



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 278 704**

51 Int. Cl.:
H03B 5/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01310254 .6**

86 Fecha de presentación : **07.12.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1215812**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **19.06.2002**

54

Título: **Circuito electrónico alimentado por unos medios generadores de corriente.**

30

Prioridad: **15.12.2000 GB 0030694**

73

Titular/es: **Nokia Corporation
Keilalahdentie 4
02150 Espoo, FI**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.08.2007

72

Inventor/es: **Midtgaard, Jacob**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.08.2007

74

Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 278 704 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

Circuito electrónico alimentado por unos medios generadores de corriente.

La presente invención se refiere a un circuito electrónico que comprende un primer y un segundo terminales de alimentación para proporcionar voltajes diferentes, y un camino de alimentación de corriente entre dichos terminales y que comprende una primera fuente de corriente entre un transistor y dicho primer terminal y conectada en serie con el camino de control de corriente del transistor, y una segunda fuente de corriente entre el transistor y dicho segundo terminal y conectada en serie con el camino de control de corriente del transistor.

El circuito de la invención es adecuado, por ejemplo, para ser usado en osciladores diferenciales de cristal y circuitos similares.

Los osciladores diferenciales de cristal son bien conocidos en la técnica, suministrándoseles la alimentación a través de resistores o inductores.

En el documento US-A-5.912.594 se da a conocer un oscilador Pierce. El oscilador dado a conocer tiene un elemento de polarización de tipo fuente de corriente, usado como impedancia de emisor. Según esta patente, el elemento de polarización representa una alta impedancia, idealmente una impedancia sin carga, para corrientes de alta frecuencia.

También es bien conocido en general el uso de fuentes de corriente conectadas entre los drenadores o colectores de transistores y una línea de alimentación. En los documentos US-A-4.360.789 y US-A-4.208.639 se dan a conocer ejemplos de circuitos de este tipo. Además, en el documento US-A-5.347.237 se da a conocer un camino de corriente entre líneas de alimentación a través de un transistor y fuentes de corriente a cada lado del transistor.

Un circuito según la presente invención está caracterizado porque la primera fuente de corriente tiene un terminal de control, unos medios de polarización que comprenden un bucle de realimentación el cual aplica una señal de control a dicho terminal de control en función del voltaje dc en un nodo entre el transistor y la primera fuente de corriente para controlar dicho voltaje dc, presentando la primera fuente de corriente un terminal de control, un camino adicional de alimentación de corriente sustancialmente idéntico o de simetría especular entre dichos terminales, que comprende: una tercera fuente de corriente entre un transistor adicional y dicho primer terminal y conectada en serie con el camino de control de corriente del transistor adicional, y una cuarta fuente de corriente entre el transistor adicional y dicho segundo terminal y conectada en serie con el camino de control de corriente del transistor adicional, y presentando la tercera fuente de corriente un terminal de control y aplicándose también dicha señal de control al terminal de control de la tercera fuente de corriente para controlar el voltaje dc en un nodo entre la tercera fuente de corriente y el transistor adicional.

El circuito puede ser un circuito RF.

Preferentemente, la segunda fuente de corriente tiene un terminal de control para recibir una señal de control externa.

Preferentemente, la segunda y la cuarta fuentes de corriente tienen terminales de control conectados para recibir una señal de control común externa tal como una señal AGC.

La presente invención puede estar incorporada en un oscilador, preferentemente un circuito oscilador Pierce equilibrado en modo de base común/compuerta común. Preferentemente, el oscilador es un oscilador de cristal. Más preferentemente, en los casos de los osciladores de cristal en los que existan dos caminos de alimentación de corriente, se incluyen preferentemente unos medios de igualación de la polarización para igualar los voltajes dc en dichos nodos. Los medios de igualación de la polarización comprenden una quinta y una sexta fuentes de corriente conectadas en paralelo con las respectivas de entre dichas primera y segunda fuentes de corriente y un amplificador diferencial que tiene salidas diferenciales, estando conectados dichos nodos a las entradas respectivas del amplificador diferencial y estando conectadas las salidas del amplificador diferencial a terminales de control de las respectivas de entre dichas quinta y sexta fuentes de corriente para tender a minimizar la diferencia entre los voltajes dc en dichos nodos.

En un circuito oscilador según la presente invención, la fuente de corriente o cada una de las fuentes de corriente comprende un FET, preferentemente un MOSFET, y dichos terminales de control comprenden compuertas de los FET respectivos.

