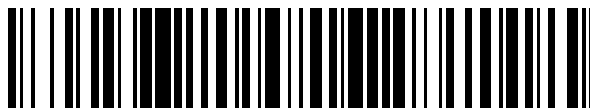


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 175**

21 Número de solicitud: 201530342

51 Int. Cl.:

G01R 23/00 (2006.01)

G01K 11/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

17.03.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.09.2016

Fecha de la concesión:

18.01.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

25.01.2017

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
(100.0%)**

**Jordi Girona, 31
08034 Barcelona (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

**ARAGONÉS CERVERA, Xavier;
VIDAL LÓPEZ, Eva María;
MATEO PEÑA, Diego y
ALTET SANAHUJES, Josep**

54 Título: **Procedimiento para la medición de la frecuencia central y el ancho de banda 3dB en amplificadores sintonizados o de banda estrecha mediante mediciones de temperatura en continua**

57 Resumen:

Procedimiento para la medición de la frecuencia central y del ancho de banda a 3dB en amplificadores sintonizados o de banda estrecha mediante mediciones de temperatura en continua.

La presente invención se refiere a un procedimiento para la medición de la frecuencia central y del ancho de banda a 3dB de amplificadores sintonizados o de banda estrecha mediante mediciones de temperatura en continua. La fig. 1 muestra un circuito integrado (1) que contiene un amplificador sintonizado (2). La figura también muestra el generador que suministra una tensión continua para alimentar al amplificador (3) y el generador de señal (4) que proporciona al amplificador una función sinusoidal. Mediciones de la amplitud de la componente continua de la temperatura en puntos seleccionados del circuito integrado, en este caso el punto (6), permiten la medición de la frecuencia central del amplificador, y de su ancho de banda a 3dB, mediante la utilización de simples instrumentos de medición de tensiones continuas.

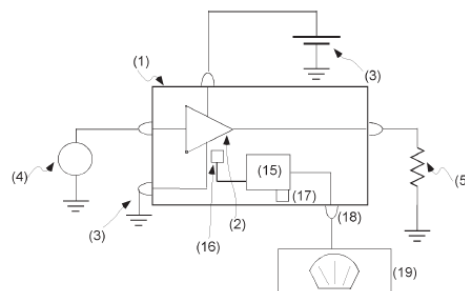


Figura 3

ES 2 583 175 B2

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN DE LA FRECUENCIA CENTRAL Y EL ANCHO DE BANDA 3DB EN AMPLIFICADORES SINTONIZADOS O DE BANDA ESTRECHA MEDIANTE MEDICIONES DE TEMPERATURA EN CONTINUA5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un procedimiento para la medición de la frecuencia central y el ancho de banda 3dB de amplificadores sintonizados o de banda estrecha mediante mediciones de temperatura en continua. El sector de la técnica es el de caracterización y test de circuitos electrónicos analógicos, en concreto, circuitos
10 amplificadores sintonizados para aplicaciones de alta frecuencia.

Estado de la técnica

La respuesta en frecuencia de la ganancia en amplificadores sintonizados o de banda estrecha se puede caracterizar mediante dos figuras de mérito relevantes: la frecuencia central y el ancho de banda a 3dB. La frecuencia central, denominada f_0 , viene
15 caracterizada por ser aquella a la que el amplificador ofrece una ganancia máxima. El ancho de banda a 3 dB, denominado BW3dB, se calcula mediante la diferencia $BW3dB = f_{CH} - f_{CL}$, siendo f_{CH} y f_{CL} dos frecuencias de corte. Las dos frecuencias de corte se definen como aquellas que verifican: (a) f_{CH} es mayor que f_0 y a esta frecuencia la ganancia del amplificador se ha atenuado 3dB respecto a la ganancia ofrecida a f_0 , y
20 (b) f_{CL} es menor que f_0 y a esta frecuencia la ganancia del amplificador se ha atenuado 3dB respecto a la ganancia ofrecida a f_0 .

Para caracterizar la respuesta de amplificadores sintonizados, y poder medir su f_0 y su BW3dB, se aplica a la entrada del amplificador una señal sinusoidal de amplitud constante y frecuencia variable. Se mide a la salida del amplificador la amplitud y
25 diferencia de fase de la señal sinusoidal de la misma frecuencia que la señal de entrada. Ganancia se define como el cociente entre la amplitud de la señal medida a la salida respecto a la amplitud de la señal aplicada a la entrada. Al graficar la ganancia en función de la frecuencia de entrada, expresada en decibelios, se puede obtener tanto la frecuencia central como el ancho de banda.

El procedimiento de caracterización actual, al que en este documento denominamos procedimiento clásico, se basa en la medida directa de magnitudes eléctricas (tensión y/o corriente) a la salida del amplificador. Es por tanto un requerimiento obligado que los nodos en los que se haga la medida sean accesibles para poder conectar a ellos los instrumentos de medida. Adicionalmente, el circuito amplificador debe haberse diseñado de tal forma que la conexión de los instrumentos de medida no altere su funcionamiento, específicamente las figuras de mérito a caracterizar. Adicionalmente también, se requiere el disponer de equipos de medición de alta frecuencia (radio frecuencia o ondas milimétricas) si el amplificador tiene su frecuencia central dentro de este rango de frecuencias.

