

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 103**

51 Int. Cl.:

G01R 27/04 (2006.01)

G01R 31/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.06.2007 PCT/EP2007/005133**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.01.2008 W08003385**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2007 E 07725948 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.02.2017 EP 2035840**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar una disposición para determinar los parámetros característicos de funcionamiento de un amplificador de potencia de alta frecuencia**

30 Prioridad:

05.07.2006 DE 102006031053

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

15.06.2017

73 Titular/es:

**ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG (100.0%)
MÜHLDORFSTRASSE 15
81671 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**HÖBEL, DANIEL y
KÖHLER, HENDRIK**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 617 103 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

Procedimiento para hacer funcionar una disposición para determinar los parámetros característicos de funcionamiento de un amplificador de potencia de alta frecuencia

5 La invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar una disposición para determinar parámetros característicos de funcionamiento de un amplificador de potencia de alta frecuencia.

10 En el manejo de amplificadores de potencia HF, por ejemplo, la etapa final de potencia de transistor de un emisor de ondas cortas de frecuencia variable, es necesario determinar diferentes parámetros característicos de funcionamiento en la salida del amplificador de potencia. Para ello se conoce de los documentos DE 27 10 752 A1 o DE 39 18 159 A1, medir en la línea de conexión entre el amplificador de potencia y la carga compleja, por ejemplo, de una antena, mediante acopladores direccionales la tensión de avance proporcional a la onda anterior y la tensión de retorno correspondiente a la onda reflectada de retorno, por ejemplo, mediante acopladores direccionales. A partir de estas tensiones analógicas medidas en el estado de alta frecuencia se calcula entonces habitualmente con una unidad aritmética analógica el parámetro característico de funcionamiento deseado del amplificador. Una desventaja de las disposiciones conocidas es, que como consecuencia del procesamiento de las magnitudes de medición en el plano HF, los cálculos son relativamente laboriosos y complicados, incluso cuando estos cálculos se llevan a cabo digitalmente.

20 El documento US 2003/0111997 A1 describe una disposición, en la cual un amplificador de potencia emite una señal a una carga de antena y se proporciona un circuito acoplador para registrar una potencia de salida de la señal. En dos puntos, en concreto antes y después de un circuito de adaptación se registran correspondientemente una señal de tensión o una señal de tensión y una de corriente incluyendo informaciones de magnitud y de fase. Un procesador calcula a partir de las señales registradas la potencia de salida.

25 El documento US 5,564,086 describe una configuración, en la cual existe un circuito de adaptación entre amplificador y antena y hay dispuesto un acoplador direccional entre circuito de adaptación y antena. El acoplador direccional registra un componente de avance y un componente reflejado de una señal. Los componentes de señal registrados se entregan a un procesador, el cual genera a partir de ellos una señal de retroalimentación, que se entrega al circuito de adaptación.

30 Del documento EP 1 079 233 A1 se desprende una disposición para determinar parámetros para una unidad de sintonización. La línea de conexión tiene para ello entre el amplificador y la antena un sensor para la determinación de la tensión compleja. Un transformador de corriente sirve para la determinación de la corriente compleja. La bobina de acoplamiento para la determinación de la corriente compleja está conectada con un transpondedor de frecuencia para evaluación adicional.

35 El documento DE 27 10 752 A1 muestra una disposición para medir la onda de avance y de retorno en una línea de alta frecuencia con un acoplador direccional.

40 Es objetivo de la invención continuar desarrollando un procedimiento de funcionamiento para una disposición de este tipo.

45 Este objetivo se logra mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. De las reivindicaciones secundarias resultan perfeccionamientos ventajosos.

50 Según la invención, las tensiones de avance y de retroceso determinadas correspondientemente por separado y digitalizadas, se mezclan en la línea de conexión entre amplificador de potencia y carga mediante convertidores descendentes digitales a la banda base, es decir, a una frecuencia portadora 0 Hz. Debido a ello se reduce la frecuencia de muestreo y el cálculo posterior de los diferentes parámetros característicos de funcionamiento en el ordenador se vuelve notablemente más sencillo. Se logra además de ello, una mejor resolución. La obtención por separado de la tensión de avance o retorno en la línea se produce de forma conocida por ejemplo, mediante acopladores direccionales. Otra posibilidad consiste en utilizar para ello una disposición que permita por vía de cálculo la determinación de la tensión de avance y retorno, ya en forma digital y que entonces ya solo han de disminuirse desde la situación de alta frecuencia a la banda base. Preferiblemente se proporciona entre el convertidor descendente digital y el ordenador, también un filtro de selección.