A continuación se explicará la invención más detalladamente por medio de ejemplos de formas de realización y haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

la Fig. 1 muestra esquemáticamente un oscilador diferencial de cristal con una alimentación a través de unos medios generadores de corriente, el cual no constituye una forma de realización de la presente invención aunque resulta útil para comprender la misma;

la Fig. 2 muestra la mitad derecha del oscilador diferencial de la Fig. 1;

la Fig. 3 muestra el circuito de la Fig. 1 modificado según la presente invención;

la Fig. 4A muestra los detalles de los medios generadores de corriente 42 de la Fig. 3; y

la Fig. 4B muestra los detalles de los medios generadores de corriente 53 de la Fig. 3.

Los símbolos de referencia que son iguales designan elementos iguales o similares en todas las figuras.

En la Fig. 1, se muestra un oscilador en modo diferencial 1. Tal como se pone de manifiesto a partir de la Fig. 1, el circuito es simétrico con respecto a una línea central vertical A-A.

Desde un terminal de alimentación 2 (positivo, de Vcc) se suministra corriente de alimentación a través de unos medios generadores de corriente 3-4 que presentan una impedancia alta para señales pequeñas y señales grandes hacia los terminales de colector 8-9 de dos transistores 10-11, estando conectados también a los terminales de colector 8-9 dos terminales de salida 5-6 respectivamente. Preferentemente, las señales de salida se toman de los terminales de salida a través de unos circuitos separadores adecuados, que son preferentemente circuitos separadores diferenciales.

Durante el funcionamiento, las dos salidas 5-6 funcionarán en oposición de fase, y por lo tanto el voltaje sobre el cristal 7, el cual está conectado entre los terminales de colector 8-9, será un voltaje AC idealmente sin ningún componente DC.

Los terminales de base de los dos transistores 10-11 están conectados entre sí en un nodo 12 el cual está polarizado por un generador de polarización DC

13. El nodo 12 representa un terminal de tierra virtual debido a la simetría del circuito oscilador; el generador DC según la invención puede presentar una baja impedancia a bajas frecuencias, definiendo adicionalmente de este modo el nodo 12 como un terminal de tierra virtual.

A frecuencias mayores, el generador DC 13 según la invención puede presentar una impedancia sustancialmente mayor, tendiendo de este modo a aislar el circuito oscilador con respecto al ruido inducido por las conexiones a tierra.

La realimentación se toma desde los terminales de colector 8-9 a los terminales de emisor 19-20 de los transistores 10-11 a través de divisores de voltaje capacitivos formados respectivamente por los condensadores 16, 14 y 17, 15. En relación con esto, el nodo 24 entre los dos condensadores 14-15 representa también un terminal de tierra virtual, debido al funcionamiento simétrico del circuito oscilador 1, presentado el mismo valor los dos condensadores 14-15 y presentando el mismo valor los dos condensadores 16-17.

La corriente de alimentación se devuelve a un terminal negativo o de tierra 23 desde los terminales de emisor 19-20 de los dos transistores 10-11 a través de unos medios generadores de corriente 21-22 que presentan unas impedancias altas para señales pequeñas y para señales grandes.

Como cada nodo o terminal a lo largo de la línea de simetría A-A es de hecho un terminal de tierra virtual, el circuito oscilador 1 se puede dividir a lo largo de esta línea A-A en dos subcircuitos. En la Fig. 2 se muestra el subcircuito derecho 30.

Los terminales de tierra virtuales a lo largo de la línea de simetría A-A son: el terminal Vcc 2; un "terminal de toma central" imaginario 31 del cristal 7; el terminal de base 12; el nodo 24 entre los condensadores 14-15; y el terminal de tierra 23. En la Fig. 2, los terminales de tierra virtuales 31, 12 y 24 se muestran conectados virtualmente a tierra 32 por medio de líneas de trazos.

En este momento se observa fácilmente a partir de la Fig. 2 que el subcircuito derecho 30 constituye un oscilador de tipo Pierce de base común. De este modo, el circuito 1 de la Fig. 1 se puede designar como un oscilador de modo diferencial (o equilibrado) de tipo Pierce de base común.

El uso de circuitos equilibrados es preferible en general en aplicaciones RF, principalmente para reducir la radiación no deseada, aunque también para reducir, por ejemplo, las corrientes de bucle y los bucles de tierra. En general, en los circuitos RF equilibrados se prefiere un grado de simetría lo mayor posible, por las mismas razones, y especialmente para reducir la radiación no deseada.

El uso de circuitos RF equilibrados es también preferible en equipos alimentados por batería tales como, por ejemplo, un teléfono móvil, ya que el mismo permite trabajar con un mayor nivel de potencia RF en un circuito alimentado por un voltaje de batería determinado.

