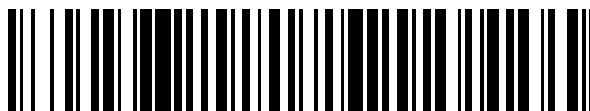


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 417 056**

51 Int. Cl.:

H03B 5/12 (2006.01)

H03B 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2011** **E 11155336 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013** **EP 2362540**

54 Título: **Oscilador de microondas controlado por tensión con una relación señal/ruido mejorada**

30 Prioridad:

25.02.2010 IT MI20100314

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

05.08.2013

73 Titular/es:

**SIAE MICROELETTRONICA S.P.A. (100.0%)
Via Buonarroti 21
20093 Cologno Monzese (MI), IT**

72 Inventor/es:

TRAVERSA, ANTONIO

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 417 056 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

Oscilador de microondas controlado por tensión con una relación señal/ruido mejorada

5 La presente invención se refiere a un oscilador de microondas controlado por tensión (VCO) con una banda de ajuste a alta frecuencia y una relación mejorada de potencia/fase de salida-ruido a la frecuencia de oscilación f_0 .

10 Es conocido en el sector técnico de los circuitos de transmisión de radiofrecuencia electrónica proporcionar una estructura denominada de "push-push" del componente activo a los osciladores controlados por tensión (abreviadamente "VCO"), utilizada en particular en osciladores fabricados utilizando la tecnología de circuitos integrados monolíticos de microondas (MMIC).

15 En mayor detalle, los osciladores conocidos fabricados utilizando dicha tecnología comprenden circuitos integrados que utilizan preferentemente arseniuro de galio (GaAs) como material para la fabricación del sustrato, el cual es conocido por sus bajas pérdidas dieléctricas a las frecuencias de los microondas, presentando los circuitos una estructura simétrica y comprendiendo:

- un componente activo con una estructura push-push, que funciona a la mitad ($f_0/2$) de la frecuencia de salida (f_0) requerida y es capaz de generar la resistencia diferencial negativa y proporcionar soporte a la oscilación y que presenta a la salida una señal a la frecuencia programada f_0 ,
- dos circuitos resonantes LC, conteniendo cada uno por lo menos una capacitancia variable dependiente del voltaje de ajuste y que se encuentran conectados al componente activo y que oscilan en oposición de fase a la frecuencia $f_0/2$ ó a la mitad de la frecuencia de salida operativa f_0 del componente activo,
- un nodo central conectado:
 - a los dos circuitos resonantes LC,
 - al circuito de ajuste del voltaje de ajuste variable, lo que determina dicha frecuencia resonante $f_0/2$ de los dos circuitos LC, y
 - a la tierra real mediante un circuito LC adicional conectado a tierra que, resonando a la frecuencia $f_0/2$, produce un cortocircuito a tierra a dicha frecuencia.

30 Aunque funcionales, dichos VCO presentan la desventaja, sin embargo, de que no optimizan la potencia de salida a la frecuencia operativa f_0 del oscilador ya que el circuito entero se encuentra optimizado para la frecuencia de los dos semicircuitos resonantes a la frecuencia $f_0/2$.

35 Un ejemplo adicional de tecnología conocida se da a conocer en la patente US nº 6.169.461, que describe un dispositivo VCO de alta frecuencia que no comprende ningún circuito resonante único conectado a tierra; el VCO no resulta degradado por interferencias electromagnéticas externas y un circuito para mejorar el factor Q del circuito resonante único.

40 La patente US nº 2003/0090332 da a conocer un VCO de alta frecuencia con un único circuito resonante conectado a tierra realizado a través de una línea $\lambda/4$ de elemento distribuido resonante únicamente a valores múltiplos de la frecuencia de salida f_0 , que no es capaz de proporcionar soporte a un oscilador de microondas de banda de ajuste ancha.

45 Aparte de las referencias indicadas, los documentos de la técnica anterior no proporcionan ninguna indicación de cómo incrementar la potencia de la señal de salida y mantener simultáneamente el mismo nivel de potencia de alimentación con una mejora consecuente de la relación señal/ruido.

