

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 734**

51 Int. Cl.:
H03D 1/18 (2006.01)
H03D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08844451 .8**
- 96 Fecha de presentación: **31.10.2008**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2215715**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.08.2010**

54 Título: **Mejoras relacionadas con detectores logarítmicos**

30 Prioridad:
01.11.2007 GB 0721481

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.05.2012

73 Titular/es:
**DOCKON AG
SIRIUSSTRASSE 10
8044 ZURICH, CH**

72 Inventor/es:
BROWN, Forrest, James

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 380 734 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

Mejoras relacionadas con detectores logarítmicos.

5 La presente invención se refiere a detectores logarítmicos que se utilizan en una variedad de diferentes artículos electrónicos, tanto en el campo de la electrónica de consumo como en campos especializados, tales como la obtención de imágenes médicas y las telecomunicaciones.

10 En muchos campos de la electrónica, es deseable o necesario detectar una señal de nivel muy bajo de entre otras señales eléctricas que pueden comprender otras transmisiones y/o ruido eléctrico. A menudo, cuando la señal deseada está a un nivel muy bajo, puede verse camuflada por las señales no deseadas, que a continuación en la presente memoria se denominan mediante el término genérico "ruido".

15 En una aplicación típica en la que debe detectarse y procesarse una señal de nivel bajo, se requieren detectores muy sensibles que puedan discriminar una señal de nivel bajo de entre otro ruido. Por ejemplo, en el campo de la obtención de imágenes médicas, particularmente la exploración por ultrasonidos, es deseable poder detectar una señal de nivel muy bajo que pueda procesarse después para revelar el sujeto deseado, por ejemplo un feto o un órgano interno.

20 En sistemas prácticos, uno de los principales factores que reduce la calidad de la imagen presentada visualmente es la presencia de una gran cantidad de ruido que obstaculiza la resolución disponible.

25 En otro sistema de la técnica anterior típico (un sistema de teléfono celular) hay mucha demanda en conflicto con respecto a la potencia transmitida y a la calidad de receptor. Existe un conflicto entre querer transmitir tanta potencia como sea posible para llegar a un dispositivo receptor y desear minimizar la potencia transmitida, ya que esto interferirá con y degradará otras transmisiones en la proximidad de la transmisión. Al mismo tiempo, el receptor sólo puede discriminar señales a o por encima de un cierto nivel y esto tiene un efecto directo sobre factores en la planificación de red tales como la potencia del transmisor, el tamaño de la célula y el diseño de la antena. Si fuera posible diseñar un receptor que pudiera recibir una señal de nivel más bajo de manera más fiable, entonces la potencia transmitida del transmisor podría reducirse proporcionalmente, dando como resultado niveles de interferencia más bajos para los dispositivos vecinos. Además, un receptor de este tipo, en principio, permitiría utilizar tamaños de célula más grandes, dando como resultado costes de infraestructura inferiores.

35 Las soluciones de la técnica anterior para tales problemas de detección han utilizado amplificadores logarítmicos (denominados a continuación en la presente memoria "log amps") en una variedad de aplicaciones. La característica definitoria de un log amp es que la señal de salida es una tensión proporcional al logaritmo de la señal de entrada. Se encuentra que tales dispositivos son particularmente útiles en un rango dinámico amplio y particularmente para recibir señales de entrada de nivel bajo. Los log amps de la técnica anterior típicos se proporcionan a menudo como dispositivos de circuito integrado individuales o pueden estar integrados en un circuito integrado a medida más grande, tal como un ASIC.

45 Sin embargo, existen diversas desventajas asociadas con la utilización de log amps de la técnica anterior. En particular, el rango dinámico de dispositivos de la técnica anterior puede estar limitado, lo que significa que la salida de tensión para señales de entrada muy altas o muy bajas no cumple con la relación logarítmica esperada. Esto puede dar como resultado salidas erróneas en valores de entrada extremos, y es particularmente problemático en los niveles bajos a los que se hizo referencia previamente.

50 Otro problema con los log amps de la técnica anterior es que el ruido térmico puede interferir intensamente con señales en el extremo inferior del rango operativo. Los problemas con el ruido eléctrico tienden a aumentar cuando se aplica más potencia al circuito de entrada, lo que por sí mismo provoca problemas a lo largo de un rango de funcionamiento más amplio.

55 En áreas muy especializadas se han probado técnicas tales como refrigerar el circuito completo para reducir la cantidad de ruido térmico. Aunque éstas pueden ofrecer un grado de mejora del rendimiento, tales técnicas no son aplicables en general y presentan un valor práctico limitado.

60 La figura 1 muestra una configuración ilustrativa típica de un circuito de log amp de la técnica anterior. Esto muestra que la respuesta logarítmica deseada puede conseguirse conectando en cascada una pluralidad de bloques de ganancia (amplificadores 1, 2... n) en serie. La salida de cada fase de amplificador se alimenta a la siguiente fase y además, la salida de cada amplificador pasa a través de un diodo (D1, D2... Dn) respectivo sumándose de ese modo las señales individuales generadas en un amplificador de suma 10 con la salida global de ese amplificador de suma 10 proporcionando la respuesta logarítmica deseada.

65 El circuito mostrado en la figura 1 es una versión bastante simplificada de lo que sucede en la práctica, pero proporciona una buena visión general de las técnicas que se emplean para conseguir la relación logarítmica deseada. Puede observarse, examinando el circuito en la figura 1, que las diferencias en el rendimiento de

componentes individuales tendrán un efecto sobre el rendimiento del amplificador y lo convertirán en no ideal. Puede ser posible configurar este circuito de manera que pueda sintonizarse con la adición de componentes discretos adicionales, pero esto no convierte una solución que es viable en útil para fines de producción a gran escala.

5 Un problema adicional con el log amp de la técnica anterior mostrado en la figura 1 es que presenta un rango de funcionamiento muy limitado (es decir, depende en gran medida de la frecuencia) y si la frecuencia de funcionamiento se aleja demasiado de la ideal, entonces el rendimiento logarítmico del circuito se ve afectado de manera adversa.

10 La figura 2 muestra una característica de transferencia típica de un log amp de la técnica anterior. El eje de las x muestra la tensión de entrada y el eje de las y muestra la tensión de salida (en dB). El rango dinámico eficaz (mostrado por la región entre las líneas discontinuas) está representado por la parte lineal de la curva de transferencia, siendo éste el rango de tensiones de entrada para el que se genera una salida logarítmica verdadera. Fuera de este rango dinámico, la tensión de salida no será un logaritmo verdadero de la tensión de entrada, lo que limita su utilización, particularmente en lo que respecta a señales de entrada de nivel bajo.