Además, el uso de circuitos equilibrados es preferible en circuitos integrados, realizándose los mismos la mayoría de las veces sobre sustratos semiconductores monolíticos. Ya sea el sustrato más o menos conductor, dicha situación permitirá la propagación de señales parásitas a través del circuito, lo cual en el caso de señales RF puede resultar más perjudicial para el funcionamiento del circuito que en el caso de cir-

cuitos DC o lógicos. El uso de circuitos equilibrados sobre el chip semiconductor tenderá a minimizar este efecto, tendiendo las señales equilibradas a absorber o compensar las corrientes parásitas localmente dentro del circuito o dentro de un subcircuito.

De este modo, el circuito oscilador de la Fig. 1 será adecuado para ser usado, por ejemplo, en un teléfono móvil, en el que los circuitos la mayoría de las veces están integrados en chips semiconductores, y en el que tiene una importancia primordial la obtención de niveles de potencia RF elevados a partir de un voltaje de batería bajo y la evitación de radiaciones RF no deseadas.

El uso de los medios generadores de corriente 3-4 y 21-22 según la invención aísla al oscilador con respecto a los terminales Vcc y de tierra 2, 23 gracias a las altas impedancias de los medios generadores de corriente 3-4 y 21-22.

Por la presente, el ruido las interferencias y las perturbaciones en modo común sobre las pistas de alimentación y tierra se verán atenuados eficazmente antes de que alcancen al circuito oscilador, a un nivel incluso mayor que el asociado a los circuitos diferenciales de la técnica anterior.

En un circuito alimentado por un voltaje bajo, por ejemplo, en un equipo portátil alimentado por batería tal como un teléfono móvil, en lugar de los medios generadores de corriente 3-4, 21-22 de la invención se usan frecuentemente resistores que tienen típicamente una resistencia del orden de 2 kOhmios.

Los medios generadores de corriente 3-4 y 21-22 con impedancias de salida del orden de 100 kOhmios se realizan fácilmente con un número total de componentes bastante bajo. Según la invención, esta opción proporcionará un aislamiento sustancialmente mejor y unas pérdidas DC y AC inferiores al introducir unas impedancias tan elevadas entre el circuito y los terminales de la fuente de alimentación. A su vez, la disminución de las pérdidas AC proporcionará un consumo de potencia reducido así como un ruido reducido.

Adicionalmente, un circuito alimentado por dichos medios generadores de corriente se puede hacer funcionar a partir de voltajes de alimentación muy bajos, ya que la caída de voltaje necesaria sobre los medios generadores de corriente es bastante baja, y los medios generadores de corriente siguen proporcionando un rendimiento satisfactorio.

De hecho, la forma de realización de la presente invención de la Fig. 3 está diseñada para un voltaje de alimentación Vcc de 2,7 V, y se pueden obtener con relativa facilidad formas de realización según la invención para valores entre 1,8 y 2,2 V.

Uno de los usos pretendidos del circuito de la Fig. 3 sería un oscilador maestro, por ejemplo, en un teléfono móvil. La frecuencia de oscilación de referencia tendría preferentemente una magnitud de entre 10 y 100 MHz, y las frecuencias adicionales necesarias en el teléfono móvil se sintetizarían preferentemente a partir de la frecuencia de referencia.

Según la invención, los medios generadores de corriente son independientes para cada una de las mitades de un circuito oscilador equilibrado. Esta es la situación que se ilustra en los dibujos, ya que los medios generadores de corriente 3 son independientes con respecto a los medios generadores de corriente 4, y los medios generadores de corriente 21 son independientes con respecto a los medios generadores de corriente 22.

En el circuito oscilador 40 de la Fig. 3, se ha añadido al circuito de la Fig. 1 una circuitería de control según la invención. Dicha circuitería comprende un primer, un segundo y un tercer circuitos de control en la forma de realización mostrada en la Fig. 3.

Un primer circuito de control comprende dos resistores 48-49; una fuente de voltaje 45; un amplificador diferencial 44; y dos generadores de corriente controlables 46-47 que constituyen los medios generadores de corriente 3-4 (Fig. 1).

En el primer circuito de control, los dos resistores 48-49 establecen un voltaje sobre su nodo común 50, correspondiéndose dicho voltaje con el voltaje de modo común de los terminales de colector 8-9. La diferencia entre este voltaje de modo común de los terminales de colector y un voltaje de polarización de referencia fijado previamente, proporcionado por el generador de voltaje 45, es amplificada por el amplificador diferencial 44, cuya salida está conectada a los terminales de entrada de control de los generadores de corriente 46-47.

De este modo, a partir del voltaje de modo común de los terminales 8-9, un bucle cerrado lleva a la entrada negativa del amplificador 44, a través del amplificador 44 y por medio de las entradas de control de los generadores de corriente 46-47 a los terminales 8-9, y desde allí por medio de los resistores 48-49 al nodo 50 que tiene el potencial del voltaje de modo común. De este modo, el primer circuito de control forma un servo-bucle para controlar el voltaje de modo común en los terminales de colector 8-9.

