



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 281 931**

51 Int. Cl.:
H04B 1/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **98947576 .9**

86 Fecha de presentación : **07.10.1998**

87 Número de publicación de la solicitud: **0953232**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **03.11.1999**

54 Título: **Disposición de linealización de un amplificador de potencia.**

30 Prioridad: **09.10.1997 FI 973918**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.10.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.10.2007

73 Titular/es: **Nokia Corporation**
Keilalahdentie 4
02150 Espoo, FI

72 Inventor/es: **Pellonperä, Marko**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 281 931 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

Disposición de linealización de un amplificador de potencia.

Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un método de compensación del retardo en un bucle de linealización de un amplificador de potencia, comprendiendo dicho bucle un modulador I/Q, uno o más amplificadores de potencia a linealizar y que generan un retardo, y un bucle de realimentación que comprende un demodulador I/Q cuando el modulador I/Q y el demodulador I/Q obtienen una frecuencia de oscilación a partir del mismo oscilador local.

Los amplificadores linealizados son necesarios en los sistemas digitales actuales de comunicaciones inalámbricas, por ejemplo, debido que se requiere que el espectro de una señal a transmitir no se extienda más allá de la banda útil en cuestión. El ensanchamiento de un espectro viene provocado por la no linealidad de los amplificadores y genera interferencias, por ejemplo, en los canales vecinos. La linealidad de las etapas de amplificación depende de cómo se hayan polarizado las mismas y se pueden clasificar según la linealidad: un amplificador de clase A es el más lineal aunque presenta un rendimiento deficiente, mientras que un amplificador de clase C, por ejemplo, presenta un buen rendimiento aunque también es altamente no lineal. Un buen rendimiento es una propiedad importante en los amplificadores de potencia, y esta cualidad adquiere una importancia específica en los dispositivos de comunicaciones inalámbricas cuya capacidad de la batería está limitada. Por lo tanto, se usan amplificadores que presentan un buen rendimiento aunque son no lineales y los mismos se deben linealizar.

Uno de los métodos conocidos de linealización de un amplificador de potencia no lineal de radiofrecuencia es la realimentación cartesiana. En líneas generales, su principio de funcionamiento es el siguiente: los datos a transmitir se incluyen en las señales de banda base I y Q. Estas señales se llevan a un modulador I/Q en el cual las señales se combinan y se modulan directamente en una frecuencia final. La señal de frecuencia final es amplificada por uno o más amplificadores de potencia de radiofrecuencia no lineales y es llevada a una antena. La señal amplificada de radiofrecuencia se muestrea después de la última etapa de amplificación, por ejemplo, mediante un acoplador direccional. La señal muestreada se lleva a un demodulador I/Q en el cual se demodula a banda base y las señales I y Q se separan de la misma. Finalmente, las señales muestreadas de banda base I y Q se suman para obtener las señales I y Q reales. La suma genera una predistorción de las señales I y Q, cancelándose por lo menos parcialmente, a causa de dicha predistorción, la no linealidad generada en los amplificadores de potencia.

Uno de los problemas en la disposición antes descrita es que tanto el modulador I/Q como el demodulador I/Q reciben una señal de oscilador local de la misma fuente. Por otro lado, los amplificadores de potencia generan un retardo y las señales muestreadas I y Q se devuelven con una fase incorrecta. Esta distorsión se puede compensar ajustando la fase de la señal del oscilador local aplicada al demodulador I/Q de manera que se corresponda con la fase de las señales muestreadas I y Q. En las soluciones conocidas,

este ajuste de fase se implementa mediante transformadores, mediante circuitos especiales de inversión de fase o con un ajustador de fase digital. Uno de los ejemplos de este tipo de solución se da a conocer en el documento JP 08-078967. Las soluciones conocidas son similares en cuanto al espacio que ocupan y en que son relativamente caras. Además, las soluciones son frecuentemente complejas y pueden requerir una gran cantidad de trabajo manual en la producción. De este modo, dichas soluciones resultan bastante poco adecuadas para dispositivos pequeños de comunicaciones móviles producidos en grandes cantidades.

Breve descripción de la invención

Por lo tanto, uno de los objetivos de la invención es proporcionar un aparato para solucionar los problemas antes mencionados. Los objetivos de la invención se pueden alcanzar por medio de una disposición de linealización de un amplificador de potencia la cual está caracterizada por los aspectos que se establecen en la parte caracterizadora de la reivindicación independiente 1.

