



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 349 140**

51 Int. Cl.:
H03B 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02741582 .7**

96 Fecha de presentación : **20.06.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1413049**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2004**

54 Título: **Oscilador.**

30 Prioridad: **05.07.2001 SE 2001102421**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.12.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.12.2010

73 Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)**
CEGUMARK AB. P.O. Box 53047
400 14 Göteborg, SE

72 Inventor/es: **Hansson, Bertil y**
Jacobsson, Harald

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 349 140 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
CAMPO TÉCNICO

1

La invención se refiere a osciladores y se dirige más particularmente al bloqueo de dos o más osciladores diferenciales entre sí.

ANTECEDENTES

- 5 Se utilizan osciladores en la mayoría de los tipos de circuitos electrónicos. En algunas aplicaciones la precisión y la estabilidad de la frecuencia son de menor importancia, en otras aplicaciones es extremadamente importante que un oscilador tenga un espectro de frecuencia puro con un ruido de fase muy bajo. Un tipo de aplicación en el que estas demandas son muy importantes es en sistemas de comunicación. Los
- 10 osciladores en los sistemas de comunicación son a menudo considerados como bloques constructivos que deberían ser pequeños, preferiblemente integrados, tener un coste de fabricación bajo, ser fiables, tener un consumo de energía bajo y también cumplir entre los más estrictos requisitos de calidad de señal. En muchos sistemas de
- 15 comunicación se necesitan cuatro fases ortogonales (cuadratura) de la señal del oscilador, que requieren más potencia y circuitos de ocupan espacio. Obtener estas características es una tarea difícil, sobre todo si el bloque constructivo del oscilador va a ser realizado en un circuito integrado con un área de semiconductor limitada disponible y una potencia disponible limitada, sin ningún componente externo.
- Ha habido varios intentos de luchar intensamente con estas calidades de oscilador
- 20 contradictorias pero muy deseables. Una manera de mejorar el ruido de fase de un oscilador es bloquear dos osciladores entre sí. Esto ha llevado tradicionalmente a requerir más del doble del área de semiconductor para evitar que los resonadores de los osciladores interfieran entre sí, y a hacer sitio para los circuitos adicionales requeridos para bloquearlos entre sí. Estos circuitos adicionales, aparte del oscilador
- 25 tradicional, aumentarán el consumo de potencia total del bloque constructivo. Mayor potencia y mayor área ocupada son características del bloque constructivo de oscilador particularmente no deseables para equipos de comunicación portátiles, habitualmente alimentados con baterías, tales como teléfonos móviles. Los documentos "A 1.8GHz CMOS Quadrature Voltage-Controlled Oscillator (VCO) Using
- 30 the Constant-Current LC Ring Oscillator Structure", IEEE, US, vol. 4, 31 de Mayo de 1998, pp. 378-381, por Chung-Yu Wu et al., y EP-A-0 989 668 muestran circuitos de osciladores diferenciales primero y segundo, cada uno con un punto de tierra de AC fundamental, y que tienen substancialmente las mismas frecuencias fundamentales.
- No obstante, el acoplamiento entre el punto de tierra de las frecuencias
- 35 fundamentales no se logra de una manera tan simple como sería deseable.

Parece haber sitio para la mejora en los bloques constructivos de osciladores.

RESUMEN

Un objeto de la invención es definir un método mejorado de bloquear un primer oscilador diferencial con un segundo oscilador diferencial.

- 5 Otro objeto de la invención es definir un circuito oscilador que tiene las características de la primera parte de la reivindicación 1 que está mejorado y que tiene un bajo ruido de fase.

Los objetos mencionados anteriormente se logran de acuerdo con la invención mediante un circuito oscilador como el indicado anteriormente, que tiene las
10 características de la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

Adecuadamente el primer oscilador diferencial y el segundo oscilador diferencial son substancialmente idénticos. Adecuadamente el primer acoplamiento en AC se encuentra entre un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial y un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del
15 segundo oscilador diferencial, siendo los primeros puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental idénticos.

Adecuadamente el circuito oscilador comprende cuatro salidas de frecuencia fundamental, estando las cuatro salidas en cuadratura.

En algunas realizaciones el circuito oscilador comprende un segundo elemento de
20 acoplamiento en AC entre un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial y un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial, siendo los segundos puntos de tierra de AC puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental idénticos. El circuito oscilador puede comprender una segunda salida de frecuencia cuádruple, estando la
25 segunda salida de frecuencia fundamental cuádruple acoplada con el segundo acoplamiento en AC, siendo las salidas de frecuencia cuádruple primera y segunda diferenciales.

En algunas realizaciones el circuito oscilador comprende un tercer oscilador diferencial que tiene al menos un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental.

