 se ha mostrado un diagrama de bloques simple de una cadena de transmisión 1 de un terminal móvil. El terminal móvil puede estar adaptado para su uso, por ejemplo, en un sistema de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA) o en un sistema de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA) de acuerdo con el estándar 3GPP, y dispuesto para manejar los modos de Acceso por Paquete de Enlace Ascendente de Alta Velocidad (HSUPA) y de Acceso por Paquete de Enlace Descendente de Alta Velocidad (HSDPA). La especificación para el modo HSUPA permite que más de 300.000 configuraciones diferentes de modulación de señal sean utilizadas por el transmisor del terminal móvil.

35 Se han mostrado cinco bloques: control de recurso de radio RRC 2, control de acceso al medio MAC 3, capa física 4, Radio 5 y Amplificador de Potencia PA 6. En el bloque 2 de RRC, los canales son configurados en base a mensajes de control procedentes de la red. En esta configuración de canales se proporcionan todas las combinaciones posibles de formatos de transporte, así como también la configuración de HSDPA y HSUPA. El bloque 3 de MAC está manejando los datos que han de ser transmitidos por cada uno de los canales. MAC planifica la cantidad de datos que serán transmitidos por cada uno de los canales. En la capa física 4 se lleva a cabo el multiplexado de datos en los canales físicos, siendo los canales modulados y combinados en el generador de forma de onda 9. Las señales resultantes son entonces manejadas por el circuito de radio 5 y amplificadas en el amplificador de potencia 6 para su transmisión a través de la antena 7.

40 Según se ha mencionado, se puede necesitar que el transmisor 1 del terminal móvil maneje más de 300.000 configuraciones diferentes de modulación de señal, cada una de las cuales tiene sus propias propiedades únicas, por ejemplo con respecto a la relación de valor de pico-frente a-valor promedio de la señal. Si el nivel cuadrático medio (RMS) de las señales se mantiene constante, las señales con diferente relación de valor de pico-frente a-valor promedio occasionarán diferentes niveles de distorsión en un circuito no lineal, tal como en el amplificador de potencia 6. Puesto que tal distorsión afecta a las pérdidas en canales adyacentes, también la Relación de Potencia de Pérdidas de Canal Adyacente (ACLR), definida como la relación de una potencia media filtrada centrada en la

frecuencia de canal asignada respecto a una potencia media filtrada centrada en una frecuencia de canal adyacente, será diferente para cada configuración de modulación.

Para reducir las consecuencias de este efecto, la potencia de salida del amplificador de potencia 6 puede ser reducida a partir de la potencia de salida máxima nominal hasta un valor inferior dependiendo de la configuración de modulación utilizada con la finalidad de igualar aproximadamente la ACLR para todas las configuraciones de modulación. Esta reducción de potencia se conoce también como back-off. El estándar 3GPP incluye un nivel máximo permitido de reducción de potencia, es decir, una Reducción de Potencia Máxima (MPR).

La reducción de potencia o back-off puede ser calculada en la unidad 8 de Cálculo de Back-off de Potencia Máxima en base a la entrada procedente de RRC 2 y MAC 3, y ésta limita la potencia de salida máxima transmitida desde el terminal. El back-off calculado se utiliza en la generación de forma de onda 9 cuando se transmite la señal.

En la especificación técnica 3GPP TS 25.101 V7.5.0 (2006-10), la Reducción de Potencia Máxima (MPR) está basada en una métrica cúbica (CM) calculada como valor de RMS del producto de tercer orden de la forma de onda de tensión normalizada de la señal de entrada (calculada en dB) para la configuración de modulación en cuestión. Más específicamente, la métrica cúbica está basada en la configuración de canal de transmisión de UE (equipo de usuario), y viene dada por:

$$CM = CEIL \{ [20 \cdot \log_{10}((v\_norm^3)_{rms}) - 20 \cdot \log_{10}((v\_norm\_ref^3)_{rms})] / k, 0,5 \}$$

en la que:

CEIL {x, 0,5} significa redondeo ascendente hasta los 0,5 dB más cercanos, es decir  $CM \in [0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5]$ ,

20 k es 1,85 ó 1,56, dependiendo del código de las canalizaciones de la señal,

v\_norm es la forma de onda de tensión normalizada de la señal de entrada,

v\_norm\_ref es la forma de onda de tensión normalizada de una señal de referencia (Habla AMR 12,2 kbps),

y

$$20 \cdot \log_{10} ((v\_norm\_ref^3)_{rms}) = 1,52 \text{ dB.}$$

25 Más en general, la métrica cúbica puede ser definida por:

$$CM = 20 \cdot \log_{10} (rms(|s_1|^3)),$$

en la que  $s_1$  es una señal (por ejemplo, basada en datos de entrada aleatorios) modulada de acuerdo con una configuración de modulación dada. En otras palabras, la métrica cúbica es el valor de RMS del producto de tercer orden de la envolvente de señal compleja en dB. Se puede suponer una señal de entrada RMS de una unidad (normalizada).

30 La reducción de potencia o back-off relativa a un caso de referencia, puede ser estimada entonces de acuerdo con:

$$BO_c = b_3 \cdot (CM_c - CM_0).$$

Aquí, el sufijo "c" indica una configuración de modulación específica. El back-off (BO) requerido para una configuración de modulación dada con métrica cúbica  $CM_c$  se calcula en relación con una configuración de modulación de referencia con métrica cúbica  $CM_0$ . El coeficiente  $b_3$  corresponde a 1/k en la ecuación anterior.

35 En vez de una constante, el coeficiente  $b_3$  puede ser único para cada configuración de transmisor, pero independiente de la modulación. Este coeficiente puede ser hallado, en principio, por medio de simulaciones y/o mediciones donde se encuentre que el back-off requerido alcanza una cierta ACLR. Aquí, se utiliza un número de configuraciones, cuidadosamente seleccionadas para que tengan una diferencia grande en métrica cúbica. A partir de estas 40 simulaciones y/o mediciones, se puede determinar el coeficiente  $b_3$  utilizando un ajuste *mínimo cuadrático medio* (LMS) de los datos.

45 El back-off calculado a partir de esta fórmula ha demostrado ser una estimación pobre del back-off que se necesita realmente para conseguir aproximadamente la misma ACLR para todas las configuraciones de modulación. Aunque la fórmula indica que las propiedades de la configuración de modulación y las propiedades del transmisor pueden ser separadas o desacopladas debido a que la métrica cúbica, que depende la configuración de modulación pero no del transmisor ni de sus condiciones operativas (tales como temperatura, carga, envejecimiento, etc.), y el coeficiente  $b_3$ , que depende del transmisor y de sus condiciones operativas, pero debe ser independiente de la modulación, pueden ser calculados separadamente/independientemente y combinados después para obtener la estimación del back-off requerido para una configuración de modulación dada y un transmisor dado (y unas 50 condiciones operativas dadas), la pobre precisión de la fórmula hace que en la práctica sea difícil o incluso imposible

calcular en el transmisor un coeficiente  $b_3$  correcto que pueda ser utilizado realmente para todas las configuraciones de modulación para un transmisor dado y unas condiciones operativas dadas.

El problema se presenta también ya en la fase de diseño de una cadena de transmisor. Con independencia de si se deben considerar o no las condiciones operativas, se necesita verificar que una cadena de transmisor dada cumple

- 5 las especificaciones de ACLR con niveles de back-off predefinidos para todas las configuraciones de modulación. O, al contrario, se puede desear encontrar los niveles de back-off requeridos para alcanzar un cierto nivel de ACLR. Ésta es una tarea imposible y poco práctica si se deben simular o medir la totalidad de las 300.000 configuraciones. Además, si se debe verificar también un gran conjunto de condiciones operativas, la tarea puede resultar imposible.

- 10 En lo que sigue se describe un método perfeccionado de estimación del back-off requerido para una configuración de modulación dada y un transmisor dado.

En primer lugar, sin embargo, debe apreciarse que en los cálculos anteriores, se calculó el valor de RMS del producto de tercer orden de la forma de onda de tensión normalizada de la señal de entrada (calculado en dB) para la configuración de modulación en cuestión. Este producto de tercer orden de la señal de entrada se utiliza habitualmente junto con productos de orden más alto en la modelación de circuitos no lineales de radiofrecuencia.