La invención se basa en la idea de que el retardo se compensa con retardo, no con un ajuste de fase. En otras palabras, una disposición que provoca un desplazamiento de fase se sustituye por una disposición que genera un retardo en la vía de la señal aplicada al demodulador I/Q de un oscilador local. Una de las ventajas de la invención es que la disposición es bastante sencilla. Según la invención, el retardo de una señal de un oscilador local aplicada al demodulador I/Q es generado por un amplificador optimizado para presentar un retardo elevado, preferentemente por un amplificador de pequeña señal. El retardo de grupo, es decir, el retardo, del amplificador está comprendido preferentemente entre 5 y 10 ns ó un valor mayor. Como habitualmente, en cualquiera de los casos, la señal del oscilador local se debe amplificar antes que el demodulador I/Q, el método de la invención se puede usar fácilmente optimizando un amplificador de señal existente para que presente un retardo. La ventaja es que no son necesarios circuitos adicionales de ajuste de fase.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirá la invención más detalladamente en relación con las formas de realización preferidas haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la Figura 1 muestra un diagrama de bloques de una disposición de linealización de un amplificador de potencia según la invención,

la Figura 2 muestra un esquema de un circuito correspondiente a una etapa de un amplificador de transistores optimizado para presentar un retardo y en concordancia con la invención, y

la Figura 3 muestra las adaptaciones de entrada y salida, es decir, las pérdidas por reflexión, el retardo de grupo, es decir, el retardo, y la amplificación en función de la frecuencia de una etapa de un amplificador del tipo pasa-banda.

Descripción detallada de la invención

Una disposición de linealización de un amplificador de potencia según la Figura 1, comprende, en líneas generales, un modulador I/Q 10, un demodulador I/Q 11, por lo menos un amplificador de potencia 13 a linealizar, un oscilador local 14, una unidad de retardo 12 y una antena 15. El modulador I/Q 10 y el demodulador I/Q 11 funcionan sobre la base de un principio de modulación en cuadratura. El mismo permite

combinar dos señales independientes en un transmisor y transmitir las sobre la misma banda de transmisión y separarlas nuevamente la una de la otra en un receptor. El principio de la modulación en cuadratura es la modulación de dos señales I y Q independientes (en fase y en cuadratura) usando la misma frecuencia portadora, aunque las fases de las ondas portadoras se desvían mutuamente de tal manera que la onda portadora de la señal Q está 90° por detrás de la onda portadora de la señal I. Las señales se suman después de la modulación. Las señales I y Q se pueden separar mutuamente gracias a la diferencia de fase cuando se demodula la señal suma. Para garantizar la funcionalidad del método, las señales del oscilador local usadas por el modulador y el demodulador, sobre la base de las cuales se forma la onda portadora, deben ser mutuamente de la misma frecuencia y con una fase correcta.

Las señales de banda base I y Q que contienen datos se llevan al modulador I/Q 10 en el cual se combinan y modulan en una frecuencia final (frecuencia de transmisión). La señal de frecuencia final se lleva adicionalmente al amplificador de potencia no lineal 13 en el cual la señal se amplifica. Se puede disponer de varias unidades de amplificadores de potencia 13 acopladas en serie. Después de la amplificación, la señal se lleva a la antena 15 para ser transmitida.

La señal amplificada de frecuencia final se muestrea después de una etapa de amplificación, el amplificador de potencia 13, y se lleva al demodulador I/Q 11 en el cual la señal muestreada se demodula a banda base y las señales muestreadas I y Q se separan de la misma. Las señales muestreadas de banda base I y Q que se acaban de obtener se suman en las señales I y Q reales. La suma de las señales muestreadas en las señales reales crea una predistorsión en las señales aplicadas al modulador I/Q 10 y adicionalmente al amplificador de potencia 13 de tal manera que la no linealidad provocada por el amplificador de potencia 13 se cancela para resultar lo más baja posible.

La unidad de oscilador local 14 produce una señal de oscilador la cual se lleva al modulador I/Q 10 y, a través de la unidad de retardo 12, al demodulador I/Q 11. La señal del oscilador local aplicada al demodulador I/Q 11 se retarda en la unidad de retardo 12 ya que la señal muestreada aplicada al demodulador I/Q 11 y modulada en el modulador I/Q 10, en sincronización por parte del oscilador local 14, se retarda en el amplificador de potencia 13. Para garantizar un modo correcto de demodulación de la señal muestreada, la señal del oscilador local aplicada al demodulador I/Q y la señal muestreada deben encontrarse en una fase correcta la una con respecto a la otra. De este modo, la unidad de retardo 12 compensa el retardo generado sobre la señal en el amplificador de potencia.