30 Adecuadamente bien el primer acoplamiento en AC está también acoplado en AC al primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer oscilador diferencial, o bien el circuito oscilador comprende un segundo acoplamiento en AC entre un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial y un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer
35 oscilador diferencial, siendo los segundos puntos de tierra de AC de frecuencia

fundamental puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental idénticos y separados de los primeros puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental. Ventajosamente el tercer oscilador diferencial tiene substancialmente una misma frecuencia fundamental que los osciladores diferenciales primero y segundo.

5 En algunas realizaciones el circuito oscilador comprende un cuarto oscilador diferencial que tiene al menos un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental. Ventajosamente bien el primer elemento de acoplamiento en AC está también acoplado en AC al primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del
10 cuarto oscilador diferencial, o bien el circuito oscilador comprende también un tercer acoplamiento en AC entre un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial que está separado del primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental y un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental correspondiente del cuarto oscilador diferencial.

Adecuadamente el cuarto oscilador diferencial tiene una frecuencia fundamental que
15 es substancialmente la frecuencia de la frecuencia fundamental de los osciladores diferenciales primero y segundo.

Adecuadamente un acoplamiento en AC entre dos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental está también acoplado bien a una fuente de tensión por medio de un elemento de impedancia en AC, o bien a tierra por medio de un elemento de
20 impedancia en AC.

Ventajosamente un acoplamiento en AC entre dos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental es bien un acoplamiento directo, un acoplamiento resistivo o un acoplamiento capacitivo.

Los objetos mencionados anteriormente son alcanzados también de acuerdo con la
25 invención por una unidad de comunicación. La unidad de comunicación comprende un circuito oscilador de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente.

Los objetos mencionados anteriormente son también alcanzados de acuerdo con la invención por un método de bloqueo en frecuencia de un primer oscilador diferencial a
30 un segundo oscilador diferencial de acuerdo con la reivindicación 21.

Proporcionando un oscilador diferencial de acuerdo con la invención se obtienen una pluralidad de ventajas con respecto a los osciladores de la técnica anterior. Un primer propósito de la invención es proporcionar un oscilador diferencial mejorado con una salida de señal de alta calidad en cuadratura. Esto se obtiene de acuerdo con la
35 invención mediante acoplamiento en AC de puntos de tierra de AC de frecuencia

fundamental de osciladores diferenciales para bloquearlos en frecuencia entre sí. Bloqueando dos o más osciladores diferenciales entre sí de acuerdo con la invención el ruido de fase de cada oscilador es reducido en hasta $3n$ dB, donde 2^n es el número de osciladores acoplados. Además, un par de osciladores diferenciales se bloquean de tal manera que la salida de los dos osciladores está en cuadratura. Aun más, el componente de mayor frecuencia remanente en el punto de acoplamiento entre dos osciladores diferenciales conectados es cuatro veces la frecuencia fundamental, por lo que se proporciona multiplicación de frecuencia.

La salida en cuadratura se alcanza y el ruido de fase puede ser reducido en 3 dB acoplando dos osciladores diferenciales entre sí de acuerdo con la invención, sin ocupar más espacio o consumir ninguna potencia extra para el acoplamiento.

Otras ventajas de esta invención resultarán evidentes de la descripción detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá ahora con más detalle con el propósito de explicación, y en absoluto de limitación, con referencia a las figuras siguientes, en las cuales

La Fig. 1 muestra un esquema de un oscilador diferencial,

la Fig. 2 muestra un esquema de dos osciladores diferenciales acoplados entre sí de acuerdo con una realización básica según la invención,

las Figs. 3A-3C muestran esquemas de dos osciladores diferenciales acoplados entre sí de acuerdo con diferentes realizaciones según la invención,

la Fig. 4 muestra un diagrama de bloques de cuatro osciladores diferenciales acoplados entre sí en una configuración de estrella de acuerdo con la invención,

la Fig. 5 muestra un diagrama de bloques de tres osciladores diferenciales acoplados entre sí,

la Fig. 6 muestra un diagrama de bloques de tres osciladores diferenciales acoplados entre sí,

la Fig. 7 muestra un diagrama de bloques de cuatro osciladores diferenciales acoplados entre sí.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Con el fin de clarificar el método y el dispositivo de acuerdo con la invención, se describirán ahora algunos ejemplos de su uso junto con las Figuras 1 a 7.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un oscilador LC diferencial. El oscilador LC diferencial comprende un diferencial resonante con una parte capacitiva C3, C4 y una parte inductiva L1, L2. El oscilador LC de este ejemplo es de un tipo de resonancia en

paralelo. El oscilador LC comprende también una parte de accionamiento con transistores T1, T2, resistencias R1, R2, R3 y condensadores C1, C2.