En cuanto a la utilización de la magnitud temperatura para realizar caracterización y test en circuitos analógicos integrados, la patente [1] propone un procedimiento para la detección de anomalías estructurales en circuitos analógicos integrados, consistente en la medida dinámica (en el tiempo) de la temperatura en diferentes puntos de la superficie del cristal semiconductor, llevada a cabo mediante circuitos sensores de temperatura integrados en el mismo cristal del circuito que se verifica. La patente [2] propone la utilización de mediciones de temperatura para la caracterización eléctrica, de forma genérica, de circuitos analógicos integrados en un cristal semiconductor. La patente [3] propone un procedimiento específico para obtener una característica concreta, el punto de intercepción de tercer orden, en amplificadores sintonizados integrados en un cristal semiconductor mediante la medición de temperatura, mientras que la patente [4] propone un procedimiento específico para obtener la frecuencia central, y la patente [5] propone un procedimiento específico para obtener el ancho de banda a 3 dB, en todos los casos en amplificadores sintonizados integrados en un cristal semiconductor y mediante la medición de temperatura.

Los procedimientos propuestos en [2], [3], [4] y [5] demandan todos ellos ciertos requisitos, como son (1) se necesita que la señal aplicada al circuito contenga como mínimo dos componentes sinusoidales de diferente frecuencia, ambas dentro de la banda de trabajo del circuito a caracterizar, y (2) la medida de temperatura se debe de realizar a una frecuencia específica, relacionada con la diferencia de frecuencias de las componentes sinusoidales de entrada. Ambos requisitos aumentan la complejidad práctica del procedimiento de medida.

[1] P200002735 Procedimiento de verificación estructural de circuitos integrados analógicos basado en la observación interna y concurrente de temperatura.

[2] P200501512 Procedimiento para la caracterización eléctrica de circuitos analógicos integrados en un cristal semiconductor mediante la medición de temperatura.

5 [3] P201330902, Procedimiento para la obtención del punto de intercepción de tercer orden en circuitos analógicos lineales integrados en un cristal semiconductor mediante la medición de temperatura.

[4] P200601291 Procedimiento para la obtención de la frecuencia central en amplificadores sintonizados integrados en un cristal semiconductor mediante la
10 medición de temperatura.

[5] P201430165, Procedimiento para la medición del ancho de banda 3dB en amplificadores sintonizados o de banda estrecha mediante mediciones de temperatura en pequeña señal.

Descripción de la invención

15 El procedimiento de caracterización clásico presenta importantes inconvenientes. El primero de ellos es la necesidad de accesibilidad al nodo de salida del amplificador para realizar la medida eléctrica. El segundo es que la conexión de un elemento externo a la salida de un amplificador de radio frecuencia (RF) o de ondas milimétricas altera su respuesta frecuencial, por lo que dicho circuito amplificador debe haberse
20 diseñado teniendo en cuenta el efecto de la conexión del instrumento de medida. Y el tercero es, en el caso de que el amplificador sea de aplicaciones de radio frecuencia (RF) o de ondas milimétricas, la necesidad de disponer de equipos de alta frecuencia para medir la potencia media suministrada a la carga.

Las altas prestaciones que permiten las tecnologías de fabricación de circuitos
25 integrados, fundamentalmente las basadas en transistores de efecto de campo MOS, juntamente con los exigentes requerimientos del mercado en cuanto a bajo coste de fabricación y bajo consumo, han provocado la tendencia en el diseño y fabricación de sistemas electrónicos a integrar el mayor número posible de componentes y circuitos en un número mínimo de chips, minimizando al mismo tiempo el número de entradas y
30 salidas externas. Esto produce una disminución en la accesibilidad de nodos del sistema integrado, con las consiguientes limitaciones para la caracterización y test de

los circuitos internos del chip mediante medición directa de tensiones y corrientes de los mismos. Adicionalmente, la necesidad de disponer de circuitos que trabajen a frecuencias de trabajo cada vez mayores, implican el uso de tecnologías con capacidad de fabricar dispositivos de dimensiones submicrónicas. En dichas tecnologías las variaciones de proceso son grandes, hecho que demanda que, para aumentar el rendimiento de fabricación y/o optimizar las prestaciones del circuito, sea necesaria una calibración del mismo. En ciertas aplicaciones, esta calibración se tiene que hacer de forma regular, siendo necesaria la realización de mediciones de campo. Otro beneficio de poder hacer calibraciones de forma regular es poder prevenir de forma activa los efectos que el envejecimiento de los materiales puede tener sobre las prestaciones de los dispositivos y circuitos.

