

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 180**

51 Int. Cl.:

H03F 1/02 (2006.01)

H03F 3/21 (2006.01)

H03F 3/60 (2006.01)

H03F 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2004 PCT/IB2004/001978**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.12.2004 WO04114516**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2004 E 04736851 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 1636902**

54 Título: **Control de potencia para un transmisor**

30 Prioridad:

25.06.2003 US 603277

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

17.07.2020

73 Titular/es:

**NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Karakaari 7
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

ROSNELL, SEPPO

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 774 180 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

Control de potencia para un transmisor

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un transmisor que comprende un modulador que proporciona una señal de radiofrecuencia de envolvente constante modulada en fase, por ejemplo, un transmisor de eliminación y restauración de envolvente (EER). La invención se refiere igualmente a un método para realizar un control de potencia para dicho transmisor.

10

Antecedentes de la invención

Para permitir la transmisión de información de fase y amplitud de una señal a través de la interfaz de radio, la señal primero debe convertirse en una señal de radiofrecuencia que comprenda la fase original y la información de amplitud. Para tal conversión, los transmisores EER ofrecen una mejor eficiencia que las arquitecturas tradicionales de modulador IQ, lo que hace que los transmisores EER sean de particular interés para dispositivos móviles. La mejor eficiencia se logra especialmente para señales moduladas linealmente para las cuales la relación pico a promedio (PAR) puede ser bastante alta.

15

20

En un transmisor EER, primero se elimina la envolvente de la señal que se va a transmitir. La señal modulada en fase de amplitud constante resultante se puede amplificar de manera eficiente utilizando amplificadores de potencia muy no lineales, como los amplificadores de potencia de modo de conmutación de clase E. Se puede usar una modulación de amplitud del amplificador de potencia para restaurar la envolvente y, por lo tanto, la información de amplitud de la señal original. En la práctica, esto debería llevarse a cabo controlando la tensión de alimentación del amplificador de potencia para preservar su buena eficiencia. Los amplificadores de potencia lineales a menudo no se pueden modular de esta manera, ya que pequeños cambios en su tensión de alimentación no afectan la amplitud de la señal de salida.

25

30

En la mayoría de las aplicaciones, se requiere además que se controle la potencia promedio de las señales emitidas por el transmisor.

35

Debido al uso de amplificadores de potencia muy no lineales, el enfoque convencional para realizar un control de potencia no puede utilizarse para transmisores EER. En un control de potencia convencional, se ajusta la potencia de las señales que ingresan a un amplificador de potencia, por ejemplo, mediante un amplificador de ganancia variable, y el ajuste aparece correspondientemente en la salida del amplificador de potencia. La potencia de salida de amplificadores de potencia muy no lineales, empleados en transmisores EER, sin embargo, no se ve afectado por un cambio de la potencia de entrada.

40

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un enfoque conocido para controlar la potencia de salida en un transmisor EER.

45

El diagrama de bloques comprende un modulador 101, que está conectado a un amplificador de potencia 104 altamente eficiente, pero muy no lineal. Además, una batería 111 y un generador de señal de control 112 están conectados a una fuente de alimentación de modo de conmutación (SMPS) 113 altamente eficiente. En lugar del SMPS 113, también podría utilizarse un regulador lineal menos eficiente. La salida del SMPS 113 está conectada a una entrada de tensión de alimentación del amplificador de potencia 104.

50

El modulador 101 proporciona una señal de radiofrecuencia, que constituye la parte modulada en fase de la señal de salida deseada, para amplificación por el amplificador de potencia 104. El generador de señal de control 112 proporciona al SMPS 113 al mismo tiempo una señal de control que representa una combinación de la modulación de amplitud deseada de la señal de salida y el nivel de potencia actualmente deseado de la señal de salida. El SMPS 113 regula una tensión recibida de la batería 111 de acuerdo con la señal de control recibida y proporciona la tensión resultante a la entrada de tensión de suministro del amplificador de potencia 104. La señal proporcionada por el modulador 101 se amplifica luego por el amplificador de potencia 104 con un factor de amplificación que depende del suministro de tensión de corriente. La salida del amplificador de potencia 104 constituye al mismo tiempo la salida 'Salida' del transmisor EER.

55

60

Por lo tanto, el intervalo dinámico requerido para la amplificación debe cubrir tanto la variación de amplitud deseada como la variación del nivel de potencia promedio. El intervalo dinámico que puede lograr el SMPS y el amplificador de potencia, sin embargo, está restringido por algún límite inferior. El límite inferior para el amplificador de potencia resulta de una fuga de la señal de entrada a través del transistor del amplificador de potencia debido a sus capacidades parásitas.

65

En el documento Patente US 6.323.731, se propone emplear un control de polarización dinámica para el amplificador de potencia, para ampliar el intervalo de potencia de salida en comparación con el enfoque de la figura 1. No obstante, el alcance alcanzado sigue siendo limitado.

La solicitud de patente estadounidense 2002/0079962 A1 presenta un amplificador de potencia de RF que tiene un amplio intervalo dinámico de salida. El amplificador evita la gran disipación de potencia que ocurre en el combinador LINC a niveles de salida más bajos. En general, esto se logra mediante el uso de amplificadores de potencia de modo conmutado controlados por potencia para variar la potencia de salida en grandes salidas de potencia, y volviendo a LINC solo a potencias de salida bajas. Por lo tanto, el enfoque presentado logra una combinación de alta eficiencia en todas las potencias de salida, mientras se mantiene el control de potencia de salida fino del método LINC. Más particularmente, el amplificador de potencia se basa en una estructura en la cual la modulación de amplitud/control de potencia de la salida de un amplificador de RF se logra operando el amplificador en modo conmutador y variando la fuente de alimentación del amplificador. Tal amplificador se comporta bastante linealmente a alta potencia pero puede exhibir no linealidad a potencias de salida más bajas. Buena linealidad en un amplio intervalo dinámico, y particularmente a baja potencia de salida, se pueden lograr mediante la combinación gradual y la combinación de las salidas de dos (o más) amplificadores de este tipo. A alta y media potencia, las salidas se combinan en fase, permitiendo la operación de bajas pérdidas, de alta eficiencia. A baja potencia, las salidas se escalonan de tal manera que se produce la sustracción de potencia. De esta manera, cada amplificador puede funcionar a un nivel de potencia que exhibe una buena linealidad mientras produce una señal de salida de un nivel de potencia más bajo que normalmente caería dentro de una región de no linealidad sustancial.

La solicitud de patente internacional WO 01/06643 A1 presenta un método y un aparato para usar amplificadores paralelos para amplificar eficientemente una señal de información. El aparato mejorado utiliza técnicas de manipulación de señal digital para optimizar la fase de las señales de entrada convertidas hacia arriba proporcionadas a cada uno de los amplificadores paralelos. La fase y la amplitud de las señales de entrada se ajustan de manera que la potencia medida en la salida de un combinador se maximiza en comparación con la suma de la potencia de las señales de entrada del combinador. La solicitud de patente internacional WO 01/91282 A2 presenta un transmisor fuera de fase con señales de control de amplificación y fase separadas que se basan en estar por encima o por debajo de un valor umbral de potencia de salida deseado.