La frecuencia de resonancia, es decir la frecuencia con la cual un oscilador LC oscilará, su frecuencia fundamental, viene dada aproximadamente por $f_0 = 1/(2 \cdot \pi \cdot (L \cdot C)^{1/2})$, donde L es la inductancia del resonador y C es la capacitancia del resonador. En una resonancia en paralelo, como en este ejemplo, la impedancia del circuito resonante es alta, por otra parte si fuese un oscilador LC de resonancia en serie, entonces la resonancia ocurriría cuando el circuito resonante en serie tuviese una baja impedancia.

La parte capacitiva C3, C4 del resonador se ilustra dividida en dos condensadores C3 y C4. El inductor L1, L2 del resonador se ilustra también dividido en dos inductores L1 y L2, esto puede verse también como un inductor derivado de un solo centro. Dado esto, la frecuencia fundamental de este oscilador LC resonante en paralelo diferencial puede ser aproximada por $f_0 = 1/(2 \cdot \pi \cdot (L1 \cdot C3)^{1/2})$, si $L1=L2$ y $C3=C4$, debido a la simetría del oscilador diferencial. La parte capacitiva C3, C4 del resonador está dividida en dos condensadores para crear un punto de tierra de AC 140 de frecuencia fundamental. El inductor L1, L2 del resonador está dividido en dos inductores L1, L2 para crear por ello un punto de polarización en DC 150 necesario para este ejemplo que actúa también como un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental. El oscilador LC diferencial comprende también un punto de tierra de AC 130 de frecuencia fundamental y dos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental y de polarización en DC 110, 120 combinados. Un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental es un punto en el que la frecuencia fundamental de un oscilador diferencial es suprimida de manera efectiva debido a la simetría del oscilador diferencial. Un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental comprende también sólo armónicos impares, es decir múltiplos pares de la frecuencia fundamental, siendo el primer armónico normalmente el dominante.

La invención se basa en la idea de la invención básica de acoplar en AC un punto de AC de frecuencia fundamental de un oscilador diferencial a un punto de AC de frecuencia fundamental de otro oscilador diferencial para hacer que los dos osciladores diferenciales traten de suprimir el armónico dominante en los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental acoplados en AC. La razón de que los osciladores diferenciales traten de suprimir el armónico dominante es que los puntos acoplados en AC son puntos de tierra de AC. Los osciladores diferenciales estarán por lo tanto desfasados 90° (para poder suprimir el armónico dominante), es decir en

cuadratura, y serán de la misma frecuencia. Cada oscilador diferencial proporciona 0° y 180° , éstos estarán separados 90° , proporcionando de este modo 0° , 90° , 180° y 270° desde dos osciladores diferenciales acoplados, cuyas fases son muy útiles en diferentes tipos de equipos, especialmente equipos de comunicación. La frecuencia dominante que se deja en el punto de acoplamiento será cuatro veces la frecuencia fundamental de los osciladores diferenciales, a menos que exista un acoplamiento en AC débil, en cuyo caso la frecuencia doble será la dominante. Esta frecuencia puede ser derivada y utilizada, así en una multiplicación de frecuencia de un solo camino. La diferencia de frecuencia entre dos, o más, osciladores diferenciales de la misma frecuencia que van a ser bloqueados en frecuencia de acuerdo con la invención debería preferiblemente diferir en frecuencia del orden de 10% o menos.

La invención no está restringida al uso de un oscilador LC resonante en serie o en paralelo, ni a osciladores de frecuencia fija o ajustables, siendo la única restricción que la invención establece sobre los osciladores, que ambos tengan al menos un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental cada uno.

La Figura 2 muestra un esquema de dos osciladores diferenciales acoplados entre sí de acuerdo con una realización básica según la invención. Cada oscilador LC diferencial comprende una parte de circuito resonante con una parte capacitiva correspondiente C3, C4, C3', C4' y una parte inductiva correspondiente L1, L2, L1', L2'. Cada oscilador LC diferencial comprende también una parte de accionamiento con transistores T1, T1', T2, T2', resistencias R1, R1', R2, R2', R3, R3' y condensadores C1, C1', C2, C2'.