15 La patente US nº 3.320.530 describe un ohmímetro que comprende un medidor, tal como un galvanómetro D'Arsonval, que presenta una bobina que presenta, en respuesta a una corriente que pasa a través de la misma, una desviación que está relacionada de manera sustancialmente lineal con la magnitud de la corriente.

20 Aspectos y realizaciones particulares de la invención se definen en las reivindicaciones independientes y dependientes.

25 El objetivo de las realizaciones de la presente invención es abordar los problemas existentes con los log amps de la técnica anterior, ya se hayan discutido en la presente memoria o no. En particular, las realizaciones de la presente invención tienen como objetivo mejorar los problemas asociados con los log amps que presentan un rango dinámico limitado.

30 Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un detector logarítmico según la reivindicación 1.

Preferentemente, el elemento amplificador es un transistor discreto, tal como BJT o FET, o un amplificador operacional. Los elementos amplificadores alternativos pueden incluir incluso válvulas de vacío.

35 Preferentemente, los medios para fijar la frecuencia de funcionamiento comprenden un circuito de retroalimentación, conectado entre la entrada y la salida del elemento amplificador. El circuito de retroalimentación comprende preferentemente un circuito sintonizado, tal como un circuito L-C o R-C. Para un control de frecuencia variable puede utilizarse un bucle de enganche de fase (PLL).

40 Preferentemente, el umbral predeterminado se determina basándose en el flujo de corriente en un suministro de potencia al elemento amplificador. El nivel de corriente umbral puede detectarse midiendo la tensión a través de un resistor conocido.

45 Preferentemente, el flujo de corriente se mide utilizando un comparador analógico o un convertidor digital-analógico (DAC). Si se utiliza el DAC, el controlador comprende preferentemente un microprocesador para interpretar el resultado de la medición del flujo de corriente.

Preferentemente puede utilizarse un multiplicador de frecuencia para proporcionar un mayor número de puntos de medición de muestra.

50 Preferentemente, las oscilaciones se interrumpen conectando a tierra de manera eficaz la entrada del elemento amplificador. Alternativamente, el bucle de retroalimentación puede romperse temporalmente o la potencia puede desconectarse temporalmente del elemento amplificador.

55 Preferentemente, el detector comprende además un convertidor de frecuencia a tensión, que puede hacerse funcionar para convertir el conjunto de picos que resultan de las interrupciones en una tensión de CC proporcional a la potencia de la señal de entrada.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento según la reivindicación 12.

60 Preferentemente, el procedimiento comprende además la etapa de convertir picos de tensión producidos por dicha interrupción en una tensión de CC que es directamente proporcional al logaritmo de la potencia de la señal.

Preferentemente, la etapa de interrupción comprende conectar a tierra de manera eficaz una entrada al elemento amplificador.

65

5 Según un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un amplificador logarítmico que comprende: un elemento amplificador; medios para fijar una frecuencia de funcionamiento del amplificador logarítmico; en el que una señal de entrada al elemento amplificador está dispuesta para provocar una oscilación en el elemento amplificador, y se proporcionan medios para interrumpir periódicamente la oscilación del amplificador de modo que la frecuencia de dicha interrupción es proporcional a la potencia de la señal de entrada.

Preferentemente, la frecuencia de funcionamiento se fija mediante un circuito sintonizado L-C, aunque pueden utilizarse otras configuraciones posibles.

10 Preferentemente, la frecuencia de interrupción se fija mediante un circuito sintonizado R-C aunque pueden utilizarse otras configuraciones posibles.

Preferentemente la frecuencia de interrupción se fija a aproximadamente un décimo de la frecuencia operativa.

15 Preferentemente está previsto un convertidor de frecuencia a tensión para proporcionar una señal de CC representativa del logaritmo de la potencia de entrada al log amp.

Otras características de la invención resultarán evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes y de la descripción a continuación.

20 Para una mejor comprensión de la invención, y para mostrar cómo pueden ponerse en práctica realizaciones de la misma, se hará referencia ahora, a modo de ejemplo, a los dibujos esquemáticos adjuntos en los que:

25 La figura 1 muestra una representación de la técnica anterior de un log amp;

la figura 2 muestra una característica de transferencia típica de un log amp de la técnica anterior;

la figura 3 muestra un diagrama de bloques funcionales de una primera realización de la presente invención;

30 la figura 4 muestra un esquema de una primera realización de la presente invención;

la figura 5 muestra un esquema de una segunda realización de la presente invención; y

35 la figura 6 muestra un demodulador I/Q según una realización de la presente invención.

La figura 3 muestra una primera realización de la presente invención. Esta realización comprende un elemento de ganancia 100 al que se le aplica la señal de entrada. Como circuito de retroalimentación, que conecta la salida del elemento de ganancia 100 con la entrada del elemento de ganancia 100, está previsto un circuito sintonizado 110, que actúa para fijar una frecuencia de funcionamiento del circuito.

40 El circuito completo se controla mediante un controlador 150, que puede hacerse funcionar para controlar ciertos parámetros operacionales del bloque de ganancia y, del que se deriva la salida del circuito.

45 La entrada al elemento de ganancia 100 es la señal que se desea detectar. La salida del circuito se toma del controlador 150. La entrada es normalmente una señal RF de nivel bajo en presencia de ruido eléctrico.

50 En una forma "sin procesar", la señal de salida comprende una serie o un conjunto de picos de tensión, cuya frecuencia periódica está relacionada con el logaritmo de la potencia de la señal de entrada. En algunas aplicaciones, es deseable utilizar directamente este conjunto de pulsos y procesarlos en el dominio o bien analógico o bien digital. En otras aplicaciones, el conjunto puede procesarse previamente para proporcionar una tensión analógica proporcional al logaritmo de la potencia de la señal de entrada.

55 En una realización preferida, la salida puede amplificarse mediante un amplificador conocido, lo que permite al detector 101 formar la base de un amplificador logarítmico (log amp), que puede utilizarse en una variedad de diferentes aplicaciones.

60 La figura 4 muestra una vista esquemática más detallada de diversos elementos de la primera realización de la presente invención. El elemento amplificador 100 en el centro del sistema puede ser cualquier elemento amplificador adecuado, tal como un amplificador operacional (op-amp), un transistor discreto (tal como un BJT, FET u otra forma de transistor) o incluso una válvula de vacío. Sus características exactas son relativamente poco importantes.