55 Con una disposición pueden calcularse de esta manera en el ordenador con un bajo esfuerzo de cálculo a partir de la magnitud y fase de la tensión de avance y magnitud y fase de la tensión de retorno, las diferentes parámetros característicos de funcionamiento deseados del amplificador como potencia de avance o de retorno compleja, la impedancia de carga completa de la antena, el factor de reflexión o el factor de ondulación en la línea de conexión configurado en general como línea coaxial, entre la salida del amplificador de potencia de alta frecuencia y la antena, mediante el uso de algoritmos correspondientemente conocidos. Con la disposición no solo pueden determinarse los parámetros característicos de funcionamiento nombrados anteriormente mencionadas a modo de ejemplo, de un amplificador de potencia HF, sino que con los valores digitales puestos a disposición en el ordenador pueden

llevarse a cabo también otros cálculos mediante el uso de correspondientes algoritmos conocidos, los cuales son útiles para el funcionamiento del amplificador de potencia. De esta manera, mediante un algoritmo conocido, puede por ejemplo, desmodularse digitalmente en la línea, y en concreto, según aquel modo de desmodulación que corresponda al modo de modulación en la producción de la señal de alta frecuencia amplificada a través del amplificador de potencia, es decir, por ejemplo, según modulación de amplitudes, modulación de frecuencia, modulación de fase o cualesquiera otros tipos de modulación de valor más elevado.

La señal útil desmodulada digitalmente de esta manera en la salida del amplificador de potencia puede hacerse retornar entonces para la evaluación cualitativa de la señal de salida, a la entrada del sistema inalámbrico y hacerse allí por ejemplo, audible, mediante un altavoz de escucha. De esta manera puede producirse una llamada señal de escucha local, con la cual puede supervisarse y mejorarse el confort de habla de un sistema inalámbrico de telefonía de onda corta. Esta posibilidad de respuesta de la propia voz es superior a las retroalimentaciones directas usadas hasta el momento tras el amplificador de micrófono en un altavoz de escucha, dado que todos los niveles del sistema inalámbrico, incluyendo el amplificador final, se evalúan. Esta posibilidad de la desmodulación de la señal útil directamente en el punto de base de la antena puede usarse igual de bien en el funcionamiento CW o en la transmisión de señales digitales de forma ventajosa para la supervisión.

Otra posibilidad consiste en determinar a partir de los datos digitales suministrados al ordenador, que se corresponden con la tensión de avance compleja, las distorsiones de la etapa final que resultan debido a no linealidad.

De esta manera, la señal útil suministrada al amplificador de potencia puede distorsionarse previamente de forma conocida antes de la amplificación de forma contraria a la distorsión, de manera que con ello se compensan las distorsiones en el amplificador de potencia. Esta determinación de la potencia en la etapa final puede supervisarse también continuamente durante el funcionamiento, de manera que también en caso de una modificación de la carga, por ejemplo, la conexión de otra antena o en caso de una modificación de la frecuencia a través de una correspondiente modificación de la distorsión previa se linealiza el sistema de manera autónoma.

Como ordenador se adecua cualquier procesador de señal habitual o para tareas especiales un llamado FPGA (*Field Programmable Gate Array*), con el cual pueden calcularse por ejemplo, según el llamado algoritmo Cordic, los cálculos digitales descritos arriba con un esfuerzo mínimo.

La invención se explica a continuación con mayor detalle mediante un dibujo esquemático y fórmulas de cálculo a modo de ejemplo mediante ejemplos de realización. En el dibujo muestra:

La Fig. 1 el diagrama de circuito de principio de una etapa final de potencia de ondas cortas con el perfeccionamiento según la invención.

La Fig. 1 muestra el diagrama de circuito de principio de una etapa final de potencia de ondas cortas con un amplificador de potencia HF 1, al cual se entrega la señal útil que ha de amplificarse desde un dispositivo de control y de modulación 2. La salida del amplificador de potencia 1 alimenta una antena 4 a través de una línea de conexión 3 coaxial.

Mediante un dispositivo de acoplamiento 5, por ejemplo, un acoplador direccional, se obtiene una tensión de avance \vec{U}_V compleja y la tensión de retorno \vec{U}_R compleja reflejada por la antena, que se digitalizan en convertidores AD 6, 7. A continuación, estas tensiones de avance y retorno digitales obtenidas por separado se reducen mediante convertidores descendentes 8, 9 (*Digital Down Converter DDC*) desde el nivel HF de la señal HF a la banda base (0Hz) y finalmente tras atravesar filtros de selección 10 y 11, se continúan procesando en un ordenador 12. Estos valores de tensión de avance y de retorno digitales transmitidos al ordenador y mezclados en la banda base comprenden aún todas las informaciones de fase, de manera que en el ordenador 12 pueden calcularse a partir de ellos los parámetros característicos complejos más diversos, por ejemplo, la impedancia de carga compleja o los parámetros de dispersión de la antena.