Sumario de la invención

Es un objetivo de la invención permitir un control de potencia mejorado para transmisores. Es en particular un objetivo de la invención permitir un control de potencia mejorado para transmisores que comprende un modulador que proporciona una señal de radiofrecuencia de envolvente constante modulada en fase, como un transmisor EER.

Se propone un transmisor como se define en la reivindicación 1 adjunta. Asimismo, se propone un método para controlar el nivel de potencia de una señal emitida por un transmisor como se define en la reivindicación 13 adjunta.

La invención procede de la consideración de que si una señal se divide en dos señales y luego se combina de nuevo, la potencia de la señal combinada puede controlarse también controlando la fase de las dos señales divididas, así como controlando la amplitud de las dos señales divididas. Dado que para algunos amplificadores de potencia, el intervalo dinámico en el que la amplitud de una señal de radiofrecuencia se puede ajustar linealmente a través de una tensión de alimentación del amplificador de potencia es limitado, por lo tanto, se propone que el control de potencia se realice solo a altos niveles de potencia ajustando la amplitud de las señales divididas. A niveles de potencia más bajos, el control de potencia se realiza ajustando la fase de las señales divididas. El control de la fase hace que parte de la potencia de radiofrecuencia se convierta en calor en la unidad de combinación. Por lo tanto, no es recomendable utilizar exclusivamente un control de potencia que ajuste la fase de una señal dividida.

Es una ventaja de la invención que permite un control de potencia lineal en un intervalo mayor, que también es eficiente en los niveles críticos de alta potencia.

El ajuste propuesto de la amplitud y/o la fase de las señales divididas puede usarse al mismo tiempo para aplicar una modulación de amplitud deseada a la señal de radiofrecuencia de envolvente constante modulada en fase.

El transmisor propuesto puede ser en particular, aunque no exclusivamente, un transmisor EER.

Otros objetivos y características de la presente invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, cuando se lea junto con los dibujos adjuntos. Se ha de entender que, sin embargo, los dibujos están diseñados únicamente con fines ilustrativos y no como una definición de los límites de la invención, para los que debería hacerse referencia a las reivindicaciones adjuntas. Debe entenderse además que los dibujos tienen la única intención de ilustrar conceptualmente las estructuras y procedimientos descritos en este documento.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un control de potencia conocido para un transmisor EER;

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una primera realización de un control de potencia según la invención;

La figura 3 es un diagrama que presenta el efecto de un posible error de amplitud en el control de potencia ilustrado

en la figura 2;

La figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra una segunda realización de la presente invención; y

La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra una tercera realización de un control de potencia según la invención.

5

Descripción detallada de la invención

La figura 1 ya se ha descrito anteriormente.

10

La figura 2 es un diagrama de bloques que presenta componentes seleccionados de una primera realización de un transmisor EER de acuerdo con la invención. Los componentes presentados permiten un control de potencia eficiente para el transmisor EER en un amplio intervalo de potencia. El transmisor EER puede usarse, por ejemplo, en un dispositivo móvil.

15

El transmisor EER de la figura 2 comprende un modulador 201, cuya salida está conectada a la entrada de un divisor de potencia 202. Una primera salida del divisor de potencia 202 está conectada a través de un primer desplazador de fase 203 a una entrada de señal de un primer amplificador de potencia de clase E 204. Una segunda salida del divisor de potencia 202 está conectada a través de un segundo desplazador de fase 205 a una entrada de señal de un segundo amplificador de potencia de clase E 206. La salida de ambos amplificadores de potencia 204, 206 está

20

conectada a una entrada respectiva de un combinador de potencia 207, por ejemplo, un combinador de potencia Wilkinson. La salida del combinador de energía 207 constituye al mismo tiempo la salida 'Salida' del transmisor EER.

25

El transmisor EER de la figura 2 comprende además una batería 211 y un generador de señal de control 212, que están conectados a una entrada respectiva de un SMPS 213. La salida del SMPS 213 está conectada a una entrada de fuente de alimentación respectiva de ambos amplificadores de potencia 204, 206.

30

El transmisor EER de la figura 2 comprende además un segundo generador de señal de control 222, que está conectado a una entrada de un convertidor de tensión a fase 231. La salida del convertidor de tensión a fase 231 está conectada, por un lado, a una entrada de control del primer desplazador de fase 203. Por otra parte, la salida del convertidor de tensión a fase 231 está conectada a través de un inversor 232 a una entrada de control del segundo desplazador de fase 205.

35

El control de potencia empleado para el transmisor EER de la figura 2 hace uso del hecho de que cuando dos señales sinusoidales se combinan para formar una nueva señal, la amplitud A y la fase φ de la señal combinada pueden determinarse en función de las amplitudes A_1 , A_2 y fases φ_1 , φ_2 de las señales de entrada. Es decir, si la señal combinada se escribe como la suma de las dos señales sinusoidales:

40

$$A \cos(\omega t + \varphi) = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1) + A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) \quad (1)$$

donde $\omega = 2\pi f$ representa la frecuencia central angular de las tres señales, la amplitud A de la señal combinada viene dada por:

45

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)} \quad (2)$$

y la fase φ de la señal combinada viene dada por:

50

$$\varphi = \arctan \left[\frac{A_1 \sin(\varphi_1) + A_2 \sin(\varphi_2)}{A_1 \cos(\varphi_1) + A_2 \cos(\varphi_2)} \right] \quad (3)$$

55

Como puede verse, la amplitud máxima de la señal combinada $A = A_1 + A_2$ se logra con $\varphi_1 - \varphi_2 = 0$. Es decir, combinando adecuadamente dos portadores sinusoidales en fase, la potencia total de la señal combinada es igual a la suma de las potencias de las dos señales de entrada.

60

Por otra parte, la amplitud mínima de la señal combinada $A = |A_1 - A_2|$ se logra con $\varphi_1 - \varphi_2 = \pi$. Es decir, si se combinan dos portadores sinusoidales que tienen fases opuestas, la potencia total de la señal combinada es igual a la diferencia de las potencias de entrada. Para habilitar una señal combinada que tenga una amplitud A de cero, las amplitudes de la señal de entrada A_1 , A_2 debería ser igual. Asimismo, al requerir que $\varphi_2 = -\varphi_1$ constantemente, se puede asegurar que la fase φ de la señal combinada no se verá afectada al controlar la amplitud A de la señal combinada mediante un ajuste de las fases φ_1 , φ_2 de las señales de entrada, es decir ($\varphi = 0$).

La operación de la estructura presentada se describirá a continuación.

En primer lugar, se generan una señal de amplitud y una señal de radiofrecuencia modulada en fase, que se puede lograr de varias maneras. Por ejemplo, una señal de banda base compleja original se puede dividir en sus contrapartes de amplitud y fase. Este último modula un modulador de fase 201 que genera una señal de radiofrecuencia modulada en fase de amplitud constante. Otra posibilidad sería eliminar la envolvente de la señal de radiofrecuencia original para obtener una señal modulada en fase de amplitud constante. La señal modulada en fase de amplitud constante se proporciona luego al divisor de potencia 202.