Cada oscilador diferencial comprende un primer punto de tierra de AC 210, 211, un segundo 220, 221, un tercero, 230, 231, un cuarto, 240, 241 y un quinto 250, 251. Este ejemplo básico acopla los segundos puntos de tierra de AC 220, 221 entre sí por medio de un elemento de acoplamiento en AC 290. El elemento de acoplamiento en AC 290 puede ser capacitivo, resistivo, directamente acoplado u otros. Si existe un acoplamiento en AC débil, entonces el primer armónico podría no ser suprimido completamente. Los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental de los osciladores diferenciales que están acoplados entre sí son preferiblemente el mismo tipo de punto de manera que los puntos acoplados tengan la misma amplitud. De otro modo un cierto modo de concordancia podría ser necesario en el acoplamiento. Dado que los puntos de tierra de AC segundos 220, 221 son también puntos de polarización en DC de los osciladores diferenciales, estos puntos están también acoplados a un punto de polarización en DC 270 por medio de un elemento de acoplamiento en DC

271. El elemento de acoplamiento en DC puede ser adecuadamente resistivo, inductivo o directamente acoplado.

Cuando los osciladores diferenciales tienen frecuencia bloqueada, entonces idealmente el primer armónico ($2f_0$) habrá sido completamente suprimido en los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental que están acoplados en AC. Los otros puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental tendrán todavía el primer armónico presente, y serán diferenciales entre los dos osciladores diferenciales. En este ejemplo, los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental terceros 230, 231 pueden estar como salidas diferenciales de $2f_0$.

Las Figuras 3A a 3C muestran realizaciones adecuadas de osciladores diferenciales bloqueados de acuerdo con la invención. Cada oscilador LC diferencial comprende una parte de circuito resonante con una parte capacitiva correspondiente C3, C4, C3', C4' y una parte inductiva correspondiente L1, L2, L1', L2'. Cada oscilador LC diferencial comprende también una parte de accionamiento con transistores T1, T1', T2, T2', resistencias R1, R1', R2, R2', R3, R3' y condensadores C1, C1', C2, C2'. Además, cada oscilador diferencial comprende un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental primero 310, 311, un segundo 320, 321, un tercero 330, 331, un cuarto 340, 341 y un quinto 350, 351.

La Figura 3A muestra cómo los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental segundos 320, 321 están directamente acoplados entre sí. Estos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental 320, 321 son también puntos de polarización en DC de osciladores diferenciales. Por lo tanto se necesita una polarización en DC 370, que esté adecuadamente conectada a los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental 320, 321 por medio de un inductor 373, que es un buen acoplamiento en DC pero un elemento de bloqueo en AC.

La Figura 3B muestra cómo los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental terceros 330, 331 están acoplados entre sí por medio de un elemento de acoplamiento en AC, un condensador 393. Estos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental 330, 331 no son puntos de polarización en DC de los osciladores diferenciales. Por lo tanto, no se necesita aquí polarización en DC.

La Figura 3C muestra en este tercer ejemplo cómo los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental cuartos 340, 341 están directamente acoplados entre sí. Estos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental 340, 341 no requieren tampoco polarización en DC. Los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental cuartos 340, 341 fueron creados dividiendo el condensador del resonador en dos

condensadores C3, C3', C4, C4'. Los dos condensadores son adecuadamente del mismo tamaño.

Como se ha mencionado antes, también es posible acoplar entre sí diferentes puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental, por ejemplo un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental primero de un primer oscilador diferencial con un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental segundo de un segundo oscilador diferencial. No obstante, en estos casos debe observarse un cuidado especial, por ejemplo, para que las amplitudes coincidan. También es posible acoplar entre sí más de un par de puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental, por ejemplo un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental de un primer oscilador diferencial con un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental de un segundo oscilador diferencial y un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial con un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial. Puede haber también más de dos osciladores diferenciales acoplados entre sí por medio de su respectivo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental.

La Figura 4 muestra un ejemplo de cuatro osciladores diferenciales 410, 420, 430, 440 bloqueados entre sí de acuerdo con la invención en una configuración de estrella, es decir un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental 412, 422, 432, 442 de cada uno de los osciladores diferenciales 410, 420, 430, 440 están acoplados en AC entre sí 450. Si los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental utilizados son del tipo de polarización en DC también, entonces la impedancia de polarización en DC 460 podría ser necesaria también como un punto de polarización en DC 462. En una configuración en estrella como ésta, es posible alcanzar ocho fases diferentes separadas a igual distancia. Más o menos osciladores diferenciales pueden ser bloqueados en frecuencia entre sí en una configuración de estrella tal como ésta. Debe observarse que un oscilador diferencial puede utilizar un mismo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental para acoplar en AC a uno o más osciladores diferenciales.