- 15 Si una señal de entrada de banda base de valor complejo está definida por  $s_1 = I_1 + jQ_1$ , los productos de esta señal están definidos por:

$$S_n = |s_1|^{n-1} s_1,$$

en la que "n" es un número impar (3, 5, 7, ...) y usualmente no mayor de 9. Un circuito no lineal puede ser modelado en forma de polinomio:

20 
$$s_0 = c_1 s_1 + c_3 |s_1|^1 s_1 + c_5 |s_1|^4 s_1 + c_7 |s_1|^6 s_1,$$

en la que  $s_0$  es la señal de salida, y el orden ha sido limitado a siete por motivos de claridad. Sin embargo, el orden puede ser ampliado fácilmente a órdenes más altos si se requiere. Los coeficientes  $c_n$  pueden ser, en un caso general, números complejos arbitrarios. La pequeña ganancia de señal está definida por  $c_1$  y los demás son factores de ponderación para productos de órdenes diversos. Los factores de orden más alto, es decir,  $c_3$ ,  $c_5$  y  $c_7$  se incrementan con el incremento de la distorsión del circuito no lineal. La ecuación anterior es una representación en el dominio del tiempo en la que se suma la señal de entrada a productos ponderados de varios órdenes. Los términos en el dominio de la frecuencia correspondientes a  $s_1$  y  $s_n$  están indicados mediante  $S_1(f)$  para la señal de entrada modulada y  $S_n(f)$  para el producto n. De ese modo, la representación en el dominio de la frecuencia para el polinomio anterior puede ser escrita como:

30 
$$S_0(f) = c_1 S_1(f) + c_3 S_3(f) + c_5 S_5(f) + c_7 S_7(f).$$

Aunque el cálculo de back-off mencionado en lo que antecede estaba basado en una métrica cúbica, el método perfeccionado introduce también métricas para productos de orden más alto de acuerdo con:

$$XM_n = 20 \cdot \log_{10}(rms(|s_1|^n)),$$

en la que "n" es un número impar (3, 5, 7, ...) y usualmente no mayor de 9. Esto significa que, por ejemplo,

35 
$$XM_3 = CM = 20 \cdot \log_{10}(rms(s_1^3)),$$

$$XM_5 = 20 \cdot \log_{10}(rms(|s_1|^5)),$$

$$XM_7 = 20 \cdot \log_{10}(rms(|s_1|^7)), \text{ etc.}$$

Estas métricas se conocen como Métricas de orden ampliado. El back-off puede ser calculado entonces como combinación lineal de estas métricas:

40 
$$BO_c = \sum_{n \in N} b_n \cdot (XM_{c,n} - XM_{0,n}),$$

en la que "N" indica el orden de producto establecido sobre el que se calcula el back-off, y el sufijo "c", tal y como se ha indicado anteriormente, indica una configuración de modulación específica. De nuevo, el back-off requerido para una configuración de modulación dada con métrica de orden ampliado  $XM_{c,n}$  se calcula en relación a una configuración de modulación de referencia con métrica de orden ampliado  $XM_{0,n}$ . Si el orden está de nuevo limitado a siete por motivos de claridad, el back-off es:

$$BO_c = b_3 \cdot (XM_{c,3} - XM_{0,3}) + b_5 \cdot (XM_{c,5} - XM_{0,5}) + b_7 \cdot (XM_{c,7} - XM_{0,7})$$

$$= b_3 \cdot (CM_c - CM_0) + b_5 \cdot (XM_{c,5} - XM_{0,5}) + b_7 \cdot (XM_{c,7} - XM_{0,7}).$$

El coeficiente  $b_n$  puede ser determinado utilizando ajuste *mínimo cuadrático medio* (LMS) regular de los datos según se ha explicado en lo que antecede.

5 De ese modo, además de la métrica cúbica, este método incluye también métricas para productos de orden más alto. Se aprecia que algunos de los coeficientes  $b_n$  pueden ser negativos, y de ese modo el back-off calculado mediante este método no es necesariamente más grande que el basado en la métrica cúbica solamente. Por el contrario, el back-off calculado es más preciso, puesto que también se toman en consideración los productos de orden más alto. Según se muestra en lo que sigue, los niveles de back-off calculados de esta manera proporcionan realmente una mejor ecualización de la ACLR. La mejor precisión hace también que sea más fácil determinar los 10 coeficientes  $b_n$  a partir de simulaciones y/o mediciones para un número limitado de configuraciones de modulación.

15 En el método que se acaba de describir, la precisión de los niveles estimados de back-off fue mejorada al considerar, adicionalmente a los valores de RMS del producto de tercer orden de una señal modulada dada (es decir, una configuración de modulación dada), los valores de RMS de productos de orden más alto. El método puede ser mejorado además por especificación de los valores de RMS para una señal modulada dada y sus productos sobre un conjunto predefinido de canales de medición. De ese modo, en vez de utilizar en el cálculo de los niveles de back-off, los valores de RMS de los productos sobre la gama completa de frecuencia, se pueden utilizar los 20 valores de RMS de los productos dentro del conjunto predefinido de canales de medición.

25 Puesto que el propósito de la invención consiste en calcular el back-off para mantener una ACLR constante para todas las configuraciones de modulación, el conjunto de canales de medición puede estar constituido, por ejemplo, por los canales de medición según se define en el estándar 3GPP para mediciones de ACLR, básicamente un filtro SQRC (Raíz Cuadrada de Coseno Alzado) con un factor de roll-off  $\alpha=0,22$  y un ancho de banda de 3,84 MHz con una desviación de 0,5, y 10 MHz para el canal de dentro de banda, primer canal adyacente y segundo canal adyacente, respectivamente. La función de transferencia para el canal de medición se ha indicado mediante  $H_m(f)$ , donde  $m$  indica la posición de canal, es decir,  $m=0$  corresponde al canal dentro de banda (desviación cero),  $m=1$  corresponde al primer canal adyacente (desviación de 5 MHz) y finalmente  $m=2$  corresponde al segundo canal adyacente (desviación de 10 MHz). En el caso general, la desviación podría tomar valores tanto positivos como negativos. Por simplicidad, en la presente descripción se supone que los espectros de la señal y sus productos son simétricos y así el signo de la desviación es arbitrario.

30 35 Los valores de RMS para una configuración de modulación dada especificada sobre el conjunto predefinido de canales de medición, constituyen un conjunto de términos de nivel de RMS, los cuales pueden ser indicados como  $A_{n,m}$ , donde cada término especifica un valor de RMS para el producto  $n$  (1 para la señal de entrada y 3, 5, 7, etc., para el producto respectivo) dentro del canal de medición  $m$  (0 para portadora o canal dentro de banda, y 1 y 2 para el respectivo canal adyacente). Estos términos constituyen un conjunto de números, el cual puede ser llamado también un perfil, que es único para cada configuración de modulación. De ese modo, la frase "perfil de modulación" puede ser utilizada para este conjunto.

Cada término que especifique un valor de RMS para el producto  $n$  dentro del canal de medición  $m$  viene dado por:

$$A_{n,m} = \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} |S_n(f) \cdot H_m(f)|^2 df}.$$

40 La Figura 2 ilustra estas cantidades. Aquí se han mostrado los espectros de un ejemplo de señal modulada (una señal de Canal de Medición de Referencia (RMC) de 12,2 kbs según se define en 3GPP TS 25.101) y sus productos, en el dominio de la frecuencia junto con las funciones de transferencia para los canales de medición 1 y 2 a la derecha de la señal.

45 Un diagrama de flujo 100 que resume un ejemplo de cómo pueden ser generados los términos de estos perfiles de modulación para un número de configuraciones de modulación ha sido mostrado en la Figura 3. En primer lugar, en la etapa 101, se inicializa un índice de configuración de modulación. Para cada configuración se genera una forma de onda en la etapa 102 en base a datos de entrada aleatorios con una longitud (por ejemplo, en términos de número de símbolos) que es suficiente para estimar de manera precisa los espectros de una forma de onda infinitamente larga y sus productos. Para el caso específico de 3GPP, se ha demostrado que es suficiente con  $2^{15} = 32.768$  chips, correspondientes a una forma de onda de alrededor de 8,5 m de longitud, para obtener una precisión del orden de unas pocas décimas de dB o menos. En la etapa 103 se calculan las formas de onda de los productos para  $n = 3, 5, 7$ , etc., de las formas de onda generadas. Cada una de estas formas de onda es filtrada a continuación en la etapa 104 con los filtros de medición para el canal de dentro de banda y los dos canales adyacentes, es decir, para  $m = 0, 1$  y  $2$ . Sin pérdida de generalidad, los perfiles de modulación se calculan típicamente en base a formas de onda con valor de RMS unidad ( $= 1$ ) y esta condición se utiliza a través del presente documento. En la etapa 105, el índice es actualizado, y si todas las configuraciones de modulación han sido cubiertas (etapa 106), la generación

de los términos se da por terminada en la etapa 107. En otro caso, el cálculo continúa en la etapa 102 para la siguiente configuración de modulación.