El divisor de potencia 202 divide la señal de radiofrecuencia modulada en fase recibida en dos señales de radiofrecuencia idénticas. La primera señal de radiofrecuencia es desplazada en fase por el primer desplazador de fase 203 y amplificada por el primer amplificador de potencia 204. La segunda señal es desplazada en fase por el segundo desplazador de fase 205 y amplificada por el segundo amplificador de potencia 206.

Al mismo tiempo, se proporciona una señal que representa la envolvente que se elimina de la señal original al generador de señal de control 212. Además, se proporciona una señal de control de potencia que representa la potencia media actualmente deseada de la señal emitida por el transmisor al generador de señal de control 212. Si el nivel de potencia de salida promedio deseado es un nivel de potencia alto, el generador de señal de control 212 combina la señal de envolvente con la señal de control de potencia en un solo tensión de control V_C . Este control de tensión V_C representa un valor arbitrario en el intervalo de 0...1. El valor 0 representa una cierta potencia mínima y el valor 1 una determinada potencia máxima. Si el nivel de potencia de salida promedio deseado es un nivel de potencia bajo, el primer generador de señal de control 212 genera una tensión de control V_C correspondiente solo a la envolvente deseada a un nivel de potencia más bajo. La tensión de control generada respectivamente V_C es proporcionada por el primer generador de señal de control 212 al SMPS 213.

Además, la señal de control de potencia que representa la potencia media actualmente deseada de la señal emitida por el transmisor se proporciona al segundo generador de señal de control 222. Si el nivel de potencia de salida promedio deseado es un nivel de potencia alto, el segundo generador de señal de control 222 no genera ninguna tensión de control. Si el nivel de potencia de salida promedio deseado es un nivel de potencia bajo, el segundo generador de señal de control 222 genera una tensión de control V_C correspondiente a la potencia media deseada de la salida de señal. El segundo generador de señal de control 222 proporciona la tensión de control generado V_C al convertidor de tensión a fase 231.

El alto nivel de potencia está delimitado del bajo nivel de potencia por un nivel de potencia intermedio, que corresponde al límite inferior del intervalo en el que SMPS 213 y los amplificadores de potencia 204, 206 funcionan linealmente.

Al controlar el transmisor por separado para niveles de alta potencia y bajos niveles de potencia, el control de nivel de salida se divide así en dos subtareas. El primer generador de señal de control 212 establece la amplitud y la potencia media a niveles de potencia altos. A bajos niveles de potencia, el generador de señal de control 212 solo se encarga de controlar la amplitud. El segundo generador de señal de control 222 se usa a bajos niveles de potencia y solo para control de nivel de potencia promedio, y amplía así el intervalo de potencia de salida en la dirección de los niveles de baja potencia. A bajos niveles de potencia, así se proporciona un control compartido por el primer y el segundo generador de señal de control 212, 222, ya que el control de la potencia media se transfiere desde la unidad de control 212 a la unidad de control 222 en el nivel de potencia intermedio.

También son posibles otras combinaciones de un control de los amplificadores de potencia 204, 206 y los desplazadores de fase 203, 205. Por ejemplo, en teoría, sería posible usar el segundo generador de señal de control 222 también para la generación de amplitud a niveles de potencia más bajos.

Siempre que el primer generador de señal de control 212 proporcione la tensión de control V_C al SMPS 213, El SMPS 213 regula una tensión suministrada por la batería 211 de acuerdo con la tensión de control recibido V_C . La tensión regulada se proporciona luego como tensión de suministro a la entrada de suministro de energía respectiva de ambos amplificadores de potencia 204, 206. Ambos amplificadores de potencia 204, 206 amplifican la señal recibida respectivamente con un factor que depende del tensión de suministro proporcionado. La tensión de control V_C se genera de tal manera que la potencia resultante de las señales que son amplificadas por los amplificadores de potencia 204, 206 es la mitad de la potencia deseada para la señal de salida del transmisor EER. Siempre que se proporcione una tensión de control promedio mínima V_C al SMPS 213, se proporciona una tensión de alimentación mínima correspondiente a los amplificadores de potencia 204, 206, que, por lo tanto, emite una señal de radiofrecuencia mínima cuando no se utiliza el segundo generador de señal de control 222. Las variaciones de tensión de la batería no deberían afectar el valor de salida de SMPS. En el caso básico, el valor de salida SMPS sigue directamente la tensión de control, pero también son posibles otras relaciones.

Siempre que el segundo generador de señal de control 222 proporciona una tensión de control V_C al convertidor de tensión a fase 231, el convertidor de tensión a fase 231 convierte la tensión de control recibida V_C en una señal de control de fase correspondiente V_P . Para esta conversión, se supone que el nivel de potencia en la salida 'Salida' del transmisor EER en decibelios debe seguir la tensión de control V_C linealmente. Por lo tanto, la tensión de control V_C se convierte en una señal de control de fase V_P de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$V_P = \arccos \{10^{[k(V_C-1)]}\}, (4)$$

5 donde k representa la pendiente deseada de la potencia de salida en función del tensión de control V_C .

La señal de control de fase obtenida V_P se suministra luego directamente a la entrada de control del primer desplazador de fase 203. Además, la señal de control de fase obtenida V_P es invertida por el inversor 232, y la señal de control de fase invertida es suministrada a la entrada de control del segundo desplazador de fase 205. El propósito del inversor 232 es enfatizar que las fases de los desplazadores de dos fases 203 y 205 deben ajustarse simétricamente en direcciones opuestas. Cada uno de los desplazadores de fase 203, 205 aplica a la señal recibida desde el divisor de potencia 202 un desplazamiento de fase que corresponde a la señal de control aplicada a su entrada de control respectiva.

15 Siempre que no se proporcione tensión de control V_C al convertidor de tensión a fase 231, no se proporciona señal de control a la entrada de control respectiva de los desplazadores de fase 203, 205, que de este modo emiten las señales recibidas sin aplicar ningún cambio de fase. En realidad, en este caso debería haber un cambio de fase igual φ_0 en ambos desplazadores de fase 203, 205. Se cancela al calcular la diferencia de fase.

20 La salida 'Salida1', 'Salida2' del primer y segundo amplificador 204, 206 se combinan entonces mediante el combinador de potencia 207.

En caso de que se haya proporcionado una tensión de control V_C al SMPS 213 y no al convertidor de tensión a fase 231, los desplazadores de fase 203, 205 no han aplicado desplazamiento de fase a las señales proporcionadas por el divisor de potencia 202. Por lo tanto, la fase de las dos señales 'Salida1', 'Salida2' proporcionado al combinador de potencia 207 es igual, y de acuerdo con la ecuación anterior (2), la amplitud de la señal emitida por el combinador de potencia 207 tiene una potencia A^2 que es igual a la suma de las potencias A_1^2 y A_2^2 respectivamente, de las dos señales 'Salida1' 'Salida2'. Aquí se ha asumido un nivel de impedancia de 1.

