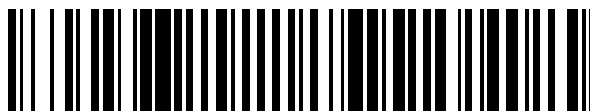


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 070**

51 Int. Cl.:

H03F 1/32 (2006.01)

H03F 3/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2007** **E 07123866 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013** **EP 1940019**

54 Título: **Dispositivo de linealización de pre-distorsión con amplitud y curva regulables**

30 Prioridad:

28.12.2006 FR 0655991

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

26.04.2013

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45 RUE DE VILLIERS
92200 NEUILLY SUR SEINE, FR**

72 Inventor/es:

**VILLEMAZET, JEAN-FRANÇOIS;
MAYNARD, JEAN y
GEFFROY, DOMINIQUE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 402 070 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

Dispositivo de linealización de pre-distorsión con amplitud y curva regulables

La presente invención se refiere al campo de los dispositivos de linealización denominados «de pre-distorsión», que se utilizan por ejemplo aguas arriba (o en la entrada) de dispositivos de amplificación de potencia de tal modo que se compense(n) su(s) no linealidad(es).

Tal y como sabe el experto en la materia, un linealizador es un dispositivo que permite compensar la compresión de ganancia (« AM/AM » por « Amplitude-Amplitude Modulation conversion ») de un amplificador de potencia (por ejemplo de tipo HPA (por « High Power Amplifier »)) así como la variación de su fase de inserción en función de la potencia incidente (« AM/PM » por « Amplitude-Phase Modulation conversion »). Los amplificadores de potencia que se utilizan comúnmente en determinados campos, como por ejemplo en el sector espacial, son o bien unos amplificadores denominados de tubo de onda progresiva (o TWTAs por « Travelling Wave Tube Amplifiers »), o bien unos amplificadores denominados de estado sólido (o SSPAs por « Solid State Power Amplifiers »).

El principio de linealización que se emplea de manera general en las cargas útiles de satélites, es la predistorsión. Un linealizador de predistorsión es un dispositivo que se coloca aguas arriba de la entrada de un amplificador de potencia. Este debe presentar una respuesta en ganancia y en fase en función de su potencia de salida que es la inversa de la del amplificador de potencia (en función de su potencia de entrada) al cual debe estar acoplado, de una primera parte, en términos de sentido de variación (expansión de ganancia en lugar de compresión de ganancia), de una segunda parte, en términos de amplitud de variación (por ejemplo +7dB de expansión de ganancia y +40 grados de expansión de fase en presencia de un amplificador que presenta una compresión de saturación de -7 dB y de -40 grados), y de una tercera parte, en términos de forma de onda (también llamada « curva ») de tal modo que « se ajuste » a toda la característica del amplificador y, por lo tanto, que linealice toda su dinámica para tener en consideración las variaciones de potencia de entrada y de envolvente de la señal útil (para el ajuste del linealizador se piensa en una señal mono-portadora (CW) pero la señal útil es portadora de una modulación y es, de forma más general, de envolvente no constante).

Se puede regular la amplitud de las extensiones de ganancia y de fase de un linealizador de pre-distorsión de tal modo que su respuesta se ajuste a un amplificador de potencia que hay que linealizar. Desgraciadamente, las curvas de compresión y de expansión del linealizador y del amplificador asociado no son, en la mayoría de los casos, idénticas y, por lo tanto, la linealización es imperfecta. Por ejemplo, si el linealizador presenta una expansión de ganancia lenta (es decir próxima a una recta) mientras que la compresión del amplificador es relativamente brusca (es decir próxima a una función exponencial), el ajuste del linealizador, que corresponde a una compensación total con saturación del amplificador, conduce a una fuerte sobrecompensación de retorno para las potencias de entrada que son inferiores a la saturación, lo que degrada globalmente la linealidad en el conjunto de la dinámica de potencia del amplificador linealizado. En este caso, el ajuste óptimo se obtiene no compensando toda la compresión del amplificador con el fin de no realizar una excesiva sobrecompensación de retorno.

La mayoría de los linealizadores de predistorsión utilizan elementos no lineales como los diodos Schottky. El comportamiento no lineal en transmisión del linealizador en función de su potencia de entrada se basa entonces en un mecanismo denominado de auto-polarización del diodo en presencia de una señal RF con un alto nivel de potencia. La evolución del punto de polarización en función de la potencia RF va a inducir en efecto un comportamiento particular del diodo en términos de la impedancia que presenta la señal RF incidente. Dos principales tipos de polarización del diodo pueden conducir a unos comportamientos de auto-polarización no lineales diferentes según si el diodo se alimenta mediante un generador de tensión a través de una resistencia de valor alto o de valor bajo montada en serie.

En caso de polarización a través de una resistencia (R) de valor alto, cuando la potencia de la señal RF de entrada aumenta, la corriente (I_D) que alimenta al diodo aumenta y, por lo tanto, la tensión V_D en los terminales de este diodo se reduce ($V_D = V_{LIN} - RI_D$, siendo V_{LIN} la tensión de alimentación del linealizador).

Como consecuencia, la corriente que atraviesa el diodo es prácticamente constante.

En caso de polarización a través de una resistencia (R) de valor bajo, cuando la potencia de la señal RF de entrada aumenta, la corriente que atraviesa el diodo aumenta debido a que la tensión V_D en los terminales de este diodo es prácticamente constante ($V_D \approx V_{LIN}$).

El diodo se utiliza entonces como una impedancia que varía en función de la potencia RF de entrada en un circuito de linealización, encargado de transformar esta variación de impedancia en variación de los parámetros de transmisión del dispositivo del que forma parte. De este modo el (o los) diodo(s) se puede(n) utilizar en reflexión como carga de un acoplador híbrido, o en transmisión en una línea de propagación, o incluso en una configuración en serie o en paralelo, por ejemplo.

Se han propuesto numerosos dispositivos que aplican el mecanismo no lineal de auto-polarización clásico (descrito con anterioridad). Estos se describen, por ejemplo, en los documentos de patente US 4 992 754, US 4 068 186, FR 2 719 954, FR 2 791 197, FR 2 833 431 y EP 1 039 630.

Desgraciadamente, este mecanismo no lineal de auto-polarización clásica conduce invariablemente a un único y mismo tipo de curvatura de las expansiones de ganancia y de fase del linealizador y no permite, por lo tanto, controlar la curva (la forma) de las expansiones.

5 La invención tiene, por lo tanto, por objeto permitir el control de la curva de las expansiones de un linealizador de pre-distorsión con el fin de mejorar de forma significativa la linealización de los amplificadores de potencia en toda su gama dinámica.

A este efecto, se propone un dispositivo de linealización de pre-distorsión con expansiones de ganancia y de fase para la compensación de la compresión de ganancia y de la variación de fase de un amplificador de potencia.

Este dispositivo de linealización se caracteriza por el hecho de que comprende:

- 10 – unos primeros medios de división que comprenden una entrada específica para recibir una señal de entrada de hiperfrecuencia y una primera y una segunda salidas encargadas de emitir una primera y una segunda fracciones seleccionadas, de manera preferente ajustables, de la señal de entrada;
- una primera vía conectada a la primera salida con el fin de alimentarse con la primera fracción de la señal de entrada, y dispuesta para generar una primera corriente continua a partir de una primera auto-polarización de un
15 primer diodo en función de la primera fracción de la señal de entrada;
- una segunda vía conectada a la segunda salida con el fin de alimentarse con la segunda fracción de la señal de entrada, y encargada de realizar unas expansiones de ganancia y de fase al nivel de un acceso que constituye una salida (de la segunda vía y del dispositivo de linealización) a partir de una segunda auto-polarización de al menos un segundo diodo en función de la segunda fracción de la señal de entrada; y
- 20 – un circuito de polarización conectado a, y que alimenta con tensiones continuas, la primera y la segunda vías, y encargado de combinar, de manera antagonista, las tensiones y corrientes continuas procedentes de la primera y de la segunda auto-polarizaciones de la primera y de la segunda vías de tal modo que se controle la curva de las expansiones de ganancia y de fase de la segunda vía en función de la amplitud de la señal de entrada.