50 Por lo tanto, el problema técnica que se plantea es proporcionar un VCO mejorado que sea capaz de mejorar la potencia de la señal a la frecuencia de salida f_0 del oscilador en comparación con la técnica anterior, manteniendo simultáneamente el mismo consumo de potencia del circuito activo.

También se requiere que dicha mejora de la potencia de salida no provoque simultáneamente un incremento del ruido de fase del oscilador.

55 En relación a dicho problema, se requiere además que la nueva solución sea capaz de implementarse de una manera simple y de bajo coste utilizando técnicas de producción estándares.

60 Estos resultados se consiguen según la presente invención mediante un oscilador de microondas diseñado según los elementos característicos según la reivindicación 1.

Pueden obtenerse detalles adicionales a partir de la siguiente descripción de un ejemplo no limitativo de realización de un oscilador según la presente invención proporcionado en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1: muestra el diagrama básico de un VCO según la presente invención fabricado utilizando tecnología MMIC,
- 5 la figura 2: muestra el circuito equivalente a tierra del nodo central según la presente invención,
- la figura 3: muestra una vista en perspectiva de una forma construccional MMIC del circuito conectado a tierra según la fig. 2,
- 10 la figura 4: muestra una vista en planta del nodo central MMIC conectado a tierra según la fig. 3,
- la figura 5: muestra una sección transversal esquemática a lo largo del plano indicado por V-V en la fig. 4,
- 15 la figura 6: muestra un gráfico que ilustra la parte real de la admitancia entre el nodo central y la tierra de un circuito según la técnica anterior,
- la figura 7: muestra un gráfico que ilustra la parte real de la admitancia y la parte real de la impedancia entre el nodo central y la tierra de un circuito según la presente invención,
- 20 la figura 8: muestra una tabla que resume los valores, obtenidos durante los ensayos, de la potencia de salida (POUT) y el ruido de fase de un oscilador según la técnica anterior, y
- la figura 8b: muestra una tabla que resume los valores, obtenidos durante ensayos, de la potencia de salida (POUT) y el ruido de fase de un oscilador según la presente invención.
- 25 Tal como puede observarse a partir de la fig. 1, el diagrama general de un VCO 100 según la presente invención comprende:
- un componente activo (110) diseñado con una estructura push-push que es convencional per se y se encuentra dispuesta entre dos nodos 112, que presenta una salida central 111 de la señal a una frecuencia f_0 y que genera una resistencia diferencial negativa en dichos nodos 112 capaz de proporcionar soporte a la oscilación a la frecuencia $f_0/2$,
 - dos circuitos 120 resonantes a una frecuencia $f_0/2$, que consiste de una línea microstrip 121 que forma la parte inductiva del circuito y los extremos opuestos 121a, 121b de los cuales se encuentran conectados respectivamente al nodo respectivo 112 del componente activo 110 y a un diodo varactor respectivo 122 que forma la parte capacitiva variable y que permite el ajuste de los dos circuitos 120 y por lo tanto del oscilador 100 dentro de la banda deseada,
 - un circuito de nodo central 130 que comprende un nodo central 131 al que se encuentran conectados:
 - dichos diodos varactores 122,
 - un inductor de desacoplamiento 140 mediante el cual se aplica el voltaje de ajuste 141, dicho voltaje de ajuste determina el valor de la capacitancia equivalente de los dos diodos 122 y, por lo tanto, la frecuencia resonante $f_0/2$ de cada circuito 120,
 - un circuito LC 150 para conectar el nodo 131 con la tierra real del oscilador, resonando a la frecuencia $f_0/2$ para establecer un cortocircuito a tierra a dicha frecuencia.
- 35 Dicho nodo central 131 forma la tierra virtual para los dos circuitos resonantes 120 que, oscilando en oposición de fase, mantienen el valor de la tensión constante en este punto.
- 45 Según la invención, el circuito de nodo central 130 comprende además una segunda conexión 160 entre el nodo 131 y tierra, estando dispuesta dicha segunda conexión 160 en paralelo a la primera conexión 150.
- 50 Tal como se muestra en la fig. 2, el circuito equivalente que representa el circuito de nodo central 130 comprende:
- un inductor 151 dispuesto en serie respecto a un condensador 152, que forma la primera conexión 150 con la tierra real del oscilador,
 - un inductor 161 dispuesto en serie respecto a un condensador 162, que forma la segunda conexión 160 con la tierra real del nodo 131.
- 55 Tal como se muestra en las figs. 3 a 5, una realización preferente del oscilador contempla que el circuito de nodo central 130 se fabrique utilizando tecnología MMIC (circuito integrado monolítico de microondas), de manera que comprende:
- 60 - una capa dieléctrica 166, en caras opuestas del cual se forman respectivamente los siguientes:
- una capa conductora a tierra 170,
 - un condensador 152 formado por:
 - una primera placa 152a conectada a tierra 170 mediante un respectivo orificio pasante metalizado 152b,
 - una capa dieléctrica 152c, y
- 65