Una solución que permite caracterizar eléctricamente un circuito analógico en campo y/o de forma concurrente, consiste en incluir dentro del mismo cristal semiconductor un circuito sensor que realice la medición de la característica deseada. La solución clásica para implementar esta estrategia presenta dos mayores inconvenientes: el primero, la dificultad que supone el diseñar circuitos sensores para medir las características de circuitos de alta frecuencia (circuitos de radio frecuencia y de ondas milimétricas) con alta fiabilidad, bajo coste de diseño y bajo coste de fabricación (hecho que implica ocupar poca área del circuito integrado, es decir, tener pocos dispositivos). El segundo inconveniente es la necesidad de realizar un co-diseño del circuito a caracterizar y del circuito sensor, ya que el hecho de cargar alguno de los nodos que procesa información analógica del circuito a caracterizar con un circuito sensor, va a alterar en mayor o menor medida las prestaciones del circuito a caracterizar. Es bien conocido que cuanto más alta es la frecuencia de trabajo de un circuito analógico, más sensible es a variaciones de los valores de impedancia de los nodos que constituyen el circuito. Para minimizar estos efectos, se necesita diseñar conjuntamente el circuito a caracterizar y el circuito sensor, incrementando los costes y la complejidad del diseño.

La utilización de mediciones de temperatura para realizar la caracterización de circuitos analógicos ofrece una solución exenta de los inconvenientes anteriormente mencionados. En primer lugar, la medida de temperatura se realiza a frecuencias muy por debajo de las frecuencias de operación del circuito amplificador (radio frecuencia u ondas milimétricas), lo que facilita enormemente el diseño del circuito sensor y su bajo

coste. En segundo lugar, la medida de temperatura no requiere de ninguna conexión eléctrica a los nodos del amplificador, eliminando pues la necesidad de diseñar conjuntamente el circuito a caracterizar y el circuito sensor. Por último, la medida de temperatura elimina la necesidad de disponer de equipos de alta frecuencia para medir la potencia media suministrada.

La caracterización de circuitos analógicos mediante mediciones de temperatura se basa en la relación lineal que existe entre el incremento de temperatura (respecto a la temperatura ambiente) experimentado en la superficie del cristal semiconductor y la potencia disipada por los dispositivos existentes en este cristal semiconductor. La figura 2 muestra una topología de amplificador sintonizado, la más simple, que se va a utilizar para describir el principio de funcionamiento del método presentado en esta patente (este procedimiento se puede aplicar para cualquier topología de amplificador sintonizado). En concreto, el amplificador de la figura 2 está formado por un transistor tipo MOS (7) y por una carga (8) formada por el paralelo de una resistencia (R), bobina (L) y capacidad (C) que resuena a la frecuencia f_0 . El procedimiento expuesto en la patente puede ser empleado para amplificadores que estén formados por otro tipo de dispositivos activos, tales como transistores bipolares.

Asumiendo un modelo lineal de primer orden para el transistor, la ganancia de tensión de pequeña señal del amplificador a la frecuencia f , $A_v(f)$, se puede escribir como:

$$A_v(f) = -g_m Z_L(f) \rightarrow |A_v(f)| = g_m |Z_L(f)|$$

Donde $Z_L(f)$ es la impedancia de la carga RLC del amplificador a la frecuencia f y g_m es el factor de transconductancia de pequeña señal del amplificador, siendo f la frecuencia arbitraria a la que opera el amplificador.

Para que el circuito funcione, necesita que éste sea polarizado en continua, aplicando tensiones de alimentación (3) y de polarización en la entrada (9). Como consecuencia de la polarización, el nodo de salida del amplificador (10) presentará una tensión continua V_{outDC} , mientras que por el transistor MOS (7) circulará una corriente continua I_{DC} . La potencia disipada por el transistor MOS, en ausencia de señal, será pues

$$Pot_M|_{ref} = V_{outDC} \cdot I_{DC}$$

Para aplicar el procedimiento expuesto en esta patente, se deberá aplicar una señal alterna a la entrada del amplificador (9), consistente en una única función sinusoidal. La tensión total a la entrada del amplificador (9) será pues la suma de la tensión continua de polarización y la señal alterna aplicada,

$$V_{in}(t) = V_{inDC} + A \cos(2\pi f_{in} \cdot t)$$

donde t es tiempo, V_{inDC} es la tensión de polarización, A es la amplitud de la señal de entrada y f_{in} es su frecuencia.

