

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 515**

51 Int. Cl.:

**H03F 1/32** (2006.01)

**H04L 27/36** (2006.01)

**H03F 3/24** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09773017 .0**

96 Fecha de presentación: **02.07.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2311185**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.04.2011**

54 Título: **Método de predistorsión y dispositivo para mejorar la potencia eléctrica de amplificadores de potencia en aplicaciones de comunicación digital inalámbricas**

30 Prioridad:  
**02.07.2008 US 133710 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**26.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**26.04.2012**

73 Titular/es:  
**Innovaradio S.A.**  
**Chemin des Aulx 18**  
**1228 Plan-les-Ouates, CH**

72 Inventor/es:  
**FARAHANI SAMANI, Amirhooshang;**  
**HEZAVEH, Jeyran y**  
**TALEBI, Ali**

74 Agente/Representante:  
**Tomas Gil, Tesifonte Enrique**

**ES 2 379 515 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

Método de predistorsión y dispositivo para mejorar la potencia eléctrica de amplificadores de potencia en aplicaciones de comunicación digital inalámbricas

5

**Introducción**

[0001] La presente invención concierne al campo de amplificadores de potencia y en particular a la mejora del rendimiento del amplificador por un bucle de realimentación que actúa sobre la señal de entrada. Esta invención se puede usar en todos los transmisores de comunicación inalámbrica, ya que definitivamente hay un amplificador de potencia en la última parte del transmisor antes de la antena, y cada amplificador de potencia tiene un rendimiento de potencia limitado (dependiendo del tipo de modulación) debido a su curva de entrada-salida. Se pretende mejorar la potencia eléctrica de amplificadores de potencia en diferentes aplicaciones a través de la introducción de un nuevo método de predistorsión para mitigar distorsiones lineales y no lineales de amplificadores de potencia.

15

**Técnica anterior**

[0002] Hoy en día, hay muchos métodos diferentes para la linealización de amplificadores de potencia que generalmente usan tablas de consulta (LUT) y/o usan métodos fuera de línea para el aprendizaje de los coeficientes y LUTs de una vez. También, hay muchos métodos de adaptación que constantemente adaptan los coeficientes y datos usados para la linealización. Actualmente, la mayoría de estos métodos de adaptación se desarrollan en el dominio temporal y generalmente necesitan señales de aprendizaje (tal como pre- y postámbulos en la señal). Por otra parte, en base a casi todos los métodos actuales no se puede construir un módulo "plug and play" autónomo que se pueda usar en varias de las aplicaciones actuales.

25

[0003] Aquí se ofrece un método nuevo y un sistema para la linealización de PAs tanto en el dominio de la frecuencia como en el dominio temporal, que se puede implementar como un módulo "plug and play" autónomo que es configurable, y es independiente de muchos parámetros principales en sistemas inalámbricos tal como la modulación, la relación potencia de cresta-potencia media (PAPR) de la señal, y el tipo de amplificador de potencia (que no es el caso en todos y cada uno de los métodos presentados hasta ahora).

30

[0004] Los circuitos amplificadores de potencia (etapas de salida) se clasifican como A, B, AB y C para diseños análogos, y clase D y E para diseños de conmutación basados en el ángulo de conducción o "ángulo de circulación"  $\Theta$  de la señal de entrada a través del dispositivo amplificador, es decir, la parte del ciclo de señal de entrada durante la que el dispositivo amplificador conduce. La imagen del ángulo de conducción se deriva de la amplificación de una señal sinusoidal. (Si el dispositivo está siempre encendido,  $\Theta = 360^\circ$ .) El ángulo de flujo está estrechamente relacionado con la eficiencia de potencia amplificadora. Las distintas clases se presentan a continuación.

35

**Clase A**

[0005] Se usa el 100% de la señal de entrada (ángulo de conducción  $\Theta = 360^\circ$  o  $2\pi$ , es decir, el elemento activo funciona en su intervalo lineal todo el tiempo). Cuando la eficiencia no se tiene en cuenta, la mayoría de los amplificadores lineales de señal pequeños se diseñan como clase A, lo que significa que los dispositivos de salida están siempre en la región de conducción. Los amplificadores de clase A son típicamente más lineales y menos complejos que otros tipos, pero son muy ineficientes. Este tipo de amplificador se usa más frecuentemente en etapas de señal pequeña o para aplicaciones de baja potencia (tal como auriculares de transmisión).