De este modo, proporcionando un cierto voltaje en la entrada positiva del amplificador 44, desde el generador de voltaje 45 o por cualquier otro medio, se puede obtener un voltaje correspondiente de modo común, deseado, en los terminales de colector 8-9.

Los voltajes correspondientes a los generadores mostrados 13 y 45 se pueden obtener a partir de una fuente común, reduciendo de este modo en uno el número de conexiones requeridas desde la fuente de alimentación al circuito oscilador, y reduciendo por lo tanto el riesgo de inducción de derivas y ruido en el circuito oscilador desde la fuente de alimentación.

Como el amplificador 44 se puede realizar fácilmente con una impedancia de entrada muy alta, por ejemplo, mediante el uso de realimentación interna, se puede hacer que los resistores 48-49 sean tan grandes como se desee dentro de unos límites prácticos, sin que se perjudique así al funcionamiento del circuito oscilador 40, ni se genere ninguna pérdida AC o DC significativa.

Un segundo circuito de control comprende una entrada de control 52; y dos generadores de corriente controlables 53-54 que constituyen los medios generadores de corriente 21-22 (Fig. 1).

Aplicando un voltaje de control sobre el terminal de entrada de control 52, se pueden controlar los dos generadores de corriente 53-54 para suministrar una corriente deseada de modo común hacia (o drenar una corriente deseada de modo común de) los terminales de emisor 19-20 del circuito oscilador 40.

Esta opción controlará la corriente DC de funcionamiento de los transistores y por lo tanto su ganancia hFE así como sus puntos de trabajo.

De este modo, se puede seleccionar un punto de trabajo deseado de los transistores en el que el circuito esté funcionando con unas condiciones lineales deseadas. Las pruebas han demostrado que se pueden al-

canzar condiciones de funcionamiento las cuales permitirán un funcionamiento lineal del circuito oscilador 40 con una oscilación normal.

Esto conlleva la ventaja de que se reducen el acoplamiento del ruido y de las perturbaciones de modo común a la oscilación diferencial y el plegamiento del ruido de baja frecuencia sobre la frecuencia de oscilación minimizando las no linealidades. Además, se minimiza el consumo de corriente, reduciendo tanto el ruido como el consumo de potencia.

Adicionalmente, la ganancia hFE de los transistores se puede ajustar o controlar mientras el circuito está funcionando, proporcionando de este modo unos medios de control AGC sencillos aunque eficaces.

Según la invención, dicho AGC eficaz se utiliza preferentemente para controlar el modo de oscilación del cristal de cuarzo 7.

En general, uno de los modos posibles de oscilación del cristal es el modo deseado. No obstante, al presentar el cristal otros diversos modos mecánicos de oscilación en las proximidades de la frecuencia del modo deseado, la oscilación en estos modos creará perturbaciones o "contaminará" la señal del modo de oscilación deseado. Incluso si el cristal no está oscilando realmente en un modo no deseado, dicho modo puede estar creando perturbaciones en la señal del modo deseado.

No obstante, los modos de oscilación no deseados requieren en general, en el circuito oscilador, una ganancia mayor que el modo deseado. Por esta razón, si la ganancia se puede controlar con una precisión adecuada, por ejemplo, a través de los medios de control AGC descritos, será posible hacer funcionar un circuito oscilador 40 con una ganancia justo suficiente como para mantener la oscilación del modo deseado, evitando eficazmente de esta manera que los modos no deseados creen perturbaciones en la forma de onda de la oscilación.

Además, dicho control eficaz de la ganancia del oscilador se utiliza preferentemente en un bucle AGC cerrado comparando la amplitud en la salida del oscilador (o una salida de un circuito separador) con una referencia y controlando la ganancia a través de la entrada de control 52 para obtener un nivel de salida deseado.

Por la presente invención se proporciona una amplia ganancia en el arranque del oscilador, en el que la amplitud es baja, para iniciar la oscilación rápidamente y al mismo tiempo limitar la ganancia al nivel justo suficiente mencionado cuando el oscilador está funcionando.

Por el presente documento, la invención proporciona unos medios eficaces para suprimir modos espurios de oscilación en un circuito oscilador equilibrado.

Un tercer circuito de control en el circuito oscilador 40 de la Fig. 3 comprende un amplificador diferencial 41 con salidas diferenciales; y dos generadores de corriente controlables 42-43.

Las salidas diferenciales del amplificador diferencial 41 están acopladas cada una de ellas a su entrada de control de los generadores de corriente 42-43. Por la presente, un cambio de la señal de salida del amplificador tenderá a aumentar la corriente de salida de uno de los generadores de corriente y a reducir la corriente de salida del otro generador de corriente.

Los generadores de corriente 42-43 están acoplados en paralelo a los generadores de corriente 46-47,

y por lo tanto suman corriente a las corrientes generadas por los generadores de corriente 46-47.