La corriente total a través del transistor MOS (7) del amplificador se puede escribir como la suma de una corriente continua I_{DC} , debida a la polarización, y una serie de funciones coseno de diferentes frecuencias, denominados armónicos. Del mismo modo, la tensión en el nodo de salida (10) del amplificador se puede escribir como la suma de una tensión continua V_{outDC} , debida a la polarización, y una serie de funciones coseno de diferentes frecuencias, denominados armónicos. En condiciones razonables de linealidad, los armónicos a frecuencias diferentes a f_{in} serán de magnitud significativamente inferior al armónico de frecuencia igual a f_{in} , y adicionalmente estarán fuertemente atenuados por el efecto de filtraje de la carga RLC. Por lo tanto, la corriente total circulando a través del transistor MOS (7) se podrá expresar como:

$$I_D(t) = I_{DC} + g_m \cdot A \cos(2\pi f_{in} \cdot t)$$

mientras que la tensión total a la salida del amplificador (10) se podrá expresar como:

$$V_{out}(t) = V_{outDC} - g_m \cdot Z_L(f_{in}) \cdot A \cos(2\pi f_{in} \cdot t)$$

donde V_{outDC} es la tensión continua de polarización a la salida del amplificador.

La potencia disipada por el transistor MOS se expresa entonces como:

$$Pot_M(t) = V_{out}(t) \cdot I_D(t) = (V_{outDC} - g_m \cdot Z_L(f_{in}) \cdot A \cos(2\pi f_{in} t)) \cdot (I_{DC} + g_m \cdot A \cos(2\pi f_{in} t))$$

Esta potencia presenta componentes en continua, y a las frecuencias f_{in} y $2f_{in}$. La expresión de la componente en continua, en la condición habitual $2Q \gg 1$, (siendo Q el factor de calidad de la carga RLC), es:

$$Pot_M|_{DC} = V_{outDC} \cdot I_{DC} - \frac{g_m^2 \cdot |Z_L(2\pi f_{in})| \cdot \cos(\varphi_{fin}) \cdot A^2}{2} = V_{outDC} \cdot I_{DC} - \frac{|A_V(f_{in})| g_m \cdot \cos(\varphi_{fin}) \cdot A^2}{2}$$

- 5 donde $|Z_L(2\pi f_{in})|$ es el módulo de la impedancia de la carga RLC a la frecuencia f_{in} , y φ_{fin} es su fase a dicha frecuencia.

La expresión anterior muestra:

1. Que la aplicación de una señal alterna a la entrada del amplificador, produce un decremento de la componente continua de la potencia disipada por el transistor MOS, respecto a la potencia disipada en ausencia de señal y debida a la polarización.
2. Que dicho decremento de la componente continua de la potencia disipada por el transistor MOS es directamente proporcional a la ganancia del amplificador a la frecuencia f_{in} .
3. Al ser la variación de la temperatura en la superficie del cristal semiconductor proporcional a la potencia disipada por el transistor MOS, la amplitud de la componente espectral en continua de la temperatura en la superficie del cristal semiconductor es proporcional a la ganancia del amplificador a la frecuencia f_{in} .
4. Para caracterizar la respuesta en frecuencia del amplificador frente a la señal aplicada a la entrada, es necesario un paso previo de calibración, para obtener el valor de referencia de la potencia disipada debida exclusivamente a la polarización.
5. Para realizar dicha calibración, se aplicarán tensiones de alimentación y de polarización en la entrada del amplificador, mientras que no se aplicará señal alguna. Simultáneamente, se medirá la amplitud de la componente espectral en continua de la temperatura en la superficie del cristal semiconductor, cerca de donde está ubicado el transistor MOS, obteniéndose el valor de referencia debido exclusivamente a la polarización.

6. Para medir la frecuencia central f_0 del amplificador y el ancho de banda a 3dB BW3dB, se tiene que aplicar la señal de entrada y hacer un barrido de la frecuencia f_{in} de dicha señal, desde un valor inicial hasta un final dentro de la banda de interés. Simultáneamente, se medirá la amplitud de la componente espectral en continua de la temperatura en la superficie del cristal semiconductor una vez se ha conseguido el estado térmico estacionario, obteniéndose la variación de dicha amplitud respecto al valor de referencia debido a la polarización. Tal y como muestra la figura 4, se representa el valor absoluto de la variación de la amplitud de la componente espectral en continua de la temperatura en una escala logarítmica, de forma que se representa como $20 \cdot \log(\text{valor absoluto de variación de temperatura medida})$ en el eje vertical (20) y frecuencia f_{in} en el eje horizontal (21).

7.- La frecuencia (22) donde se produce la máxima variación (23) (máximo decremento de temperatura) corresponde a la frecuencia central del amplificador f_0 . Esto es así porque la frecuencia central es aquella a la que el amplificador ofrece una ganancia $|A_v(f_{in})|$ máxima, y adicionalmente la carga RLC se encuentra en resonancia a dicha frecuencia, por lo que la fase de su impedancia es de 0° , tomando el término $\cos(\varphi_{fin}) = \cos(0^\circ) = 1$ su valor máximo.