45

**Clase B**

[0006] Se usa el 50% de la señal de entrada ( $\Theta = 180^\circ$  o  $\pi$ , es decir, el elemento activo funciona en su intervalo lineal la mitad del tiempo y está más o menos desconectado durante la otra mitad). En la mayoría de la clase B, hay dos dispositivos de salida (o conjuntos de dispositivos de salida), cada uno de los cuales conduce alternativamente para exactamente 180 grados (o medio ciclo) de la señal de entrada; amplificadores selectivos de RF pueden también ser implementados usando un único elemento activo.

55

[0007] Estos amplificadores son sometidos a *distorsión de tránsito* si la transferencia de un elemento activo al otro no es perfecta, como cuando dos transistores complementarios (es decir, un PNP, un NPN) se conectan como dos seguidores de emisor con su base y terminales de emisor en común, requiriendo que la tensión de base gire a través de la región donde ambos dispositivos están desconectados.

60

**Clase AB**

[0008] Aquí los dos elementos activos conducen más de la mitad del tiempo como medios para reducir las distorsiones de tránsito de los amplificadores de clase B. En el ejemplo de los seguidores de emisor complementarios, una red de polarización permite más o menos corriente de reposo proporcionando así un punto operativo en algún lugar entre la clase A y la clase B. A veces se añade una cifra, por ejemplo AB 1 o AB2, con cifras mayores implicando una corriente de reposo mayor y, por lo tanto, más de las propiedades de clase A.

10 **Clase D**

[0009] *Artículo principal:* el uso de esta conmutación para conseguir una eficiencia de potencia muy alta (más del 90% en diseños modernos). Al permitir que cada dispositivo de salida esté bien completamente conectado o desconectado, las pérdidas se minimizan. La salida analógica se crea mediante modulación por ancho de pulsos (PWM), es decir, el elemento activo se conecta durante intervalos más largos o más cortos en vez de modificar su resistor. Hay esquemas de conmutación más complicados como la modulación sigma-delta, para mejorar algunos aspectos del rendimiento como distorsiones inferiores o una mejor eficiencia.

20 **Otras clases**

[0010] Hay varias otras clases de amplificadores, aunque son principalmente variaciones de las clases anteriores. Por ejemplo, los amplificadores de la clase H y clase G están marcados por la variación de las líneas de alimentación (en pasos distintos o de una forma continua, respectivamente) después de la señal de entrada. El calor residual en los dispositivos de salida se puede reducir mientras la sobretensión se mantiene a un mínimo. El amplificador que se alimenta con estas líneas pueden ser en sí de cualquier clase. Estos tipos de amplificadores son más complejos, y son principalmente usados para aplicaciones especializadas, tal como unidades de muy alta potencia. También, los amplificadores de clase E y clase F son comúnmente descritos en la bibliografía para aplicaciones de radiofrecuencias donde la eficiencia de las clases tradicionales se desvía sustancialmente de sus valores ideales. Estas clases usan una sintonización armónica de su redes de salida para conseguir una eficiencia más alta y se pueden considerar un subconjunto de la clase C debido a su características del ángulo de conducción.

[0011] Todos los amplificadores de potencia de RF distorsionan la señal de entrada cuando la potencia de señal de entrada alcanza casi el nivel de saturación de PA. Estas distorsiones se puede modelar como distorsiones AM/AM y AM/PM que han sido descritas en muchas publicaciones sobre la comunicación. En algunas aplicaciones tal como en los sistemas OFDM, debido a la sensibilidad de los receptores a estos tipos de distorsiones, los diseñadores del sistema de comunicación total usan el PA en un margen suficiente desde su punto de saturación para asegurar que la señal de salida no se distorsiona más allá de un umbral aceptable. Usando métodos diferentes de predistorsión, este margen se puede reducir y la potencia eléctrica de PA puede ser aumentada. El documento US-A-2003184372 divulga un método para linealizar un circuito amplificador de potencia que tiene como señal de entrada una señal de entrada banda base digital, una señal de salida de potencia, un amplificador de potencia y un módulo linealizador, comprendiendo este método los pasos de extracción de una señal de realimentación RF desde la señal de salida de potencia, efectuando una conversión descendente de la señal de realimentación RF a señal de realimentación FI, filtrando la señal de realimentación FI con un filtro de paso de banda, convirtiendo digitalmente la señal de realimentación FI filtrada en una señal digital de realimentación, convirtiendo la señal digital de realimentación en dominio de la frecuencia usando la transformación rápida de Fourier, FFT, en bloques de muestras N para obtener bloques FB-FFT de realimentación, calculando el promedio de al menos dos bloques de los bloques FB - FFT de realimentación para obtener un bloque FB-FFT medio, obteniendo valores de coeficiente de filtro del dominio temporal, TD, basados en valores de corrección FFT, aplicando valores de coeficiente de filtro del dominio temporal, TD, a un filtro de paso de banda digital, la entrada de dicho filtro digital siendo la señal digital de entrada de banda base, convirtiendo la salida del filtro de paso de banda digital en analógica con un convertidor digital-analógico para obtener una señal de entrada FI corregida, efectuando una conversión ascendente de la señal de entrada FI corregida para obtener una señal de entrada RF corregida, aplicando la señal de entrada RF corregida al amplificador de potencia para producir la señal de salida de potencia.