La información de fase compleja resulta del registro y procesamiento simultáneo de la tensión de avance y de retorno en los dos convertidores descendentes 8 y 9 digitales. Los convertidores descendentes digitales consisten por ejemplo, en un mezclador que mezcla la señal en la banda base, así como en un filtro CIC (*Cascaded Integrated Comb-Filter*) adicional. Mediante este último, la frecuencia de muestreo se reduce de la situación HF a la situación de banda base. Con los filtros 10 y 11 adicionales se suprimen productos reflejados y de alias. También debido a ello se mantiene la información de fase.

El cálculo de los parámetros característicos de funcionamiento del amplificador en el ordenador 12 se produce según fórmulas conocidas de la teoría de la potencia, como se describen por ejemplo, en el manual de Meinke/Grundlach, libro de bolsillo de la técnica de alta frecuencia.

De esta manera, a partir de la tensión de avance-retorno compleja, puede calcularse la impedancia de carga Z

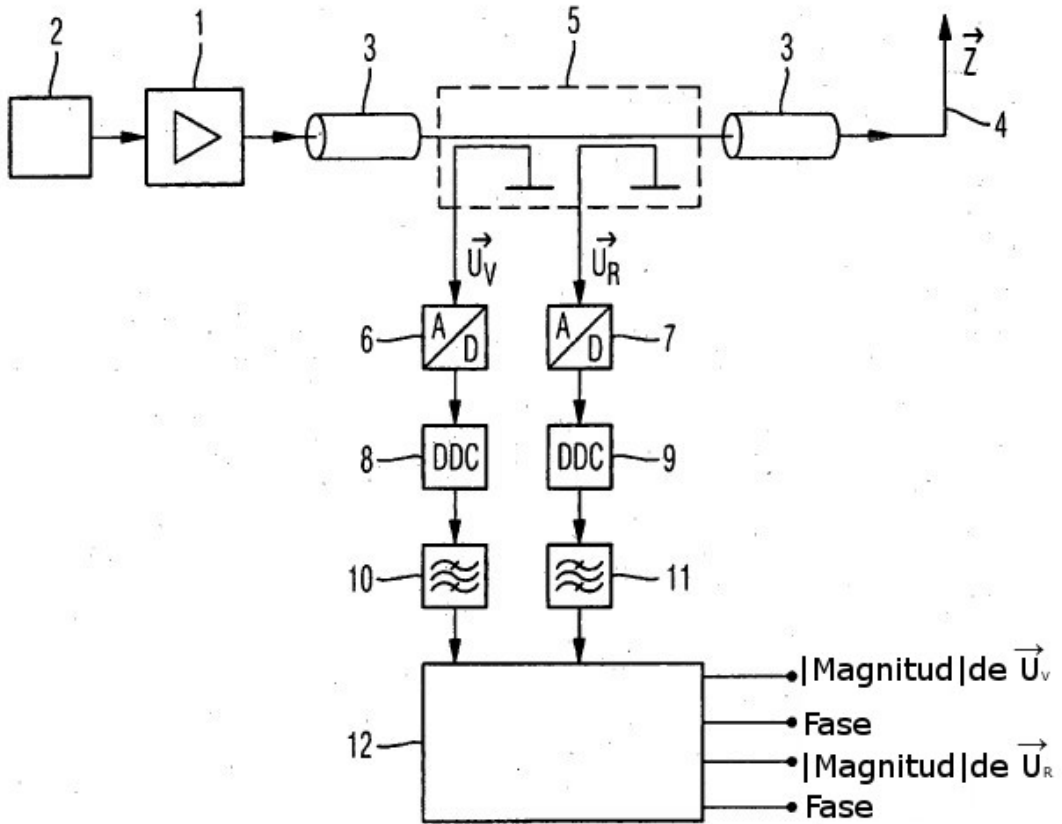
5 compleja. Con esta impedancia de carga compleja conocida pueden mejorarse de esta forma entonces mediante conexión adaptativa de partes de línea de 50 ohmios de diferente longitud entre el amplificador de potencia 1 y la antena 4, la potencia absorbida, la intermodulación y/o la distancia de onda armónica, dado que mediante las partes de línea conectadas puede optimizarse de tal forma la adaptación compleja, que el amplificador de potencia se hace funcionar en un rango de adaptación óptimo. De esta manera, puede producirse por ejemplo, un carácter de filtro paso bajo y trabajarse en un rango capacitivo, de manera que se mejora la distancia de onda armónica. También puede optimizarse de esta manera la amplificación, dado que el amplificador de potencia puede adaptarse mejor a sus parámetros de dispersión. De esta manera puede optimizarse por lo tanto a través del cálculo de la impedancia de carga compleja el rendimiento del amplificador de potencia.