Para el ejemplo de la Figura 2, el perfil de modulación calculado, es decir, el conjunto de términos descritos en lo que antecede, puede ser como sigue, si el orden está de nuevo limitado a siete por motivos de claridad:

5	$A_{1,0} = 0,97$	$A_{1,1} = 1,80 \times 10^{-3}$	$A_{1,2} = 5,87 \times 10^{-4}$
	$A_{3,0} = 1,13$	$A_{3,1} = 1,40 \times 10^{-1}$	$A_{3,2} = 1,44 \times 10^{-3}$
	$A_{5,0} = 1,46$	$A_{5,1} = 3,03 \times 10^{-1}$	$A_{5,2} = 1,57 \times 10^{-2}$
	$A_{7,0} = 2,03$	$A_{7,1} = 5,58 \times 10^{-1}$	$A_{7,2} = 4,40 \times 10^{-2}$

10 Para el uso específico de cálculo de back-off según se describe en la presente memoria, los términos de perfil de modulación serán especificados en el dominio logarítmico (dB), es decir,

$$P_{n,m} = 20 \cdot \log_{10}(A_{n,m})$$

El back-off requerido puede ser calculado entonces como:

$$BO_c = \sum_{n \in N, m \in M} a_{n,m} \cdot (P_{c,n,m} - P_{0,n,m}) \quad [\text{dB}],$$

15 en la que el subíndice "c" indica una configuración de modulación específica. El back-off requerido se calcula en relación a una configuración de modulación de referencia indicada mediante  $P_{0,n,m}$ .

De ese modo, si por ejemplo el orden de los productos está limitado a  $n = 3, 5, 7$  y los canales de medición están limitados a  $m = 1, 2$ , el back-off se calcula como:

$$BO_c = a_{3,1} \cdot (P_{c,3,1} - P_{0,3,1}) + a_{5,1} \cdot (P_{c,5,1} - P_{0,5,1}) + a_{7,1} \cdot (P_{c,7,1} - P_{0,7,1}) \\ + a_{3,2} \cdot (P_{c,3,2} - P_{0,3,2}) + a_{5,2} \cdot (P_{c,5,2} - P_{0,5,2}) + a_{7,2} \cdot (P_{c,7,2} - P_{0,7,2}).$$

20 Los coeficientes  $a_{n,m}$  son únicos para cada configuración de transmisor, pero independientes de la modulación. Estos coeficientes pueden ser hallados por medio de simulaciones y/o mediciones en las que se encuentre que el back-off requerido alcance una cierta ACLR. En la presente descripción, solamente se utiliza un conjunto limitado de configuraciones, por ejemplo 10-50 configuraciones cuidadosamente seleccionadas para que tengan una diferencia grande en los perfiles de modulación. A partir de estas simulaciones y/o mediciones se determinan los coeficientes  $a_{n,m}$  utilizando ajuste mínimo cuadrático medio de los datos.

Según se muestra a continuación, los niveles de back-off calculados de esta manera proporcionan un igualamiento mucho mejor de la ACLR. La mejor precisión hace también que sea más fácil determinar los coeficientes  $a_{n,m}$  a partir de simulaciones y/o mediciones para un número limitado de configuraciones de modulación.

30 Las configuraciones de modulación utilizadas para la determinación de los coeficientes  $a_{n,m}$  pueden ser tomadas aleatoriamente, en cuyo caso se necesita normalmente una cantidad bastante grande (50) de formas de onda de prueba. Tal selección es un método exhaustivo para asegurar un conjunto amplio y representativo de formas de onda para un cálculo preciso de back-off. Un gran número de configuraciones de prueba pueden estar también motivadas por mediciones reales que adolezcan de ruido y de precisión limitada.

35 Sin embargo, se ha demostrado que solamente 9 configuraciones de prueba pueden ser suficientes, si el ruido y la precisión no son un problema. Se puede definir una buena selección de configuraciones de modulación en base a términos de perfil de modulación. En un ejemplo que se describe a continuación, se muestra que el cálculo de back-off puede ser llevado a cabo con éxito en base a 3 términos únicamente, a saber  $P_{3,1}$ ,  $P_{5,1}$  y  $P_{7,1}$ . Estos tres términos específicos pueden ser utilizados para identificar una selección óptima de configuraciones de prueba. El ejemplo ha sido ilustrado mediante el diagrama de flujo 200 de la Figura 4.

40 En primer lugar, en la etapa 201, se deben encontrar los valores más bajo y más alto para cada término entre todas las configuraciones de modulación en el espacio de HSUPA, es decir:

$$P3_{\min} = \min_{k \in [1, N]} (P_{3,1,k}) \text{ and } P3_{\max} = \max_{k \in [1, N]} (P_{3,1,k})$$

$$P5_{\min} = \min_{k \in [1, N]} (P_{5,1,k}) \text{ and } P5_{\max} = \max_{k \in [1, N]} (P_{5,1,k})$$

$$P7_{\min} = \min_{k \in [1, N]} (P_{7,1,k}) \text{ and } P7_{\max} = \max_{k \in [1, N]} (P_{7,1,k})$$

donde k es el índice de configuración de modulación y N es el número de configuraciones de modulación. Ocho (8) combinaciones de estos extremos son definidas después como vector en la etapa 202:

$$s_1 = [P3_{\min} \ P5_{\min} \ P7_{\min}]$$

5  $s_2 = [P3_{\min} \ P5_{\min} \ P7_{\max}]$

$$s_3 = [P3_{\min} \ P5_{\max} \ P7_{\min}]$$

$$s_4 = [P3_{\min} \ P5_{\max} \ P7_{\max}]$$

$$s_5 = [P3_{\max} \ P5_{\min} \ P7_{\min}]$$

$$s_6 = [P3_{\max} \ P5_{\min} \ P7_{\max}]$$

10  $s_7 = [P3_{\max} \ P5_{\max} \ P7_{\min}]$

$$s_8 = [P3_{\max} \ P5_{\max} \ P7_{\max}]$$

Estos vectores de términos son extremos que podría decirse que forman los límites de un espacio tridimensional, y en ese sentido están de hecho muy extendidos. Estos conjuntos son hipotéticos puesto que no se puede garantizar que existan configuraciones de modulación que se asemejen a cualquiera de estos conjuntos. Sin embargo, ahora se pueden recorrer los perfiles de modulación para todas las configuraciones de modulación e identificar aquéllos que sean más próximos a cada uno de estos extremos. En otras palabras, para cada conjunto  $s_i$  se encuentra la configuración de modulación con vector de perfil de modulación  $v_k = LP_{3,1,k} P_{5,1,k} P_{7,1,k}$  que minimice la magnitud de diferencia de vector  $|s_i - v_k|$  (etapa 203).

20 Las 8 configuraciones de modulación resultantes encontradas constituirán un conjunto óptimo de configuraciones de prueba. La novena y última configuración es la señal RMC estándar que sirve como referencia para todos los cálculos de back-off. Según se ha mencionado, este conjunto óptimo de configuraciones de prueba se utiliza después en la etapa 204 para simulaciones y/o mediciones en las que se encuentre que el back-off requerido alcance una cierta ACLR. A partir de estas simulaciones y/o mediciones, se determinan a continuación los coeficientes  $a_{n,m}$  en la etapa 205 utilizando ajuste mínimo cuadrático medio de los datos. Si se han de considerar 25 condiciones operativas diferentes para un transmisor, se determina un conjunto separado de de coeficientes para cada condición operativa repitiendo el diagrama de flujo 200 para cada condición operativa.

30 En el método perfeccionado para calcular el back-off, los conjuntos sobre los que se calcula el back-off (M y N) están normalmente muy limitados. En primer lugar, ACLR1 (que es la ACLR para el primer canal adyacente) es el parámetro principal para 3GPP puesto que los requisitos de ACLR2 (que es la ACLR para el segundo canal adyacente) se cumplen normalmente cuando ACLR1 los cumple, pero no a la inversa. De ese modo, se puede argumentar que los términos de perfil de modulación con  $m=2$  pueden ser no tenidos en cuenta para este caso concreto. En la práctica, cuando se experimenta con los términos que se van a usar, se ha encontrado que la contribución más importante para el cálculo preciso de back-off consiste en incluir tantos productos como sea posible en vez de tantos canales de medición diferentes como sea posible. De todos modos, aunque el incremento 35 del número de términos mejora la precisión, ello es a expensas de un coste/carga computacional incrementado, así como de una memoria aumentada para contener el gran número de términos. En otras palabras, la selección de los términos que se van a usar es un compromiso entre la precisión y el bajo coste.

En lo que sigue se muestra un ejemplo demostrativo de la precisión de las diferentes fórmulas descritas con anterioridad y de cómo se determinan los coeficientes de ajuste.

El ejemplo está basado en un subconjunto de configuraciones de modulación dentro del espacio de HSUPA, todas ellas dentro de la totalidad de las 93.000 configuraciones. Los canales físicos de WCDMA de UL (enlace ascendente) generados para este conjunto son:

- DPCCH, un código con factor de expansión 256
- 5 DPDCH, un código con factor de expansión 64
- HS-DPCCCH, un código con factor de expansión 256
- E-DPCCCH, un código con factor de expansión 256
- E-DPDCH, un código con factor de expansión 4.

Para este conjunto de canales físicos, la totalidad de las 93.000 combinaciones de factores de ganancia de acuerdo con la especificación 3GPP son simuladas.