8. Las dos frecuencias de corte, superior (25) e inferior (24), del amplificador se pueden determinar al observar en qué valores de frecuencia la variación de temperatura se encuentra 6 dB por debajo del valor medido a la frecuencia central. Esto es así porque las frecuencias de corte son aquellas a las que el amplificador ofrece una ganancia $|A_v(f_{in})|$ 3 dB por debajo de aquella a la frecuencia central, mientras que adicionalmente la fase de la carga RLC a dichas frecuencias es de $\pm 45^\circ$, verificándose que $\cos(\varphi_{fin}) = \cos(45^\circ) = 1/\sqrt{2}$, siendo $20 \log(1/\sqrt{2}) = -3dB$.

9. El ancho de banda a 3 dB, BW3dB, se calcula mediante la diferencia de las frecuencias de corte superior (25) e inferior (24).

Descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un circuito integrado (1) con un amplificador sintonizado (2). El amplificador está alimentado por una tensión continua (3). A la entrada del amplificador se conecta un generador de señal alterna (4), que es amplificada y suministrada a una carga (5). Mediciones de la componente espectral en continua de la temperatura en (6) permiten caracterizar la frecuencia central y el ancho de banda del amplificador.

La figura 2 muestra el esquemático de un posible amplificador sintonizado, compuesto por un transistor (7), una carga RLC formada por una resistencia R, una bobina L y una capacidad C (8). El amplificador necesita, para su correcto funcionamiento, un generador de tensión de alimentación (3). El terminal (9) es la entrada del amplificador y el (10) es el terminal de salida del amplificador.

La figura 3 muestra un circuito integrado (1) con un amplificador sintonizado (2). El amplificador está alimentado por una tensión continua. A la entrada del amplificador se conecta un generador de señal alterna (4). En el circuito integrado hay ubicado un sensor diferencial de temperatura. Este sensor consta de dos transductores de temperatura (16 y 17) que son los puntos en donde se realiza la medición de temperatura. El sensor consta de circuitería de polarización y procesado (15), de forma que la tensión entregada a la salida (18) es proporcional a la diferencia de la temperatura de los puntos (16) y (17). En la literatura especializada se pueden encontrar ejemplos de sensores de temperatura diferenciales. La tensión de salida del sensor (18) es leída por un equipo de medida eléctrico que pueda proporcionar la amplitud de la componente continua de la tensión de salida del sensor de temperatura (19), por ejemplo, un voltímetro.

La figura 4 muestra un ejemplo de las mediciones realizadas con el procedimiento descrito en esta patente. El eje de las abscisas (21) representa la frecuencia de la señal aplicada alterna aplicada a la entrada. El eje vertical (20) representa variación de la amplitud de la componente continua de la tensión de salida del sensor de temperatura, respecto a la amplitud de referencia (tensión de salida del sensor en ausencia de señal aplicada). Esta variación de amplitud está expresada en dB. La frecuencia central (22) corresponde al punto del eje horizontal donde la variación de la

temperatura es máxima (23). Las frecuencias de corte inferior (24) y superior (25), corresponden a las frecuencias donde la variación de la temperatura ha disminuido en 6dB respecto al valor máximo.

Descripción de la aplicación preferida

- 5 La presente invención describe un procedimiento para la medición de la frecuencia central y del ancho de banda 3dB en amplificadores sintonizados o de banda estrecha mediante las mediciones de temperatura en continua. La figura 3 muestra un circuito integrado (1) que contiene un amplificador sintonizado o de banda estrecha (2). Integrado en el mismo cristal semiconductor hay un sensor diferencial de temperatura.
- 10 Los sensores diferenciales son aquellos que proporcionan una señal eléctrica a su salida proporcional a la diferencia de temperatura entre dos transductores. En este caso, los transductores de temperatura se indican en (16) y (17). El amplificador tiene conectado a su entrada un generador de señal (4) que debe ser capaz de introducir a la entrada del amplificador una función sinusoidal de amplitud constante A y frecuencia
- 15 variable f_{IN} .

Como primer paso en la medición, y a modo de calibración, se aplicarán tensiones continuas de alimentación y de polarización en la entrada del amplificador, mientras que no se aplicará señal sinusoidal alguna. Se observa la tensión de salida continua proporcionada por el sensor de temperatura, y se anota dicho valor, que denominamos

20 tensión de referencia. Esta medición se puede realizar con diferentes equipos (19), por ejemplo, un osciloscopio o un voltímetro de bajo coste, sin que esta lista limite la aplicación del procedimiento presentado por esta patente.

A continuación se introduce la función sinusoidal a la entrada del amplificador, añadiéndola a la tensión de polarización, realizándose un barrido de la frecuencia f_{in} .

25 Mientras se realiza el barrido, se observa la tensión de salida continua proporcionada por el sensor de temperatura. Se anota la variación de la tensión de salida respecto a la tensión de referencia, en valor absoluto.