55 **Breve descripción de la invención**

[0012] Para compensar la distorsión natural de un amplificador de potencia cuando una señal digital está siendo transmitida, se propone un método de linealización que comprende un amplificador de potencia con una señal de entrada de banda base digital como señal de entrada, una señal de salida de potencia, un amplificador de potencia y un módulo linealizador (LM), comprendiendo este método los pasos de:

- extraer una señal de realimentación RF desde la señal de salida de potencia,
- efectuar una conversión descendente de la señal de realimentación RF a una señal de realimentación FI,

- filtrar la señal de realimentación FI con un filtro de paso de banda,
- convertir digitalmente la señal de realimentación FI filtrada en una señal digital de realimentación,
- convertir la señal digital de realimentación en dominio de la frecuencia usando la transformada rápida Fourier, FFT, en bloques de muestras n para obtener bloques FB-FFT de realimentación,
- calcular el promedio de al menos dos bloques de los bloques FB-FFT de realimentación para obtener un bloque FB-FFT medio,
- convertir la señal digital de banda base de entrada en dominio de la frecuencia usando la transformada rápida de Fourier, FFT, en bloques de muestras n para obtener bloques FF-FFT de entrada,
- calcular el promedio de al menos dos bloques de los bloques FF-FFT de entrada para obtener un bloque FF-FFT medio,
- dividir el bloque FF-FFT medio con el bloque FB-FFT medio para obtener valores de corrección FFT,
- obtener valores de coeficiente de filtro dominio temporal, TD, basados en valores de corrección FFT,
- aplicar los valores de coeficiente de filtro de dominio temporal, TD, a un filtro de paso de banda digital, la entrada de dicho filtro digital siendo la señal digital de banda base de entrada,
- convertir la salida del filtro de paso de banda digital en analógica con un convertidor digital-analógico para obtener una señal de entrada FI corregida,
- aplicar el filtro de paso de banda a la señal de entrada FI corregida,
- realizar una conversión ascendente de la señal de entrada FI corregida y filtrada para obtener una señal de entrada RF corregida,
- aplicar la señal de entrada RF corregida al amplificador de potencia para producir la señal de salida de potencia.

35 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

- [0013] La presente invención y sus ventajas se entenderán mejor gracias a la descripción detallada incluida de una forma de realización particular y a los dibujos incluidos, en los que:
- La FIG.1 ilustra el circuito amplificador de potencia con su módulo linealizador
  - La FIG.2 ilustra una primera forma de realización del módulo linealizador con señal de entrada RF
  - La FIG.3 ilustra una segunda forma de realización del módulo linealizador con señal de entrada de banda base
  - La FIG.4 ilustra una tercera forma de realización del módulo linealizador con señal de entrada RF y un módulo divisor colocado antes del módulo de promedio

50 **Descripción detallada de la invención**

[0014] Esta invención puede ser usada en todos los transmisores de comunicación inalámbrica, ya que definitivamente hay un amplificador de potencia en la última parte del transmisor antes de la antena, y cada amplificador de potencia tiene un rendimiento de potencia limitado debido a su curva de entrada-salida y al tipo de modulación de la señal de entrada. El objetivo aquí es mejorar la potencia eléctrica de los amplificadores de potencia en diferentes aplicaciones a través de la introducción de un nuevo método de predistorsión para mitigar las distorsiones lineales y no lineales de los amplificadores de potencia.

[0015] Hoy en día, hay muchos métodos diferentes para la linealización de los amplificadores de potencia que generalmente usan tablas de consulta (LUT) y/o usan métodos fuera de línea para el aprendizaje de los coeficientes y LUTs una vez. También, hay muchos métodos de adaptación que adaptan constantemente los coeficientes y datos usados para la linealización. Actualmente, la mayoría de estos métodos de adaptación se desarrollan en el dominio temporal y generalmente necesitan señales de aprendizaje (tal como pre- y postámbulos en la señal). Por otra parte, casi en base a todos los métodos actuales no se puede construir un módulo autónomo "plug-and-play" que se pueda

usar en diferentes aplicaciones actuales.