25 El dispositivo de linealización de acuerdo con la invención puede comprender otras características que se pueden considerar de forma separada o combinadas, y en particular:

- su primera vía puede comprender un primer circuito conectado a la primera salida de los primeros medios de división y encargado de alimentar al menos un primer diodo con la primera fracción de la señal de entrada y de proporcionar dos accesos aislados con respecto a la primera fracción de la señal de entrada y que permite aplicar directamente unas tensiones continuas respectivamente a los terminales del primer diodo;
- 30 – su segunda vía puede comprender un segundo circuito conectado a la segunda salida de los primeros medios de división y encargado, por una parte, de alimentar al menos un segundo diodo con una parte al menos de la segunda fracción de la señal de entrada con el fin de transformar una variación de impedancia del segundo diodo en función de la segunda fracción de la señal de entrada en expansiones de ganancia y de fase al nivel de un acceso que define una salida (de la segunda vía y del dispositivo de linealización) y, por otra parte, de proporcionar dos accesos aislados con respecto a la segunda fracción de la señal de entrada y que permite
35 aplicar de forma directa unas tensiones continuas respectivamente a los terminales del segundo diodo;
- su circuito de polarización puede comprender un primer generador de tensión continua conectado al ánodo del primer diodo a través de uno de los accesos de la primera vía, un segundo generador de tensión continua conectado simultáneamente a través de una resistencia a un nodo común constituido por el cátodo del primer diodo a través del otro de los accesos de la primera vía y por el ánodo del segundo diodo a través de uno de los
40 accesos de la segunda vía, estando el cátodo del segundo diodo conectado, a través del otro de los accesos de la segunda vía, a masa desde el punto de vista de la tensión continua;
- el sentido del primer y del segundo diodos se puede invertir simultáneamente;
- 45 – sus primeros medios de división pueden comprender un acoplador encargado de dividir la potencia de la señal de entrada en dos partes, y un elemento colocado aguas abajo de una al menos de las dos salidas del acoplador y encargado de amplificar o de atenuar en una cantidad seleccionada y regulable el valor de la potencia emitida por cada una de las dos salidas del acoplador, de tal modo que los primeros medios de división emitan en la primera y en la segunda salidas respectivamente la primera y la segunda fracciones seleccionadas, regulables, de la señal de entrada;
- 50 ➤ el elemento se puede seleccionar, por ejemplo, de un grupo que comprende un elemento atenuador variable, un elemento amplificador, un elemento amplificador de ganancia variable y un elemento que asocia en cascada varias de las funciones de los otros elementos de este grupo;
- el elemento puede presentar un comportamiento no uniforme ni regulable en función de la frecuencia;
- el segundo circuito puede constituir un circuito de linealización a base de diodo(s) cuyos accesos de

polarización continua no comprenden ninguna resistencia en serie con este o estos diodos;

➤ el circuito de linealización puede comprender:

- 5 ▪ unos segundos medios de división que comprenden una entrada conectada a la segunda salida de los primeros medios de división y una primera y una segunda salidas encargadas de emitir una primera y una segunda subfracciones seleccionadas de la segunda fracción de la señal de entrada;
- 10 ▪ unos medios de combinación que comprenden una primera y una segunda entradas y una salida específica para emitir unas señales de salida que son el resultado de la combinación de las señales recibidas en su primera y su segunda entradas;
- 15 ▪ una primera sub-vía denominada no lineal que comprende un primer acoplador (de manera preferente del tipo acoplador de Lange) que comprende un primer y un segundo accesos conectados cada uno a masa por medio de al menos un segundo diodo alimentado en tensión y corriente continuas mediante el segundo generador a través de la resistencia en el nodo (punto) común, un tercer acceso conectado a la primera salida de los segundos medios de división y un cuarto acceso acoplado a la primera entrada de los medios de combinación; y
- 20 ▪ una segunda sub-vía denominada lineal que comprende un segundo acoplador prácticamente idéntico al primer acoplador con el fin de garantizar por su diseño un mismo tiempo de propagación de grupo para la primera y la segunda sub-vías y que comprende un primer y un segundo accesos conectados cada uno a masa por medio de unos terceros componentes pasivos, un tercer acceso conectado a la segunda salida de los segundos medios de división y un cuarto acceso acoplado a la segunda entrada de los medios de combinación;
 - 25 ○ los terceros componentes pasivos pueden ser unos tramos de línea de transmisión por hiperfrecuencia en circuito abierto, con una longitud y una anchura regulables de tal modo que se ajuste la fase de combinación de las señales en los medios de combinación, de forma prácticamente constante en toda una banda de frecuencias seleccionadas;
 - 30 ○ una al menos de la primera y de la segunda sub-vías puede comprender una línea de transmisión con una longitud regulable, de tal modo que se modifique el tiempo de propagación de grupo de su sub-vía para regular la fase de combinación de las señales en los medios de combinación, de forma no constante en función de la frecuencia, de tal modo que el linealizador presenta un comportamiento diferente en función de la frecuencia en una banda ancha de frecuencias de tal modo que siga unas variaciones de frecuencia del amplificador de potencia que hay que linealizar;
 - 35 ○ una al menos de la primera y de la segunda sub-vías puede comprender al menos una resistencia grabada en serie o en paralelo en la línea de transmisión que desempeña la función de atenuador de valor de atenuación regulable entre un valor finito y cero por cortocircuito de la resistencia en serie por medio de una cinta o de al menos un hilo metálico y por rotura de la o de las cintas o hilos de conexión que unen la resistencia en paralelo a la línea de transmisión;
- 40 – el primer circuito puede comprender unos elementos de circuito encargados de adaptar la impedancia del primer diodo con respecto a la primera salida de los primeros medios de división y de permitir la polarización de los terminales del primer diodo sin resistencia en serie en uno u otro de estos terminales;
- 45 – el primer circuito puede comprender unos circuitos de polarización de cuarto de longitud de onda que comprenden una primera línea de transmisión de impedancia característica elevada (con respecto a 50Ω), con una longitud igual al cuarto de longitud de onda, cuyo primer extremo está conectado a la línea que alimenta al primer diodo y un segundo extremo está conectado, por una parte, a una segunda línea de transmisión de impedancia característica baja (con respecto a 50Ω), con una longitud igual al cuarto de la longitud de onda, y que se termina en un circuito abierto y, por otra parte, a uno de los accesos de polarización del primer circuito;
- 50 – el primer circuito puede comprender varios circuitos de polarización de cuarto de longitud de onda en cascada de tal modo que se aumenta el aislamiento de los accesos de polarización del primer circuito con respecto a la primera fracción de la señal de entrada.

La presente invención también propone un dispositivo de amplificación de potencia de estado sólido equipado con un dispositivo de linealización de pre-distorsión del tipo presentado con anterioridad.

55 Por su principio basado en un mecanismo de auto-polarización modificado con dos diodos (tensión y corriente continuas), la invención es compatible con el funcionamiento en una amplia banda de frecuencias.

Se mostrarán otras características y ventajas de la invención en la lectura de la siguiente descripción detallada y de los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 ilustra de forma muy esquemática una asociación de un dispositivo de linealización de acuerdo con la

invención y de un dispositivo de amplificación, por ejemplo de tipo TOP (Tubo de Onda Progresiva);

- la figura 2 ilustra de forma muy esquemática un dispositivo de amplificación de acuerdo con la invención, por ejemplo de tipo amplificador de potencia de estado sólido, que forma parte de un dispositivo de linealización;
- 5 - la figura 3 ilustra de forma esquemática y funcional un primer ejemplo de realización de un dispositivo de linealización de acuerdo con la invención;
- la figura 4 ilustra el esquema eléctrico en tensión y corriente continua (DC) equivalente al dispositivo de linealización de la figura 3;
- la figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de curva característica corriente/tensión del primer diodo (D1) de la primera vía del dispositivo de linealización de la figura 3;
- 10 - la figura 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de curva característica corriente/tensión del segundo diodo (D2) de la segunda vía del dispositivo de linealización de la figura 3;
- la figura 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo de evolución de la tensión en los terminales del segundo diodo (D2) de la segunda vía del dispositivo de linealización de la figura 3, en función de la potencia de la segunda fracción de la señal de entrada, para diferentes valores de la relación entre las potencias de la primera y de la segunda fracciones de la señal de entrada;
- 15 - la figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo de evolución del módulo de impedancia en los terminales de un segundo diodo (D2) de la segunda vía del dispositivo de linealización de la figura 3, en función de la potencia de la segunda fracción de la señal de entrada, para diferentes valores de la relación entre las potencias de la primera y de la segunda fracciones de la señal de entrada;
- 20 - la figura 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de evolución de la expansión de la ganancia en función de la potencia de la segunda fracción de la señal de entrada, para diferentes valores de la relación entre las potencias de la primera y de la segunda fracciones de la señal de entrada;
- la figura 10 ilustra el esquema eléctrico equivalente a un ejemplo de realización de la primera vía del dispositivo de linealización de la figura 3;
- 25 - la figura 11 ilustra el esquema eléctrico equivalente a un segundo ejemplo de realización de la primera vía del dispositivo de linealización de la figura 3; y
- la figura 12 ilustra de forma esquemática y funcional un ejemplo de realización de la segunda vía de un dispositivo de linealización de acuerdo con la invención.

30 Los dibujos adjuntos podrán no solo servir para completar la invención, sino también contribuir a su definición, en caso necesario.

La invención tiene por objeto proponer un dispositivo de linealización (o linealizador) de pre-distorsión D encargado de realizar unas expansiones de ganancia y de fase con una forma (o perfil o incluso curva - « shape » en inglés) y con una amplitud regulables en función de una señal de hiperfrecuencia de entrada.