La figura 4 muestra cómo se representan las mediciones que se van realizando. En el eje horizontal (21) se representan los valores de f_{in} . En el eje vertical (20) se representa

30 las mediciones de variación de la tensión continua de salida, proporcional a la magnitud

de la variación de la componente continua de la temperatura. Se representa dicha variación en decibelios ($20 \cdot \log(\text{variación relativa de temperatura medida})$). Al ser un amplificador de banda estrecha, esta gráfica presenta tres puntos característicos: la frecuencia central del amplificador (22) es la frecuencia donde se observa la máxima variación de amplitud registrada (23). La frecuencia de corte superior (25) corresponde al punto de frecuencia superior a la central tal que la variación de amplitud de la tensión proporcionada por el sensor ha disminuido en 6dB respecto al valor máximo (23). La frecuencia de corte inferior (24) corresponde a la frecuencia de valor inferior a la frecuencia central donde la variación de tensión proporcionada por el sensor ha disminuido 6dB respecto al valor máximo (23).

El ancho de banda 3dB del amplificador (2) se obtiene mediante la diferencia entre la frecuencia de corte superior menos la diferencia de corte inferior.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la medición de la frecuencia central y del ancho de banda a 3dB en amplificadores sintonizados o de banda estrecha mediante mediciones de temperatura en continua, que comprende:
 - a) Se aplican tensiones continuas de alimentación, y de polarización en la entrada del amplificador, sin señal alguna.
 - b) Se observa la amplitud de la componente continua de la temperatura, a la que denominaremos valor de referencia.
 - c) En la entrada del amplificador se aplica una única señal sinusoidal de frecuencia f_{IN} y amplitud A.
 - d) Una vez llegado al estado térmico estacionario, se mide la variación de la amplitud de la componente continua de la temperatura respecto al valor de referencia.
 - e) Los apartados c) y d) se repiten seleccionando diferentes valores de frecuencia de entrada f_{IN} (también denominado barrido frecuencial) dentro de la banda de interés del amplificador, manteniendo constante en todo momento la amplitud A. Se observa la variación de la amplitud de la componente continua de la temperatura respecto al valor de referencia, durante todo el barrido.
 - f) Se representa esta variación de amplitud en función del valor de la frecuencia f_{IN} .
 - g) Se obtiene la frecuencia central como el valor de la frecuencia f_{IN} tal que la lectura de la variación relativa de amplitud de la componente continua de la temperatura es máxima.
 - h) Se obtienen las dos frecuencias de corte, superior e inferior, que verifican que la variación relativa de amplitud de la componente continua de la temperatura ha disminuido en 6dB respecto al valor máximo correspondiente a la frecuencia central.
 - i) El ancho de banda 3dB se obtiene mediante la resta entre el valor de la frecuencia de corte superior y la frecuencia de corte inferior.
2. Un procedimiento para estimar características eléctricas de circuitos analógicos integrados basado en la reivindicación 1, en que las mediciones de temperatura se realizan mediante mediciones de cualquier magnitud física (por ejemplo, dilatación, variación de índices de reflexión, variación de índices de refracción, velocidad de

propagación del sonido) cuya causa de variación sea una variación de la temperatura.