La Figura 5 muestra un ejemplo de cuatro osciladores diferenciales 510, 520, 530, 540 bloqueados en frecuencia entre sí de acuerdo con la invención en una configuración en serie, es decir cualquier oscilador diferencial 510, 520, 530, 540 no está acoplado en AC con más de dos de los otros osciladores diferenciales 510, 520, 530, 540 por medio de los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental 512, 514, 522, 524, 532, 534, 542, 544. En este ejemplo, un segundo punto de tierra de AC de frecuencia

fundamental 514 del primer oscilador diferencial 510 está acoplado en AC 551 con un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental 524 del segundo oscilador diferencial 520. Un primer oscilador de frecuencia fundamental 522 del segundo oscilador diferencial 520 está acoplado en AC 552 con un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental 532 del tercer oscilador diferencial 530. Y un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental 534 del tercer oscilador diferencial 530 está acoplado en AC 553 con un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental 544 del cuarto oscilador diferencial 540. Impedancias de polarización en DC 515, 525, 535 opcionales con puntos de polarización en DC 516, 526, 536 correspondientes están indicadas en la figura. Más o menos osciladores diferenciales pueden estar bloqueados entre sí en frecuencia en una configuración en serie tal como ésta.

Si dos o más osciladores diferenciales que tienen la misma frecuencia van a ser acoplados entre sí, entonces deberían preferiblemente diferir en frecuencia en el orden de 10% o menos.

Las Figuras 6 y 7 muestran configuraciones particulares que, no obstante, no forman parte de la presente invención.

La Figura 6 muestra un primer ejemplo de bloqueo de frecuencia múltiple en una configuración de estrella. Dos osciladores diferenciales 610, 630, con puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental 612, 632 correspondientes, tienen una frecuencia fundamental de f_0 . Cuando se acoplan en AC los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental 612, 632 entre sí 650, entonces el primer armónico ($2f_0$) es suprimido en el punto común 650, y la frecuencia dominante restante en este punto 650 es cuatro veces ($4f_0$) la frecuencia fundamental. Un oscilador diferencial 620 que oscila a dos veces ($2f_0$) la frecuencia de los otros osciladores diferenciales 610, 630, tendrá una frecuencia dominante en su punto de tierra de AC de frecuencia fundamental 622 que es cuatro veces ($4f_0$) la frecuencia fundamental de los otros osciladores diferenciales 610, 630. Acoplando en este oscilador diferencial de frecuencia doble, las frecuencias dominantes cuádruples ($4f_0$) de los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental suprimirán, ajustando las fases los osciladores diferenciales 610, 620, 630 en el proceso. La frecuencia dominante en el punto de acoplamiento será entonces ocho veces ($8f_0$) la frecuencia fundamental (f_0), que es un multiplicador de frecuencia eficiente que puede ser utilizado. Posiblemente algún tipo de adaptación del nivel de señal podría necesitarse para ajustar algunas diferencias en los niveles de señal de frecuencia armónica en los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental de los

diferentes osciladores diferenciales 610, 620, 630. Se ilustra una impedancia de polarización en DC 660 así como un punto de polarización en DC 662 que podría necesitarse si los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental utilizados son también del tipo de polarización en DC.

- 5 La Figura 7 muestra un segundo ejemplo de bloqueo de frecuencia múltiple en una configuración de estrella. Como se ha descrito anteriormente en relación a la Figura 6, este ejemplo comprende también dos osciladores diferenciales 710, 730 con una frecuencia fundamental (f_0) básica, y un oscilador diferencial 720 con una frecuencia fundamental doble ($2f_0$). En este ejemplo, un cuarto oscilador diferencial 740 con una frecuencia fundamental cuádruple ($4f_0$) está también bloqueado en frecuencia. Todos los osciladores diferenciales comprenden su punto de tierra de AC de frecuencia fundamental 712, 722, 732, 742 correspondiente, que están acoplados en AC entre sí en un solo punto 750. Un oscilador diferencial 740 de frecuencia cuádruple ($4f_0$) tendrá una frecuencia dominante en sus puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental 15 742 que es ocho veces ($8f_0$) la frecuencia básica (f_0). Esto suprimirá la frecuencia dominante de los otros tres osciladores diferenciales 710, 720, 730, que deja una frecuencia dominante de dieciséis veces ($16f_0$) la frecuencia básica (f_0) en el punto de acoplamiento 750. Esta frecuencia puede por supuesto utilizarse, si se desea. Se ilustra una impedancia de polarización en DC 760 así como un punto de polarización 20 en DC 762 que podría necesitarse si los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental utilizados son también del tipo de polarización en DC.

Osciladores de tipo fundamental de acuerdo con la invención como bloques constructivos en sistemas de comunicación son preferiblemente realizados en un circuito integrado y preferiblemente sin ningún componente externo.