35 Tal y como se ilustra de manera muy esquemática en la figura 1, un linealizador D de acuerdo con la invención puede ser, por ejemplo, un equipo destinado a conectarse aguas arriba de la entrada de un dispositivo de amplificación AP (de aquí en adelante denominado amplificador), por ejemplo de tipo TOP (Tubo de Onda Progresiva o TWTA (por « Travelling Wave Tube Amplifier »)) o de tipo « estado sólido » (o SSPAs por « Solid State Power Amplifiers »). Pero, en una variante que se ilustra de manera esquemática en la figura 2, un linealizador D de acuerdo con la invención puede constituir una parte de un dispositivo de amplificación AP' (de aquí en adelante denominado amplificador linealizado), por ejemplo de tipo amplificador de potencia de estado sólido. En este caso, el amplificador AP' también comprende un módulo de amplificación MAP aguas arriba del cual está conectado un linealizador D de acuerdo con la invención.

40 El amplificador AP o AP' puede estar, por ejemplo, destinado a amplificar un canal en la sección de salida de un satélite de telecomunicaciones. En este caso, las señales de hiperfrecuencia de las diferentes vías se amplifican, por lo general, de forma separada antes de multiplexarse.

45 Por otra parte, el amplificador AP y el linealizador D asociado, o bien el amplificador linealizado AP', puede(n) formar parte de un equipo denominado MPM (por « Microwave Power Module ») de forma conjunta con un generador de tensión/corriente continuas (o EPC por « Electronic Power Conditioner »).

50 Por convención, se denomina de aquí en adelante, por una parte, « señal de entrada Se » a una señal electrónica de hiperfrecuencia (RF), digital o analógica, que alimenta la entrada de un linealizador D de acuerdo con la invención, por otra parte, « señal intermedia Si » a una señal electrónica de hiperfrecuencia (RF) emitida en la salida de un linealizador (dispositivo de linealización) D de acuerdo con la invención y que alimenta la entrada de un amplificador

AP o de un módulo de amplificación MAP de un amplificador linealizado AP' y, por otra parte, « señal de salida Ss » a una señal electrónica de hiperfrecuencia (RF) emitida en la salida de un amplificador AP o de un módulo de amplificación MAP de un amplificador linealizado AP'.

5 De aquí en adelante, se considera a título de ejemplo no limitante que el linealizador D está conectado a un amplificador AP, tal y como se ilustra en la figura 1.

Tal y como se ilustra de manera esquemática y funcional en la figura 3, un linealizador D de acuerdo con la invención comprende al menos un primer módulo de división MD1, una primera V1 y una segunda V2 vías, y un circuito de polarización P.

10 Hay que señalar que en las figuras 3, 10, 11 y 12, las líneas gruesas materializan los trayectos seguidos por las señales de hiperfrecuencia, mientras que las líneas finas materializan los trayectos seguidos por las corrientes continuas.

15 El primer módulo de división MD1 está encargado de dividir (o separar) una señal de entrada de hiperfrecuencia (RF) Se que recibe en una entrada de la primera FS1 y de la segunda FS2 fracciones que este emite respectivamente en una primera y una segunda salidas. Los valores complementarios de esta primera FS1 y esta segunda FS2 fracciones se pueden adaptar en función de las necesidades. Como se verá más adelante, estos valores permiten fijar de forma parcial los perfiles (o formas o curvas) y amplitudes de las curvas de expansión de ganancia y de fase del linealizador D.

20 Tal y como se ilustra en la figura 3, el primer módulo de división MD1 puede, por ejemplo, estar constituido por un acoplador 1x2 CP (eventualmente de tipo 3 dB/3 dB, esto es al 50 %/50 %), encargado de dividir la potencia de la señal de entrada Se en dos partes prácticamente iguales, y por un atenuador variable AV1 colocado aguas abajo de una al menos de las dos salidas del acoplador CP y encargado de reducir en una cantidad seleccionada (eventualmente regulable) el valor de la potencia emitida por esta salida de acoplador CP. De este modo, el primer módulo de división MD1 emite en su primera y su segunda salidas respectivamente una primera FS1 y una segunda FS2 fracciones diferentes (en este caso, FS1 > FS2).

25 Hay que señalar que el primer módulo de división MD1 puede estar dispuesto de formas diferentes a la que se ilustra de manera no excluyente. De este modo, el atenuador variable AV1 se puede realizar a partir de elementos activos como unos amplificadores en cascada con atenuadores controlables, o directamente a partir de amplificadores de ganancia variable. El atenuador variable AV1 también puede tener un comportamiento no uniforme ni regulable en función de la frecuencia.

30 La primera vía V1 está conectada a la primera salida del primer módulo de división MD1, con el fin de alimentarse con la primera fracción FS1 de la señal de entrada Se. Esta está encargada de generar una primera corriente continua a partir de una primera auto-polarización de un primer diodo D1 en función de la primera fracción FS1 de la señal de entrada Se.

35 La segunda vía V2 está conectada a la segunda salida del primer módulo de división MD1, con el fin de alimentarse con la segunda fracción FS2 de una señal de entrada Se. Esta está encargada de realizar unas expansiones de ganancia y de fase al nivel de un acceso (Si) que constituye la salida de la segunda vía V2 y del dispositivo D a partir de una segunda auto-polarización de al menos un segundo diodo D2 en función de la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se.

40 El circuito de polarización P está conectado y alimenta con tensiones continuas a la primera V1 y a la segunda V2 vías. Este permite combinar en un mismo circuito, de manera antagonista, las tensiones y corrientes continuas procedentes de la primera y de la segunda auto-polarizaciones de la primera V1 y de la segunda V2 vías de tal forma que se controle la curva de las expansiones de ganancia y de fase de la segunda vía V2 en función de la amplitud de la señal de entrada Se.

45 El circuito de polarización P comprende un primer generador de tensión continua G1 encargado de emitir una primera tensión de alimentación continua VLIN1, una resistencia R y un segundo generador de tensión continua G2 encargado de emitir una segunda tensión de alimentación continua VLIN2.

En el ejemplo que se ilustra en la figura 3, la primera vía V1 comprende al menos un primer diodo D1 y un primer circuito MF.

50 El primer circuito MF está encargado de alimentar al menos a un primer diodo D1 con la primera fracción FS1 de la señal de entrada Se, proporcionando al mismo tiempo dos accesos VD1A y VD1C aislados con respecto a esta primera fracción de la FS1 señal de entrada Se y que permiten aplicar directamente unas tensiones continuas respectivamente en los terminales A1 y C1 del primer diodo D1.

En el ejemplo que se ilustra en la figura 3, la segunda vía V2 comprende al menos un segundo diodo D2 y un segundo circuito ML.

El segundo circuito ML está encargado de alimentar al menos a un segundo diodo D2 con todo o parte de la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se con el fin de transformar la variación de impedancia de este segundo diodo D2 en función de esta segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se en expansiones de ganancia y de fase al nivel del acceso (Si) que constituye la salida de la segunda vía V2 y del dispositivo D proporcionando al mismo tiempo otros dos accesos VD2A y VD2C aislados con respecto a la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se y que permiten aplicar directamente unas tensiones continuas respectivamente en los terminales A2 y C2 del segundo diodo D2.

En el ejemplo que se ilustra en la figura 3, el primer generador de tensión continua G1 (del circuito de polarización P) está conectado al terminal A1 del primer diodo D1 a través del acceso VD1A, y el segundo generador de tensión continua G2 (del circuito de polarización P) está conectado simultáneamente a través de la resistencia R (que presenta un valor elevado (habitualmente de alrededor de $250\ \Omega$ a $5\ \text{K}\Omega$)) con un nodo común PM constituido por el terminal C1 del primer diodo D1 a través del acceso VD1C y por el terminal A2 del segundo diodo D2 a través del acceso VD2A. El terminal C2 del segundo diodo D2 está conectado a través del acceso VD2C a masa desde el punto de vista de la tensión continua al mismo tiempo que su puesta a masa desde el punto de vista de la hiperfrecuencia.

Debido al montaje presentado con anterioridad, el diodo D2 está polarizado de tal modo que en caso de aumento de la potencia de la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se la corriente ID2 que esta genera crece. En referencia al esquema eléctrico de la figura 4, que es el equivalente en tensión y corriente continuas (DC) del esquema de la figura 3, se entiende que la tensión de control VD2 viene dada por la fórmula $VD2 = R \cdot (ID1 - ID2) - V_{LIN2}$. El aumento de la corriente ID2 implica, por lo tanto, una reducción por parte de la corriente ID1 que atraviesa la resistencia R. Como consecuencia, cuando la corriente ID2 aumenta, la tensión de control VD2 se reduce de forma controlada bajo la acción de la auto-polarización del diodo D1. Los diodos D1 y D2 aportan, por lo tanto, unas contribuciones antagonistas al mecanismo de auto-polarización, de tal modo que se puede calificar a este último de « dual ».