30 En caso de que se haya proporcionado una tensión de control V_C al convertidor de tensión a fase 231 y se haya proporcionado al menos una tensión de control mínimo al SMPS 213, las fases φ_1 , φ_2 de las señales de entrada a los desplazadores de fase 203, 205 se han sintonizado en direcciones opuestas. Esto asegura que la potencia de la señal emitida por el combinador de potencia 207 esté controlada exclusivamente por el valor del desplazamiento de fase respectivo de acuerdo con la ecuación anterior (2). En la presente realización, la tensión de control V_C aplicada por el primer generador de tensión de control 212 a bajos niveles de potencia al SMPS 213 da forma solo a la envolvente de la señal de salida del transmisor EER.

La señal combinada constituye así una señal de salida de radiofrecuencia, que se modula en fase y amplitud de acuerdo con la señal original.

40 Al utilizar diferentes enfoques para un control de potencia en función del nivel de potencia actual de la señal de salida del transmisor EER, la estructura presentada permite un control de potencia eficiente en un amplio intervalo.

45 Si se desea la máxima linealidad para el control de potencia, también es posible realizar ambos controles de potencia habilitados simultáneamente. A altos niveles de potencia, sin embargo, la eficiencia del control de potencia será mejor cuando se realice el control de potencia solo ajustando el factor de amplificación utilizado por los amplificadores de potencia 204, 206.

50 La pérdida de inserción del combinador de energía 207 disminuye la eficiencia total del transmisor EER, pero los dos amplificadores de potencia 204, 206 pueden funcionar a niveles de impedancia más altos que un solo amplificador. Esto facilita la coincidencia de impedancia y puede ayudar a reducir las pérdidas debidas a la red de coincidencia.

55 Pequeñas variaciones de los niveles de salida del desplazador de fase no son relevantes, si los amplificadores de potencia 204, 206 están saturados, que es, por ejemplo, el caso con los amplificadores de potencia de clase E empleados. Esto ayuda en el diseño práctico de los desplazadores de fase 203, 205.

60 Se debe observar que, sin embargo, que en caso de que las amplitudes de las señales proporcionadas al combinador de energía 207 sean diferentes, la potencia de salida más baja disponible está restringida como se mencionó anteriormente con referencia a la ecuación (2). Para un error de amplitud de 1 dB y una pendiente de $k = 3$, la potencia resultante en dBm se representa en la figura 3 como una primera curva 301. Una segunda curva 302 representa una situación sin errores. La situación es similar, si las señales proporcionadas al combinador de energía 207 tienen una diferencia en sus cambios de fase.

65 Las figuras 4 y 5 son diagramas de bloques que presentan componentes seleccionados de una segunda y una tercera realización de un transmisor EER de acuerdo con la invención, respectivamente, que además se encargan

de tales errores en amplitud y fase.

Al igual que el transmisor EER de la figura 2, el transmisor EER de la figura 4 comprende un modulador 401, un divisor de potencia 402, un primer desplazador de fase 403, un primer amplificador de potencia clase E 404, un
 5 segundo desplazador de fase 405, un segundo amplificador de potencia de clase E 406 y un combinador de potencia 407. Estos componentes también están dispuestos de la misma manera que los componentes correspondientes de la figura 2.

El transmisor EER de la figura 4 comprende además una batería 411 y un primer generador de señal de control 412, que están conectados a una entrada respectiva de un SMPS 413. En este caso, la salida del SMPS 413 solo está
 10 conectada a la entrada de control del primer amplificador de potencia 404, sin embargo. El transmisor EER de la figura 4 comprende adicionalmente un primer generador de tensión 414. El generador de tensión 414 está conectado a una primera entrada de una primera unidad de suma 415, mientras que la salida del primer generador de señal de control 412 también está conectada a una segunda entrada de esta unidad de suma 415. La salida de la unidad de suma 415 está conectada a una entrada de un segundo SMPS 416. La batería 411 también está conectada a una
 15 segunda entrada de este segundo SMPS 416. La salida del segundo SMPS 416 está conectada a la entrada de tensión de suministro del segundo amplificador de potencia 406.

El transmisor EER de la figura 4 comprende además un segundo generador de señal de control 422, que está conectado a una entrada de un convertidor de tensión a fase 431. La salida del convertidor de tensión a fase 431 está conectada por un lado nuevamente a la entrada de control del primer desplazador de fase 403. Por otra parte,
 20 la salida del convertidor de tensión a fase 431 está conectada a través de un inversor 432 a una primera entrada de una segunda unidad de suma 433. El transmisor EER de la figura 4 comprende adicionalmente un segundo generador de tensión 434 que está conectado a una segunda entrada de la unidad de suma 433. La salida de la unidad de suma 433 está conectada a la entrada de control del segundo desplazador de fase 405.

El transmisor EER de la figura 4 funciona básicamente igual que el transmisor EER de la figura 2 como se describió anteriormente.

Los generadores de tensión 414, 434, sin embargo, se utilizan para agregar un valor de tensión constante adecuado ACorr, PhaCorr a la amplitud y el control de fase, para compensar errores en fase y amplitud.
 30

La fuente de alimentación única de la figura 2 se dividió para este fin en dos fuentes de alimentación separadas, una para cada amplificador de potencia de modo de conmutación 404, 406. Mientras que la fuente de alimentación para el primer amplificador de potencia 404 es idéntica a la de la primera realización, la fuente de alimentación para el
 35 segundo amplificador de potencia 406 está regulada de acuerdo con una tensión de control V_c que se ajusta mediante una tensión de corrección ACorr. Esto hace posible sintonizar los amplificadores 404, 406 independientemente uno del otro y, en consecuencia, para corregir el error de amplitud. De manera similar, el primer desplazador de fase 403 se controla al igual que en la primera realización, mientras que la unidad de suma 433 permite el ajuste de la señal de control de fase V_P proporcionada por el convertidor de tensión a fase 431 e invertida por el inversor 432 por una tensión de corrección PhaCorr, antes de que se suministre a la entrada de control del
 40 segundo desplazador de fase 405. Esto hace posible controlar los cambios de fase aplicados por los desplazadores de fase 403, 405 independientemente uno del otro y, en consecuencia, para corregir el error de fase.

Se puede usar un método de calibración adecuado para configurar las tensiones de compensación de error de fase y amplitud ACorr, PhaCorr proporcionado por los generadores de tensión 414, 434 a los niveles apropiados.
 45

El transmisor EER presentado en la figura 5 puede emplearse en caso de que se desee una sintonización continua de los tensiones de compensación de error de fase y amplitud en lugar de una corrección de error fija.
 50

Al igual que el transmisor EER de la figura 4, también el transmisor EER de la figura 5 comprende un modulador 501, un divisor de potencia 502, un desplazador de fase 503, un primer amplificador de potencia clase E 504, un desplazador de fase 505, un segundo amplificador de potencia clase E 506, un combinador de potencia 507, una
 55 batería 511, un primer generador de señal de control 512, un primer y un segundo SMPS 513, 516, una primera unidad de suma 515, un segundo generador de señal de control 522, un convertidor de tensión a fase 531, un inversor 532 y una segunda unidad de suma 533. Todos estos componentes están dispuestos exactamente de la misma manera que los componentes correspondientes de la figura 4.