- 25 El principio básico de la invención es bloquear entre sí en frecuencia osciladores diferenciales acoplando en AC puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental de los osciladores diferenciales entre sí. Esto disminuirá el ruido de fase, proporcionará salidas en fase en cuadratura, y proporcionará multiplicación en frecuencia, sin aumentar el consumo de potencia mediante ninguna disposición de acoplamiento 30 activa.

La invención no está restringida a las realizaciones descritas anteriormente, sino que puede variarse dentro del ámbito de las reivindicaciones siguientes.

- FIGURA 1, un ejemplo de un oscilador diferencial
- C1 un primer condensador,
 - C2 un segundo condensador,
 - C3, C4 condensadores tercero y cuarto, dos condensadores para crear un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental entre ellos,
 - L1, L2 inductores primero y segundo, básicamente un inductor derivado de centro para polarizar y un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental,
 - R1 primera resistencia,
 - R2 segunda resistencia,
 - R3 tercera resistencia,
 - T1 primer transistor,
 - T2 segundo transistor,
 - 110 punto de polarización y primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental,
 - 120 punto de polarización y segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental,
 - 130 tercer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental,
 - 140 cuarto punto de tierra de AC de frecuencia fundamental,
 - 150 punto de polarización y quinto punto de tierra de AC de frecuencia fundamental.
- FIGURA 2, un bloqueo básico de acuerdo con la invención de dos osciladores diferenciales
- C1 un primer condensador del primer oscilador diferencial,
 - C1' un primer condensador del segundo oscilador diferencial,
 - C2 un segundo condensador del primer oscilador diferencial,
 - C2' un segundo condensador del segundo oscilador diferencial,
 - C3, C4 condensadores tercero y cuarto del primer oscilador diferencial, dos condensadores para crear un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental entre ellos,
 - C3', C4' condensadores tercero y cuarto del segundo oscilador diferencial, dos condensadores para crear un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental entre ellos,
 - L1, L2 inductores primero y segundo del primer oscilador diferencial, básicamente un inductor derivado de centro para polarizar y un punto

	de tierra de AC de frecuencia fundamental,
L1', L2'	inductores primero y segundo del segundo oscilador diferencial, básicamente un inductor derivado de centro para polarizar y un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental,
R1	primera resistencia del primer oscilador diferencial,
R1'	primera resistencia del segundo oscilador diferencial,
R2	segunda resistencia del primer oscilador diferencial,
R2'	segunda resistencia del segundo oscilador diferencial,
R3	tercera resistencia del primer oscilador diferencial,
R3'	tercera resistencia del segundo oscilador diferencial,
T1	primer transistor del primer oscilador diferencial,
T1'	primer transistor del segundo oscilador diferencial,
T2	segundo transistor del primer oscilador diferencial,
T2'	segundo transistor del segundo oscilador diferencial,
210	punto de polarización y primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial,
211	punto de polarización y primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial,
220	punto de polarización y segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial,
221	punto de polarización y segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial,
230	tercer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial,
231	tercer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial,
240	cuarto punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial,
241	cuarto punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial,
250	punto de polarización y quinto punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial,
251	punto de polarización y quinto punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial,
270	punto de polarización del segundo punto de tierra de AC de frecuencia

fundamental de los osciladores diferenciales primero y segundo,
 271 elemento de alta impedancia en AC y baja impedancia en DC,
 290 elemento de acoplamiento en AC entre el segundo punto de tierra de
 AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial y del
 segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo
 oscilador diferencial.

FIGURAS 3A-3C, realizaciones adecuadas de osciladores diferenciales bloqueados de acuerdo con la invención,

C1 un primer condensador del primer oscilador diferencial,
 C1' un primer condensador del segundo oscilador diferencial,
 C2 un segundo condensador del primer oscilador diferencial,
 C2' un segundo condensador del segundo oscilador diferencial,
 C3, C4 condensadores tercero y cuarto del primer oscilador diferencial, dos condensadores para crear un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental entre ellos,
 C3', C4' condensadores tercero y cuarto del segundo oscilador diferencial, dos condensadores para crear un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental entre ellos,
 L1, L2 inductores primero y segundo del primer oscilador diferencial, básicamente un inductor derivado de centro para polarización y un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental,
 L1', L2' inductores primero y segundo del segundo oscilador diferencial, básicamente un inductor derivado de centro para polarizar y un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental,
 R1 primera resistencia del primer oscilador diferencial,
 R1' primera resistencia del segundo oscilador diferencial,
 R2 segunda resistencia del primer oscilador diferencial,
 R2' segunda resistencia del segundo oscilador diferencial,
 R3 tercera resistencia del primer oscilador diferencial,
 R3' tercera resistencia del segundo oscilador diferencial,
 T1 primer transistor del primer oscilador diferencial,
 T1' primer transistor del segundo oscilador diferencial,
 T2 segundo transistor del primer oscilador diferencial,
 T2' segundo transistor del segundo oscilador diferencial,
 310 punto de polarización y primer punto de tierra de AC de frecuencia