Cuando la potencia PFS1 de la primera fracción FS1 de la señal de entrada Se es superior a la PFS2 de la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se ($PFS1 > PFS2$), entonces la corriente continua ID1 que sale del primer diodo D1 es superior a la corriente continua ID2 que sale del segundo diodo D2 ($ID1 > ID2$). La corriente continua ID1 pasa principalmente por la resistencia R. Cuando la corriente continua ID2 aumenta debido a que la potencia PFS2 aumenta, una parte de la corriente ID1 se dirige hacia la segunda vía V2 en lugar de ir hacia la resistencia R, lo que permite reducir de este modo la auto-polarización del primer diodo D1, por lo tanto reducir el aumento de la tensión VD2 en los terminales del segundo diodo D2 en función del aumento de la potencia PFS2, por lo tanto, modificar el comportamiento en hiperfrecuencia del segundo diodo D2 en función de esta potencia PFS2 y, por lo tanto, controlar la variación de las expansiones de ganancia y de fase de la segunda vía V2 en función de dicha potencia PFS2.

En la figura 5 se ha representado de manera esquemática un diagrama que ilustra un ejemplo de característica de la corriente (ID1) / tensión (VD1) del primer diodo D1. La tensión $VD1_{HL}$ representa el valor de la tensión continua en los terminales del primer diodo D1 cuando la señal de hiperfrecuencia FS1 es de nivel alto (es decir cuando su potencia es máxima ($PFS1_{HL}$)), mientras que la tensión $VD1_{LL}$ representa el valor de la tensión continua en los terminales del primer diodo D1 cuando la señal de hiperfrecuencia FS1 es de nivel bajo (es decir, cuando su potencia es mínima ($PFS1_{LL}$)). Tal y como indica la flecha, se verifica efectivamente en el ejemplo ilustrado que, bajo la acción del mecanismo de auto-polarización, la tensión continua VD1 en los terminales del primer diodo D1 decrece cuando la corriente continua ID1 crece, es decir cuando la primera fracción FS1 de la señal de entrada Se crece.

En la figura 6 se ha representado de manera esquemática un diagrama que ilustra un ejemplo de curva característica corriente (ID2) / tensión (VD2) del segundo diodo D2. La tensión $VD2_{HL}$ representa el valor de la tensión continua en los terminales del primer diodo D2 cuando la señal de hiperfrecuencia FS2 es de nivel alto (es decir cuando su potencia es máxima ($PFS2_{HL}$)), mientras que la tensión $VD2_{LL}$ representa el valor de la tensión continua en los terminales del segundo diodo D2 cuando la señal de hiperfrecuencia FS2 es de nivel bajo (es decir, cuando su potencia es mínima ($PFS2_{LL}$)). Tal y como indica la flecha, se verifica efectivamente en el ejemplo ilustrado que, bajo la acción del mecanismo de auto-polarización dual, la tensión continua VD2 en los terminales del segundo diodo D2 crece cuando la corriente continua ID2 crece, es decir cuando la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se crece. Es importante señalar que los diagramas que se ilustran en las figuras 5 y 6 son correlativos en tiempo real.

En la figura 7 se ha representado de manera esquemática un diagrama que ilustra un ejemplo de evolución de la tensión de control VD2 en función de la potencia PFS2 de la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se, para diferentes valores de la relación entre las potencias PFS1 y PFS2 de la primera FS1 y de la segunda FS2 fracciones de la señal de entrada Se (y para unas tensiones de control V_{LIN1} y V_{LIN2} constantes). Tal y como se puede constatar, al regular el valor de la relación PFS1/PFS2 se modifica el perfil de la curva de evolución de la tensión VD2 en función de la potencias PFS2.

También se ha representado de manera esquemática en la figura 8 un diagrama que ilustra un ejemplo de evolución del módulo de la impedancia ZD2 que presenta en hiperfrecuencia el segundo diodo D2 en función de la potencia

PFS2 de la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se, para diferentes valores de la relación entre las potencias PFS1 y PFS2 de la primera FS1 y de la segunda FS2 fracciones de la señal de entrada Se (y para unas tensiones de control VLIN1 y VLIN2 constantes). Al variar el módulo de la impedancia ZD2 de forma substancialmente opuesta a la tensión continua VD2, se puede constatar por lo tanto que regulando el valor de la relación PFS1/PFS2 se modifica el perfil de la curva de evolución de la impedancia ZD2 en función de la potencia PFS2. Estas modificaciones de perfil inducen entonces modificaciones del mismo tipo de los perfiles (o formas o curvas) y amplitudes de las gráficas de expansión de ganancia y de fase del linealizador D.

Es importante señalar que los diagramas que se ilustran en las figuras 7 y 8 son una consecuencia en tiempo real del ejemplo de evolución ilustrado en las figuras 5 y 6. Por otra parte, también es importante señalar que los diagramas que se ilustran en las figuras 5, 6, 7 y 8 traducen un mismo fenómeno no lineal en tres lugares diferentes del dispositivo D.

En la figura 9 se ilustra de manera esquemática un ejemplo de evaluación de la forma (o curva) de la extensión de la ganancia en función de la potencia PFS2 de la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se, para diferentes valores de la relación entre las potencias PFS1 y PFS2 de la primera FS1 y de la segunda FS2 fracciones de la señal de entrada Se (y para unas tensiones de control VLIN1 y VLIN2 constantes). Se puede esbozar el mismo tipo de evolución para la expansión de fase en función de la potencia PFS2 de la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se. Es importante señalar que el diagrama ilustrado en la figura 9 es una consecuencia de los ejemplos de evolución ilustrados en las figuras 5 a 8.

En resumen, la regulación de la forma (de la curva) de las expansiones de ganancia y de fase del dispositivo D en función de la potencia PSe de la señal de entrada Se que alimenta el primer módulo de división MD1 se realiza siguiendo dos parámetros:

- la relación (PFS1/PFS2) de las potencias de la primera FS1 y de la segunda FS2 fracciones de señal de entrada Se: cuanto más alta es la potencia que incide en uno de los dos diodos D1 y D2, más alta es la corriente continua que genera este diodo, y más elevada es su contribución;
- los valores de las tensiones continuas VLIN1 y VLIN2: habitualmente, el parámetro VLIN1+VLIN2 (con la orientación del segundo generador G2 ilustrada en la figura 3) favorece la contribución del primer diodo D1 cuando VLIN1+VLIN2 tiene un valor bajo, conduciendo a las características de ganancia ($Ganancia = f(PSe)$) y de fase ($Fase = f(PSe)$) crecientes de tipo cuadrático. A la inversa, para un valor del parámetro VLIN1+VLIN2 más alto, es la contribución del segundo diodo D2 la que se hace preponderante, las características de ganancia ($Ganancia = f(PSe)$) y de fase ($Fase = f(PSe)$) se estiran y se vuelven de tipo exponencial, oponiéndose el diodo D2 para los valores bajos de potencia de entrada PSe al aumento de la tensión de control VD2.

Debido a este comportamiento que presenta el esquema eléctrico de auto-polarización dual ilustrado en la figura 4, el dispositivo de linealización D, de acuerdo con la invención, se puede utilizar como circuito de linealización de pre-distorsión con curva variable.

En el ejemplo no limitante de la figura 10, los primeros medios de conexión MF comprenden un primer CA11 y un segundo CA12 elementos capacitivos de unión, un primer IC1 y un segundo IC2 elementos inductivos de choque, y un primer RA1 y un segundo RA2 circuitos de adaptación de impedancia.

El primer circuito de adaptación de impedancia RA1 comprende un primer terminal conectado a la primera salida del primer módulo de división MD1 y un segundo terminal conectado al primer elemento capacitivo de unión CA11. El segundo terminal del elemento capacitivo CA11 está conectado al primer terminal (cátodo) C1 del primer diodo D1. El segundo terminal (ánodo) A1 del primer diodo D1 está conectado al segundo elemento capacitivo de unión CA12 que está a su vez conectado a masa por su segundo terminal a través del segundo circuito de adaptación RA2. Un primer IC1 y un segundo IC2 elementos inductivos de choque, conectados respectivamente al primer C1 y al segundo A1 terminales del primer diodo D1 permiten polarizar el primer diodo D1 cortando al mismo tiempo las señales de hiperfrecuencia con respecto al circuito de polarización P. A la inversa, el primer CA11 y el segundo CA12 elementos capacitivos de unión permiten que las hiperfrecuencias atraviesen el primer diodo D1 bloqueando al mismo tiempo las corrientes continuas generadas por la auto-polarización del primer diodo D1 con el fin de que estas pasen exclusivamente al circuito de polarización P a través del primer IC1 y del segundo IC elementos inductivos de choque. El primer RA1 y el segundo RA2 circuitos de adaptación sirven, por su parte, para adaptar la impedancia que presenta el primer diodo D1 con respecto a la impedancia de acceso de la primera salida del primer módulo de división MD1.