[0016] Aquí se ofrece un método nuevo y un sistema para linealizar PAs en el dominio temporal y frecuencia, que se puede implementar como un módulo "*plug-and-play*" autónomo que es configurable, y es independiente de muchos parámetros principales en sistemas inalámbricos tal como la modulación, el tipo y la clase de amplificador de potencia, y la relación de potencia de cresta-potencia media de la señal de entrada.

[0017] Un módulo linealizador (LM) dentro de una forma de realización de un circuito amplificador de potencia (Fig. 1) es presentado. Este módulo linealizador conectado con la señal de entrada X (que puede ser una señal digital de banda base o de radiofrecuencia (RF), y puede venir de un modulador o un transmisor o un conductor amplificador de potencia), la señal de salida Z (que es una señal de RF y entra en el amplificador de potencia) y la señal de realimentación Y (que es una señal de muestra de RF que viene de la salida del amplificador de potencia). Se puede tomar de muestra la señal de realimentación desde la salida del amplificador de potencia usando un acoplador y/o atenuador, que ya existe en todas las configuraciones amplificadoras de potencia para muchos fines. Esta señal de realimentación debería estar casi en el mismo nivel que la señal de entrada, aunque el nivel exacto no es importante en absoluto.

[0018] Este módulo linealizador se puede implementar como un módulo autónomo o un módulo integrado dentro de un modulador o un transmisor.

[0019] Como se representa en la Fig. 2, este módulo linealizador convierte la señal de RF de realimentación Y (del amplificador de potencia) en banda de frecuencia intermedia (IF) (módulo DC1 en la Fig. 2). La selección de la frecuencia FI depende de las limitaciones de diseño (como el ancho de banda típico de las señales, tipo de A/D usado...), y puede ser de 10MHz hasta 100MHz. Después de filtrar la señal FI a través de un filtro de paso de banda (módulo Filtro BP sintonizable 1 en la Fig. 2), se convierte en el dominio digital usando un convertidor análogo-digital (A/D) (módulo ADC 1 en la Fig. 2). Al resultado se le denomina "señal digital de realimentación". La referencia "FB" ha de entenderse "realimentación" para la descripción de más abajo. Luego usando un módulo FFT1 (transformada rápida de Fourier), se realiza una conversión en la señal digital de realimentación para obtener bloques FB-FFT. Cada bloque FB-FFT incluye muestras N, en donde N es definida por el diseñador del sistema como uno de los parámetros de entrada del módulo. Típicamente N debe ser mayor que 512, y es mejor que sea una potencia de 2.

[0020] Como se representa en la Fig. 2, este módulo linealizador convierte la señal de RF de entrada X (del modulador) en la banda de frecuencia intermedia (IF) (módulo DC2 en la Fig. 2), y después de filtrar la señal FI a través de un filtro de paso de banda (módulo Filtro BP sintonizable 2 en la Fig. 2), se convierte en el dominio digital usando un convertidor análogo-digital (A/D) (módulo ADC2 en la Fig. 2). (La frecuencia FI es exactamente la misma que la frecuencia usado para la señal de realimentación.) El resultado es una señal digital de entrada *feed-forward*. La referencia "FF" ha de entenderse como "*feed-forward*" para la descripción de abajo. Luego usando un módulo FFT2, se realiza una conversión en la señal digital de entrada *feed-forward* para producir bloques FFT *feed-forward* (bloques FF-FFT). En el caso de que la entrada al módulo linealizador sea una señal de banda base digital, la forma de realización del módulo linealizador representado en la Fig. 3, en donde no hace falta realizar una conversión descendente, filtrar y convertir a dominio digital para la señal de entrada X.

[0021] Luego, como se representa en la Fig. 2, los bloques FB-FFT y bloques FF-FFT pasan a través de los módulos de promedio (AVG 1 y AVG2), y después de hacer el promedio en al menos 2 bloques, los dos bloques promedios entran en un módulo de división (DIV), en el que el bloque FF-FFT medio se divide por el bloque FB-FFT medio. Esta división debería ser hecha como una división de conjunto de punto a punto, y así el resultado es un nuevo bloque que comprende el mismo número de muestras como los bloques FF-FFT y FB-FFT. La salida del módulo de división se convierte en el dominio temporal a través del módulo IFFT (transformada rápida de Fourier inversa). Debido a que la multiplicación de punto a punto en el dominio de la frecuencia se traduce en una operación de convolución en el dominio temporal, la salida del módulo IFFT se puede considerar como coeficientes de filtro del dominio temporal.

[0022] La obtención de los valores de coeficiente de filtro se puede implementar de otra manera como se representa en la Fig. 4, en donde se introducen los bloques FB-FFT y los bloques FF-FFT en un módulo de división (módulo DIV en la Fig. 4), y luego los resultados de la división van a través del módulo de promedio (AVG en la Fig. 4). La salida del módulo de promedio se convierte en el dominio temporal a través del módulo IFFT, produciendo los valores de coeficientes de filtro.