65 Las realizaciones de la invención funcionan de manera eficaz como osciladores controlados, mediante los cuales la oscilación se inicia en el elemento de ganancia 100 en respuesta a ruido eléctrico y/o una señal deseada. La oscilación se termina periódicamente en respuesta a la magnitud de la señal de entrada. La velocidad de aparición de la oscilación y su posterior terminación son indicativas de la intensidad de la señal de entrada, y éste es el

procedimiento operacional básico de las realizaciones de la invención. Se ha encontrado que este comportamiento permite discriminar de manera más eficaz señales de entrada de nivel muy bajo de entre ruido eléctrico.

5 Entre la salida y la entrada del elemento amplificador 100 está previsto un primer circuito de retroalimentación 110 que puede hacerse funcionar para controlar una frecuencia de funcionamiento del circuito. En las realizaciones mostradas en la figura 4, el circuito de retroalimentación es un circuito sintonizado en forma de un circuito L-C en serie simple (que comprende un condensador 111 y un inductor 112), en el que la frecuencia de funcionamiento se determina mediante la fórmula:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

10 La frecuencia de funcionamiento del circuito se selecciona según se requiera para la aplicación particular para la que va a utilizarse el detector. También pueden utilizarse otras formas de circuito sintonizado utilizando, por ejemplo, cristales o resonadores, de una manera conocida. También pueden utilizarse circuitos de sintonización variable, tales como bucles de enganche de fase (PLL) para proporcionar un circuito que puede hacerse funcionar a lo largo de un rango de diferentes frecuencias.

15 El ruido eléctrico en la entrada del amplificador 100 establecerá las oscilaciones en el circuito a la frecuencia determinada por L y C, tal como se facilitó anteriormente. El ruido fuera del ancho de banda del circuito sintonizado L-C tendrá un efecto mínimo sobre el funcionamiento del circuito. La Q del circuito se determina basándose en los componentes en el circuito sintonizado. Por ejemplo, puede formarse un circuito de Q alta utilizando un resonador de cristal.

20 Las señales entrantes que se encuentran dentro del ancho de banda del circuito sintonizado L-C harán que el oscilador comience la oscilación más rápidamente que si ruido aleatorio solo estuviera excitando el circuito. Como tal, las señales deseadas que presentan la frecuencia deseada hacen que se produzcan oscilaciones más rápidamente que el ruido aleatorio solo.

25 A modo de ilustración, es útil examinar el efecto de la Q del circuito sintonizado sobre el rendimiento de oscilación del circuito. Si el circuito sintonizado 110 presenta una Q de 100, entonces será necesario que pasen aproximadamente 100 ciclos de señal de entrada a través del elemento amplificador 100 antes de que empiece la oscilación. Esto es independiente de si la señal de entrada es una señal deseada o sólo ruido. Sin embargo, una vez que el amplificador entra en el modo de oscilación, continuará oscilando hasta que algún acontecimiento externo lo detenga. En el caso de que sólo haya ruido aleatorio en la entrada, el nivel de la oscilación aumentará de manera relativamente lenta a lo largo del tiempo hasta alcanzar un umbral, momento en el que el circuito de control 150 actúa para terminar la oscilación.

30 En el caso de que haya una señal deseada entre el ruido, el nivel relativo de la señal de entrada es mayor y el umbral se alcanzará antes que lo que sería el caso para ruido aleatorio solo. Tal como se entenderá, cuanto mayor sea el nivel de la señal deseada, antes se alcanzará el umbral y así la interrupción de la oscilación es más frecuente.

Ahora sigue una descripción más detallada de cómo funciona el controlador para interrumpir la oscilación.

35 Además del circuito de retroalimentación 110, está previsto un controlador 150, que comprende los elementos 120 y 130. El elemento funcional 120 está dispuesto para interrumpir la oscilación del elemento amplificador 100 periódicamente. El elemento funcional 120 comprende un circuito RC que comprende un resistor 121 y un condensador 122. La disposición del elemento funcional 120 muestrea de manera eficaz la corriente que fluye en la línea de suministro de tensión al elemento amplificador 100 y una vez que ésta alcanza un nivel predeterminado, el efecto es conectar a tierra de manera instantánea la entrada al amplificador, lo que hace que las oscilaciones cesen. En efecto, el elemento funcional 120 está actuando como circuito de muestreo analógico que se utiliza para interrumpir periódicamente el funcionamiento del elemento amplificador 100 una vez que se ha alcanzado un umbral.

40 Si el amplificador no está oscilando, entonces la corriente extraída por el mismo es relativamente pequeña. Una vez que comienza la oscilación, la corriente extraída aumenta significativamente. Seleccionando el umbral de manera apropiada, la oscilación puede interrumpirse con una frecuencia suficiente para detectar de manera adecuada la señal de entrada.

45 El elemento funcional 130 actúa como convertidor de frecuencia a tensión. La entrada al convertidor de frecuencia a tensión 130 comprende una serie de picos de tensión y la salida del convertidor de frecuencia a tensión es una tensión de CC que es proporcional a la frecuencia de los picos de entrada. Los picos resultan de la manera en la que la potencia extraída por el elemento amplificador 100 aumenta en respuesta a una señal de entrada y/o ruido y cómo se detiene repentinamente una vez alcanzado el umbral predeterminado.

La salida del convertidor de frecuencia a tensión es una señal de tensión de CC que varía como el logaritmo de la potencia de la señal de entrada. Éste utiliza directamente una propiedad física de los elementos de circuito y no requiere que se realice ninguna estimación ni cálculo logarítmico explícito. Éste es un motivo principal para el rendimiento superior de las realizaciones de la invención.

En realizaciones alternativas de la invención, puede omitirse un convertidor de frecuencia a tensión y el conjunto de picos de tensión puede procesarse de una manera alternativa, por ejemplo, mediante un procesador de señal digital.

Las realizaciones mostradas en las figuras 4 a 6 son circuitos puramente analógicos. El elemento funcional 120 y sus equivalentes en las demás figuras actúan de manera eficaz como muestreador analógico, que detecta cuándo la corriente extraída por el elemento amplificador 100 alcanza un cierto umbral y entonces actúa para interrumpir la oscilación. Naturalmente, es posible realizar estas operaciones de manera digital y puede utilizarse un muestreador digital, que comprende un convertidor analógico-digital (ADC) en lugar de la solución puramente analógica mostrada. El controlador 150 comprende en este caso un microprocesador que puede hacerse funcionar para leer la salida del DAC e interrumpir la oscilación del amplificador en respuesta a que se haya alcanzado un umbral.

Pueden utilizarse otras técnicas para interrumpir la oscilación del elemento amplificador 100. Éstas incluyen conectar a tierra la entrada al amplificador, romper el bucle de retroalimentación o eliminar potencia del elemento amplificador.