El perfil de modulación, así como la CM y la XM para cada configuración, fueron calculados en base a una forma de onda generada de acuerdo con la configuración con datos de entrada aleatorios y una longitud correspondiente a 16.384 chips con una tasa de sobremuestreo OSR=16 y un impulso de filtro de RRC (raíz de coseno elevado) con factor de roll-off  $\alpha=0,22$ , truncada a una longitud de 32 chips. En este ejemplo particular se calcularon solamente los términos de perfil de modulación  $P_{3,1}$ ,  $P_{5,1}$  y  $P_{7,1}$  para cada configuración de modulación. Las métricas de orden ampliado XM fueron calculadas para  $n=3, 5, 7$ .

A partir de estas 93.000 configuraciones se eligieron 50 aleatoriamente y se alimentaron las formas de onda correspondientes a un PA de WCDMA típico por medio de simulación. El back-off requerido para alcanzar ACLR1=33 dB fue hallado por iteración. Adicionalmente a las 50 configuraciones, se generó una señal RMC de 12,2 kbs para que sirviera como referencia y se calculó el perfil de modulación correspondiente, así como la XM y la CM para este caso ( $P_{0,n,m}$ ,  $CM_0$ ,  $XM_{0,n}$ ).

Los coeficientes  $a_{3,1}$ ,  $a_{5,1}$ ,  $a_{7,1}$ ,  $b_3$ ,  $b_5$  y  $b_7$  fueron determinados utilizando ajuste mínimo cuadrático medio (LMS) regular de los datos en base a la fórmula respectiva según se ha discutido anteriormente.

Finalmente, 20.000 configuraciones elegidas aleatoriamente fueron simuladas con un back-off estimado a partir de las fórmulas propuestas y se registró la correspondiente ACLR1 según fue obtenida a partir de la simulación. La expansión de ACLR para cada método de estimación de back-off ha sido ilustrada por medio de histogramas.

Un histograma para la ACLR1 en casillas de 0,05 dB, en el que los valores de back-off han sido estimados utilizando métrica cúbica, ha sido mostrado en la Figura 5. A partir de este histograma se aprecia que la expansión de la ACLR es considerable cuando el back-off es estimado utilizando la métrica cúbica únicamente, lo que indica que este método es insuficiente. La ACLR especificada es de 33 dB.

Un histograma para la ACLR1 en casillas de 0,05 dB, en el que los valores de back-off han sido estimados utilizando métricas de orden ampliado (XM), ha sido mostrado en la Figura 6. Se aprecia que la expansión de la ACLR se reduce considerablemente en comparación con el método de métrica cúbica.

Un histograma para la ACLR1 en casillas de 0,05 dB, en el que los valores de back-off han sido estimados utilizando perfiles de modulación, ha sido mostrado en la Figura 7. Aquí la expansión de la ACLR se reduce adicionalmente, de modo que para todas las configuraciones de modulación la ACLR resultante está dentro de 0,5 dB del valor especificado.

A partir de los resultados anteriores queda claro que el esquema de perfil de modulación propuesto proporciona una precisión sin precedentes. La métrica propuesta de orden ampliado proporciona una precisión más baja, pero aun así bien contenida. La métrica cúbica anteriormente propuesta como base para la estandarización de back-off proporciona una pobre precisión inaceptable.

Cuando se implementa el método descrito en lo que antecede para su uso en un terminal móvil (equipo de usuario), están involucradas las siguientes etapas:

- 45 La modulación está caracterizada por calcular datos específicos de la modulación (es decir, productos de diferente orden o los términos de los perfiles de modulación descritos en lo que antecede) para la configuración de modulación de interés (que ha de estar soportada en el terminal). Esto se hace habitualmente sólo una vez debido a que es independiente del transmisor. De ese modo, estos datos pueden ser calculados por anticipado y almacenados en una memoria del terminal.

- 50 El transmisor está caracterizado por simular y/o medir una configuración de transmisor dada con un conjunto limitado de configuraciones de modulación (por ejemplo, hasta 50 tomadas aleatoriamente o nueve seleccionadas cuidadosamente como se ha descrito en lo que antecede) para hallar el back-off requerido para alcanzar una cierta ACLR. Estos datos se utilizan para encontrar coeficientes específicos del

transmisor (y posiblemente específicos de la condición operativa) (por ejemplo, los coeficientes  $a_{3,1}$ ,  $a_{5,1}$ ,  $a_{7,1}$  o  $b_3$ ,  $b_5$  y  $b_7$  mencionados anteriormente) para una función que relaciona los datos de modulación con el back-off para este transmisor específico. Cuando se han de considerar diferentes condiciones operativas, se calcula un conjunto de coeficientes para cada condición. También estos datos pueden ser calculados por anticipado y almacenados en una memoria del terminal.

Si se supone que las propiedades del transmisor son constantes, es decir, no se consideran condiciones operativas diferentes, el back-off máximo para cada configuración puede ser calculado utilizando los métodos que se han descrito anteriormente. Para este caso, el cálculo de back-off puede ser implementado simplemente utilizando una función de mapeo directo estático de configuración de modulación respecto a back-off. La función de mapeo, a su vez, puede ser realizada por ejemplo como una tabla de búsqueda según se muestra en la Figura 8, la cual muestra la unidad 8 de Cálculo de Back-off de Potencia Máxima implementada con una tabla de búsqueda 11. De ese modo, en vez de almacenar los datos de modulación y los coeficientes de transmisor en el terminal móvil, los valores de back-off pueden ser en este caso calculados por anticipado y almacenados en la tabla de búsqueda 11. Una alternativa a la tabla de búsqueda 11 consiste en obtener una fórmula para la función de mapeo o utilizar una combinación de fórmulas y tablas de búsqueda.

Si las propiedades del transmisor son variables, por ejemplo dependientes de condiciones operativas como frecuencia de portadora de RF, temperatura, etc., el back-off no puede ser pre-calculado tan fácilmente como se ha descrito en lo que antecede; por el contrario puede tener que ser calculado en el equipo de usuario como una función tanto de las propiedades de modulación como del transmisor, según cambian. En la unidad 8 de Cálculo de Back-off de Máxima Potencia se proporcionan propiedades de modulación mediante una función de mapeo con configuración de modulación como entrada. Las propiedades de transmisor son proporcionadas por otra función de mapeo con parámetros que describen la condición operativa como entrada. Las funciones de mapeo pueden ser implementadas como tablas de búsqueda 21 y 22 mostradas en la Figura 9, fórmulas o combinaciones de ambas. En la unidad 23 de cálculo de back-off, se calcula después el valor de back-off a partir de las salidas de las dos tablas de búsqueda 21 y 22 utilizando una de las fórmulas descritas en lo que antecede. La tabla de búsqueda 21 de propiedad de modulación contendrá entradas de tabla para todas las configuraciones de modulación soportadas, y cada entrada contendrá típicamente 2-4 valores numéricos que describen los datos específicos de la modulación (por ejemplo, productos de orden diferente o los términos de los perfiles de modulación). La tabla de búsqueda 22 de propiedad de transmisor contendrá típicamente un número de entradas que son varios órdenes de magnitud más pequeñas que la tabla de propiedad de modulación. Cada conjunto de datos específicos de transmisor es independiente de la configuración de modulación y solamente contiene unos 2-4 valores (por ejemplo, los coeficientes  $a_{3,1}$   $a_{5,1}$   $a_{7,1}$   $b_3$   $b_5$  y  $b_7$  mencionados anteriormente).

La Figura 10 muestra un diagrama de flujo 300 que ilustra un ejemplo de cómo puede ser implementado el método de cálculo del back-off requerido para un transmisor. En el ejemplo, las etapas 301 y 302 se llevan a cabo durante la fase de diseño o producción del transmisor, mientras que las etapas 303 a 306 se llevan a cabo en el dispositivo cada vez que ha de ser calculado un nuevo valor de back-off durante el uso normal del dispositivo. Este ejemplo corresponde a la implementación mostrada en la Figura 9. El ejemplo utiliza los términos de perfil de modulación para calcular el back-off.

En la etapa 301, los datos que caracterizan a las configuraciones de modulación son calculados y almacenados en la tabla de búsqueda 21. Estos cálculos pueden ser llevados a cabo según se ha mostrado en el diagrama de flujo 100 de la Figura 3. De manera similar, en la etapa 302, los datos que caracterizan al transmisor y a sus condiciones operativas son calculados y almacenados en la tabla de búsqueda 22. Estos cálculos pueden ser llevados a cabo según se muestra en el diagrama de flujo 200 de la Figura 4. Según se ha mencionado, en este ejemplo, estas etapas se llevan a cabo por anticipado, por ejemplo en un ordenador, de modo que las tablas de búsqueda tienen la información almacenada cuando se va a calcular un nuevo valor de back-off durante el uso en función de la configuración de modulación relevante y de las condiciones operativas actuales.