[0023] Estos coeficientes de filtro se aplican en un filtro digital (módulo de filtro digital en la Fig. 2, Fig. 3 y Fig. 4). Entonces, la señal digital de banda base de entrada pasa a través del módulo de filtro digital, que predistorsiona la señal para compensar las distorsiones lineales y no lineales del amplificador de potencia.

[0024] La señal filtrada se convierte usando el convertidor digital-analógico (módulo DAC en la Fig. 2, Fig. 3, y Fig. 4). La salida pasa el filtro BP sintonizable, y luego se realiza una conversión ascendente de la señal a señal de RF Z usando el módulo UC, que es la salida del módulo linealizador.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para linealizar un circuito amplificador de potencia teniendo como señal de entrada una señal de entrada de banda base digital, una señal de salida de potencia, un amplificador de potencia y un módulo linealizador (LM), comprendiendo este método los pasos de:
- extracción de una señal de realimentación RF desde la señal de salida de potencia,
  - conversión descendente de la señal de realimentación RF a señal de realimentación FI,
  - filtración de la señal de realimentación FI con un filtro de paso de banda,
  - conversión digital de la señal de realimentación FI filtrada en una señal digital de realimentación,
  - conversión de la señal digital de realimentación en dominio de la frecuencia usando la transformada rápida de Fourier, FFT, en bloques de muestras n para obtener bloques FB-FFT de realimentación,
  - calcular el promedio de al menos dos bloques de los bloques FB-FFT de realimentación para obtener un bloque FB-FFT medio,
  - conversión de la señal digital de banda base de entrada en dominio de la frecuencia usando la transformada rápida de Fourier, FFT, en bloques de muestras n para obtener bloques FF-FFT de entrada,
  - calcular el promedio de al menos dos bloques de los bloques FF-FFT de entrada para obtener un bloque FF-FFT medio,
  - división del bloque FF-FFT medio con el bloque FB-FFT medio para obtener valores de corrección FFT,
  - obtención de los valores de coeficiente de filtro del dominio temporal, TD, basados en valores de corrección FFT,
  - aplicación de los valores de coeficiente de filtro del dominio temporal, TD, a un filtro de paso de banda digital, siendo la entrada de dicho filtro digital la señal digital de banda base de entrada,
  - conversión de la salida del filtro de paso de banda digital en analógica con un convertidor digital-analógico para obtener una señal de entrada FI corregida,
  - aplicación del filtro de paso de banda a la señal de entrada FI corregida,
  - conversión ascendente de la señal de entrada FI corregida y filtrada para obtener una señal de entrada RF corregida,
  - aplicación de la señal de entrada RF corregida al amplificador de potencia para producir la señal de salida de potencia.
2. Método según la reivindicación 1, donde para obtener los valores de coeficiente de filtro de dominio temporal, TD, éste comprende el paso de convertir los valores de corrección FFT en dominio temporal para obtener los valores de coeficiente de filtro de dominio temporal, TD.
3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que la señal de entrada del circuito amplificador de potencia es una señal de entrada RF, comprendiendo el método los pasos de:
- conversión descendente de la señal de entrada RF en señal de entrada FI,
  - filtración de la señal de entrada FI con un filtro de paso de banda,
  - conversión digital de la señal de entrada FI filtrada en señal de entrada de banda base digital.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el filtro de paso de banda es programable según el ancho de banda de la señal de entrada.
5. Método para linealizar un circuito amplificador de potencia teniendo como señal de entrada una señal de entrada de banda base digital, una señal de salida de potencia, un amplificador de potencia y un módulo linealizador (LM), comprendiendo este método los pasos de:

- extracción de una señal de realimentación RF desde la señal de salida de potencia,
- conversión descendente de la señal de realimentación RF en señal de realimentación FI,
- 5 - filtración de la señal de realimentación FI con un filtro de paso de banda,
- conversión digital de la señal de realimentación FI filtrada en una señal digital de realimentación,
- 10 - conversión de la señal digital de realimentación en dominio de la frecuencia usando la transformada rápida de Fourier, FFT, en bloques de muestras n para obtener bloques FB-FFT de realimentación,
- conversión de la señal digital de entrada en dominio de la frecuencia usando la transformada rápida de Fourier, FFT, en un bloque de muestras n para obtener un bloque FF-FFT de entrada,
- 15 - división del bloque FF-FFT de entrada con el bloque FB-FFT de realimentación para obtener bloques de corrección FFT,
- calcular el promedio de al menos dos bloques de los bloques de corrección FFT para obtener valores FFT medios,
- 20 - obtención de los valores de coeficiente de filtro de dominio temporal, TD, basados en los valores de corrección FFT,
- aplicación de los valores de coeficiente de dominio temporal, TD, a un filtro de paso de banda, siendo la entrada de dicho filtro la señal digital de entrada,
- 25 - conversión de la salida del filtro en analógica con un conversor digital-analógico para obtener una señal FI de entrada corregida,
- aplicación de un filtro de paso de banda a la señal de entrada FI corregida,
- 30 - conversión ascendente de la señal de entrada FI corregida filtrada para obtener una señal de entrada RF corregida,
- aplicación de la señal de entrada RF corregida al amplificador de potencia para producir la señal de salida de potencia.
- 35 6. Método según la reivindicación 5, donde, para obtener los valores de coeficiente de filtro de dominio temporal, TD, comprende el paso de convertir los valores de corrección FFT en dominio temporal para obtener los valores de coeficiente de filtro de dominio temporal, TD.
- 40 7. Método según la reivindicación 5 o 6, en el que la señal de entrada del circuito amplificador de potencia es una señal de entrada RF, comprendiendo el método los pasos de:
  - conversión descendente de la señal de entrada RF en señal de entrada FI,
  - filtración de la señal de entrada FI con un filtro de paso de banda,
  - 45 - conversión de la señal de entrada FI filtrada en la señal de entrada de banda base digital.
- 50 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que el filtro de paso de banda es programable según el ancho de banda de la señal de entrada.
- 55 9. Circuito amplificador de potencia que tiene como señal de entrada una señal de entrada de banda base digital, una señal de salida de potencia, un amplificador de potencia y un módulo linealizador (LM) conectado con la señal de entrada, la señal de salida y la señal de realimentación, comprendiendo este módulo linealizador:
  - un convertidor reductor para convertir la señal RF de realimentación en señal FI de realimentación,
  - un primer filtro de paso de banda para filtrar la señal FI de realimentación,
  - un primer convertidor A/D para convertir la señal FI de realimentación filtrada en la señal digital de realimentación,
  - 60 - un primer módulo FFT para convertir la señal digital de realimentación en bloques FB-FFT de realimentación, - un segundo módulo FFT para convertir la señal de entrada en bloques FF-FFT,
  - un módulo de división para dividir el bloque FF-FFT de entrada por el bloque FB-FFT de realimentación para

obtener bloques de corrección FFT,

- 5 - un módulo de promedio para calcular el promedio de al menos dos bloques de los bloques de corrección FFT para obtener un valor FFT medio,
- un módulo FFT inverso para convertir los valores de corrección FFT en valores de coeficiente de filtro de dominio temporal, TD,
- 10 - un filtro de paso de banda digital que recibe los valores de coeficiente de filtro de dominio temporal, TD, siendo la entrada de dicho filtro digital la señal digital de entrada,
- un convertidor D/A para convertir la salida del filtro de paso de banda digital en analógico para obtener una señal de entrada FI corregida,
- 15 - un segundo filtro de paso de banda que tiene como entrada la señal de entrada FI corregida,
- un convertidor elevador para convertir la señal de entrada FI corregida filtrada para obtener una señal de entrada RF corregida,
- 20 - medios para aplicar la señal de entrada RF corregida al amplificador de potencia.

10. Circuito amplificador de potencia según la reivindicación 9, en el que la señal de entrada es una señal de entrada RF, comprendiendo el módulo linealizador:

- 25 - un segundo convertidor reductor para convertir la señal RF de entrada en señal de entrada FI,
- un tercer filtro de paso de banda para filtrar la señal de entrada FI
- un segundo convertidor A/D para convertir la señal de entrada FI filtrada en señal digital de banda base.

30 11. Circuito amplificador de potencia según las reivindicaciones 9 o 10, en el que los filtros de paso de banda son digitalmente programables para definir el ancho de banda de dicho filtro.

35 12. Circuito amplificador de potencia que tiene como señal de entrada una señal de entrada de banda base digital, una señal de salida de potencia, un amplificador de potencia y un módulo linealizador (LM) conectado con la señal de entrada, la señal de salida y la señal de realimentación, comprendiendo este módulo linealizador:

- un convertidor reductor para convertir la señal RF de realimentación en la señal FI de realimentación,
- 40 - un primer filtro de paso de banda para filtrar la señal FI de realimentación
- un primer convertidor A/D para convertir la señal FI de realimentación filtrada en señal digital de realimentación,
- un primer módulo FFT para convertir la señal digital de realimentación en bloques FB-FFT de realimentación, - un
- 45 segundo módulo FFT para convertir la señal de entrada en bloques FF-FFT,
- un primer módulo de promedio para calcular el promedio de al menos dos bloques de los bloques FF-FFT para obtener un bloque FF-FFT medio,
- 50 - un segundo módulo de promedio para calcular el promedio de al menos dos bloques de los bloques FB-FFT para obtener un bloque FB-FFT medio,
- un módulo de división para dividir el bloque FF-FFT medio por el bloque FB-FFT medio para obtener valores de
- 55 corrección FFT,
- un módulo FFT inverso para convertir los valores de corrección FFT en valores de coeficiente de filtro de dominio temporal, TD,
- un filtro de paso de banda digital que recibe los valores de coeficiente de filtro de dominio temporal, TD, siendo la
- 60 entrada de dicho filtro digital la señal digital de entrada,
- un convertidor D/A para convertir la salida del filtro de paso de banda digital en analógica para obtener una señal de entrada FI corregida,

## ES 2 379 515 T3

- un segundo filtro de paso de banda que tiene como entrada la señal de entrada FI corregida,
  - un convertidor elevador para convertir la señal de entrada FI corregida filtrada para obtener una señal de entrada RF corregida,
- 5
- medios para aplicar la señal de entrada RF corregida al amplificador de potencia.
13. Circuito amplificador de potencia según la reivindicación 12, en el que la señal de entrada es una señal de entrada RF, comprendiendo el módulo linealizador:
- 10
- un segundo convertidor reductor para convertir la señal RF de entrada en señal de entrada FI,
  - un tercer filtro de paso de banda para filtrar la señal de entrada FI
- 15
- un segundo convertidor A/D para convertir la señal de entrada FI filtrada en señal digital de banda base.
14. Circuito amplificador de potencia según las reivindicaciones 12 o 13, en el que los filtros de paso de banda son digitalmente programables para definir el ancho de banda de dicho filtro.
- 20
15. Circuito amplificador de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14 donde el amplificador de potencia es del tipo seleccionado entre SSPAa, klistrones, magnetones, o TWTs.