10 Según la relación (I) puede calcularse también el rendimiento de avance complejo o según (II) el rendimiento de retorno, siendo k un factor determinado empíricamente o mediante cálculo, el cual depende de la función característica del acoplamiento y de la estructura general. Según la relación (III) puede calcularse por ejemplo también el factor de reflexión Γ complejo o según la relación (IV) el factor de ondulación s (VSWR).

15 La invención no se limita al ejemplo de realización descrito. También es posible una desmodulación digital de la señal útil, como se ha descrito más arriba, igualmente la determinación de las distorsiones del amplificador y la linealización posible de esta manera mediante distorsión previa correspondiente de la señal de entrada.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar una disposición para determinar parámetros característicos de funcionamiento de un amplificador de potencia de alta frecuencia (1),
 5 siendo los parámetros característicos de funcionamiento tensiones de avance y de retorno complejas y/o potencias de avance y de retorno complejas y/o una impedancia de carga compleja y/o un factor de reflexión y/o un factor de ondulación en la línea de conexión (3) entre la salida del amplificador de potencia (1) y una carga compleja, presentando la disposición un dispositivo de acoplamiento (5) que está configurado para obtener la tensión de avance analógica compleja y la tensión de retorno analógica compleja en la línea de conexión (3),
 10 presentando la disposición un primer conversor analógico/digital (6) para digitalizar la tensión de avance analógica compleja (\vec{U}_V) y presentando un segundo conversor analógico/digital (7) para digitalizar la tensión de retorno analógica compleja (\vec{U}_R),
 presentando la disposición un primer conversor descendente digital (8) que está configurado para reducir la tensión de avance digital a la banda base a razón de 0 Hz, y presentando un segundo conversor descendente digital (9) que
 15 está configurado para reducir la tensión de retorno digital a la banda base a razón de 0 Hz,
 presentando la disposición un ordenador (12), el cual, a partir de las tensiones de avance y de retorno analógicas digitalizadas reducidas a la banda base, calcula los parámetros característicos de funcionamiento deseados, y calculándose, a partir de la tensión de avance compleja y de la tensión de retorno compleja, la impedancia de carga compleja de la carga, que es una antena, y, con esta impedancia de carga compleja conocida de esta forma, se
 20 mejoran mediante conexión adaptativa de partes de línea de 50 ohmios de diferente longitud entre el amplificador de potencia de alta frecuencia (1) y la antena, la potencia absorbida, la intermodulación y la distancia de onda armónica, en cuanto que mediante las partes de línea conectadas se optimiza de tal forma la adaptación compleja, que el amplificador de potencia de alta frecuencia (1) se hace funcionar en un rango de adaptación óptimo.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, calculando el ordenador (12), a partir de las tensiones de avance y de retorno analógicas digitalizadas reducidas a la banda base, la potencia de avance y/o de retorno compleja.
- 30 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, calculando el ordenador (12), a partir de las tensiones de avance y de retorno analógicas digitalizadas reducidas a la banda base, el factor de reflexión complejo.
- 35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, calculando el ordenador (12), a partir de las tensiones de avance y de retorno analógicas digitalizadas reducidas a la banda base, el factor de ondulación.
- 40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, desmodulando digitalmente el ordenador (12) la señal HF a partir de las tensiones de avance y de retorno analógicas digitalizadas reducidas a la banda base, según el correspondiente modo de modulación que se use en la producción de una señal HF amplificada a través del amplificador de potencia.
- 45 6. Procedimiento según la reivindicación 5, determinando el ordenador (12) a partir de las tensiones de avance y de retorno analógicas digitalizadas reducidas a la banda base, la distorsión del amplificador de potencia y calculando entonces a partir de ello la compensación de esta distorsión de la señal HF que ha de amplificarse.



\vec{U}_V = Tensión de avance compleja

\vec{U}_R = Tensión de retorno compleja

$$\vec{P}_V = K \cdot \vec{U}_V \quad (I)$$

$$\vec{P}_R = K \cdot \vec{U}_R \quad (II)$$

$$\vec{r} = \frac{\vec{U}_R}{\vec{U}_V} \quad (III)$$

$$\vec{s} = \frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{\vec{U}_V}{\vec{U}_R} \quad (IV)$$

Fig. 1