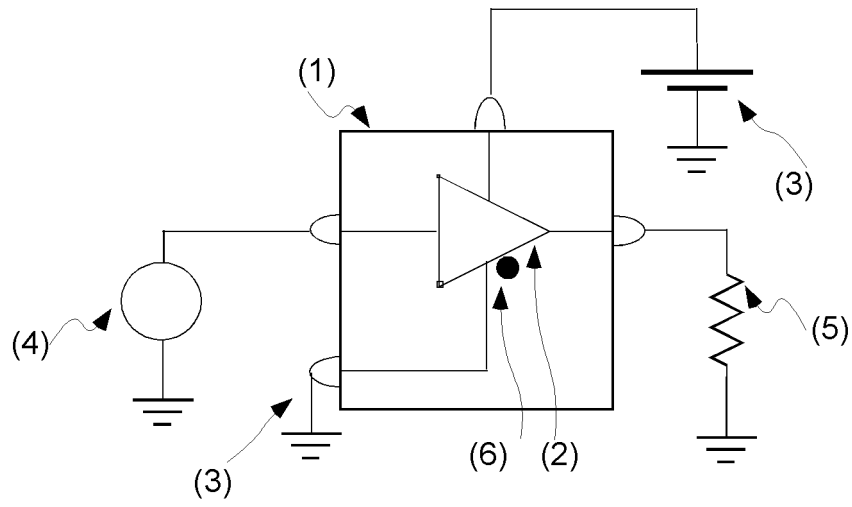


Figura 1

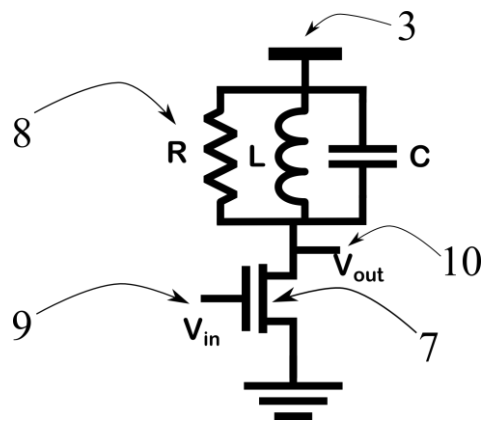


Figura 2

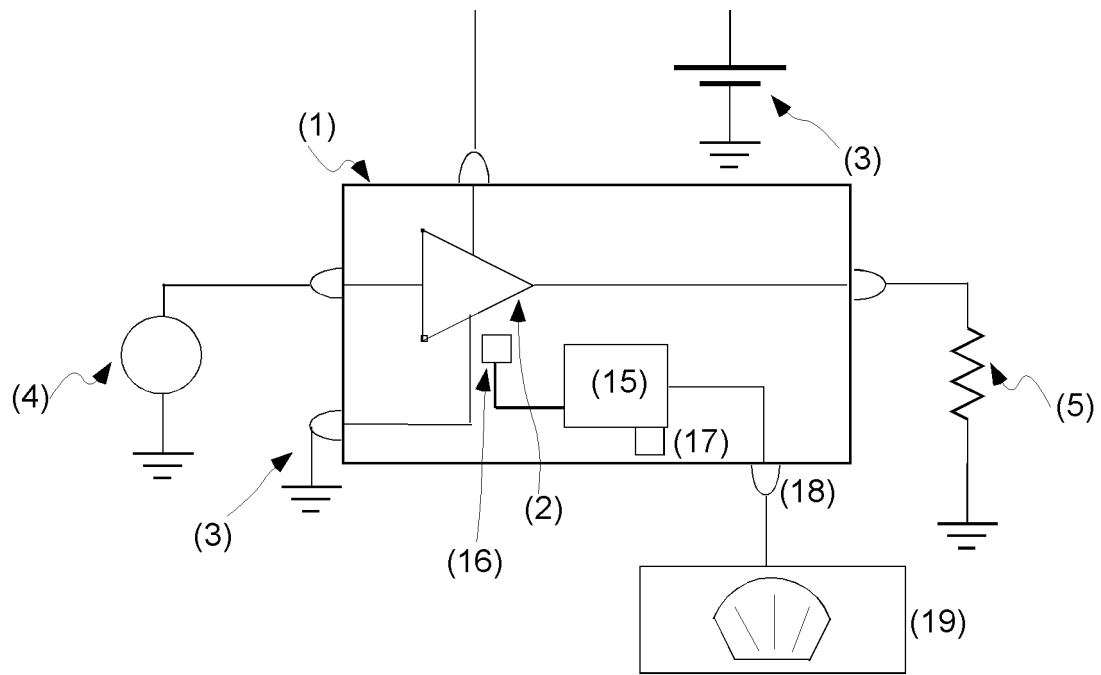


Figura 3

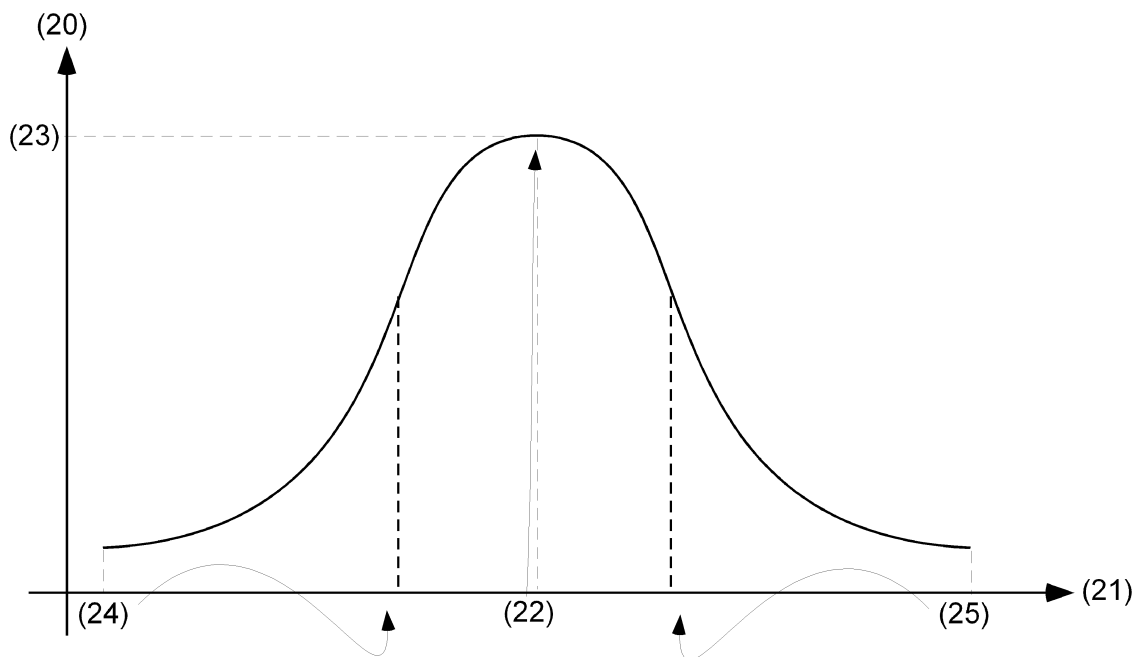


Figura 4



- ②① N.º solicitud: 201530342
②② Fecha de presentación de la solicitud: 17.03.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01R23/00** (2006.01)
G01K11/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	ALTET et al. "Temperature Sensors to Measure the Central Frequency and 3 dB Bandwidth in mmW Power Amplifiers". IEEE Microwave And Wireless Components Letters, VOL: 24, No: 4 Págs: 272-2740, 01.04.2014 ISSN 1531-1309 Doi:10.1109/LMWC.2013.2293668.	1,2
A	ALTET et al. "DC temperature measurements for power gain monitoring in RF power amplifiers". 2012 IEEE International Test Conference (ITC) , 05.11.2012 ISBN 978-1-4673-1594-4 Doi: 10.1109/TEST.2012.6401589.	1,2
A	ES 2317732 A1 (UNIV. POLITÉCNICA CATALUÑA) 16.04.2009, todo el documento.	1,2
A	ONABAJÓ et al. "Electrothermal Design Procedure to Observe RF Circuit Power and Linearity Characteristics With a Homodyne Differential Temperature Sensor". IEEE Transactions on Circuits and Systems VOL: 58, No: 3, Págs: 458-469, 01.03.2011 ISSN 1549-8328 Doi:10.1109/TCSI.2010.2072372.	1,2

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
08.04.2016

Examinador
F. J. Olalde Sánchez

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01R23, G01K

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

EPODOC, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 08.04.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1,2	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1,2	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	Temperature Sensors to Measure the Central Frequency and 3 dB Bandwidth in mmW Power Amplifiers	01.04.2014
D02	DC temperature measurements for power gain monitoring in RF power amplifiers	05.11.2012

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

De acuerdo con el artículo 29.6 del Reglamento de ejecución (RD 2245/1986) de la Ley 11/86 de Patentes (LP) se considera, preliminarmente y sin compromiso, que los objetos definidos por las reivindicaciones 1,2 cumplen aparentemente los requisitos de novedad en el sentido del artículo 6.1 LP y de actividad inventiva en el sentido del artículo 8.1 LP, en relación con el estado de la técnica establecido por el artículo 6.2 de dicha Ley, en concreto.

La solicitud contiene una reivindicación independiente que define un procedimiento para la medición de la frecuencia central y del ancho de banda a 3dB en amplificadores sintonizados o de banda estrecha mediante mediciones de temperatura en continua (R1) y una reivindicación dependiente (R2).