En una variante de realización de la primera vía V1, el primer IC1 y el segundo IC2 elementos inductivos de choque se pueden sustituir por un circuito de polarización con dos tramos de línea $\lambda/4$, tal y como se ilustra en la figura 11.

Hay que señalar que cuando el dispositivo de transformación D constituye un linealizador, la segunda vía V2 realiza la función de linealización. Esta se presenta en forma de un circuito de micro-ondas cuya función de transferencia en la transmisión presenta una expansión de ganancia y una variación de fase en función de su potencia de entrada gracias al uso de los segundos diodos D2 como impedancia variable. En consecuencia, los segundos diodos D2 se

utilizan a la vez como diodos que intervienen en el mecanismo de auto-polarización dual, pero también directamente como impedancia variable no lineal para la función de linealización. La auto-polarización dual procura a los segundos diodos D2 un comportamiento singular en comparación con un mecanismo de auto-polarización clásico. En efecto, al subir la tensión de control continua VD2 con la potencia de entrada PSe, los segundos diodos D2 tienen una impedancia que varía de forma particular en función de la potencia de entrada PSe (véase la figura 8).

En la figura 12 se ilustra un segundo ejemplo de realización de la segunda vía V2 de un dispositivo de transformación D específico para la linealización. Esta segunda vía garantiza en este caso una función de linealización denominada « de recombinación vectorial », similar a la que se describe en el documento de patente EP 1320190. Este ejemplo de realización se adapta especialmente bien a las aplicaciones que requieren una amplia banda de frecuencias.

En este segundo ejemplo, los segundos medios de conexión ML comprenden un primer elemento capacitivo de unión CA2 (opcional), un segundo módulo de división MD2, una primera y una segunda sub-vías, un módulo de combinación MC y un segundo elemento capacitivo de unión CA3 (opcional).

El primer elemento capacitivo de unión CA2 comprende un primer terminal conectado a la segunda salida del primer módulo de división MD1 y un segundo terminal conectado a la entrada del segundo módulo de división MD2. Este está encargado de cortar la corriente continua que genera la auto-polarización de los segundos diodos D2, para no dejar pasar únicamente la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se.

El segundo elemento capacitivo de unión CA3 comprende un primer terminal conectado a la salida del módulo de combinación MC y un segundo terminal que define el terminal de salida de la segunda vía V2. Este está encargado de cortar la corriente continua que genera la auto-polarización de los segundos diodos D2, para dejar pasar únicamente la señal de hiperfrecuencia que resulta del dispositivo D.

El segundo módulo de división MD2 está encargado de dividir (o separar) la segunda fracción FS2 de la señal de entrada Se, que recibe en una entrada conectada a la segunda salida del primer módulo de división MD1, en una primera FS21 y una segunda FS22 sub-fracciones que este emite respectivamente en una primera y una segunda salidas. Los valores complementarios de esta primera FS21 y esta segunda FS22 sub-fracciones son de preferencia idénticas (50 %/50 %). La primera salida del segundo módulo de división MD2 está conectado a la primera sub-vía con el fin de alimentarlo con la primera sub-fracción FS21 de la señal de entrada Se. La segunda salida del segundo módulo de división MD2 está conectado a la segunda sub-vía con el fin de alimentarlo con la segunda sub-fracción FS22 de la señal de entrada Se.

Este segundo módulo de división MD2 se puede presentar, por ejemplo, en forma de un acoplador Wilkinson de 0° de tipo 1X2.

La primera sub-vía (parte inferior de la figura 12) se denomina no-lineal. Esta comprende dos elementos inductivos de choque IC4 (opcionales), un primer acoplador (de preferencia de tipo acoplador de Lange) CL1 y una línea de transmisión LT1 con un longitud regulable (opcional).

El primer acoplador CL1 (de preferencia un acoplador de Lange) comprende cuatro accesos. Un primer y un segundo accesos están conectados cada uno a masa por medio de un segundo diodo D2 y están polarizados por el generador de tensión continua G2 a través de la resistencia R en el punto (nodo) medio PM. Cada segundo diodo D2 se presenta por ejemplo en forma de un diodo de tipo Schottky entre los terminales A (ánodo) y C (cátodo) desde el cual circula una corriente ID2. Los dos segundos diodos D2 son de preferencia idénticos.

En el ejemplo ilustrado, que no es limitante, el ánodo A de cada segundo diodo D2 está conectado no solo al primer o al segundo acceso del primer acoplador de Lange CL1, sino también, desde el punto de vista de las corrientes y tensiones continuas, en el punto medio PM por medio de un elemento inductivo de choque IC4. Los elementos inductivos de choque IC4 están encargados de cortar las hiperfrecuencias, para no dejar pasar más que la continua. Estos elementos inductivos de choque IC4 se pueden presentar en forma de inductancias o de circuitos de polarización con dos tramos de línea $\lambda/4$ y pueden estar situados en diferentes lugares de la segunda vía V2 en la medida en que estos elementos presentan una impedancia elevada susceptible de bloquear las hiperfrecuencias (y, por lo tanto, no perturban el funcionamiento de los circuitos de hiperfrecuencias) y en que la corriente continua puede alimentar a los segundos diodos D2.

El tercer acceso del primer acoplador CL1 está conectado a la primera salida del segundo módulo de división MD2 (que emite la primera sub-fracción FS21 de la señal de entrada Se).

El cuarto acceso del primer acoplador CL1 está conectado (de forma directa o indirecta) a la primera entrada del módulo de combinación MC. En el ejemplo ilustrado, no limitante, esta conexión se hace por medio de una línea de transmisión LT1 con una longitud regulable de tal modo que se permite la modificación del tiempo de propagación de grupo de la primera sub-vía. De este modo, se puede regular la fase de combinación de las señales, procedentes de la primera y de la segunda sub-vías y que alimentan el módulo de combinación MC, de manera no uniforme en función de la frecuencia.

La segunda sub-vía (parte superior de la figura 12) se denomina lineal. Esta comprende al menos dos componentes pasivos CP3 y un segundo acoplador (de preferencia de tipo acoplador de Lange) CL2.

El segundo acoplador CL2 también comprende cuatro accesos. Un primer y un segundo accesos están conectados cada uno a masa por medio de un componente pasivo CP3. Cada componente pasivo es por ejemplo un tramo de línea de transmisión de hiperfrecuencia en circuito abierto y con una longitud y anchura ajustables (o *stub*). Gracias a estos *stubs* con una longitud y anchura ajustables, se puede variar la fase de las señales de hiperfrecuencia de la segunda sub-fracción FS22 de manera uniforme en función de la frecuencia.

El tercer acceso del segundo acoplador CL2 está conectado a la segunda salida de segundo módulo de división MD2 (que emite la segunda sub-fracción FS22 de la señal de entrada Se).

El cuarto acceso del segundo acoplador CL2 está conectado de preferencia de forma indirecta a la segunda entrada del módulo de combinación MC. En el ejemplo ilustrado, no excluyente, esta conexión se realiza por medio de unos atenuadores variables, AV2 y AV3, y una línea de transmisión LT2 con una longitud regulable montados en serie.

Los atenuadores variables AV2 están constituidos, por ejemplo, por unos elementos resistivos distribuidos en serie o en paralelo, de manera preferente a lo largo de la segunda sub-vía, y que se pueden cortocircuitar o no mediante una cinta o un hilo metálico de tal forma que se varíe su atenuación de 0 dB a 0,5 dB, e incluso a algunos dB, por ejemplo.

Los atenuadores variables AV3 están constituidos, por ejemplo, por unos elementos resistivos distribuidos en paralelo, de manera preferente a lo largo de la segunda sub-vía, y que se pueden conectar o no mediante una cinta o un hilo metálico a la línea de transmisión de la segunda sub-vía de tal forma que se varíe su atenuación de 0 dB a 0,5 dB, e incluso a algunos dB, por ejemplo. La puesta a masa del elemento resistivo AV3 se realiza entonces mediante un tramo de línea de transmisión CP4 de tipo *stub* con una longitud $\lambda/4$ y que se termina en un circuito abierto.

La línea de transmisión LT2 permite modificar el tiempo de propagación de grupo de la segunda sub-vía. De este modo, se puede regular la fase de combinación de las señales, procedentes de la primera y de la segunda sub-vías y que alimentan el módulo de combinación MC, de manera no uniforme en función de la frecuencia.