Por lo tanto, cuando la diferencia de voltaje en las entradas del amplificador diferencial 41 varíe, el tercer circuito de control aumentará la corriente de polarización de colector para uno de los transistores y reducirá la corriente de polarización de colector para el otro transistor en el circuito oscilador 40.

No obstante, los voltajes de los terminales de colector 8-9 se realimentan a las entradas diferenciales del amplificador diferencial 41, y por lo tanto el tercer circuito de control estabilizará la diferencia de voltaje de los terminales de colector 8-9 a un valor deseado; en la forma de realización mostrada en la Fig. 3, dicho valor deseado es cero voltios.

El uso del tercer circuito de control según la invención compensará la desadaptación entre la mitad izquierda y derecha del circuito oscilador 40, y evitará cualquier voltaje DC significativo sobre el cristal 7.

Adicionalmente, dicho tercer circuito de control según la invención está adaptado preferentemente para proporcionar una fuerte realimentación a frecuencias más bajas. Esta situación proporcionará la ventaja de reducir significativamente el ruido 1/f diferencial sin afectar a la oscilación, lo cual a su vez reducirá el riesgo de que dicho ruido 1/f se pliegue sobre la frecuencia de oscilación debido a las no linealidades que queden en el circuito oscilador.

En lugar de usar para cada nodo colector (8) dos generadores de corriente (42, 46) en paralelo cada uno de ellos con su entrada de control, según la invención se puede usar un único generador de corriente, bien con dos entradas de control o bien con las dos señales de control (por ejemplo, 100), provenientes respectivamente de los amplificadores 41 y 44, sumadas en un circuito sumador adecuado antes de alimentarlas a la entrada de control del generador de corriente único.

De este modo, mediante la implementación de seis medios generadores de corriente 3-4, 21-22 según la invención, ha resultado posible controlar las condiciones de polarización de un circuito oscilador diferencial (40) de una forma particularmente eficaz y bastante sencilla. Los potenciales de modo común y diferencial de los terminales de colector (en este caso, los terminales que presentan la oscilación de voltaje mayor) se pueden controlar de forma mutuamente independiente, y se puede controlar la corriente DC de funcionamiento de los transistores (y por lo tanto su ganancia (hFE)), preferentemente por medio de un

circuito AGC, estabilizando el circuito oscilador en un punto de trabajo deseado en el que el circuito esté funcionando en las condiciones lineales deseadas.

Según la invención, los generadores de corriente 42-43, 46-47 y 53-54 los cuales constituyen los medios generadores de corriente 3-4 y 21-22, comprenden preferentemente transistores FET individuales (transistores de efecto de campo), extendiéndose el camino de corriente desde la fuente al drenador (o viceversa) y siendo la entrada de control el terminal de compuerta. De este modo, un cierto voltaje de control sobre el terminal de compuerta permitirá un flujo de corriente DC deseado a través del camino fuente-drenador.

Mediante esta disposición, los generadores de corriente se establecen de una forma particularmente sencilla y rentable, del modo más adecuado para su implementación en un circuito integrado.

Se prefiere particularmente que los generadores de corriente 42-43, 46-47 y 53-54 estén constituidos cada uno de ellos por un único MOS-FET (transistor de efecto de campo semiconductor metal óxido) tal como se muestra en las Figuras 4A y 4B. En ese caso, la fuente y el drenador de dicho MOS-FET constituirán los terminales de alimentación del generador de corriente respectivo, y la compuerta del MOS-FET constituirá el terminal de entrada de control del generador de corriente.

En los generadores de corriente de este tipo, se pueden obtener voltajes de trabajo muy bajos, que prevén el uso del circuito con un voltaje Vcc menor que el correspondiente a los circuitos de la técnica anterior a los que se les suministra la alimentación a través de resistores. Tal como se ha mencionado anteriormente, se pueden obtener formas de realización del circuito según la invención diseñadas para voltajes de alimentación de entre 1,8 y 2,2 V.

En el circuito 40 de la Fig. 3, los dos condensadores 14-15 de la Fig. 1 se han sustituido por un único condensador 51. Esta opción resultará ventajosa si no se va a utilizar el hecho de que cada uno de los dos condensadores 14-15 de la Fig. 1 tengan uno de sus terminales (en este caso, el nodo 24) conectado a tierra o tierra virtual (o de hecho a cualquier otro potencial).

Aun cuando la invención se ha explicado anteriormente haciendo referencia específica a circuitos osciladores equilibrados, nada evitará que la invención se use en otros tipos de circuitos, sin que sean necesariamente circuitos equilibrados o RF.