En una realización adicional, puede conseguirse un rendimiento mejorado utilizando un multiplicador de frecuencia en el elemento funcional 120. Esto permite tomar muestras más frecuentes de la corriente extraída por el elemento amplificador, dando como resultado una reacción más rápida a la aparición de oscilación. Se encuentra que esto mejora adicionalmente la capacidad de las realizaciones de la invención para detectar señales de entrada de nivel bajo. En el dominio analógico, el multiplicador de frecuencia puede adoptar la forma de un multivibrador monoestable (un "monoestable"). En el dominio digital, la tasa de muestreo del ADC puede ajustarse de manera que se toman muestras con mayor frecuencia y puede obtenerse un nivel óptimo para una situación particular. Puede utilizarse una cierta cantidad de ensayo y error para encontrar el equilibrio correcto entre activar demasiado pronto, antes de establecer de manera apropiada la oscilación, y demasiado tarde, cuando se perderá resolución.

Un detector logarítmico según una realización de la invención puede discriminar mejor una señal deseada de ruido de fondo, puesto que una señal deseada en la entrada al detector logarítmico se suma con el ruido inherente, haciendo que el amplificador oscile más rápidamente, lo que es indicativo de una señal más grande en la entrada. En mediciones empíricas, se ha encontrado que un detector logarítmico según una realización de la presente invención puede detectar señales de entrada deseadas aproximadamente 10 dB por debajo de las que pueden detectarse utilizando herramientas de analizador de espectro de la técnica anterior sofisticadas. Un aumento de este tipo en el rendimiento en el detector permite un rendimiento mejorado en sistemas completos cuando se emplea un detector de este tipo en los mismos.

Se cree que la técnica que se ha descrito anteriormente es completamente novedosa y permite construir un detector logarítmico que se beneficia de un rendimiento mejorado mientras que no requiere una calibración especial ni equipo de enfriamiento. Puesto que el elemento amplificador 100 del circuito de detector logarítmico no está amplificando directamente la señal, las características de rendimiento absoluto de este dispositivo no son críticas para el rendimiento global del detector logarítmico, tal como sería el caso con los dispositivos de la técnica anterior, tal como el mostrado en la figura 1.

Más bien, puede entenderse de la mejor manera el funcionamiento del circuito como un detector, que es sensible al logaritmo de la potencia de entrada y que emite una señal de tensión de CC directamente proporcional a dicho logaritmo.

La invención puede realizarse de muchas maneras diferentes, y una técnica preferida es fabricar todos los componentes necesarios sobre un monochip utilizando técnicas de fabricación conocidas. De esta manera, el beneficio de la invención puede incorporarse fácilmente en una gama de diferentes aplicaciones.

La figura 5 muestra un esquema de una segunda realización de la presente invención. Esta realización muestra una realización completa de un detector logarítmico según una realización de la presente invención. Los componentes clave incluidos en este esquema son: Q5, que actúa como oscilador/elemento de ganancia; L1 y C3 que son el circuito sintonizado que fija la frecuencia operativa del circuito; C14, D3 y D4 que actúan como convertidor de frecuencia a tensión; y U1A y U2B que actúan como filtros y convertidores de nivel para acondicionar la señal de salida para su utilización adicional. Otros componentes están funcionando de una manera convencional y el experto entenderá fácilmente sus funciones.

Ejemplos de diferentes áreas que podrían beneficiarse de realizaciones de la invención se describen en cierto detalle a continuación.

Un demodulador I/Q que utiliza un detector logarítmico según una realización de la presente invención puede detectar y demodular señales a un nivel de señal más bajo que lo que es posible en la actualidad. La figura 6 muestra una disposición de muestra que utiliza un par de detectores 101 logarítmicos según una realización de la presente invención. El resto del circuito de demodulador es idéntico a la técnica anterior, y el experto entenderá fácilmente cómo integrar un detector logarítmico según una realización de la presente invención. Comprende un oscilador 220 local (LO) que alimenta a un divisor 210 de frecuencia, que presenta dos salidas complementarias, cada una de las cuales se alimenta a mezcladores 200 doblemente equilibrados respectivos. A cada mezclador se le alimenta adicionalmente la señal de entrada. Cada mezclador mezcla en sentido descendente la señal de entrada con una señal de banda base o una frecuencia intermedia (FI), y entonces alimenta la señal a uno de un par de detectores 101 logarítmicos. Las salidas del par de detectores logarítmicos son, respectivamente, señales en fase (I) y de cuadratura (Q).

Un demodulador I/Q de este tipo puede utilizarse en una variedad de sistemas diferentes empleando uno o más de muchos esquemas de modulación digital diferentes.

Utilizando un demodulador I/Q según una realización de la presente invención, la mejora en el rendimiento de receptor con respecto a los receptores de la técnica anterior podría ser de hasta 10 dB, es decir, pueden recibirse y procesarse señales 10 dB más bajas que en la actualidad. El factor de 10 dB incluido en cálculos de balance de enlace supone una diferencia significativa para el rendimiento y la planificación del sistema. Por ejemplo, si se implementase un sistema de telecomunicación celular utilizando realizaciones de la presente invención, entonces la mejora en el rendimiento de receptor sola permitiría soportar o bien tamaños de célula más grandes, dando como resultado que se requieran menos estaciones base, o bien más canales mediante un estación base dada. Cualquiera de estas opciones, o una mezcla de las dos, ofrece ahorros significativos en los costes de infraestructura.

El demodulador I/Q de la figura 6 puede emplearse en una variedad de campos de telecomunicación diferentes. Otros ejemplos incluyen el radar, en el que el rendimiento de recepción mejorado ofrece la posibilidad de un rango y/o resolución aumentados.

Otras áreas que pueden beneficiarse de los detectores logarítmicos según realizaciones de la invención incluyen: el georradar, que se utiliza en la investigación geológica y arqueológica; la obtención de imágenes médicas, incluyendo la obtención de imágenes por ultrasonidos, exploraciones de TAC y obtención de imágenes mediante resonancia magnética (MRI); equipo de laboratorio, tales como analizadores de espectro, analizadores de red y osciloscopios.

Todas las características dadas a conocer en esta memoria (incluyendo cualquier reivindicación, resumen y dibujo adjunto) y/o todas las etapas de cualquier procedimiento o proceso dado a conocer de este modo, puede combinarse en cualquier combinación, excepto combinaciones en las que al menos algunas de tales características y/o etapas son mutuamente excluyentes.