En lugar del primer y segundo generador de tensión 414, 434 de la figura 4, sin embargo, se proporciona un circuito de retroalimentación respectivo para corregir los errores de amplitud y fase.
 60

Para el circuito de retroalimentación de corrección de amplitud, la salida del primer amplificador de potencia 504 está conectada a través de un primer rectificador 517 a una entrada no inversora de un sustractor 518, mientras que la salida del segundo amplificador de potencia 506 está conectada a través de un segundo rectificador 519 a una
 65 entrada inversora del sustractor 518. Dado que las señales emitidas por los rectificadores 517 y 519 representan las amplitudes actuales de las señales 'Salida1', 'Salida2' proporcionado al combinador de potencia 507, la señal emitida

por el sustractor 518 representa la diferencia de amplitud actual entre las señales 'Salida1', 'Salida2'. La salida del sustractor 518 se proporciona a través de un filtro de paso bajo 520 a la primera entrada de la primera unidad de suma 515. La entrada de señal de corrección de amplitud a la primera unidad de suma 515 corresponde, por lo tanto, siempre al error de amplitud actual.

5 Para el circuito de retroalimentación de corrección de fase, la salida del primer amplificador de potencia 504 está conectada a través de un primer limitador 535 a una primera entrada de un primer mezclador 536, mientras que la salida del segundo amplificador de potencia 506 está conectada a través de un segundo limitador 537 a una primera entrada de un segundo mezclador 538. Además, la salida del modulador 501 está conectada a una segunda entrada respectiva del primer y segundo mezclador 536, 538. La salida del primer mezclador 536, que representa una tensión 'Pha1' relacionado con un cambio de fase absoluto de la señal 'Salida1' frente a la señal proporcionada por el modulador 501, está conectado a una entrada no inversora de un segundo sustractor 539. La salida del segundo mezclador 538, que representa una tensión 'Pha2' relacionado con el cambio de fase absoluto de la señal 'Salida2' frente a la señal proporcionada por el modulador 501, está conectado a una entrada inversora de este sustractor 539. La diferencia entre los dos tensiones 'Pha1' y 'Pha2' emitidos por el sustractor 539 se proporciona a través de un segundo filtro de paso bajo 540 a la segunda entrada de la segunda unidad de suma 533. La entrada de señal de corrección de fase a la segunda unidad de suma 533 corresponde, por lo tanto, siempre al error de fase actual. Los tensiones 'Pha1' y 'Pha2' no tienen que estar linealmente relacionados con las fases, siempre y cuando la diferencia de tensión cero corresponda a la diferencia de fase cero y la relación sea monótona.

20 Cabe señalar que los limitadores solo se pueden usar en el circuito de retroalimentación de corrección de fase antes de la detección de fase, no en el circuito de retroalimentación de corrección de amplitud, para que no se pierda la información del nivel de potencia. El ancho de banda de los dos bucles de retroalimentación puede ser estrecho con respecto a la modulación, ya que es suficiente sintonizar las tensiones correctivas de acuerdo con la potencia media. Si bien se han mostrado, descrito y señalado características novedosas fundamentales de la invención aplicadas a una realización preferida de la misma, se entenderá que los expertos en la materia pueden realizar diversas omisiones, sustituciones y cambios en la forma y detalles de los dispositivos y métodos descritos sin apartarse del ámbito de la invención. Por ejemplo, se pretende expresamente que todas las combinaciones de esos elementos y/o etapas del método que realizan sustancialmente la misma función sustancialmente de la misma manera para lograr los mismos resultados estén dentro del ámbito de la invención. Asimismo, debe reconocerse que las estructuras y/o elementos y/o etapas del método mostradas y/o descritas en conexión con cualquier forma o realización divulgada pueden incorporarse en cualquier otra forma o realización divulgada o descrita o sugerida como una cuestión general de elección de diseño. Es la intención, por lo tanto, estar limitado solo según lo indicado por el ámbito de las reivindicaciones adjuntas a la presente.

REIVINDICACIONES

1. Un transmisor que comprende:

- 5 - un modulador (201, 401) que proporciona una señal de radiofrecuencia de envolvente constante modulada en fase;
- una unidad de división (202, 402) para dividir una señal proporcionada por dicho modulador en una primera señal y una segunda señal que son idénticas entre sí;
- 10 - una primera rama de procesamiento para procesar una primera señal respectiva proporcionada por dicha unidad de división (202, 402), comprendiendo dicha primera rama de procesamiento un primer desplazador (203, 403) y un primer amplificador de potencia (204, 404) conectados entre sí en serie;
- una segunda rama de procesamiento para procesar una segunda señal respectiva proporcionada por dicha unidad de división (202, 402), comprendiendo dicha segunda rama de procesamiento un segundo desplazador de fase (205, 405) y un segundo amplificador de potencia (206, 406) conectados entre sí en serie;
- 15 - una unidad de combinación (207, 407) para combinar señales proporcionadas por dicha primera y dicha segunda ramas de procesamiento;
- una primera disposición de control (211-213, 411-416) para controlar una amplitud y un nivel de potencia promedio de una señal emitida por dicha unidad de combinación (207, 407) para niveles de potencia más altos controlando las ampliaciones aplicadas por dicho primer amplificador de potencia (204, 404) y mediante dicho
- 20 segundo amplificador de potencia (206, 406) a dichas respectivas señales primera y segunda, en donde dicha primera disposición de control (211-213, 411-416) comprende una fuente de alimentación de modo de conmutación (213, 413, 416), y está configurada para controlar solo dicha amplitud para niveles de potencia más bajos controlando dichas ampliaciones basándose en una modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida, en donde dichos niveles de potencia más altos están delimitados de dichos niveles de potencia más bajos por un nivel de potencia intermedio, en donde dicho nivel de potencia intermedio está establecido en un valor que corresponde a un límite inferior de un intervalo en el que funcionan linealmente dicha fuente de alimentación de modo de conmutación (213, 413, 416) y dichos primer y segundo amplificadores de potencia (204, 206, 404, 406); y
- 25 - una segunda disposición de control (222, 231, 422, 431-434) para controlar dicho nivel de potencia promedio de dicha salida de señal por dicha unidad de combinación (207, 407) al menos para dichos niveles de potencia más bajos controlando los cambios de fase aplicados por dicho primer desplazador de fase (203, 403) y por dicho segundo desplazador de fase (205, 405) a dichas respectivas primera y segunda señales.
- 30

35 2. El transmisor según la reivindicación 1, en el que dicha primera disposición de control (211-213, 411-416) está configurada para controlar dichas ampliaciones para dichos niveles de potencia más altos basados en dicha modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida y en un nivel de potencia requerido para dicha señal de salida.