REIVINDICACIONES

1. Circuito electrónico que comprende:
 un primer y un segundo terminales de alimenta-
 ción (2, 23) para proporcionar voltajes diferentes; y
 un camino de alimentación de corriente entre di-
 chos terminales (2, 23) y que comprende:
 una primera fuente de corriente (46) entre un tran-
 sistor (10) y dicho primer terminal (2) y conectada en
 serie con el camino de control de corriente del tran-
 sistor (10), y
 una segunda fuente de corriente (53) entre el tran-
 sistor (10) y dicho segundo terminal (23) y conectada
 en serie con el camino de control de corriente del tran-
 sistor (10),
caracterizado porque
 la primera fuente de corriente (46) presenta un ter-
 minal de control;
 unos medios de polarización (44, 45) que com-
 prenden un bucle de realimentación el cual aplica una
 señal de control a dicho terminal de control en fun-
 ción del voltaje dc en un nodo (8) entre el transistor
 (10) y la primera fuente de corriente (46) para contro-
 lar dicho voltaje dc;
 un camino adicional de alimentación de corriente
 sustancialmente idéntico o de simetría especular entre
 dichos terminales (2, 23), que comprende:
 una tercera fuente de corriente (47) entre un tran-
 sistor adicional (11) y dicho primer terminal (2) y con-
 ectada en serie con el camino de control de corriente
 del transistor adicional (11), y
 una cuarta fuente de corriente (54) entre el transis-
 tor adicional (11) y dicho segundo terminal (23) y con-
 ectada en serie con el camino de control de corriente
 del transistor adicional (11), y
 presentando la tercera fuente de corriente (47) un
 terminal de control y aplicándose también dicha señal
 de control al terminal de control de la tercera fuen-
 te de corriente (47) para controlar el voltaje dc en un

nodo (9) entre la tercera fuente de corriente (47) y el
 transistor adicional (11).

2. Circuito según la reivindicación 1, en el que la
 segunda fuente de corriente (53) tiene un terminal de
 control para recibir una señal externa de control ga-
 nancia.

3. Circuito según la reivindicación 1, en el que la
 segunda y la cuarta fuentes de corriente (53, 54) tie-
 nen terminales de control conectados para recibir una
 señal común externa de control de ganancia.

4. Circuito electrónico según la reivindicación 1 ó
 2 integrado en un circuito oscilador.

5. Circuito electrónico según las reivindicaciones
 1 ó 3, integrado en un circuito oscilador Pierce de cris-
 tal, equilibrado, en modo de base común/compuerta
 común.

6. Circuito electrónico según la reivindicación 4 ó
 5, en el que la fuente de corriente o cada una de las
 fuentes de corriente (42, 43, 46, 47) comprende un
 FET y dichos terminales de control comprenden unas
 compuertas de los FET respectivos.

7. Circuito electrónico según la reivindicación 6
 integrado en un circuito oscilador de cristal.

8. Circuito oscilador electrónico según la reivindi-
 cación 5, que comprende unos medios de igualación
 de la polarización (41, 42, 43) para igualar los vol-
 tajes dc en dichos nodos (8, 9) que comprenden una
 quinta y una sexta fuentes de corriente (42, 43) conec-
 tadas en paralelo con las respectivas de entre dichas
 primera y segunda fuentes de corriente y un amplifi-
 cador diferencial (41) que tiene salidas diferenciales,
 estando conectados dichos nodos (8, 9) a las entradas
 respectivas del amplificador diferencial (41) y estan-
 do conectadas las salidas del amplificador diferencial
 a terminales de control de las respectivas de entre di-
 chas quinta y sexta fuentes de corriente (42, 43) para
 tender a minimizar la diferencia entre los voltajes dc
 en dichos nodos (8, 9).