Cada característica dada a conocer en esta memoria (incluyendo cualquier reivindicación, resumen y dibujo adjunto) puede sustituirse por características alternativas que sirvan para un fin idéntico, equivalente o similar, a menos que se indique expresamente lo contrario. Por tanto, a menos que se indique expresamente lo contrario, cada característica dada a conocer es un ejemplo sólo de una serie genérica de características equivalentes o similares.

La invención no está restringida a los detalles de la(s) realización(es) anterior(es). La invención está definida por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Detector logarítmico que comprende:

5 un elemento amplificador (100) que puede hacerse funcionar para oscilar a una frecuencia en respuesta a una señal de entrada recibida;

10 un circuito de retroalimentación (110) conectado entre una entrada al elemento amplificador y una salida del elemento amplificador y que puede hacerse funcionar para establecer la frecuencia a la que funcionará el amplificador; y

15 un elemento funcional (120) que puede hacerse funcionar para detectar una corriente extraída por el amplificador y para interrumpir la oscilación del amplificador cuando la corriente alcanza un umbral predeterminado, en el que la frecuencia de dicha interrupción es proporcional al logaritmo de la potencia de la señal de entrada, y

un elemento funcional (130) que puede hacerse funcionar para derivar una señal de salida del detector basándose en la frecuencia de dicha interrupción de la oscilación del amplificador, en el que la señal de salida es una tensión analógica proporcional al logaritmo de la potencia de la señal de entrada.

20 2. Detector logarítmico según la reivindicación 1, en el que el elemento amplificador es un transistor discreto o un amplificador operacional.

25 3. Detector logarítmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de retroalimentación comprende un circuito sintonizado o un bucle de enganche de fase.

4. Detector logarítmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el flujo de corriente se mide utilizando o bien un comparador analógico o bien un convertidor digital-analógico.

30 5. Detector logarítmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento funcional que puede hacerse funcionar para la detección e interrupción puede hacerse funcionar para interrumpir la oscilación conectando a tierra de manera eficaz la entrada al elemento amplificador.

35 6. Detector logarítmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento funcional que puede hacerse funcionar para derivar una salida es un convertidor de frecuencia a tensión que puede hacerse funcionar para producir una tensión de CC proporcional al logaritmo de la potencia de la señal de entrada.

40 7. Detector logarítmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento funcional que puede hacerse funcionar para derivar una salida comprende además un multiplicador de frecuencia que puede hacerse funcionar para detectar con mayor frecuencia el umbral predeterminado.

8. Detector logarítmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un controlador que comprende el elemento funcional que puede hacerse funcionar para la detección e interrupción y el elemento funcional que puede hacerse funcionar para derivar una salida.

45 9. Detector logarítmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento funcional que puede hacerse funcionar para la detección e interrupción puede hacerse funcionar para generar una señal que presenta una serie de picos de tensión que resultan del comienzo de la oscilación por parte del elemento amplificador y la interrupción de la oscilación de la señal de entrada a una tasa proporcional al logaritmo de la potencia de la señal de entrada.

50 10. Detector logarítmico según la reivindicación 9, en el que el elemento funcional que puede hacerse funcionar para derivar una salida está conectado para recibir la señal que presenta una serie de picos de tensión y puede hacerse funcionar para derivar la salida a partir de los mismos.

55 11. Demodulador I/Q que comprende un par de detectores logarítmicos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

12. Procedimiento de detección de una señal, que comprende las etapas siguientes:

60 aplicar la señal a un elemento amplificador que comprende un circuito de retroalimentación selectivo en frecuencia, de modo que la suma del ruido y la señal hace que el elemento amplificador oscile;

detectar una corriente extraída por el elemento amplificador;

65 interrumpir la oscilación cuando la corriente alcanza un umbral predeterminado indicativo de oscilación, en el que la frecuencia de dicha interrupción es proporcional al logaritmo de la potencia de la señal de entrada; y

derivar una señal de salida a partir de la frecuencia de dicha interrupción de la oscilación del amplificador, en el que la señal de salida es una tensión analógica proporcional al logaritmo de la potencia de la señal de entrada.

5 13. Procedimiento según la reivindicación 12, que comprende además la etapa de convertir picos de tensión producidos por dicha interrupción en una tensión de CC que es directamente proporcional al logaritmo de la potencia de la señal.

10 14. Procedimiento según la reivindicación 12 ó 13, en el que la etapa de interrupción comprende conectar a tierra de manera eficaz una entrada al elemento amplificador.