- fundamental del primer oscilador diferencial,
- 311 punto de polarización y primer punto de tierra de AC de frecuencia
fundamental del segundo oscilador diferencial,
- 320 punto de polarización y segundo punto de tierra de AC de frecuencia
fundamental del primer oscilador diferencial,
- 321 punto de polarización y segundo punto de tierra de AC de frecuencia
fundamental del segundo oscilador diferencial,
- 330 tercer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer
oscilador diferencial,
- 331 tercer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo
oscilador diferencial,
- 340 cuarto punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer
oscilador diferencial,
- 341 cuarto punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo
oscilador diferencial,
- 350 punto de polarización y quinto punto de tierra de AC de frecuencia
fundamental del primer oscilador diferencial,
- 351 punto de polarización y quinto punto de tierra de AC de frecuencia
fundamental del segundo oscilador diferencial,
- 370 punto de polarización del segundo punto de tierra de AC de frecuencia
fundamental de los osciladores diferenciales primero y segundo,
- 373 inductor de polarización,
- 393 elemento de acoplamiento en AC, un condensador.
- FIGURA 4, un ejemplo de cuatro osciladores diferenciales bloqueados entre sí de
acuerdo con la invención en una configuración de estrella,
- 410 primer oscilador diferencial,
- 412 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador
diferencial,
- 420 segundo oscilador diferencial,
- 422 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo
oscilador diferencial,
- 430 tercer oscilador diferencial,
- 432 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer oscilador
diferencial,
- 440 cuarto oscilador diferencial,

- 442 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del cuarto oscilador diferencial,
- 450 punto de acoplamiento común de puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental,
- 460 impedancia de polarización opcional, una impedancia en AC alta y una impedancia en DC baja, dependiendo de qué puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental se utilizan,
- 462 punto de polarización opcional de los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental.
- FIGURA 5, un ejemplo de cuatro osciladores diferenciales bloqueados entre sí de acuerdo con la invención en una configuración en serie,
- 510 primer oscilador diferencial,
- 512 un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial,
- 514 un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial,
- 515 impedancia de polarización opcional, una impedancia en AC alta y una impedancia en DC baja, dependiendo de qué puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental se utilizan para acoplar los osciladores diferenciales primero y segundo,
- 516 punto de polarización opcional de los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental utilizados para acoplar los osciladores diferenciales primero y segundo,
- 520 segundo oscilador diferencial,
- 522 un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial,
- 524 un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial,
- 525 impedancia de polarización opcional, una impedancia en AC alta y una impedancia en DC baja, dependiendo de qué puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental se utilizan para acoplar los osciladores diferenciales segundo y tercero,
- 526 punto de polarización opcional de los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental utilizados para acoplar los osciladores diferenciales segundo y tercero,

- 530 tercer oscilador diferencial,
- 532 un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer oscilador diferencial,
- 534 un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer oscilador diferencial,
- 535 impedancia de polarización opcional, una impedancia en AC alta y una impedancia en DC baja, dependiendo de qué puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental se utilizan para acoplar los osciladores diferenciales tercero y cuarto,
- 536 punto de polarización opcional de los puntos de tierra de AC de frecuencia de fundamental utilizados para acoplar los osciladores diferenciales tercero y cuarto,
- 540 cuarto oscilador diferencial,
- 542 un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del cuarto oscilador diferencial,
- 544 un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del cuarto oscilador diferencial,
- 551 punto de acoplamiento común de un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial con un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial,
- 552 punto de acoplamiento común de un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial con un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer oscilador diferencial,
- 553 punto de acoplamiento común de un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer oscilador diferencial con un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del cuarto oscilador diferencial.
- FIGURA 6, un primer ejemplo de bloqueo de frecuencia múltiple en una configuración de estrella
- 610 primer oscilador diferencial que tiene f_0 como frecuencia fundamental,
- 612 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial,
- 620 segundo oscilador diferencial que tiene $2f_0$ como frecuencia