Fig. 2

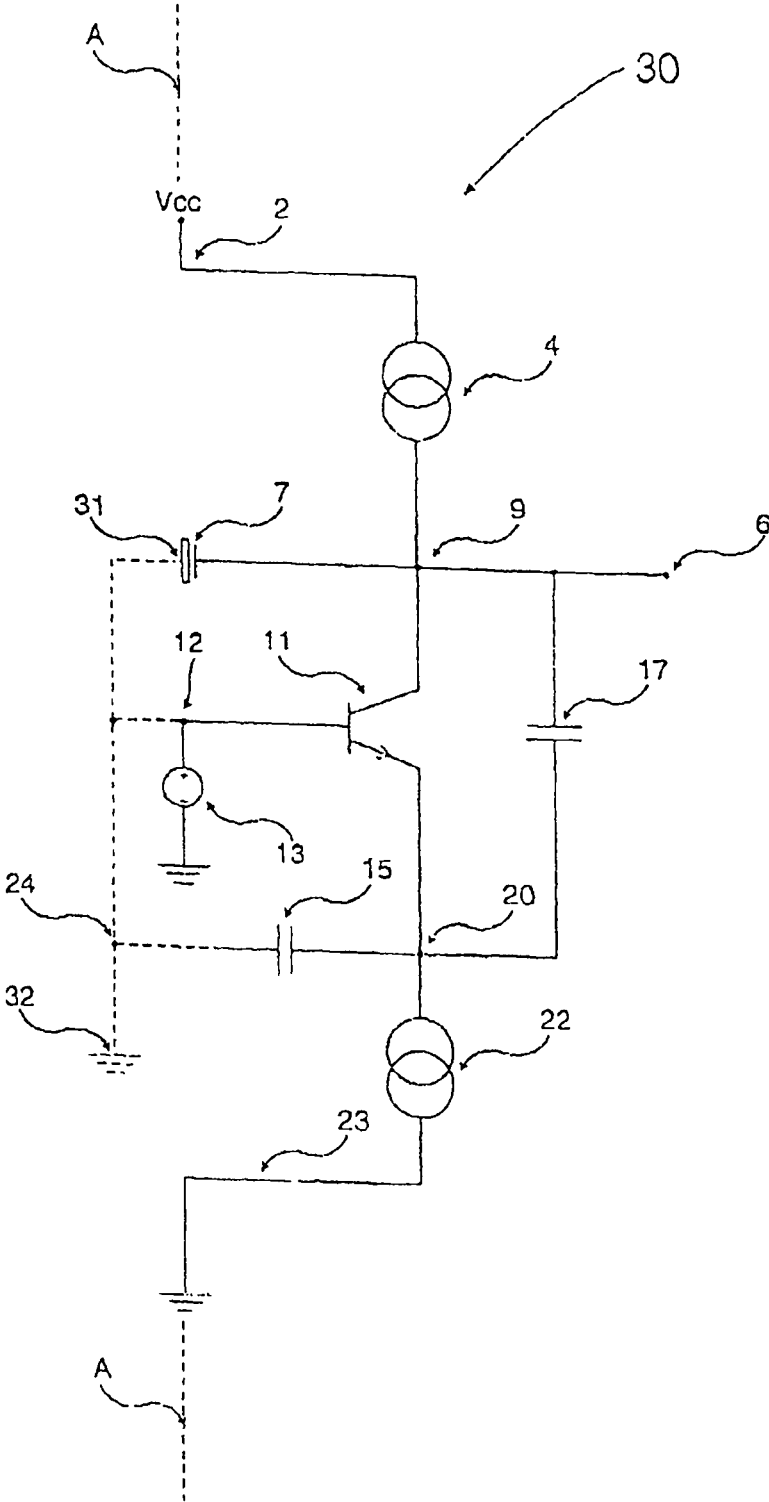
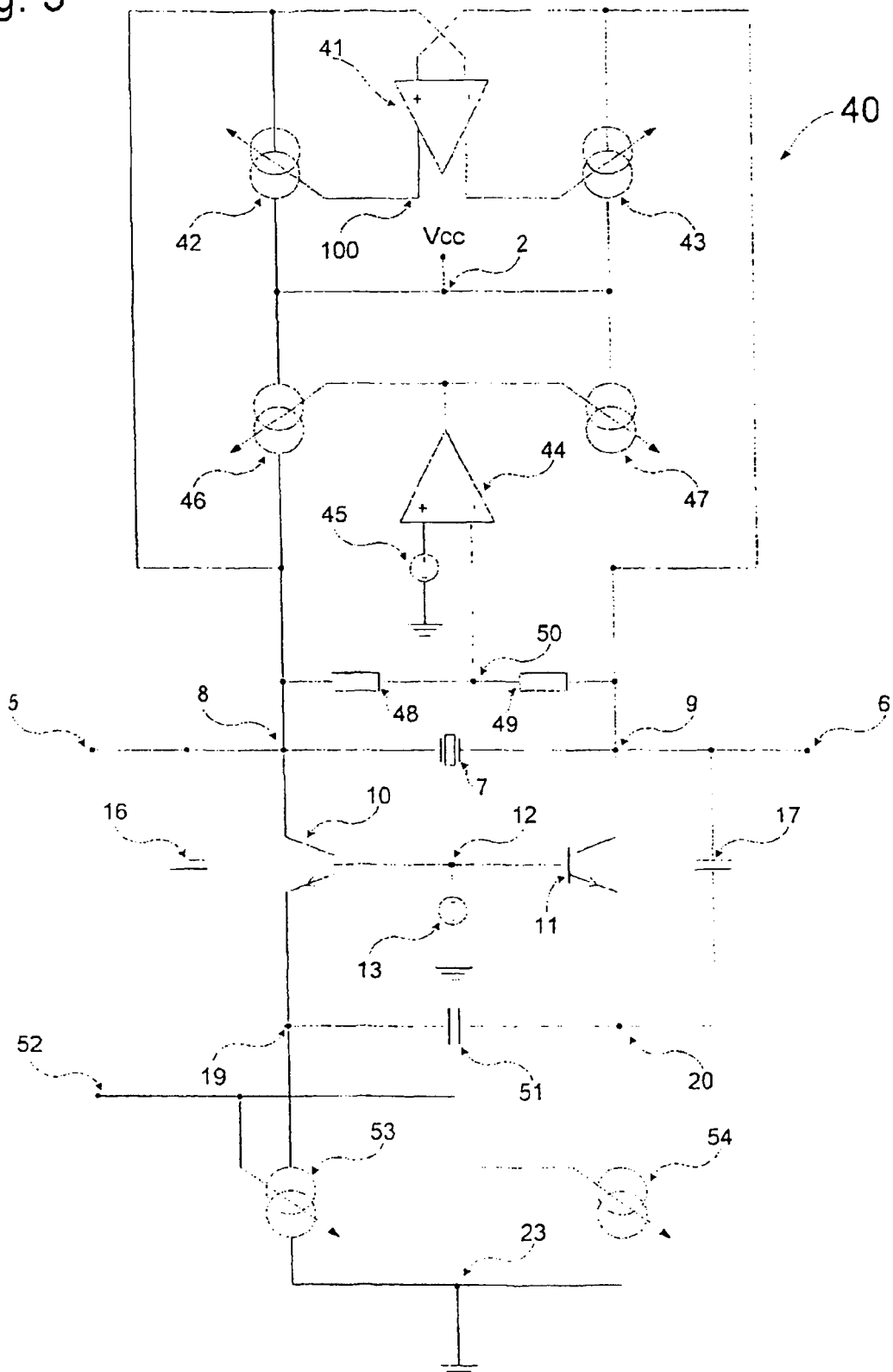