Hay que señalar que no es obligatorio que las dos sub-vías incluyan, ambas, una línea de transmisión LT1 o LT2 con una longitud regulable. En efecto una sola de estas puede estar equipada con una línea de transmisión de este tipo. Estas líneas de transmisión LT1 y/o LT2 pueden permitir que la primera y la segunda sub-vías presenten el mismo tiempo de propagación de grupo. De este modo, la fase de recombinación de la primera y de la segunda sub-vías puede ser constante en toda una banda de frecuencias, de modo que la respuesta del linealizador D es constante en esta misma banda. A la inversa, las líneas de transmisión LT1 y/o LT2 pueden permitir que la primera y la segunda sub-vías presenten de manera voluntaria un tiempo de propagación de grupo diferente. Se recuerda que, en este caso, la fase de recombinación entre la primera y la segunda sub-vías es entonces una función lineal de la frecuencia en la banda útil del linealizador D, cuya pendiente viene determinada por las longitudes de las líneas de transmisión LT1 y LT2. Este ajuste de fase de recombinación diferente según la frecuencia se utiliza en este caso para conferir al linealizador D un comportamiento no uniforme en función de la frecuencia, capaz de compensar la variación de la compresión de ganancia y de fase del amplificador de potencia AP, AP' en función de la frecuencia. Los amplificadores de tubo de onda progresiva o TWTAs (por « Travelling Wave Tube Amplifiers ») presentan en efecto unas variaciones significativas de sus compresiones de ganancia y de fase en las bandas de frecuencias que se utilizan de forma habitual en las cargas útiles de satélite, por ejemplo.

El primer CL1 y el segundo CL2 acopladores (de Lange) son, de preferencia, idénticos con el fin de garantizar por su diseño un mismo tiempo de propagación de grupo para la primera y la segunda sub-vías.

El módulo de combinación MC está encargado de combinar las señales de hiperfrecuencia tratadas y emitidas por la primera y la segunda sub-vías con el fin de constituir la señal intermedia Si. Este se puede presentar, por ejemplo, en forma de un acoplador Wilkinson de 0° del tipo 2X1.

Por supuesto, el dispositivo de transformación D puede comprender otros modos de realización de primeros MF y/o segundos ML medios de conexión diferentes de los que se han descrito con anterioridad en referencia a las figuras 10 a 12.

El dispositivo de transformación D de acuerdo con la invención y/o el dispositivo de amplificación AP o AP' de acuerdo con la invención, se puede(n) realizar en forma de circuitos electrónicos, eventualmente integrados.

La invención no se limita a los modos de realización del dispositivo de transformación y del dispositivo de amplificación descritos con anterioridad, únicamente a título de ejemplo, sino que esta engloba todas las variantes que el experto en la materia podrá considerar en el marco de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (D) de linealización de pre-distorsión con expansiones de ganancia y de fase para la compensación de la compresión de ganancia y de la variación de fase de un amplificador de potencia (AP, AP'), **caracterizado porque** comprende:

- 5 – unos primeros medios de división (MD1) que comprenden una entrada (Se) específica para recibir una señal de entrada de hiperfrecuencia y una primera y una segunda salidas dispuestas para emitir una primera y una segunda fracciones seleccionadas de dicha señal de entrada;
- 10 – una primera vía (V1) conectada a dicha primera salida con el fin de alimentarse con dicha primera fracción de la señal de entrada (Se), y dispuesta para generar una primera corriente continua a partir de una primera auto-polarización de un primer diodo (D1) en función de dicha primera fracción de la señal de entrada (Se);
- 15 – una segunda vía (V2) conectada a dicha segunda salida con el fin de alimentarse con dicha segunda fracción de la señal de entrada (Se), y dispuesta para realizar unas expansiones de ganancia y de fase al nivel de un acceso (Si) que constituye una salida a partir de una segunda auto-polarización de al menos un segundo diodo (D2) en función de la segunda fracción de la señal de entrada (Se); y
- 20 – un circuito de polarización (P) conectado a, y que alimenta con tensiones continuas, dicha primera (V1) y dicha segunda (V2) vías, y dispuesto para combinar, de manera antagonista, las tensiones y corrientes continuas procedentes de la primera y de la segunda auto-polarizaciones de la primera (V1) y de la segunda (V2) vías de tal modo que se controle la curva de las expansiones de ganancia y de fase de la segunda vía (V2) en función de la amplitud de la señal de entrada (Se).
- 25 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha primera vía (V1) comprende un primer circuito (MF) conectado a dicha primera salida de los primeros medios de división (MD1) y dispuesto para alimentar al menos un primer diodo (D1) con la primera fracción de dicha señal de entrada (Se) y para proporcionar dos accesos (VD1A, VD1C) aislados con respecto a dicha primera fracción de la señal de entrada (Se) y que permiten aplicar directamente las tensiones continuas respectivamente a los terminales (A1, C1) de dicho primer diodo (D1).
- 30 3. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado porque** dicha segunda vía (V2) comprende un segundo circuito (ML) conectado a dicha segunda salida de los primeros medios de división (MD1) y dispuesto para alimentar al menos a un segundo diodo (D2) con una parte al menos de dicha segunda fracción de dicha señal de entrada (Se) con el fin de transformar una variación de impedancia de dicho segundo diodo (D2) en función de dicha segunda fracción de la señal de entrada (Se) en expansiones de ganancia y de fase al nivel de un acceso (Si) que define una salida, y para proporcionar otros dos accesos (VD2A, VD2C) aislados con respecto a dicha segunda fracción de la señal de entrada (Se) y que permiten aplicar de forma directa unas tensiones continuas respectivamente a los terminales (A2, C2) de dicho segundo diodo (D2).
- 35 4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 y 3, **caracterizado porque** dicho circuito de polarización (P) comprende un primer generador de tensión continua (G1) conectado a uno (A1) de los terminales de dicho primer diodo (D1) a través de dicho acceso (VD1A), un segundo generador de tensión continua (G2) conectado simultáneamente a través de una resistencia (R) a un nodo común (PM) constituido por el otro (C1) de los terminales de dicho primer diodo (D1) a través de uno (VD1C) de dichos accesos de la primera vía (V1) y de uno (A2) de los terminales de dicho segundo diodo (D2) a través de uno (VD2A) de dichos accesos de la segunda vía (V2), estando el otro (C2) de dichos terminales de dicho segundo diodo (D2) conectado, a través del otro (VD2C) de dichos accesos de la segunda vía (V2), a masa desde el punto de vista de la tensión continua.
- 40 5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el sentido de dicho primer diodo (D1) y dicho segundo diodo (D2) se puede invertir simultáneamente.
- 45 6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** dichos primeros medios de división (MD1) comprenden un acoplador (CP) dispuesto para dividir la potencia de dicha señal de entrada (Se) en dos partes, y un elemento (AV1) colocado aguas abajo de una al menos de las dos salidas del acoplador (CP) y encargado de amplificar o de atenuar en una cantidad seleccionada y regulable el valor de la potencia emitida por cada una de las dos salidas de dicho acoplador (CP), de tal modo que dichos primeros medios de división (MD1) emiten en una primera y en una segunda salidas respectivamente dicha primera y dicha segunda fracciones seleccionadas, regulables, de dicha señal de entrada (Se).
- 50 7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicho elemento (AV1) está seleccionado de un grupo que comprende un elemento atenuador variable, un elemento amplificador, un elemento amplificador de ganancia variable y un elemento que asocia en cascada varias de las funciones de los otros elementos de dicho grupo.
- 55 8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 y 7, **caracterizado porque** dicho elemento (AV1) presenta un comportamiento no uniforme ni regulable en función de la frecuencia.

9. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 8, **caracterizado porque** dicho segundo circuito (ML) constituye un circuito de linealización a base de diodo(s) cuyos accesos de polarización continua no comprenden ninguna resistencia en serie con dicho o dichos diodos.

10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** dicho circuito de linealización (ML) comprende:

- unos segundos medios de división (MD2) que comprenden una entrada conectada a dicha segunda salida de los primeros medios de división (MD1) y de la primera y la segunda salidas dispuestas para emitir una primera y una segunda subfracciones seleccionadas de dicha segunda fracción de la señal de entrada;
- unos medios de combinación (MC) que comprenden una primera y una segunda entradas y una salida específica para emitir unas señales de salida que son el resultado de la combinación de las señales recibidas en su primera y su segunda entradas;
- una primera sub-vía denominada no lineal que comprende un primer acoplador (CL1) que comprende un primer y un segundo accesos conectados cada uno a masa por medio de al menos un segundo diodo (D2) alimentado con tensión y corriente continuas por el segundo generador (G2) a través de la resistencia (R) en el nodo (PM), un tercer acceso conectado a la primera salida de los segundos medios de división (MD2) y un cuarto acceso acoplado a dicha primera entrada de los medios de combinación (MC); y
- una segunda sub-vía denominada lineal que comprende un segundo acoplador (CL2) sensiblemente idéntico a dicho primer acoplador (CL1) con el fin de garantizar por construcción un mismo tiempo de propagación de grupo para dicha primera y dicha segunda sub-vías y que comprende un primer y un segundo accesos conectados cada uno a masa por medio de unos terceros componentes pasivos (CP3), un tercer acceso conectado a la segunda salida de los segundos medios de división (MD2) y un cuarto acceso acoplado a dicha segunda entrada de los medios de combinación (MC).