El cálculo de un nuevo valor de back-off se lleva a cabo en la unidad 23 de cálculo de back-off. En primer lugar, en las etapas 303 y 304, se comprueba si se necesita un nuevo cálculo. Cuando sea éste el caso, se suministra la configuración de modulación a la tabla de búsqueda 21 y los datos correspondientes, es decir los términos de perfil de modulación  $A_{n,m}$  o sus equivalentes logarítmicos  $P_{n,m}$  son proporcionados a la unidad 23 de cálculo de back-off en la etapa 305. A continuación, en la etapa 306, se suministran parámetros que describen la condición operativa del transmisor a la tabla de búsqueda 22 y los datos correspondientes, es decir los coeficientes  $a_{n,m}$  son proporcionados a la unidad 23 de cálculo de back-off. Finalmente, en la etapa 307, la unidad 23 de cálculo de back-off calcula el valor de back-off a partir de las salidas de las dos tablas de búsqueda 21 y 22 utilizando una de las fórmulas descritas en lo que antecede.

Según se ha mencionado, el método puede ser usado también en la fase de diseño de un transmisor para verificar que el transmisor cumple las especificaciones de ACLR. Cuando se utilizan perfiles de modulación y se consideran diferentes condiciones operativas, los cálculos pueden ser realizados según se ha ilustrado

en el diagrama de flujo 400 mostrado en la Figura 11. Este método se lleva a cabo típicamente en un ordenador. En primer lugar, en la etapa 401, se calculan los términos  $A_{n,m}$  para todas las configuraciones. Estos términos pueden haber sido calculados por anticipado como parte de una enorme base de datos de tales coeficientes para la totalidad de los 300.000 casos. Este cálculo puede ser llevado a cabo según se muestra en el diagrama de flujo 100 de la Figura 3.

A continuación, se inicializa un índice de condición operativa en la etapa 402, y se calculan para cada condición operativa los coeficientes  $a_{n,m}$  en la etapa 403. Estos cálculos pueden ser llevados a cabo según se muestra en el diagrama de flujo 200 de la Figura 4, en el que se halla el back-off por medio de simulación y/o medición, por ejemplo de las nueve configuraciones de modulación mencionadas con anterioridad, y los términos para estas configuraciones en combinación con el back-off real requerido para alcanzar una cierta ACLR hacen que sea posible calcular los  $a_{n,m}$  coeficientes. A continuación, los valores de back-off para esta condición operativa y para todas las configuraciones de modulación pueden ser calculados y almacenados en la etapa 404. En la etapa 405, se actualiza el índice de condición operativa, y si no han sido aún cubiertas todas las condiciones operativas (etapa 406), el cálculo continúa en la etapa 403 para la siguiente condición operativa. En otro caso, se terminan los cálculos de valores de back-off.

Los niveles de back-off calculados y almacenados pueden ser comparados a continuación en la etapa 407 con los niveles de back-off establecidos por el estándar y/o por las especificaciones de back-off propias del usuario. Si cualquier combinación da como resultado un back-off más grande que el permitido (etapa 408), el dispositivo probado no cumple con las especificaciones. En otro caso (etapa 409), el dispositivo cumple con las especificaciones.

Aunque se han descrito y se han mostrado varias realizaciones de la presente invención, la invención no está limitada a las mismas, sino que puede ser materializada de otras maneras dentro del alcance del objeto que se define en las reivindicaciones que siguen.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Un método de determinación de un nivel de reducción de potencia para un transmisor (1) dispuesto para transmitir señales a través de un número de canales de radio en un sistema de comunicaciones inalámbricas digitales, siendo cada una de dichas señales modulada de acuerdo con una de un número de configuraciones de modulación, comprendiendo el método las etapas de:
- 5 • proporcionar datos dependientes de una propiedad de una configuración de modulación, comprendiendo dichos datos dependientes de la modulación un término calculado a partir de un producto de tercer orden de una señal modulada de acuerdo con la citada configuración de modulación y al menos un término calculado a partir de un producto de orden más alto de la señal modulada de acuerdo con la citada configuración de modulación;
  - 10 • proporcionar (306; 404) datos dependientes del transmisor ( $b_n$ ;  $a_{n,m}$ ), y
  - calcular (307; 405) a partir de dichos datos dependientes de la modulación y de dichos datos dependientes del transmisor una estimación para una reducción de potencia que va a ser usada para la transmisión desde dicho transmisor de señales moduladas de acuerdo con la citada configuración de modulación.
- 15 2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos términos ( $XM_n$ ;  $A_{n,m}$ ;  $P_{n,m}$ ) calculados a partir de los productos, son calculados a partir de un valor de RMS de cada uno de los productos de tercer orden y más altos.
- 20 3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** dichos términos ( $A_{n,m}$ ;  $P_{n,m}$ ) se calculan a partir de un valor de RMS de cada uno de los productos de tercer orden y más altos dentro de al menos un canal de medición ( $H_0(f)$ ;  $H_1(f)$ ;  $H_2(f)$ ).
- 25 4.- Un método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dichos términos se calculan:
- generando (102) para cada configuración de modulación una forma de onda basada en datos de entrada aleatorios;
  - calculando (103) para cada forma de onda generada, formas de onda de productos de tercer orden y más altos de la forma de onda generada;
  - 25 • filtrando (104) las formas de onda calculadas con filtros de medición ( $H_1(f)$ ,  $H_2(f)$ ) para al menos un canal adyacente, y
  - calculando (104) valores de RMS de las formas de onda filtradas.
- 30 5.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** dichos términos ( $XM_n$ ;  $A_{n,m}$ ;  $P_{n,m}$ ) calculados a partir de los productos de tercer orden y más altos se calculan a partir de productos de tercer, quinto y séptimo orden.
- 35 6.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** dichos datos dependientes del transmisor comprenden un número de coeficientes ( $b_n$ ;  $a_{n,m}$ ) determinados a partir de al menos una de las simulaciones y mediciones para un conjunto limitado de configuraciones de modulación utilizando ajuste mínimo cuadrático medio.
- 40 7.- Un método de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** dichos coeficientes ( $b_n$ ;  $a_{n,m}$ ) se determinan:
- hallando (201) el valor más bajo y el más alto para cada uno de un número de dichos términos ( $XM_n$ ;  $A_{n,m}$ ;  $P_{n,m}$ ) calculados a partir de los productos de tercer orden y más altos;
  - 40 • definiendo (202) las ocho combinaciones de estos valores más bajos y más altos como vectores;
  - identificando (203) configuraciones de modulación que tengan términos más cercanos a cada uno de dichos vectores definidos, y
  - usando (204) los términos de las configuraciones de modulación identificadas en la citada al menos una de las simulaciones y mediciones.
- 45 8.- Un método de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, **caracterizado porque** se determinan coeficientes ( $b_n$ ;  $a_{n,m}$ ) para diferentes condiciones operativas para dicho transmisor.
- 9.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la etapa (307) de cálculo de una estimación de reducción de potencia se lleva a cabo en un terminal móvil que comprende el citado transmisor.

10.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la etapa (405) de cálculo de una estimación de reducción de potencia se lleva a cabo durante una fase de diseño de dicho transmisor.

5 11.- Un terminal móvil que comprende un transmisor (1) dispuesto para transmitir señales a través de un número de canales de radio en un sistema de comunicaciones inalámbricas digitales, estando cada una de dichas señales modulada de acuerdo con una de un número de configuraciones de modulación, comprendiendo el terminal móvil:

- medios (11; 21, 22, 23) para proporcionar una estimación para una reducción de potencia que va a ser utilizada para la transmisión desde dicho transmisor de señales moduladas de acuerdo con la citada configuración de modulación, en los que dicha estimación se calcula a partir de datos dependientes de una propiedad de una configuración de modulación, comprendiendo dichos datos dependientes de la modulación un término calculado a partir de un producto de tercer orden de una señal modulada de acuerdo con la citada configuración de modulación,

**caracterizado porque,**

- dichos datos dependientes de la modulación, además de dicho término calculado a partir de un producto de tercer orden, comprenden al menos un término calculado a partir de un producto de orden más alto de una señal modulada de acuerdo con la citada configuración de modulación, y
- dicha estimación se calcula a partir de dichos datos dependientes de la modulación y de los datos dependientes del transmisor ( $b_n$ ;  $a_{n,m}$ ).

20 12.- Un terminal móvil de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** dichos términos ( $XM_n$ ;  $A_{n,m}$ ;  $P_{n,m}$ ) calculados a partir de los productos se calculan a partir de un valor de RMS de cada uno de los productos de tercer orden y más altos.

25 13.- Un terminal móvil de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** dichos términos ( $A_{n,m}$ ;  $P_{n,m}$ ) se calculan a partir de un valor de RMS de cada uno de los productos de tercer orden y más altos dentro de al menos un canal de medición ( $H_0(f)$ ;  $H_1(f)$ ;  $H_2(f)$ ).

30 14.- Un terminal móvil de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado porque** dichos términos ( $XM_n$ ;  $A_{n,m}$ ;  $P_{n,m}$ ) calculados a partir de los productos se calculan a partir de productos de tercer, quinto y séptimo orden.

35 15.- Un terminal móvil de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizado porque** dichos datos dependientes del transmisor comprenden un número de coeficientes ( $b_n$ ;  $a_{n,m}$ ) determinados a partir de al menos una de las simulaciones y mediciones para un conjunto limitado de configuraciones de modulación utilizando ajuste mínimo cuadrático medio.