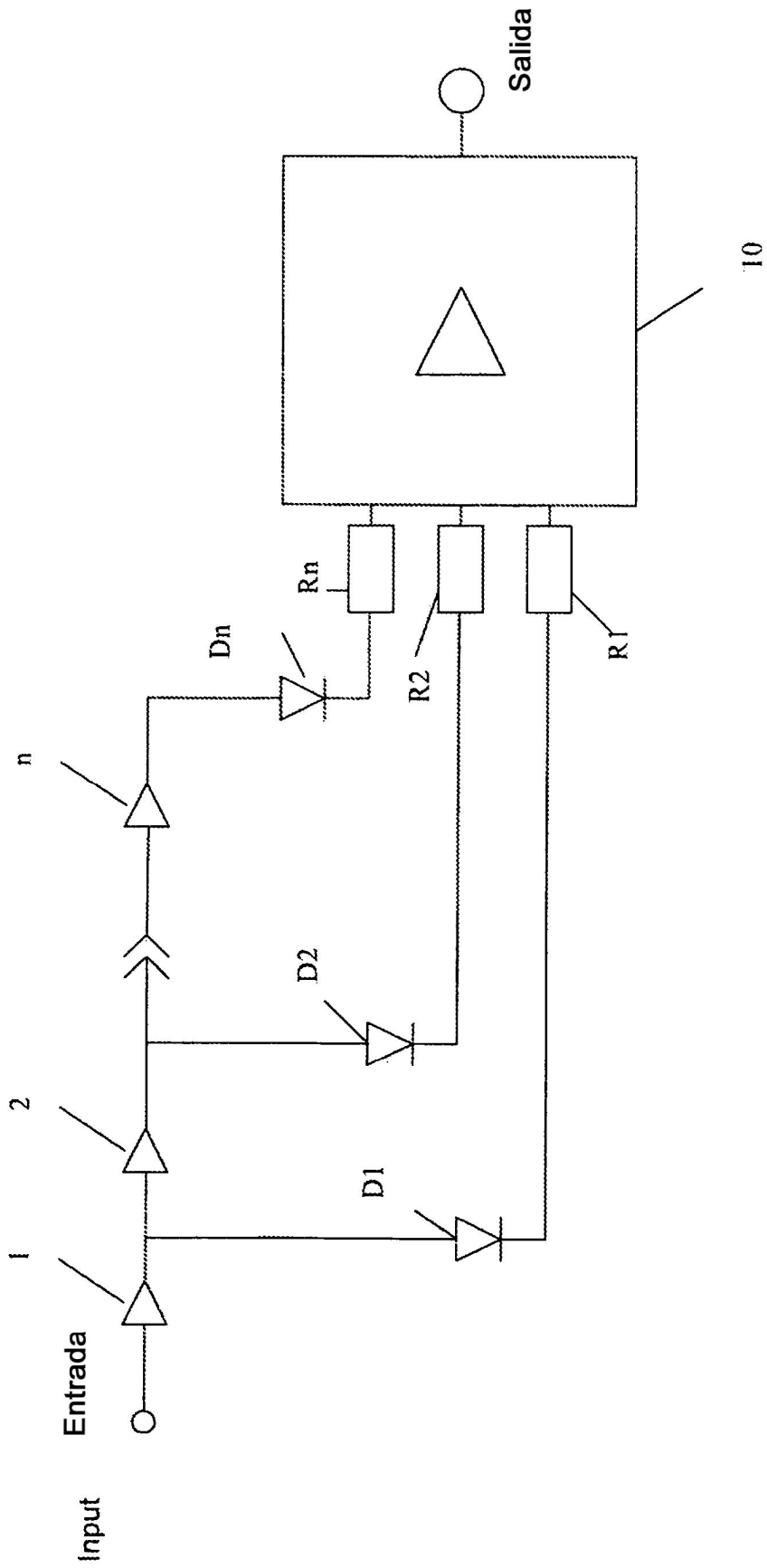


Figura 1

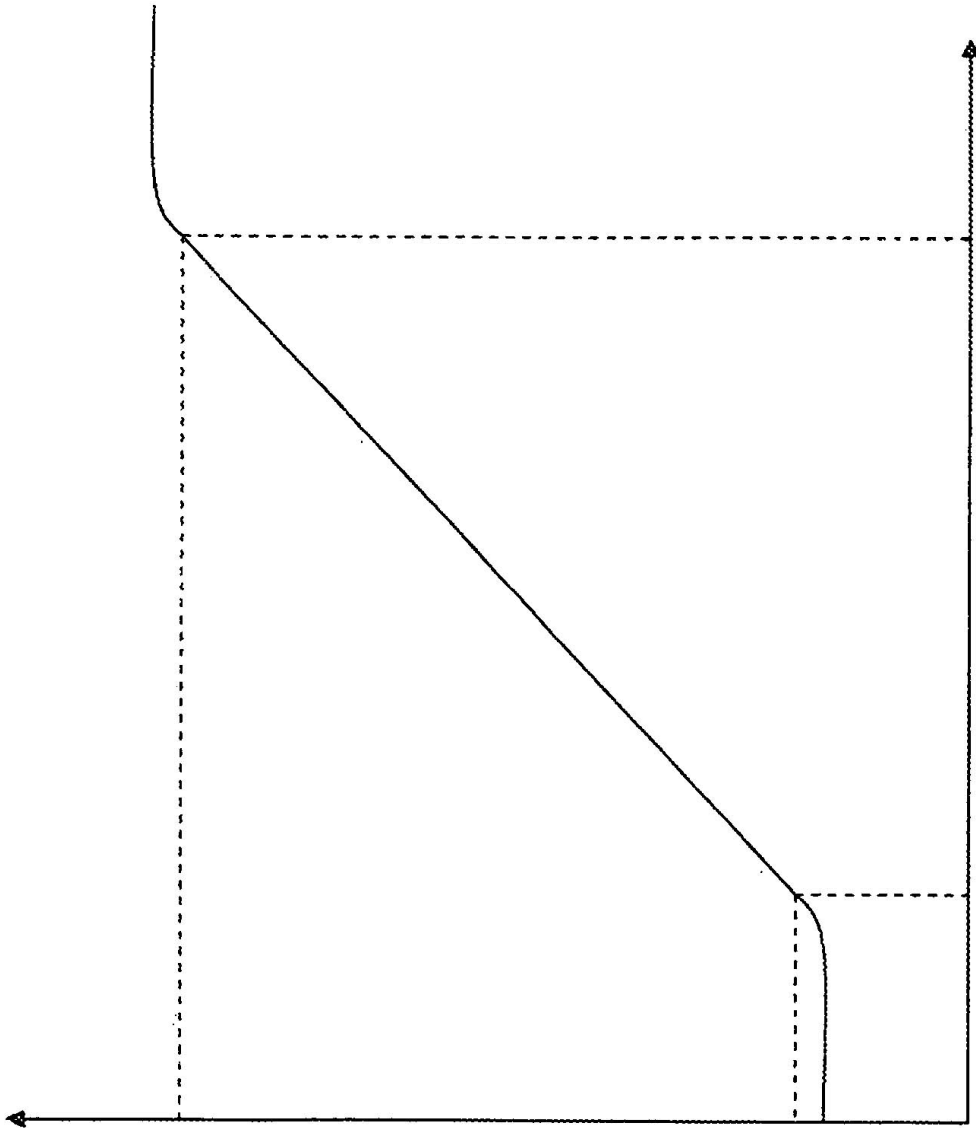


Figura 2