- una segunda placa 152d que se encuentra conectada al nodo 131 mediante el inductor 151 fabricado utilizando tecnología de microstrip, que forma la primera conexión 150 del nodo 131 a tierra,
- un condensador 162 formado por:

- 5
- una primera placa 162a conectada a tierra 170 mediante un respectivo orificio pasante metalizado 162b,
 - una capa dieléctrica 162c, y
 - una segunda placa 162d que se encuentra conectada al nodo 131 mediante el inductor 162 fabricado utilizando tecnología de microstrip,
- que forma la segunda conexión del nodo 131 a tierra en paralelo a la primera conexión.

10 Según la invención se encuentra contemplado que los valores de la capacitancia del condensador 162 y del inductor 161, en combinación con el condensador 152 y el inductor 151, puedan producir en el nodo 131 un circuito de muy baja impedancia que sea tan similar como resulte posible a un cortocircuito, a la frecuencia $f_0/2$ y simultáneamente un circuito de muy alta impedancia que sea tan similar como resulte posible a un circuito abierto, a la frecuencia f_0 .

15 A esta frecuencia (f_0), el nodo 131 no se encuentra situado en un nodo oscilante estacionario (tal como a la frecuencia $f_0/2$) y por lo tanto debe presentar una elevada impedancia a tierra para no atenuar la transferencia de potencia a la salida 111.

20 Tal como se muestra en los gráficos de las figs. 6 y 7, que muestran respectivamente la parte real de la admitancia ($Y(1,1)$) y la parte real de la impedancia ($Z(1,1)$) entre el nodo central 131 y tierra de un circuito de nodo central 130 según la técnica anterior y según la presente invención, el oscilador según la presente invención presenta tanto un pico (cortocircuito) en la parte real de la admitancia (lado izquierdo del eje Y) a la frecuencia $f_0/2$ como un pico (circuito abierto) en la parte real de la impedancia (lado derecho del eje Y) a la frecuencia f_0 , que no se encuentra presente en el gráfico del circuito del oscilador conocido en el que únicamente puede observarse el pico de la admitancia a la frecuencia $f_0/2$.

25 Mediante la imposición de la condición de circuito abierto al nodo 131 a la frecuencia f_0 , se impide la disipación de la señal útil en el nodo 131, como ocurre en los osciladores diseñados según la técnica anterior.

30 Las tablas mostradas en las figs. 8 y 8b muestran los resultados de ensayos llevados a cabo con el fin de comparar los valores de la potencia de salida (POUT) y el ruido de fase de un oscilador diseñado según la técnica anterior (fig. 4a) con los de un oscilador diseñado según la presente invención (fig. 4a). Tras definir para ambos osciladores la misma frecuencia operativa f_0 y un mismo circuito activo del tipo push-push, ambos con el mismo consumo de potencia (150 mA), a partir de los valores registrados puede observarse cómo el oscilador diseñado según la presente invención proporciona una potencia de salida que es 6 dB superior a la del oscilador según la técnica anterior.