11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** dichos terceros componentes pasivos (CP3) son unos tramos de línea de transmisión de hiperfrecuencia en circuito abierto, con una longitud y una anchura ajustables de tal modo que se ajuste la fase de combinación de las señales en dichos medios de combinación (MC), de forma sensiblemente constante en toda una banda de frecuencias seleccionada.

12. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 y 11, **caracterizado porque** una al menos de dicha primera y dicha segunda sub-vías comprende una línea de transmisión (LT1, LT2) con una longitud regulable, de tal modo que se modifica el tiempo de propagación de grupo de su sub-vía para regular la fase de combinación de las señales en dichos medios de combinación (MC), de forma no constante en función de la frecuencia, de tal modo que dicho linealizador (D) presenta un comportamiento diferente en función de la frecuencia en una amplia banda de frecuencias de tal modo que siga unas variaciones de frecuencia del amplificador de potencia (AP, AP') a linealizar.

13. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado porque** una al menos de dicha primera y dicha segunda sub-vías comprende al menos una resistencia grabada en serie o en paralelo en la línea de transmisión que desempeña la función de atenuador de valor de atenuación regulable entre un valor finito y cero por cortocircuito de dicha resistencia en serie por medio de una cinta o de al menos un hilo metálico y por rotura de la o de las cintas o hilos de conexión que unen dicha resistencia en paralelo a la línea de transmisión.

14. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 13, **caracterizado porque** dicho primer circuito (MF) comprende unos elementos de circuito dispuestos para adaptar la impedancia de dicho primer diodo (D1) con respecto a dicha primera salida de los primeros medios de división (MD1) y para permitir la polarización de los terminales (A1, C1) de dicho primer diodo (D1) sin resistencia en serie en uno u otro de estos terminales (A1, C1).

15. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 14, **caracterizado porque** dicho primer circuito (MF) comprende unos circuitos de polarización de cuarto de longitud de onda que comprende una primera línea de transmisión de impedancia característica elevada, con una longitud igual al cuarto de la longitud de onda, cuyo primer extremo está conectado a la línea que alimenta dicho primer diodo (D1) y un segundo extremo está conectado, por una parte, a una segunda línea de transmisión de impedancia característica baja, con una longitud igual al cuarto de la longitud de onda, y que se termina en un circuito abierto, y, por otra parte, a uno de los accesos de polarización (VD1A, VD1C) de dicho primer circuito (MF).

16. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 15, **caracterizado porque** dicho primer circuito (MF) comprende varios circuitos de polarización de cuarto de longitud de onda en cascada de tal modo que aumenta el aislamiento de los accesos de polarización (VD1A, VD1C) de dicho primer circuito (MF) con respecto a la primera fracción de dicha señal de entrada (Se).

17. Dispositivo de amplificación de potencia de estado sólido (AP'), **caracterizado porque** comprende un dispositivo de linealización de pre-distorsión (D) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

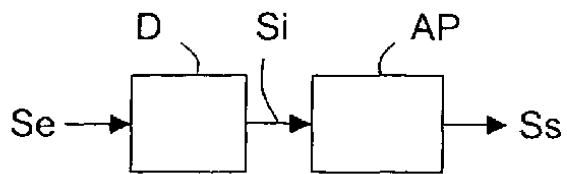


FIG.1

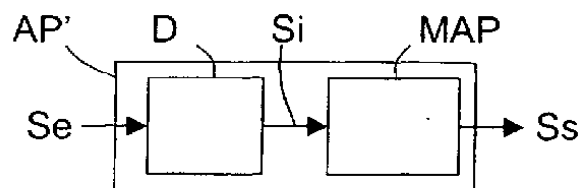


FIG.2

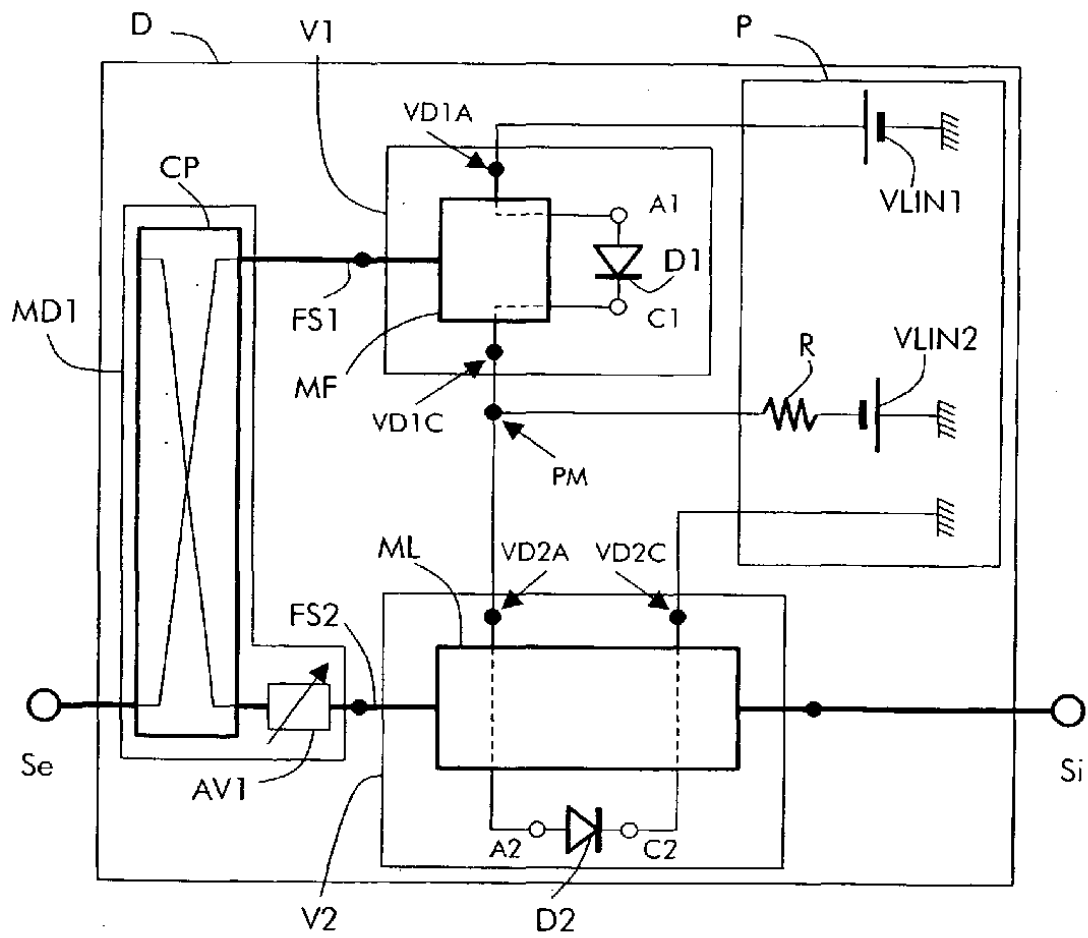


FIG.3

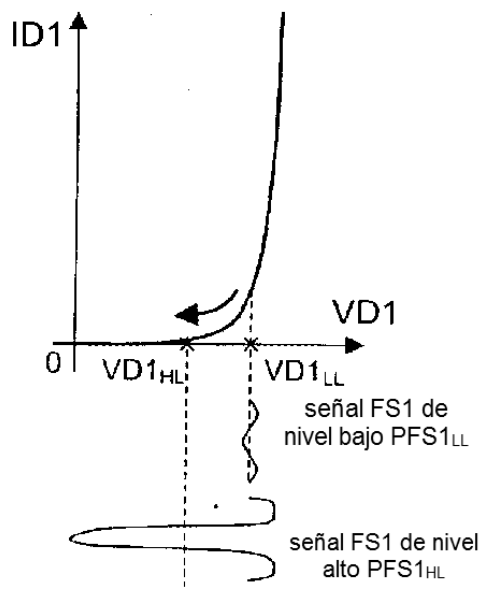
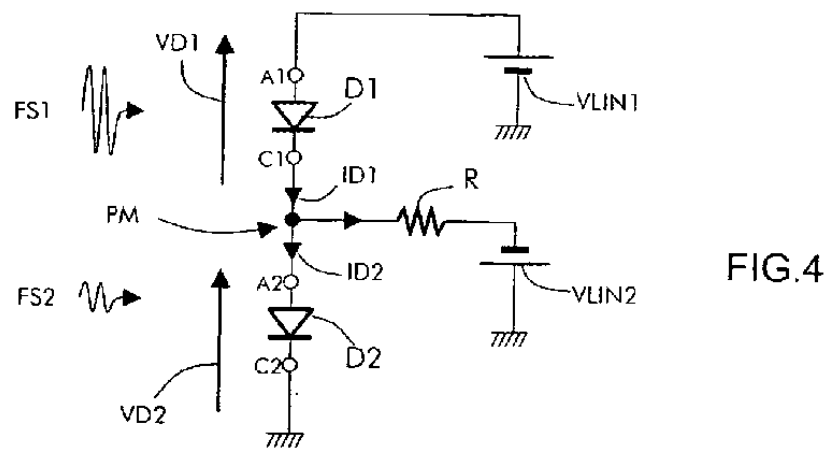