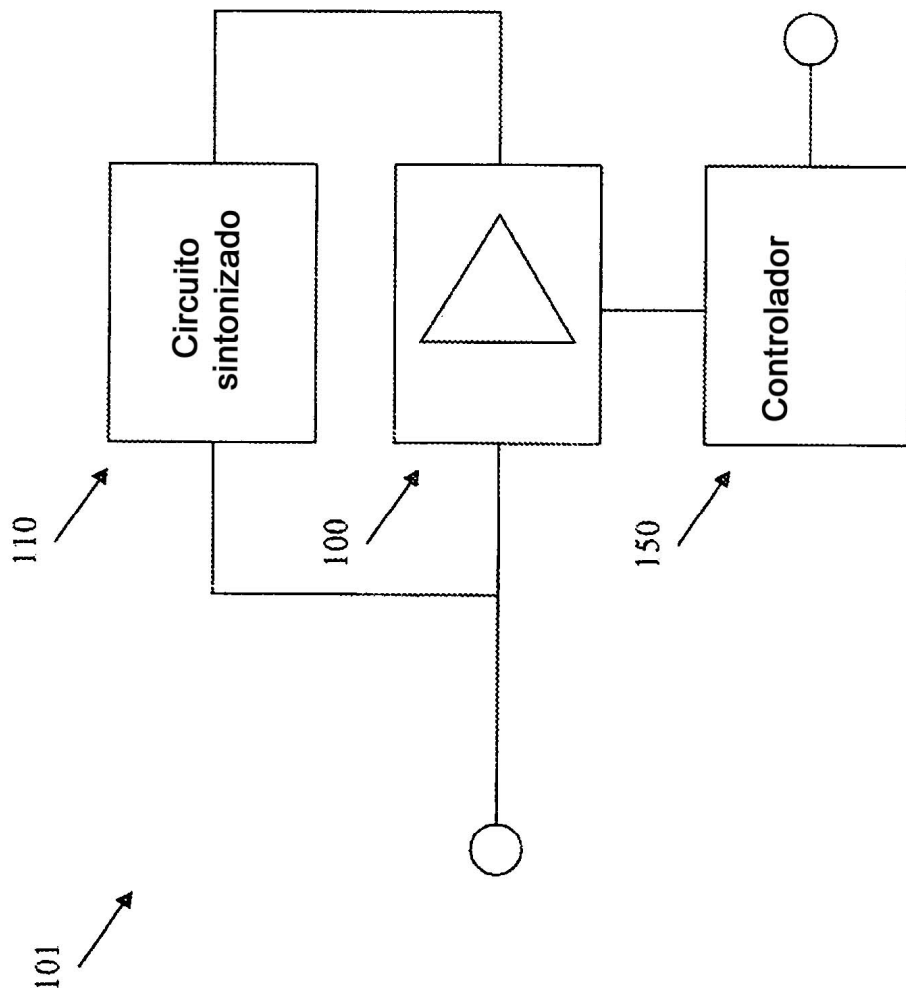


Figura 3

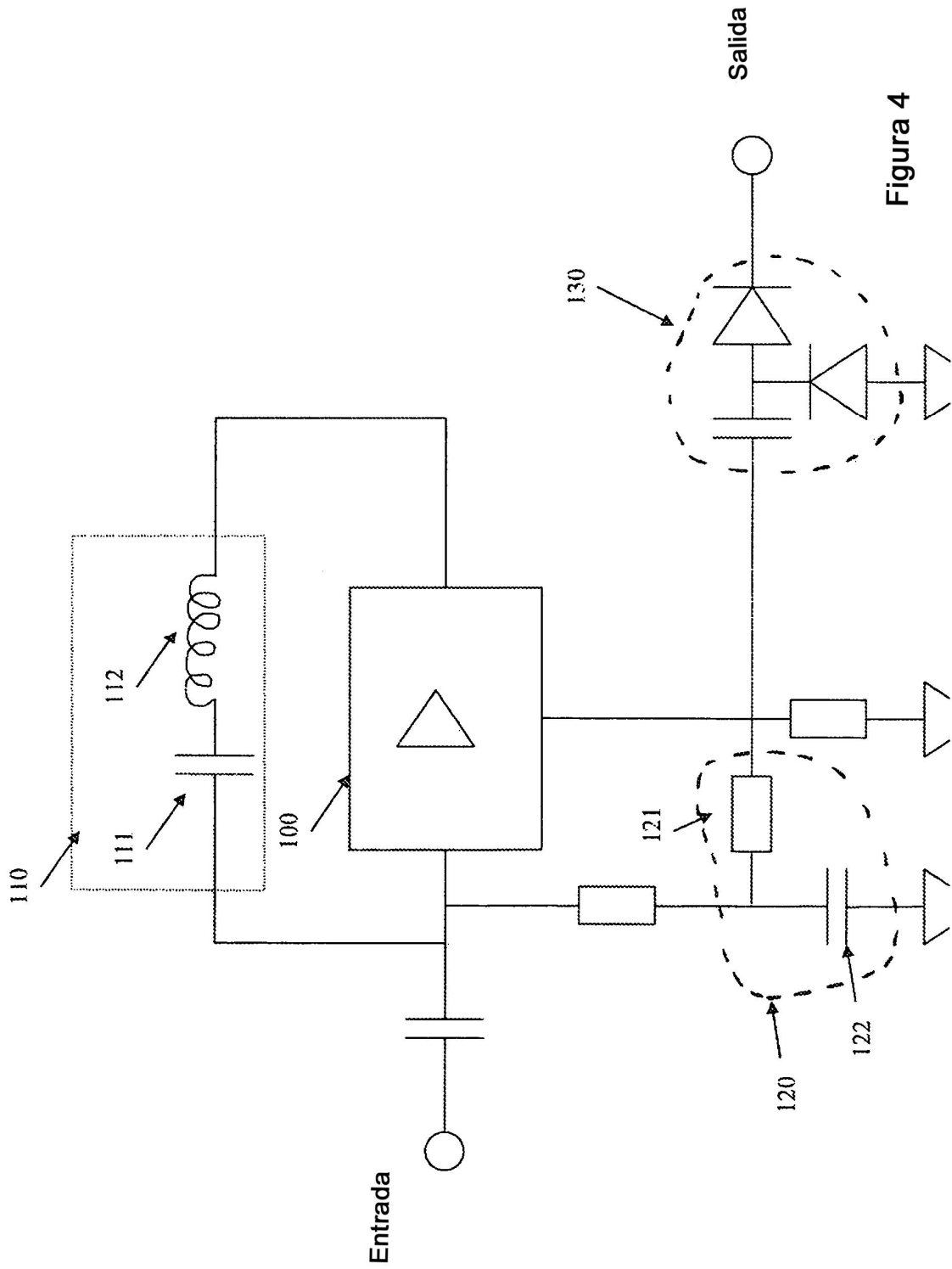


Figura 4