La Figura 2 muestra un esquema de un circuito de un amplificador de pequeña señal optimizado para presentar un retardo y en concordancia con la invención, comprendiendo el esquema del circuito, en aras de una mayor claridad, únicamente los componentes más significativos para la invención.

La generación de un retardo en el amplificador se basa en el hecho conocido de que el retardo es la derivada de la fase en función de la frecuencia angular. En otras palabras, un cambio drástico de fase en un intervalo de frecuencias específico también da como resultado un retardo elevado en dicho intervalo. En las simulaciones y las pruebas prácticas realizadas por el

solicitante, se ha detectado que los cambios drásticos de fase en un intervalo de frecuencias deseado se pueden implementar de la mejor manera por medio de un amplificador cuya entrada esté adaptada para ser del tipo pasa-altas y la salida esté adaptada para ser del tipo pasa-bajas.

El funcionamiento de la disposición de la Figura 2 es, en líneas generales, el siguiente: se introduce una señal a través de un puerto ENTRADA. La entrada está dispuesta para ser del tipo pasa-altas por medio de un circuito de adaptación formado por condensadores C1 y C2 y una bobina L1. La señal que pasa a través del circuito de adaptación controla un transistor T. El transistor T amplifica la señal y la señal amplificada prosigue a través del circuito de adaptación de la salida. La salida está dispuesta para ser del tipo pasa-bajas por medio de un circuito de adaptación formado por bobinas L2 y L3 y un condensador C3. A la señal que pasa a través del circuito de adaptación de la salida se le da salida a través de un puerto SALIDA.

Los circuitos de adaptación de la entrada y la salida están además dispuestos mutuamente para dar como resultado un amplificador del tipo pasa-banda. Cuanto más estrecha sea la banda delimitada por las adaptaciones de la entrada y la salida, mayores serán los cambios provocados por el amplificador en la fase de la señal, y por lo tanto también el retardo. Si las adaptaciones de entrada y salida están dispuestas en la misma frecuencia, se obtiene como resultado un retardo de tipo pico el cual es extremadamente elevado aunque activo en un área de frecuencias estrecha. No obstante, esta opción no tiene mucho sentido y se logra un resultado más preferible cuando la adaptación de entrada se proporciona en el borde superior de una banda de frecuencias deseada a retardar, y la adaptación de salida se proporciona en el borde inferior de la banda de frecuencias. En este caso, el resultado es un retardo más estable el cual es activo en un intervalo de frecuencias más extenso. La Figura 3 ilustra una respuesta en frecuencia S21 y el retardo GD de un amplificador de este tipo en función de la frecuencia. S11 describe la adaptación, es decir, las pérdidas de retorno, de una entrada del tipo pasa-altas. La adaptación de la entrada está dispuesta ligeramente por encima de la frecuencia media aproximadamente 380 MHz. De forma correspondiente, S22 describe la adaptación, es decir, las pérdidas de retorno, de una salida del tipo pasa-bajas. La adaptación de la salida está dispuesta ligeramente por debajo de la frecuencia media aproximadamente 380 MHz. Entre las adaptaciones de la entrada y la salida se forma una banda en la cual el retardo de grupo, es decir, el retardo GD, del amplificador es relativamente estable. Cuanto más cerca de la frecuencia media y la una de la otra estén dispuestas las adaptaciones de la entrada y la salida, más alta y más abrupta será la curva de retardo GD. La disposición también se puede implementar de manera que sea ajustable usando componentes ajustables, por ejemplo, sustituyendo un condensador C3 por un diodo de capacidad adecuado.

Si entre el oscilador local 14 y el demodulador I/Q 11 se usa un amplificador de una señal de oscilador local, la adición de una disposición según la Figura 2 y que genere un retardo, a un amplificador existente de este tipo, resulta relativamente sencilla y económica. La disposición se puede implementar de muchas formas diferentes usando componentes independientes o, por ejemplo, integrando la disposición de retar-

do en un circuito IC sin desviarse con respecto a la idea básica de la invención.