35 Además, los valores registrados muestran cómo se mejora el ruido de fase en aproximadamente 1 dB a la frecuencia de desviación de 10 kHz y que permanece sustancialmente constante a las demás frecuencias.

40 Por lo tanto, resulta evidente cómo el oscilador de microondas controlado por tensión (VCO) con banda de ajuste amplia, al presentar un componente activo con estructura push-push diseñado según la presente invención es capaz de proporcionar, para el mismo consumo de potencia del circuito activo, una ganancia de la potencia de salida superior a la que se obtiene con osciladores diseñados utilizando la tecnología conocida, simultáneamente manteniendo sustancialmente inalterado el ruido de fase.

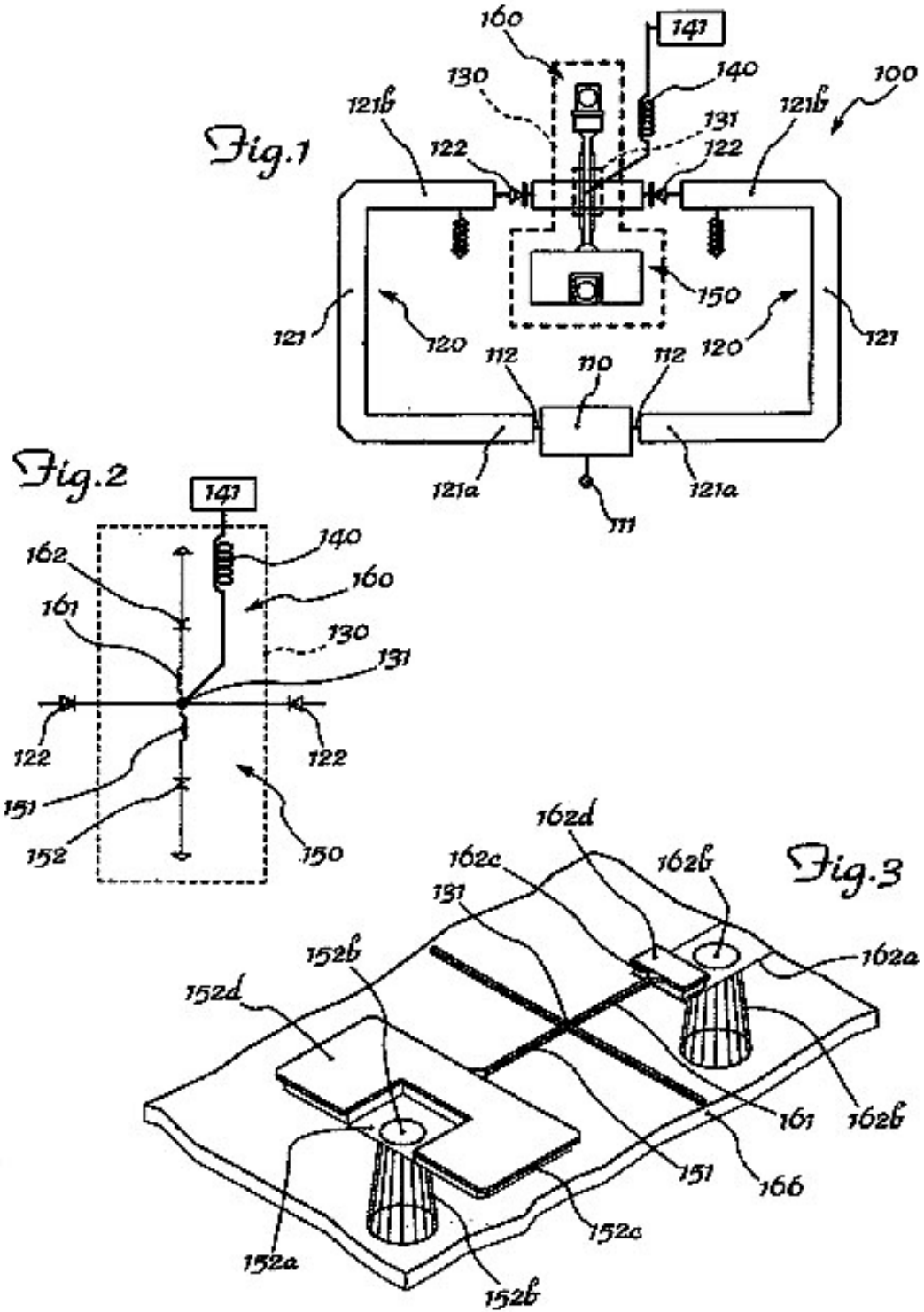
45 Además, la implementación del oscilador según la presente invención implica costes de producción bajos y no requiere la utilización de tecnología de construcción diferente de la utilizada para fabricar los osciladores (MMIC) según la técnica anterior.