40 16.- Un terminal móvil de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado porque** se determinan coeficientes ( $b_n$ ;  $a_{n,m}$ ) para diferentes condiciones operativas para el citado transmisor.

45 17.- Un terminal móvil de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, **caracterizado porque** los medios (11) para proporcionar la citada estimación para una reducción de potencia comprenden una tabla de búsqueda en la que se almacenan las estimaciones de reducción de potencia calculadas por anticipado para cada configuración de modulación.

50 18.- Un terminal móvil de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, **caracterizado porque** el terminal móvil comprende:

- medios (21) para proporcionar los citados datos dependientes de una propiedad de una configuración de modulación, comprendiendo dichos datos dependientes de la modulación términos calculados a partir de un producto de tercer orden y de al menos un producto de orden más alto de una señal modulada de acuerdo con la citada configuración de modulación;
- medios (22) para proporcionar los citados datos dependientes de una propiedad para dicho transmisor, y
- medios (23) para calcular a partir de dichos datos dependientes de la modulación y de dichos datos dependientes del transmisor, la estimación para una reducción de potencia que va a ser usada para la transmisión desde dicho transmisor de señales moduladas de acuerdo con la citada configuración de modulación.

55 19.- Un terminal móvil de acuerdo con la reivindicación 18, **caracterizado porque** los medios (21) para proporcionar los citados datos dependientes de la modulación comprenden una tabla de búsqueda en la que están almacenados los términos calculados por anticipado para cada configuración de modulación; y porque los medios (22) para

proporcionar dichos datos dependientes del transmisor comprenden una tabla de búsqueda en la que están almacenados los datos calculados por anticipado para el transmisor.

20.- Un programa de ordenador que comprende medios de código de programa para llevar a cabo las etapas de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 cuando dicho programa de ordenador se ejecuta en un ordenador.

- 5 21.- Un medio legible con ordenador que tiene almacenados en el mismo medios de código de programa para llevar a cabo el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 cuando dichos medios de código de programa se ejecutan en un ordenador.