Resultará evidente para los expertos en la materia que la idea básica de la invención se puede implementar de varias maneras a medida que la tecnología

avance. Por lo tanto, la invención y sus formas de realización no se limitan a los ejemplos antes descritos sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Disposición de linealización de un amplificador de potencia, comprendiendo dicha disposición un modulador I/Q (10), uno o más amplificadores de potencia (13) a linealizar y que generan un retardo, y un bucle de realimentación que comprende un demodulador I/Q (11), en la que el modulador I/Q (10) y el demodulador I/Q (11) obtienen una frecuencia de oscilación a partir del mismo oscilador local (14) y en la que se proporciona una unidad de retardo (12) entre el oscilador local (14) y el demodulador I/Q (11), retardándose por medio de dicha unidad de retardo una señal de un oscilador local aplicada al demodulador I/Q (11) para compensar el retardo generado en el amplificador o amplificadores de potencia (13), **caracterizada** porque

la unidad de retardo (12) para retardar la señal del oscilador local aplicada al demodulador I/Q (11) es un amplificador, preferentemente un amplificador de pequeña señal, el cual está dispuesto para ser del tipo pasa-banda a la frecuencia de la señal del oscilador local con vistas a producir un retardo en la señal del oscilador local.

2. Disposición de linealización según la reivindi-

5

cación 1, **caracterizada** porque la adaptación de la entrada del amplificador que retarda la señal del oscilador local aplicada al demodulador I/Q (11) es del tipo pasa-altas y la adaptación de la salida es del tipo pasa-bajas.

10

3. Disposición de linealización según la reivindicación 2, **caracterizada** porque la adaptación (S11) del tipo pasa-altas de la entrada del amplificador está dispuesta fuera de la frecuencia media del amplificador en el borde superior de la banda de paso, y la adaptación (S22) del tipo pasa-bajas de la salida está dispuesta en el borde inferior de la banda de paso de tal manera que el amplificador presenta un retardo relativamente estable (GD) en la banda de paso.

15

4. Disposición de linealización según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** porque uno o más de los componentes que forman el amplificador que retarda la señal del oscilador local aplicada al demodulador I/Q (11) son de un tipo ajustable, con lo cual el retardo generado por el amplificador y el ancho de banda se pueden ajustar.

20

5. Disposición de linealización según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque el amplificador está dispuesto para producir un retardo comprendido entre 5 y 10 ns o mayor.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

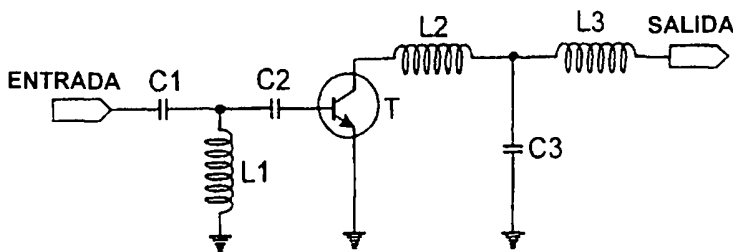
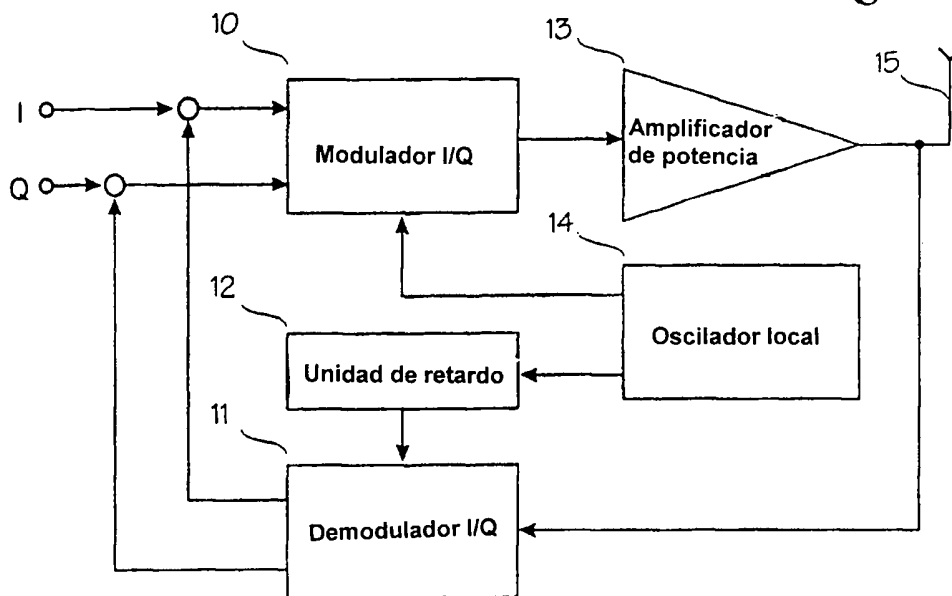


Fig. 2

Fig. 3