50 Aunque descrito en relación a determinadas formas constructivas y determinados ejemplos preferentes de realización de la invención, se entiende que el alcance de protección de la presente patente se encuentra definido únicamente mediante las siguientes reivindicaciones.

55

REIVINDICACIONES

1. Oscilador de microondas controlado por tensión (100), que comprende:
- 5 - un componente activo (110) diseñado con una estructura push-push y dispuesto entre dos nodos (112), con una salida central (111) a una frecuencia f_0 y que presenta una resistencia diferencial negativa en dichos nodos (112) capaz de soportar una oscilación a la frecuencia $f_0/2$,
- 10 - dos circuitos (120) resonando a una frecuencia $f_0/2$, consistentes de una línea microstrip respectiva 121 que forma la parte inductiva del circuito, los extremos opuestos (121a, 121b) del cual se encuentran conectados respectivamente al nodo asociado (112) del componente activo (110) y al respectivo diodo varactor (122),
- 15 - un circuito de nodo central (130) que comprende un nodo central (131) al que se encuentran unidos:
- dicho diodos varactores (122) de los dos circuitos resonantes (120),
 - un inductor de desacoplamiento (140),
 - un primer circuito LC (150) conectado a tierra que comprende un primer inductor (151) y un primer condensador (152) que conecta el nodo central (131) a la tierra real del oscilador y resonante a la frecuencia $f_0/2$, de manera que produce un cortocircuito a tierra a dicha frecuencia,
- 20 **caracterizado porque:**
comprende un segundo circuito LC (160) conectado a tierra para conectar el nodo central (131) a tierra, dispuesto en paralelo al primer circuito (150), que comprende un segundo condensador (162) y un segundo inductor (161) dispuesto en serie, siendo dicho primer circuito LC (150) y dicho segundo circuito LC (160) del tipo de elementos concentrados y capaces de producir un cortocircuito a la frecuencia $f_0/2$ y un circuito abierto a la frecuencia de salida f_0 .
- 25 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho oscilador se fabrica utilizando la tecnología de circuitos integrados monolíticos de microondas, MMIC.
- 30 3. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque comprende una capa dieléctrica (166), en las caras opuestas de la cual se forman, respectivamente:
- una capa conductora a tierra (170),
 - un primer condensador (152) y un segundo condensador (162) que están formados, respectivamente, por una primera placa (152a, 162a) conectada a la tierra (170), una capa dieléctrica (152c, 162c) y una segunda placa (152d, 162d) conectada al nodo central (131) mediante el correspondiente inductor (151, 161) en serie, formando el circuito de nodo central (130), el cual comprende el primer circuito (150) y el segundo circuito (160) que conecta el nodo central (131) a tierra.
- 35 4. Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque dicha conexión a tierra del nodo central (131) mediante los dos circuitos de conexión (150, 160) en paralelo se realiza mediante orificios metalizados (152b, 162b) que pasan a través del sustrato dieléctrico y conectados eléctricamente a la primera placa (152a, 162a) del primer (152) y segundo condensadores (162), respectivamente.
- 40 5. Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque dichos inductores (151, 161) de los circuitos correspondientes (150, 160) para conectar el nodo central (131) a tierra se fabrican mediante tecnología de microstrip.
- 45 6. Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque el sustrato dieléctrico está realizado en arseniuro de galio, GaAs.
- 50