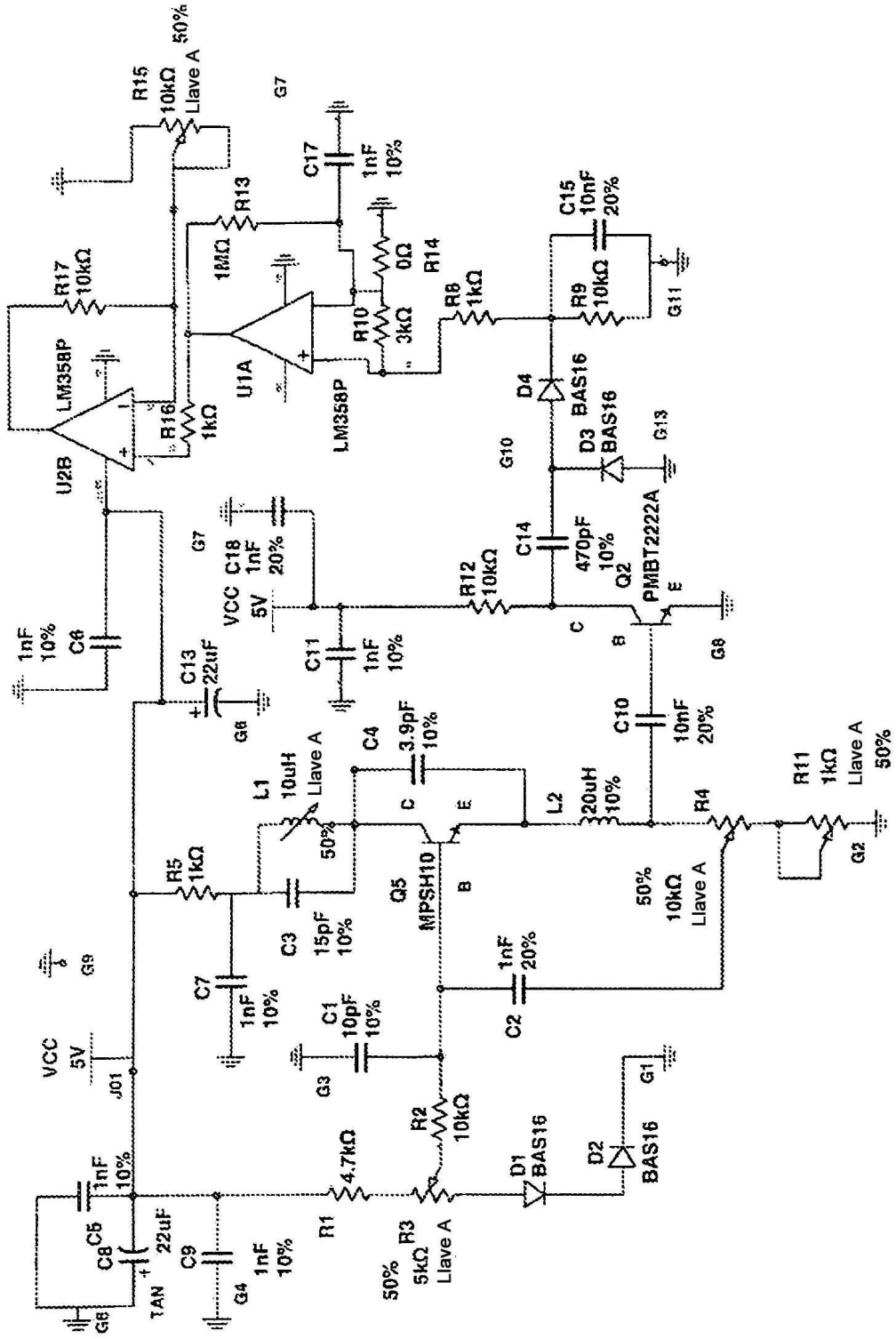


Figura 5

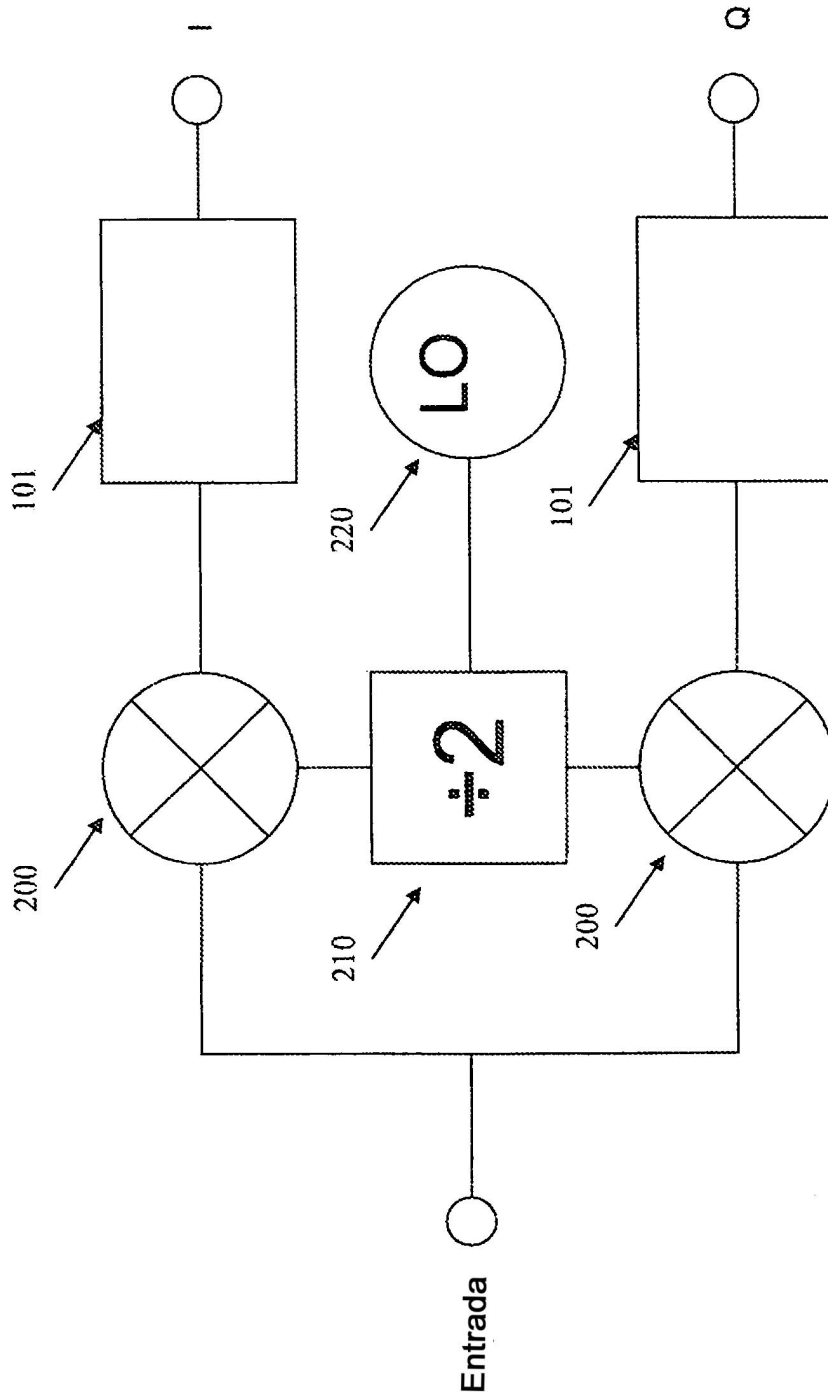


Figura 6