40 3. El transmisor según la reivindicación 1, en el que dicha primera disposición de control (211-213) comprende además una unidad generadora de señal de control (212) y una fuente de energía (211), representando dicha unidad de generación de señal de control (212) para generar una señal de control dicha modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida y un nivel de potencia requerido para dicha señal de salida, estando dicha fuente de alimentación de modo de conmutación (213) configurada para regular una tensión suministrada por dicha fuente de alimentación (211) de acuerdo con una señal de control recibida desde dicha unidad generadora de señal de control (212), y estando dicha fuente de alimentación de modo de conmutación configurada para proporcionar la misma tensión resultante a una entrada de fuente de alimentación de dicho primer amplificador de potencia (204) y a una entrada de fuente de alimentación de dicho segundo amplificador de potencia (206) para controlar las ampliaciones aplicadas por dicho primer amplificador de potencia (204) y por dicho segundo amplificador de potencia (206).

45

50 4. El transmisor según la reivindicación 1, en el que dicha primera disposición de control (411-416) comprende además una unidad generadora de señal de control (412), una fuente de alimentación (411), dicha fuente de alimentación de modo de conmutación como una primera fuente de alimentación de modo de conmutación (413), y una segunda fuente de alimentación de modo de conmutación (416), y una unidad de suma (415), estando dicha

55 unidad de generación de señal de control (412) configurada para generar una señal de control que representa dicha modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida y un nivel de potencia requerido para dicha señal de salida, estando dicha unidad de suma (415) configurada para sumar una señal de control proporcionada por dicha unidad generadora de señal de control (412) y una señal adicional de control de corrección de amplitud, estando dicha primera fuente de alimentación de modo de conmutación (413) configurada para regular una tensión suministrado por dicha fuente de alimentación (411) de acuerdo con una señal de control recibida desde dicha

60 unidad de generación de señal de control (412) y para proporcionar la tensión resultante a una entrada de fuente de alimentación de dicho primer amplificador de potencia (404) para controlar la ampliación aplicada por dicho primer amplificador de potencia (404), y estando dicha segunda fuente de alimentación de modo de conmutación (416) configurada para regular una tensión suministrado por dicha unidad de fuente de alimentación (411) de acuerdo con una señal de control recibida desde dicha unidad de suma (415) y para proporcionar la tensión resultante a una

65 entrada de fuente de alimentación de dicho segundo amplificador de potencia (406) para controlar la ampliación

aplicada por dicho segundo amplificador de potencia (406).

5. El transmisor según la reivindicación 4, en donde dicho transmisor está configurado para establecer un valor constante de dicha señal de control de corrección de amplitud adicional.

6. El transmisor según la reivindicación 4, en donde dicho transmisor está configurado para ajustar de manera continua dicha señal de control de corrección de amplitud adicional de acuerdo con una diferencia de amplitud medida entre una señal emitida por dicha primera rama de procesamiento y una señal emitida por dicha segunda rama de procesamiento.

7. El transmisor según la reivindicación 1, en el que dicha segunda disposición de control (422, 431-434) está configurada para controlar dichos cambios de fase basándose en dicha modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida y en un nivel de potencia requerido para dicha señal de salida.

8. El transmisor según la reivindicación 1, en el que dicha segunda disposición de control (422, 431-434) comprende además una unidad generadora de señal de control (422), una unidad de conversión (431) y un inversor (432), estando dicha unidad de generación de señal de control (422) configurada para generar una señal de control que representa dicha modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida y un nivel de potencia requerido para dicha señal de salida y estando dicha unidad de conversión (431) configurada para convertir una señal de control proporcionada por dicha señal unidad generadora de señal de control (422) en una señal de control de fase que representa una fase correspondiente, y para proporcionar dicha señal de control de fase a una entrada de control de dicho primer desplazador de fase (403) y a través de dicho inversor (432) invirtiendo dicha señal de control de fase en un entrada de control de dicho segundo desplazador de fase (405).

9. El transmisor según la reivindicación 8, que comprende además una unidad de suma (433) para sumar una señal emitida por dicho inversor (432) y una señal de control de corrección de fase adicional, en donde solo se proporciona la señal sumada resultante a dicha entrada de control de dicho segundo desplazador de fase (405).

10. El transmisor según la reivindicación 9, en donde dicho transmisor está configurado para establecer dicha señal de control de corrección de fase adicional en un valor constante.

11. El transmisor según la reivindicación 9, en donde dicho transmisor está configurado para ajustar de manera continua dicha señal de control de corrección de fase adicional de acuerdo con una diferencia de cambio de fase absoluto medida, por un lado, entre una fase de una señal emitida por dicho modulador (401) y una señal emitida por dicha primera rama de procesamiento y, por otro lado, entre dicha fase de dicha señal emitida por dicho modulador (401) y una señal emitida por dicha segunda rama de procesamiento.

12. El transmisor según la reivindicación 1, siendo dicho transmisor un transmisor de eliminación y restauración de envolvente.

13. Un método para controlar el nivel de potencia de una señal emitida por un transmisor, comprendiendo dicho método:

- dividir con una unidad divisoria (202, 402) una señal de radiofrecuencia de envolvente constante modulada en fase, proporcionada por un modulador (201, 401), en una primera señal y una segunda señal que son idénticas entre sí;

- proporcionar una primera y una segunda rama de procesamiento que comprenden un primer y un segundo desplazador de fase (203, 403, 205, 405) respectivos y un primer y un segundo amplificador de potencia (204, 206, 404, 406) respectivos conectados entre sí en serie para procesar dichas respectivas primera y segunda señales;

- controlar con una primera disposición de control (211-213, 411-416), que comprende una fuente de alimentación de modo de conmutación, una amplitud y un nivel de potencia promedio de dicha señal de salida de dicho transmisor en caso de niveles de potencia más altos requeridos controlando las amplificaciones aplicadas por separado a dicha primera señal y a dicha segunda señal por medio de dichos primer y segundo amplificadores de potencia (204, 206, 404, 406) respectivos, controlando con dicha primera disposición de control (211-213, 411-416) solo dicha amplitud para niveles de potencia más bajos controlando dichas amplificaciones que se aplican a dicha primera señal y a dicha segunda señal basándose en una modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida, en donde dichos niveles de potencia más altos están delimitados de dichos niveles de potencia más bajos por un nivel de potencia intermedio, en donde dicho nivel de potencia intermedio está establecido en un valor que corresponde a un límite inferior de un intervalo en el que funcionan linealmente dicha fuente de alimentación de modo de conmutación (213, 413, 416) y dichos primer y segundo amplificadores de potencia (204, 206, 404, 406); y

- controlar con una segunda disposición de control (222, 231, 422, 431-434) dicho nivel de potencia promedio de dicha señal de salida de dicho transmisor al menos en el caso de niveles de potencia requeridos más bajos controlando los cambios de fase aplicados por separado a dicha primera señal y a dicha segunda señal por medio de dichos respectivos desplazadores de fase primero y segundo (203, 205, 403, 405); y

- combinar con una unidad de combinación (207, 407) dicha primera señal procesada y dicha segunda señal procesada y proporcionar dicha señal combinada como dicha señal de salida de potencia controlada del transmisor.

5 14. El método según la reivindicación 13, en el que dichas amplificaciones, que se aplican por separado a dicha primera y dicha segunda señal, se controlan para dichos niveles de potencia más altos basados en dicha modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida y en un nivel de potencia requerido para dicha señal de salida.