Fig. 3



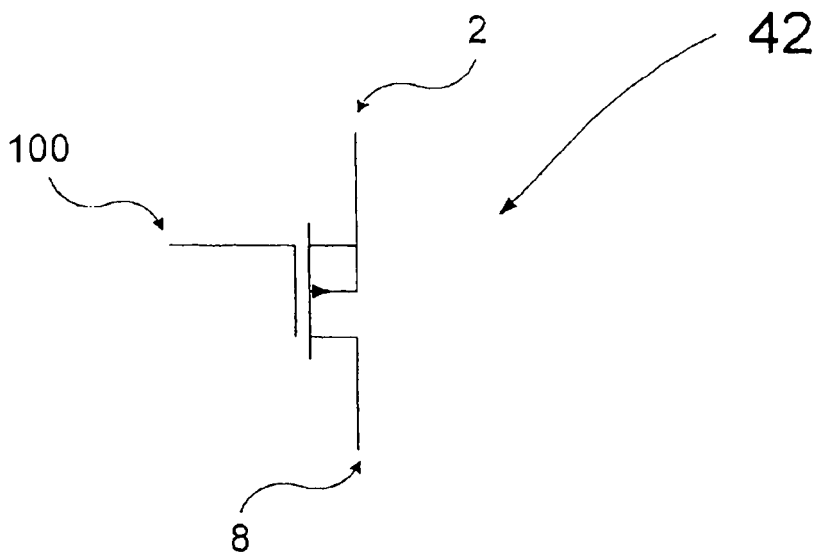


Fig. 4 A

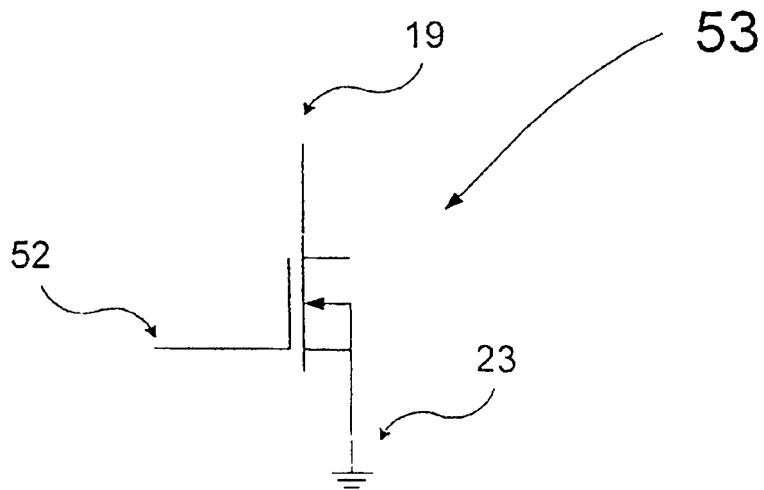


Fig. 4 B