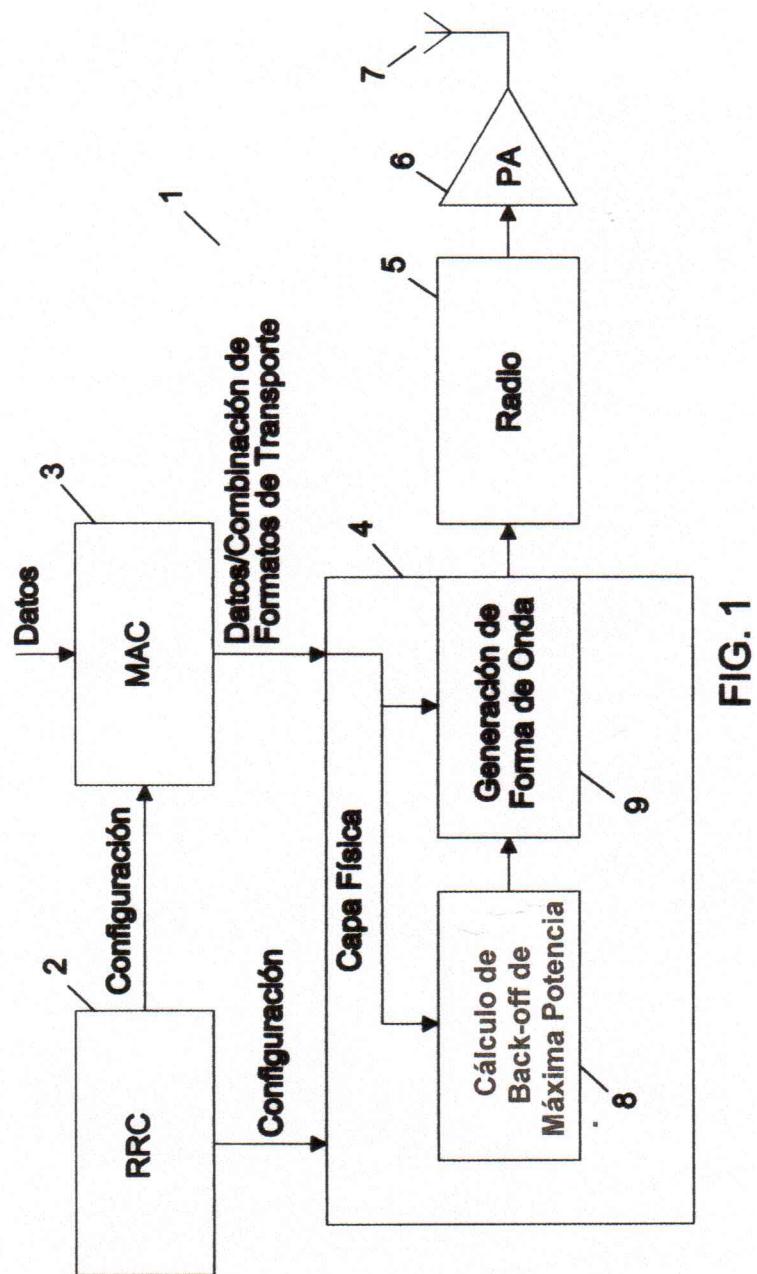


FIG. 1

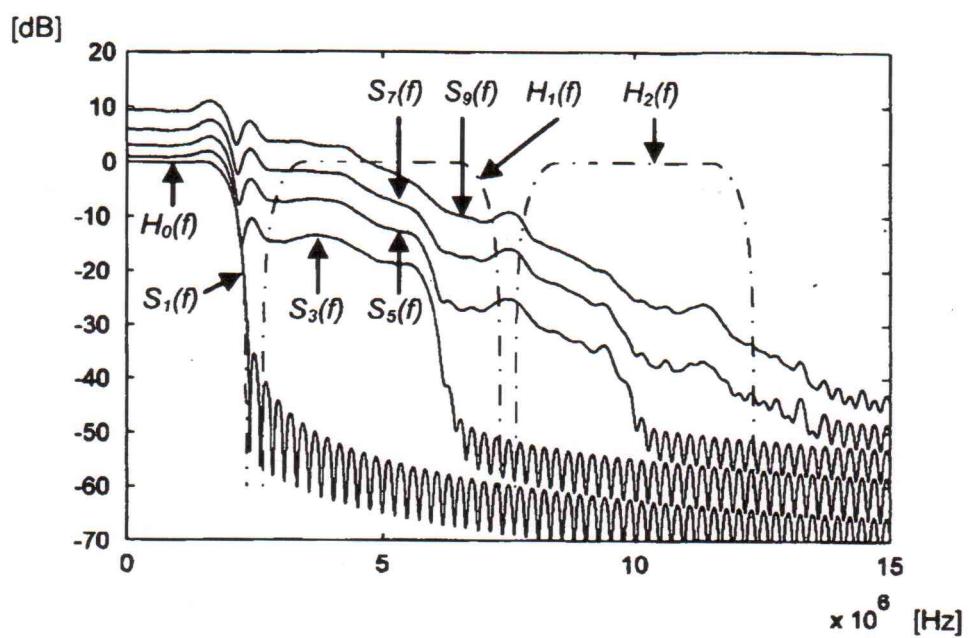


Fig. 2

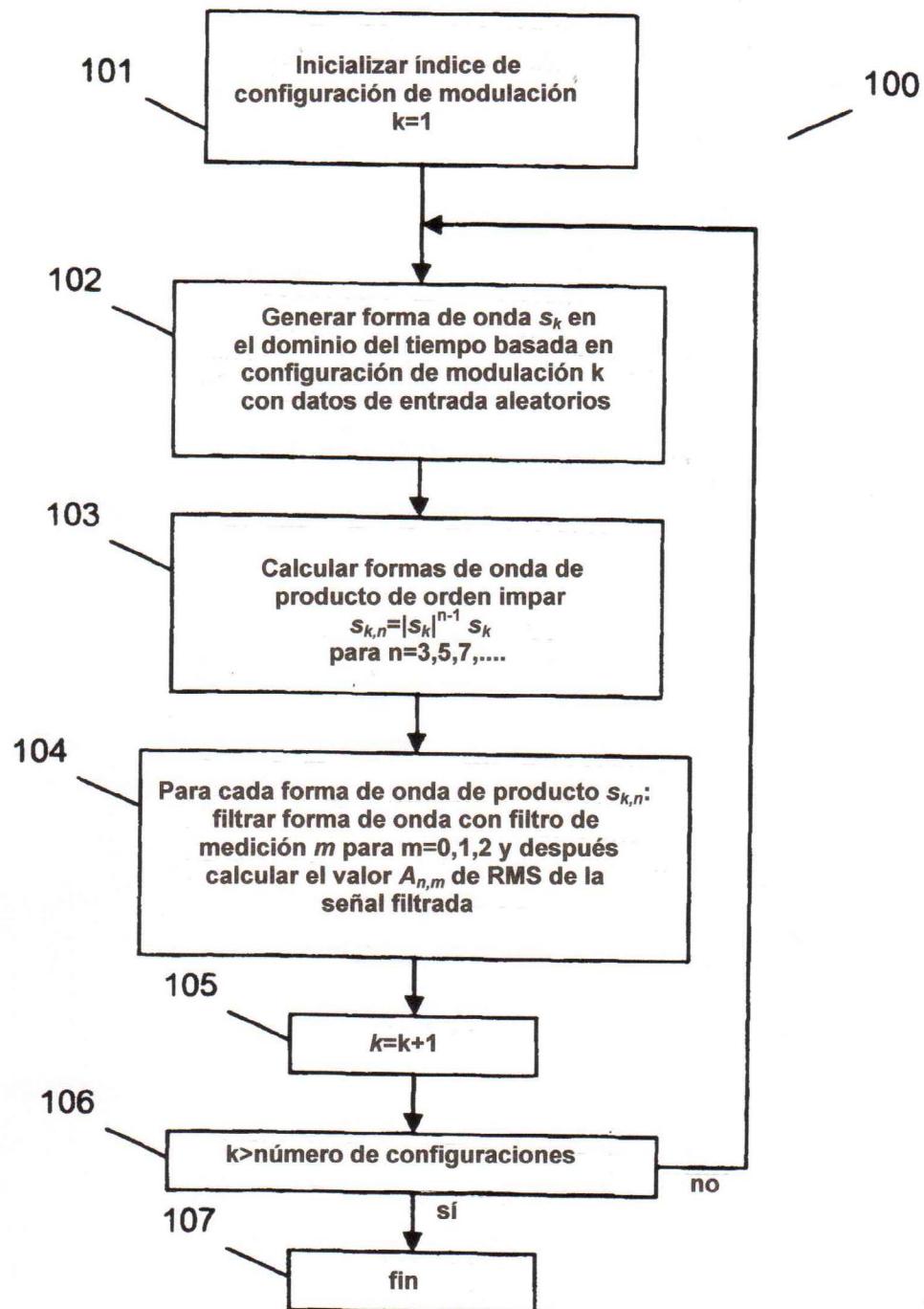


Fig. 3

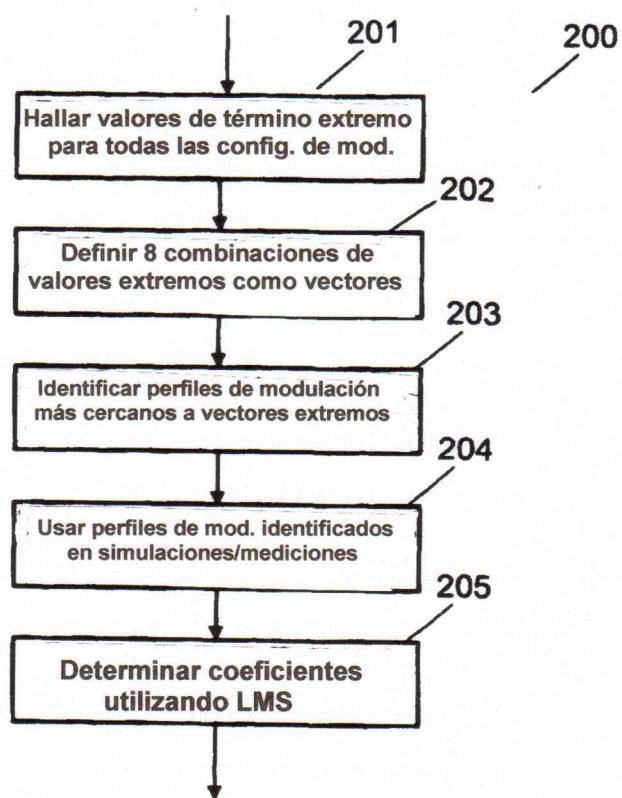


Fig. 4

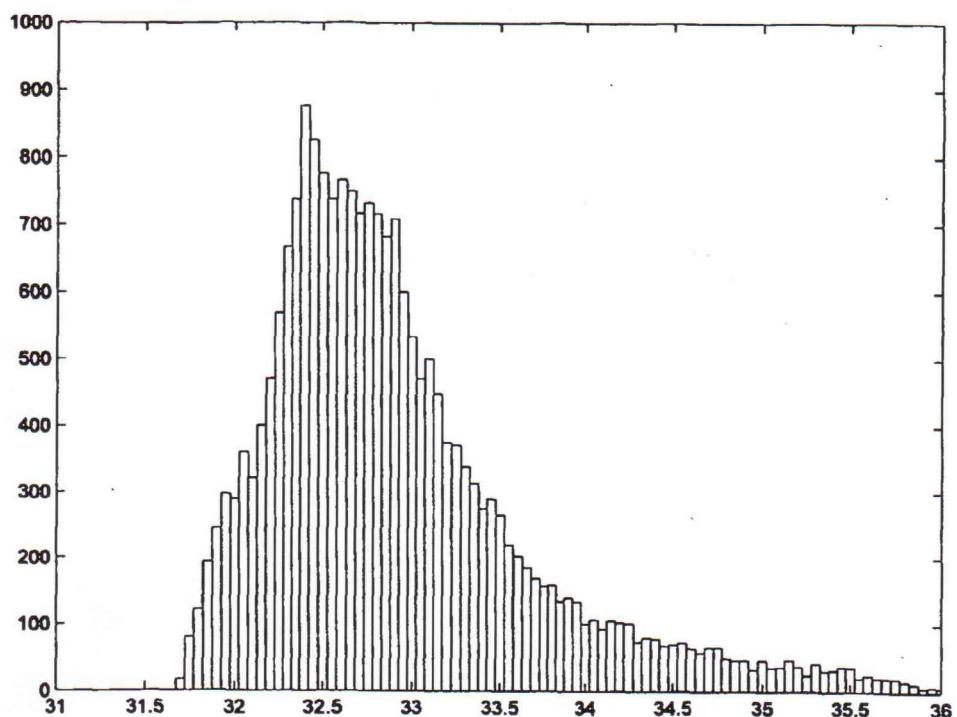


Fig. 5

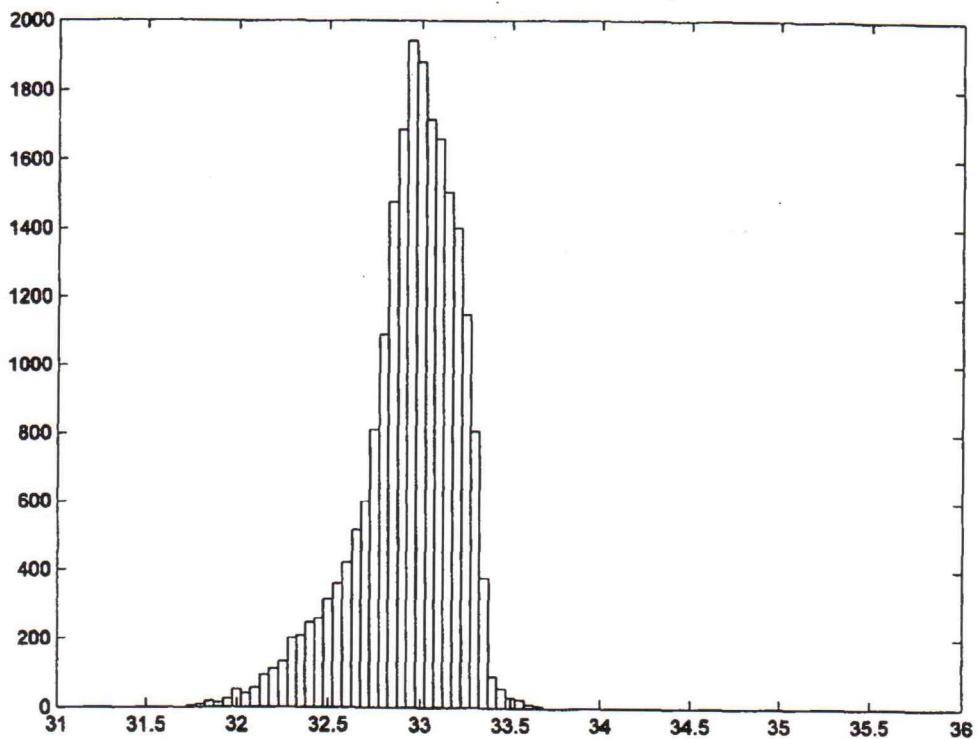