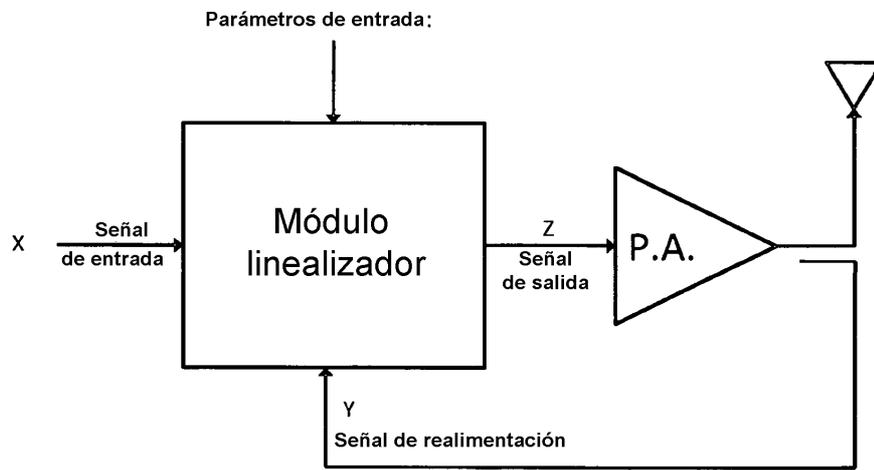


Fig. 1

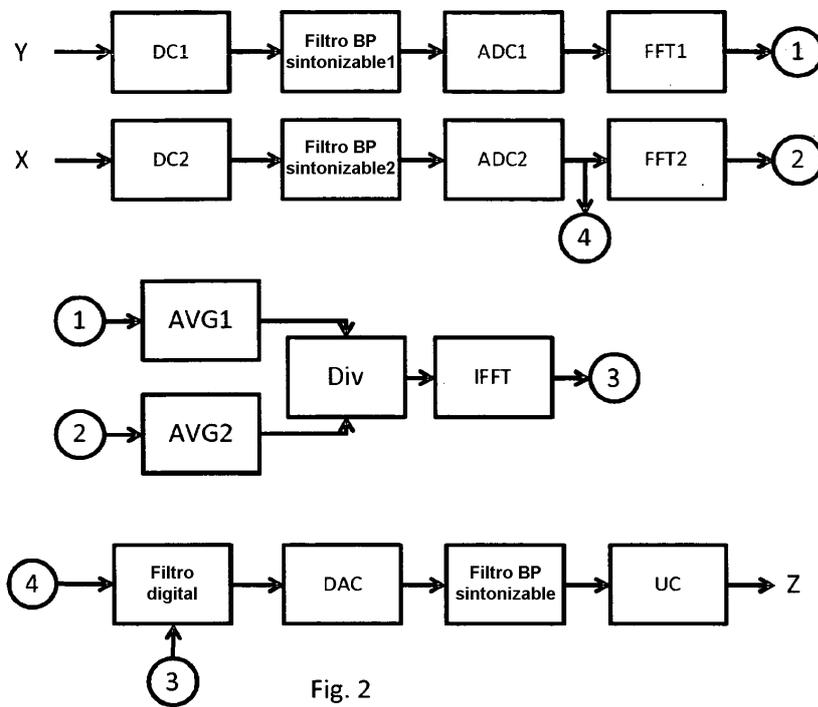


Fig. 2

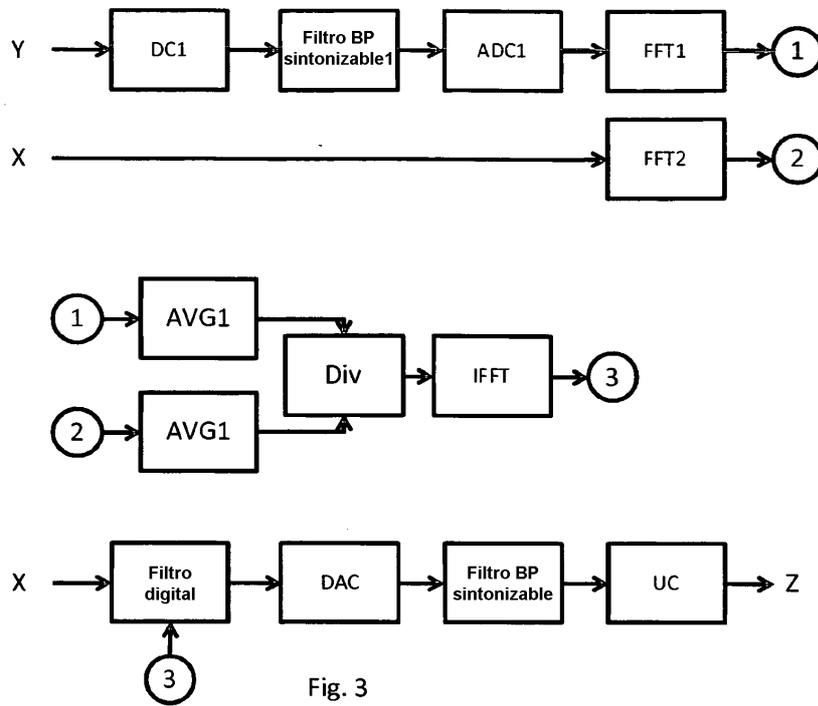


Fig. 3

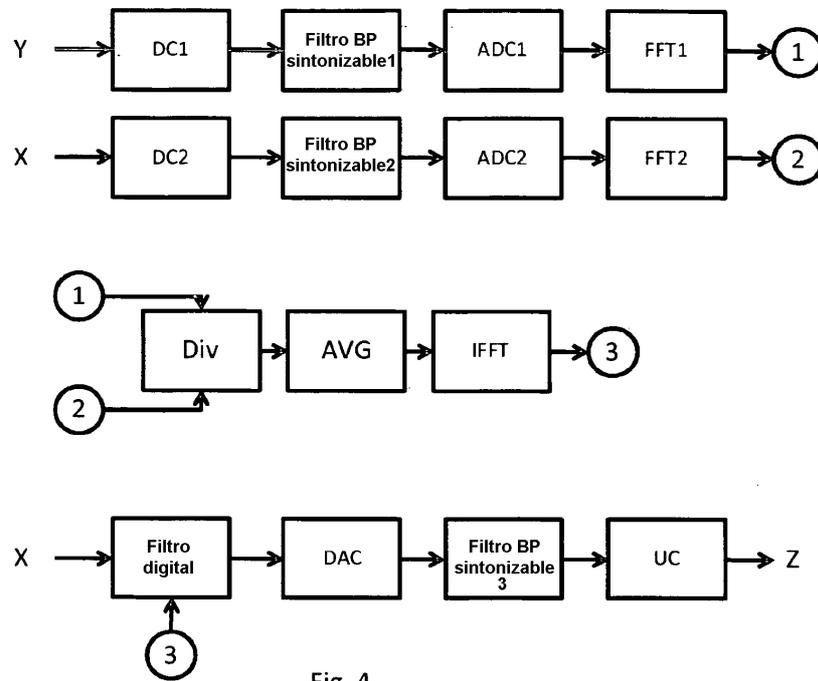


Fig. 4,