FIG.5

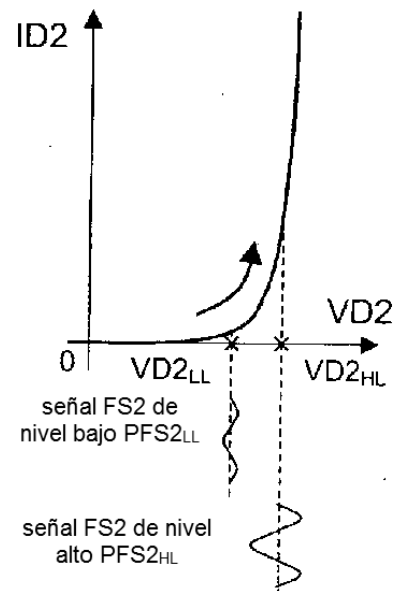


FIG.6

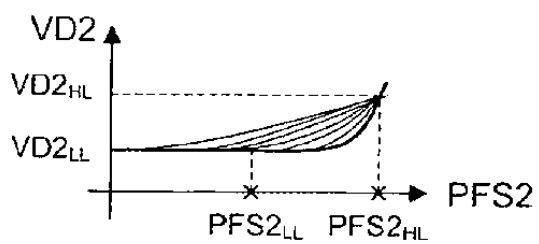


FIG.7

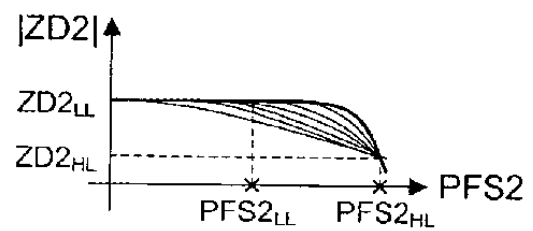


FIG.8

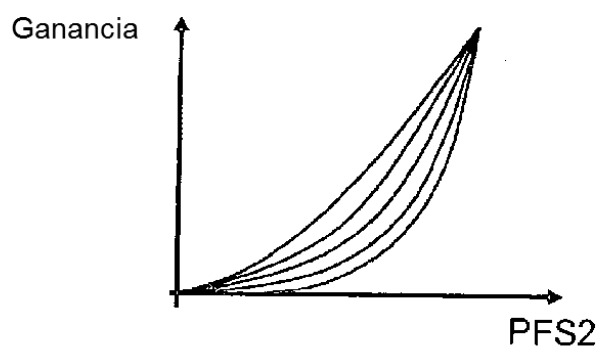


FIG.9

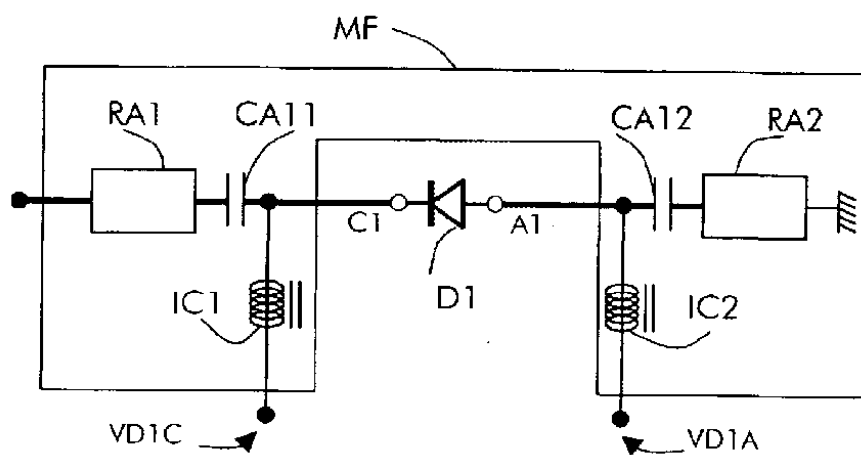


FIG.10

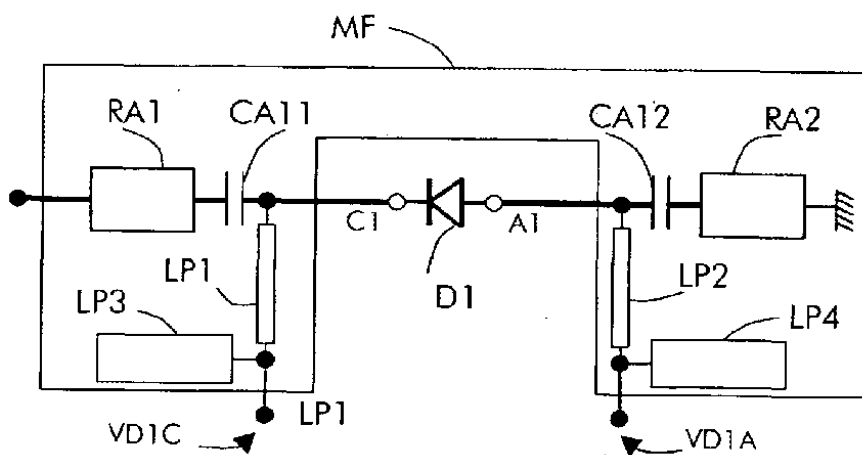


FIG.11

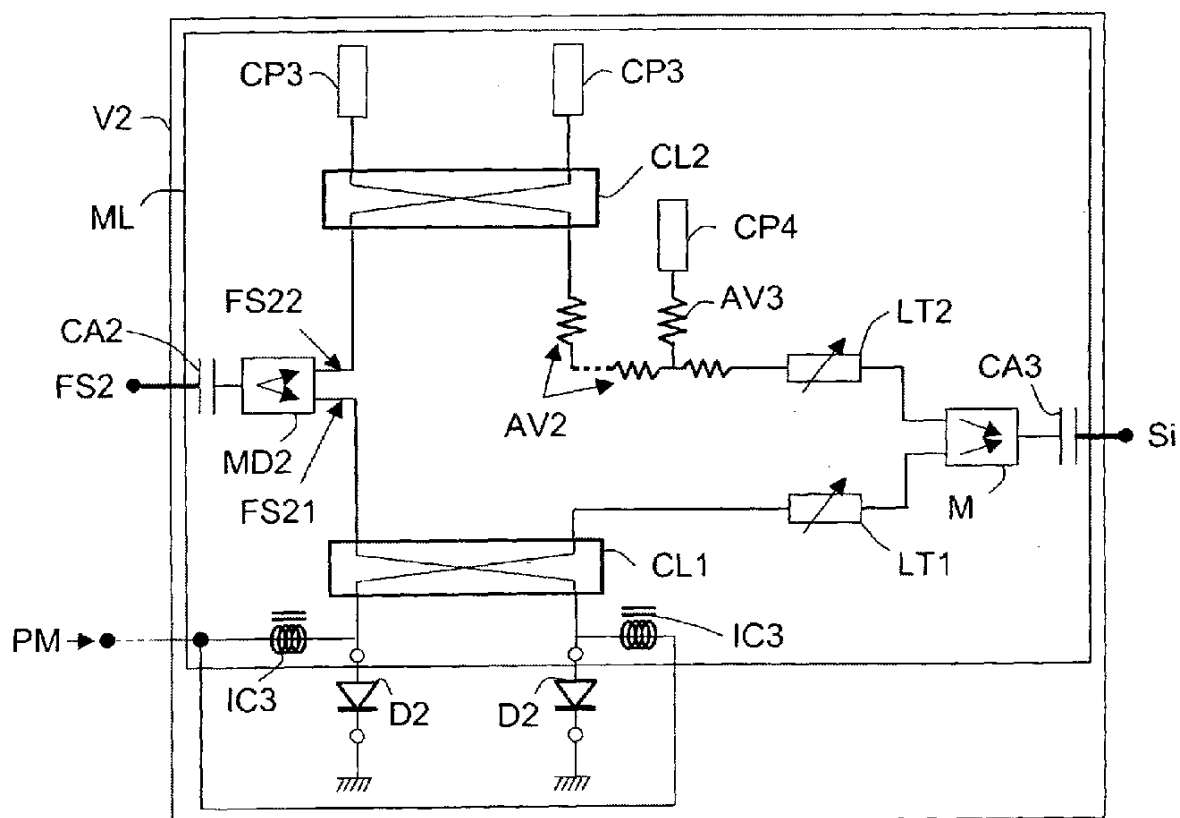


FIG.12