Fig. 6

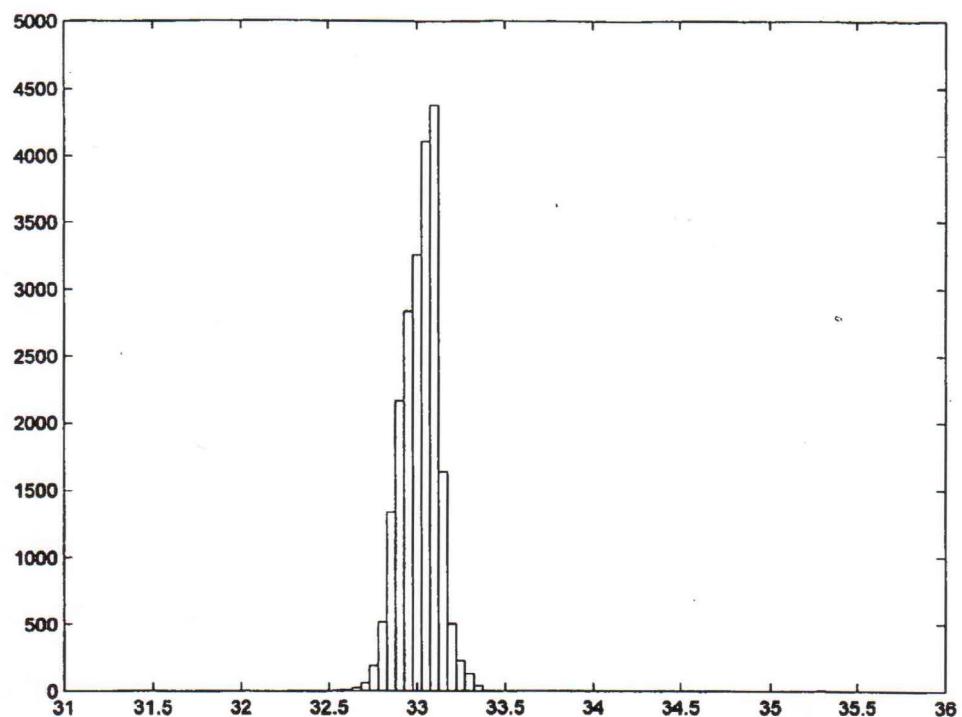


Fig. 7

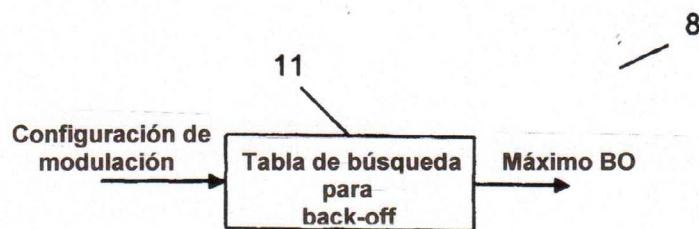


Fig. 8

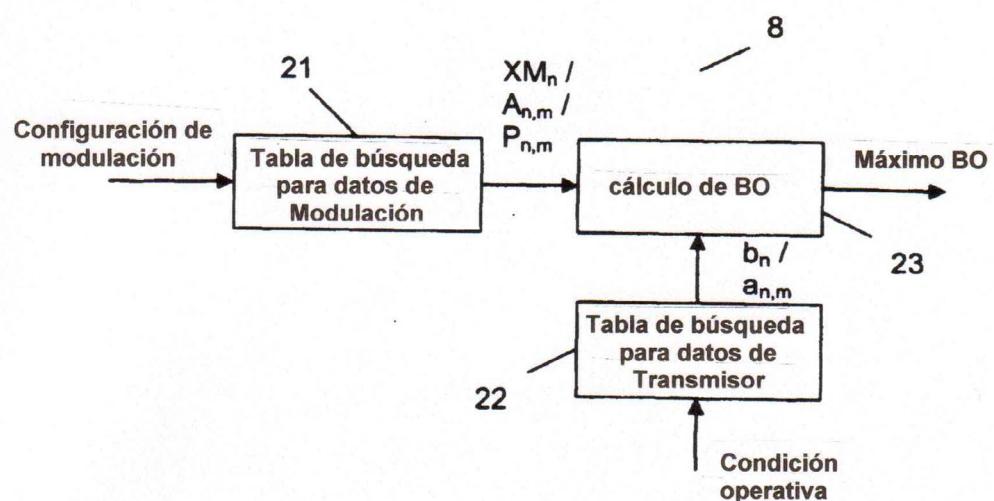


Fig. 9

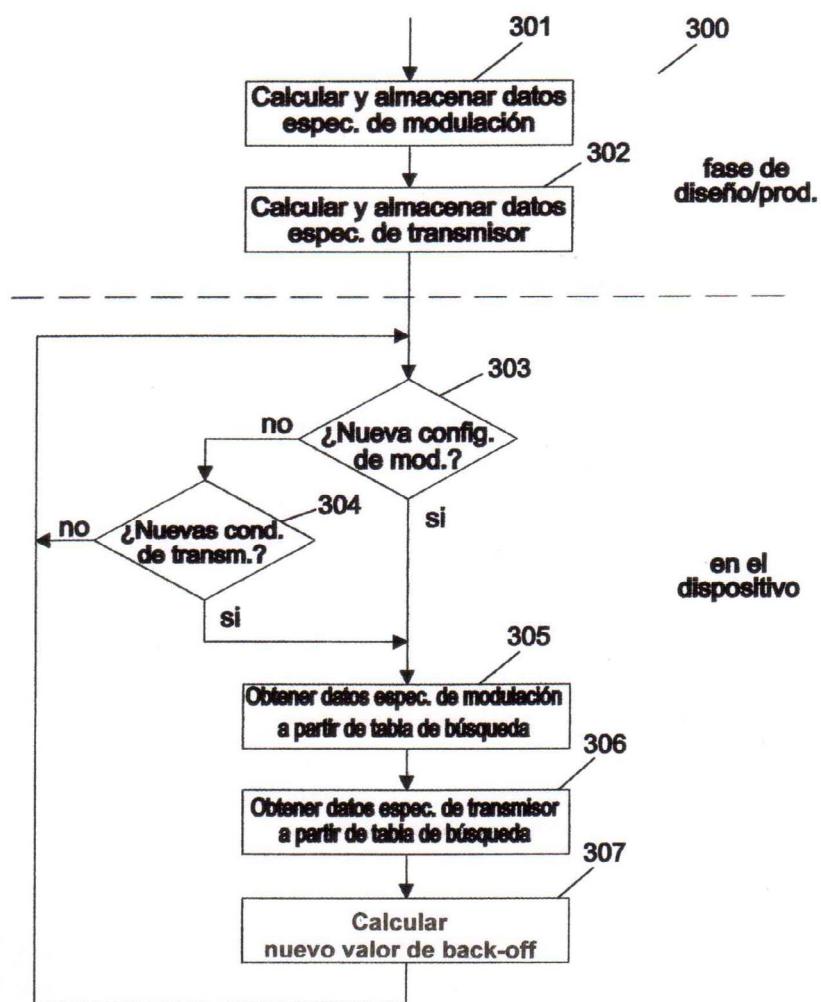


FIG. 10

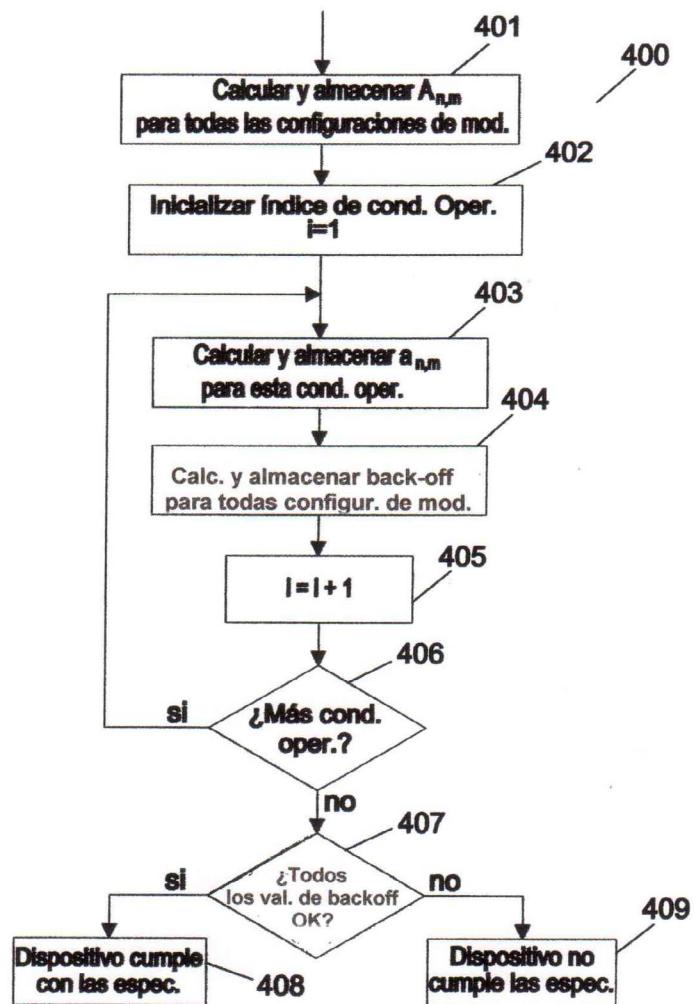


FIG. 11