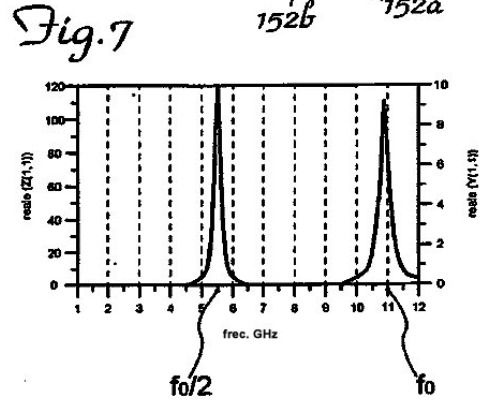
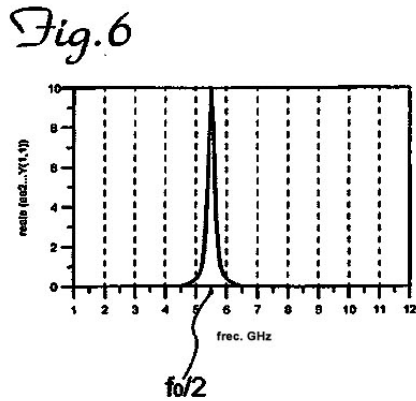
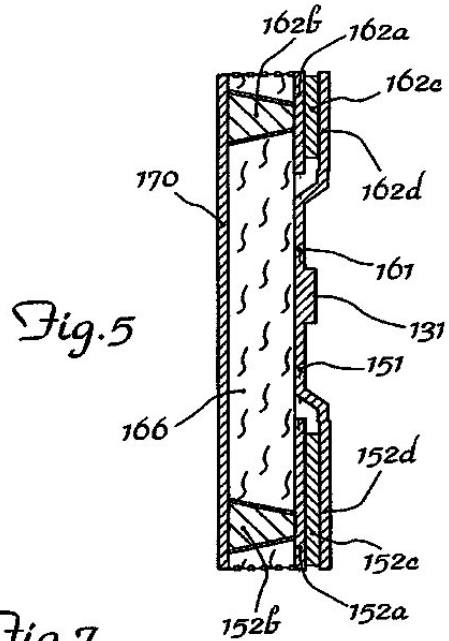
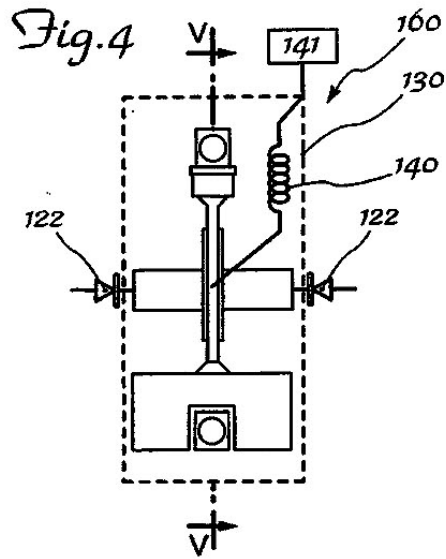


Fig. 8a

Frecuencia	Pout [dBm]	Ruido fase 10kHz	Ruido fase 100kHz	Corriente DC [A]
10,88 GHz	-2,2	-86,4 dBc/Hz	-109,5 dBc/Hz	0,150

Fig. 8b

Frecuencia	Pout [dBm]	Ruido fase 10kHz	Ruido fase 100kHz	Corriente DC [A]
10,88 GHz	4,2	-87,6 dBc/Hz	-109,5 dBc/Hz	0,150

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citadas por el solicitante es, únicamente, para conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha tenido gran cuidado al compilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

5 Documentos de patente citados en la descripción

• US 6169461 B [0005]

• US 20030090332 A [0006]