10 15. El método según la reivindicación 13, en el que controlar con dicha primera disposición de control (211-213) dicha amplitud y dicho nivel de potencia promedio de dicha señal de salida de dicho transmisor controlando las amplificaciones aplicadas por separado a dicha primera señal y a dicha segunda señal comprende:

15 - generar con una unidad generadora de señal de control (212) una señal de control que representa la modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida y un nivel de potencia requerido para dicha señal de salida;

- regular con dicha fuente de alimentación de modo de conmutación (213) una tensión disponible suministrada por una fuente de alimentación (211) de acuerdo con dicha señal de control; y

20 - controlar dichas amplificaciones proporcionando con dicha fuente de alimentación de modo de conmutación (213) la misma tensión regulada que la fuente de alimentación a dicho primer amplificador de potencia (204) que amplifica dicha primera señal y a un segundo amplificador de potencia (206) que amplifica dicha segunda señal.

16. El método según la reivindicación 13, en el que controlar con dicha primera disposición de control (411-416) dicha amplitud y dicho nivel de potencia de dicha señal de salida de dicho transmisor controlando las amplificaciones aplicadas por separado a dicha primera señal y a dicha segunda señal comprende:

25 - generar con una unidad generadora de señal de control (412) una señal de control que representa dicha modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida y un nivel de potencia requerido para dicha señal de salida;

30 - regular con dicha fuente de alimentación de modo de conmutación como una primera fuente de alimentación de modo de conmutación (413) una tensión disponible suministrada por una fuente de alimentación (411) de acuerdo con dicha señal de control para obtener una primera tensión regulada;

- controlar dicha amplificación aplicada a dicha primera señal proporcionando dicha primera tensión regulada como fuente de alimentación a dicho primer amplificador de potencia (404) que amplifica dicha primera señal;

35 - sumar con una unidad de suma (415) dicha señal de control y una señal de control de corrección de amplitud adicional;

- regular con una segunda fuente de alimentación de modo de conmutación (416) dicha tensión disponible suministrada por dicha fuente de alimentación (411) de acuerdo con dicha señal sumada para obtener una segunda tensión regulada; y

40 - controlar dicha amplificación aplicada a dicha segunda señal proporcionando con dicha segunda fuente de alimentación de modo de conmutación (416) dicha segunda tensión regulada, como fuente de alimentación, a dicho segundo amplificador de potencia (406) que amplifica dicha segunda señal.

17. El método según la reivindicación 16, en el que dicha señal de control de corrección de amplitud adicional se establece en un valor constante.

45 18. El método según la reivindicación 16, en el que dicha señal de control de corrección de amplitud adicional se ajusta de manera continua de acuerdo con una diferencia de amplitud medida entre dicha primera señal procesada provista para combinar y dicha segunda señal procesada provista para combinar.

50 19. El método según la reivindicación 13, en el que dichos cambios de fase, que se aplican por separado a dicha primera y dicha segunda señal, se controlan basándose en dicha modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida y en un nivel de potencia requerido para dicha señal de salida.

55 20. El método según la reivindicación 13, en el que controlar con dicha segunda disposición de control (422, 431-434) dicho nivel de potencia promedio de dicha señal de salida de dicho transmisor, controlando cambios de fase aplicados por separado a dicha primera señal y a dicha segunda señal, comprende:

60 - generar con una unidad generadora de señal de control (422) una señal de control que representa dicha modulación de amplitud requerida de dicha señal de salida y un nivel de potencia requerido para dicha señal de salida;

- convertir con una unidad de conversión (431) dicha señal de control en una señal de control de fase que representa una fase correspondiente;

- proporcionar con dicha unidad de conversión (431) dicha señal de control de fase a una entrada de control de dicho primer desplazador de fase (403) que desplaza dicha primera señal en fase de acuerdo con dicha señal de control de fase proporcionada a su entrada de control; e

65 - invertir con un inversor (432) dicha señal de control de fase y proporcionar dicha señal de control de fase

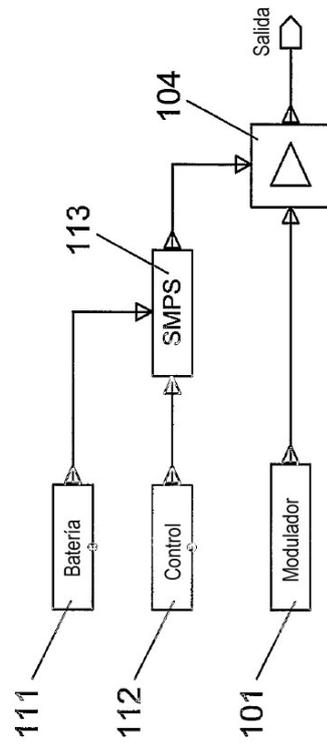
invertida a una entrada de control de dicho segundo desplazador de fase (405) desplazando dicha segunda señal en fase de acuerdo con dicha señal de control de fase invertida proporcionada a su entrada de control.

5 21. El método según la reivindicación 20, que comprende además sumar con una unidad de suma (433) dicha señal de control de fase invertida y una señal de control de corrección de fase adicional, y proporcionar con dicha unidad de suma (433) solo la señal sumada resultante a dicha entrada de control de dicho segundo desplazador de fase (405).

10 22. El método según la reivindicación 21, en el que dicha señal de control de corrección de fase adicional se establece en un valor constante.

15 23. El método según la reivindicación 21, en el que dicha señal de control de corrección de fase adicional se ajusta de manera continua de acuerdo con una diferencia de cambio de fase absoluto medida entre una fase de dicha señal de radiofrecuencia de envolvente constante modulada en fase proporcionada y dicha primera señal procesada proporcionada para combinar, por un lado y entre, dicha fase de dicha señal de radiofrecuencia de envolvente constante modulada en fase proporcionada y, por otro lado, dicha segunda señal procesada prevista para combinar.