Se considera el documento D01 como el más cercano en la técnica. D01 divulgó un método para la medición de la frecuencia central y del ancho de banda a 3dB en amplificadores sintonizados o de banda estrecha mediante mediciones de temperatura en continua en los que se aplican tensiones continuas de alimentación y de polarización en la entrada del amplificador junto con dos señales sinusoidales; se realiza un barrido de la frecuencia de las dos señales sinusoidales dentro de la banda de interés de forma que se verifique que $f_2 - f_1 = C$; Se observa la amplitud de la componente espectral de la temperatura a la frecuencia C durante todo el barrido y se representa esta amplitud en función del valor de la frecuencia f_1 , estableciéndose la frecuencia central como el valor de la frecuencia f_1 tal que la lectura de la amplitud de la componente espectral de la temperatura a la frecuencia C es máxima; Se obtienen las dos frecuencias de corte, superior e inferior, que verifican que la amplitud de la componente espectral de la temperatura a la frecuencia C ha disminuido en 6dB respecto al valor máximo obtenido y se obtiene el ancho de banda 3dB mediante la resta entre el valor de la frecuencia de corte superior y la frecuencia de corte inferior.

D02 divulgó un método para para la caracterización de amplificadores sintonizados o de banda estrecha, en particular para la medición de la frecuencia central, mediante mediciones de temperatura en continua en función de la amplitud de una única señal sinusoidal de frecuencia constante aplicada junto con tensiones continuas de alimentación y de polarización en la entrada del amplificador.

De ninguno de ellos tomado por si solo ni de la combinación de los documentos citados como representativos del estado de la técnica parece derivar de un modo evidente un método en el que se tome como valor de referencia la amplitud de la componente continua de la temperatura al aplicar tensiones continuas de alimentación y de polarización en la entrada del amplificador sin señal alguna; se realice un barrido en frecuencia de una única señal sinusoidal de frecuencia f_1 y amplitud constante, estableciéndose la frecuencia central como el valor de la frecuencia f_1 tal que la lectura de la amplitud de la componente continua de la temperatura relativa al valor de referencia sea máxima. Por tanto el objeto definido por la reivindicación 1 cumple aparentemente los requisitos de novedad y actividad inventiva. Consecuentemente, dichos requisitos también serían cumplidos por la reivindicación dependiente.