24. Un dispositivo móvil que comprende un transmisor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12.



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 1

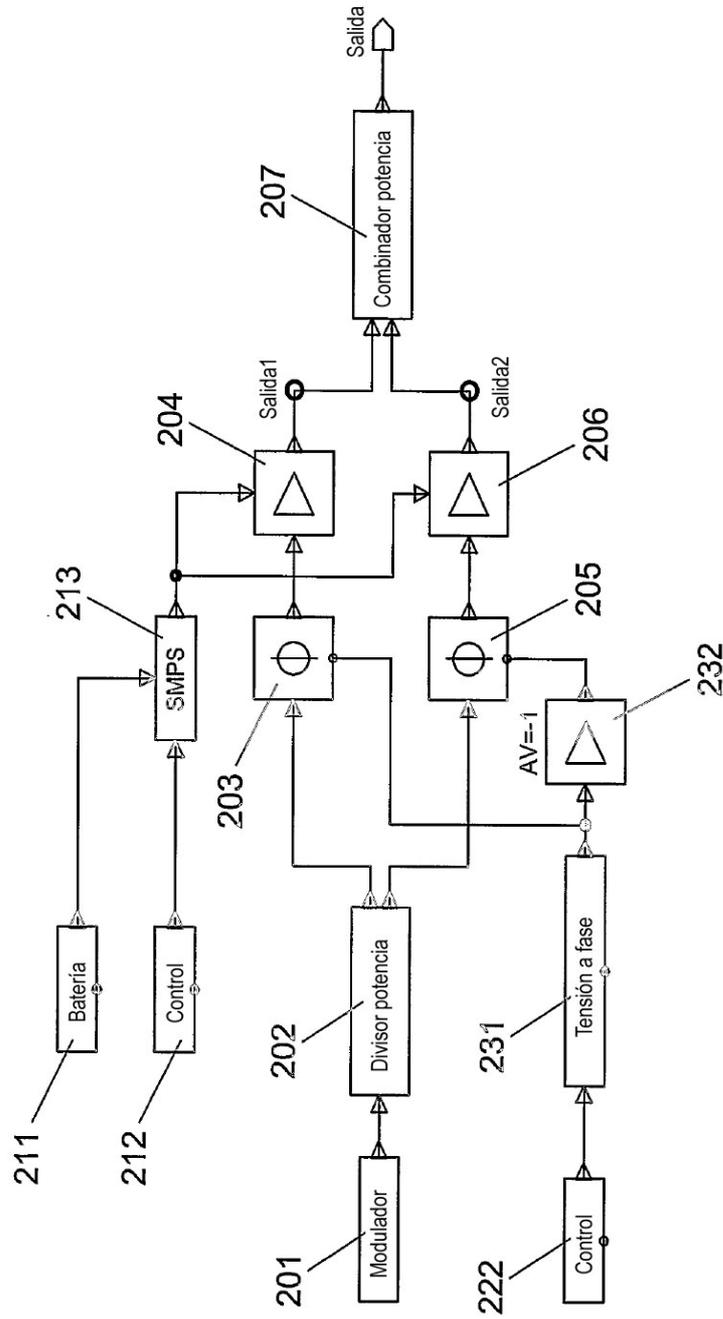


FIG. 2

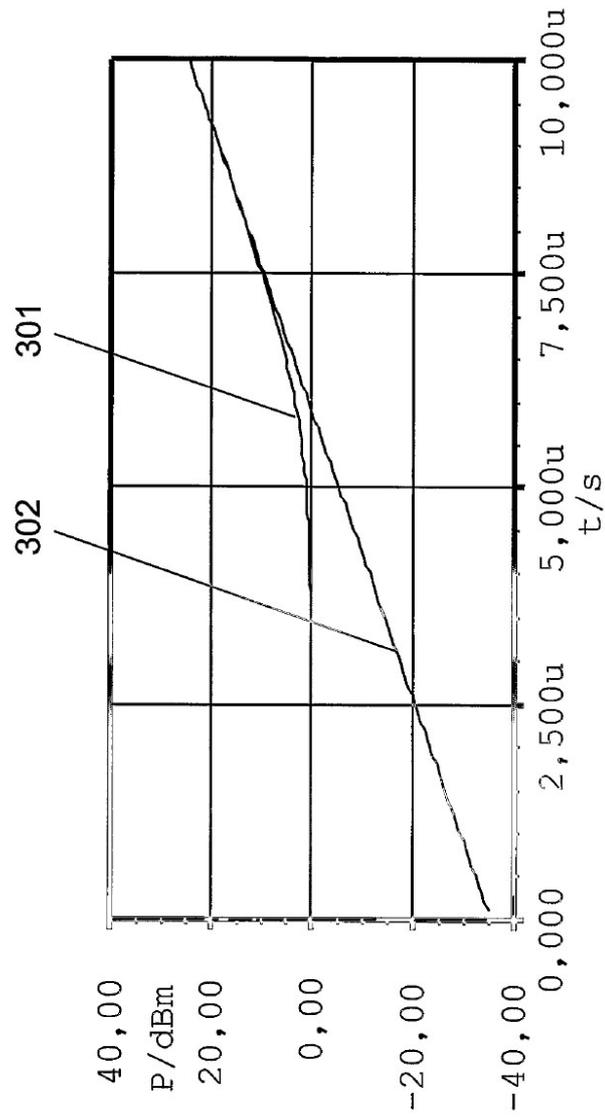


FIG. 3

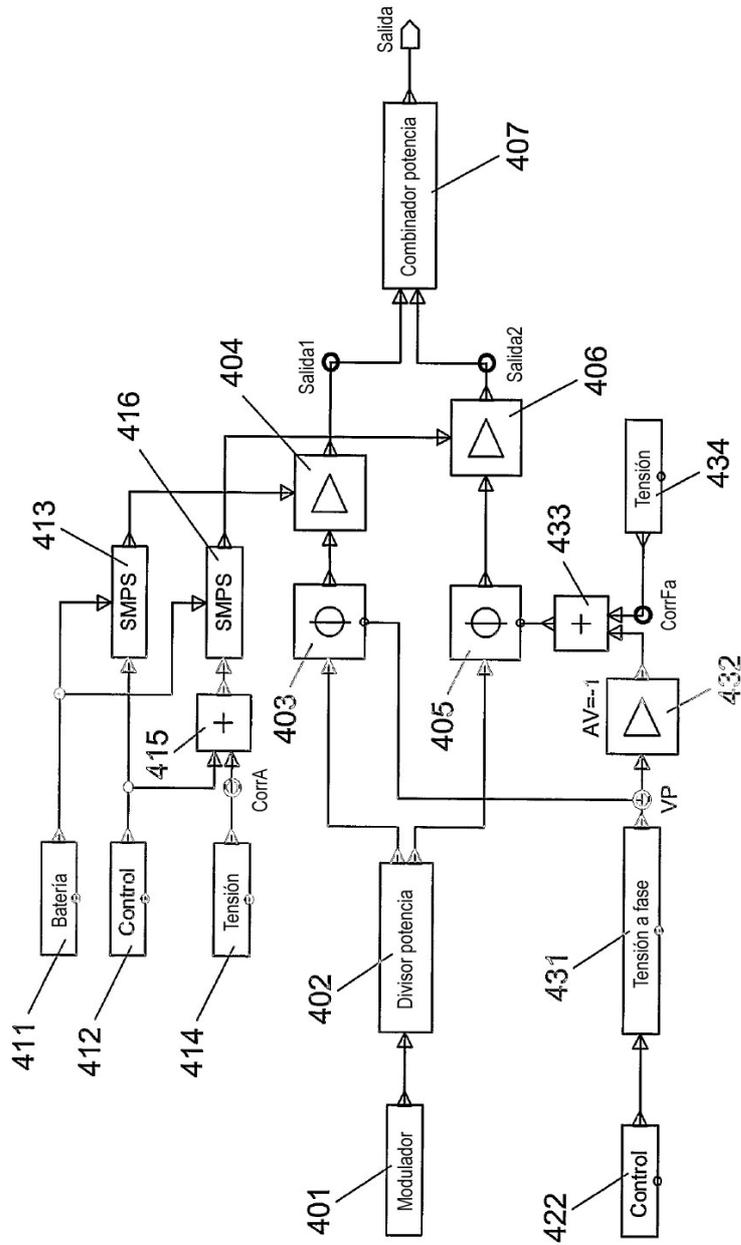


FIG. 4