- fundamental,
- 622 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial,
- 630 tercer oscilador diferencial que tiene f_0 como frecuencia fundamental,
- 632 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer oscilador diferencial,
- 650 punto de acoplamiento común de puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental,
- 660 acoplamiento de polarización opcional, una impedancia en AC alta y una impedancia en DC baja, dependiendo de qué puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental se utilizan,
- 662 punto de polarización opcional de los puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental.
- FIGURA 7, un segundo ejemplo de bloqueo de frecuencia múltiple en una configuración de estrella
- 710 primer oscilador diferencial que tiene f_0 como frecuencia fundamental,
- 712 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial,
- 720 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental que tiene $2f_0$ como frecuencia fundamental,
- 722 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial,
- 730 tercer oscilador diferencial que tiene f_0 como frecuencia fundamental,
- 732 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer oscilador diferencial,
- 740 cuarto oscilador diferencial que tiene $4f_0$ como frecuencia fundamental,
- 742 un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del cuarto oscilador diferencial,
- 750 punto de acoplamiento común de puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental,
- 760 impedancia de polarización opcional, una impedancia en AC alta y una impedancia en DC baja, dependiendo de qué puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental se utilizan,
- 762 punto de polarización opcional de los puntos de tierra de AC.

REIVINDICACIONES

1. Un oscilador diferencial que comprende un primer oscilador diferencial y un segundo oscilador diferencial, comprendiendo el primer oscilador diferencial al menos un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental (210, 220, 230, 240, 250; 310, 320, 330, 340, 350), comprendiendo el segundo oscilador diferencial al menos un punto de tierra de AC (211, 221, 231, 241, 251; 311, 321, 331, 341, 351), teniendo el primer oscilador diferencial y el segundo oscilador diferencial substancialmente las mismas frecuencias fundamentales, por lo que el oscilador diferencial comprende un primer elemento de acoplamiento en AC (290; 393; 450; 551; 650; 750) entre uno de los al menos uno puntos de tierra de AC del primer oscilador diferencial y uno de los al menos uno puntos de tierra de AC del segundo oscilador diferencial, estando el elemento de acoplamiento en AC (290; 393; 450; 551; 650; 750) adaptado para bloquear en frecuencia el primer oscilador diferencial con el segundo oscilador diferencial, caracterizado porque el circuito oscilador comprende una primera salida de frecuencia cuádruple, siendo la primera frecuencia cuádruple cuatro veces la frecuencia fundamental de los citados osciladores diferenciales y porque la primera salida de frecuencia cuádruple está acoplada al primer elemento de acoplamiento en AC (290; 393; 450; 551; 650; 750).
2. El circuito oscilador de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el primer oscilador diferencial y el segundo oscilador diferencial son substancialmente idénticos.
3. El circuito oscilador de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque el primer elemento de acoplamiento en AC está entre un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial y un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial, siendo los primeros puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental idénticos.
4. El circuito oscilador de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque el oscilador diferencial comprende cuatro salidas de frecuencia fundamental, estando la cuatro salidas en cuadratura.
5. El circuito oscilador de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, caracterizado porque el oscilador diferencial comprende un segundo elemento de acoplamiento en AC entre un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial y un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial, siendo los segundos puntos

de tierra de AC de frecuencia fundamental puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental idénticos.

6. El circuito oscilador de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el circuito oscilador comprende una segunda salida de frecuencia cuádruple, siendo la citada frecuencia cuádruple cuatro veces la frecuencia fundamental de los osciladores diferenciales que la segunda salida de frecuencia cuádruple está acoplada al segundo elemento de acoplamiento en AC, siendo las salidas de frecuencia cuádruple primera y segunda diferenciales.
7. El circuito oscilador de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque el circuito oscilador comprende un tercer oscilador diferencial que tiene al menos un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental.
8. El circuito oscilador de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque el primer elemento de acoplamiento está también acoplado en AC al primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer oscilador diferencial.
9. El circuito oscilador de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque el circuito oscilador comprende un segundo elemento de acoplamiento entre un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial y un segundo punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del tercer oscilador diferencial, siendo los segundos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental idénticos y separados de los primeros puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental.
10. El circuito oscilador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-9, caracterizado porque el tercer oscilador diferencial tiene substancialmente una misma frecuencia fundamental que los osciladores diferenciales primero y segundo.
11. El circuito oscilador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-10, caracterizado porque el circuito oscilador comprende un cuarto oscilador diferencial que tiene al menos un primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental.
12. El circuito oscilador de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque el primer elemento de acoplamiento en AC (450) está también acoplado en AC con el primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del cuarto oscilador diferencial.
13. El circuito oscilador de acuerdo con la reivindicación 11,

- 5 caracterizado porque el circuito oscilador comprende también un tercer elemento de acoplamiento (553) entre un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial que está separado del primer punto de tierra de AC de frecuencia fundamental y un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental correspondiente del cuarto oscilador diferencial.
14. El circuito oscilador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11-13, caracterizado porque el cuarto oscilador diferencial tiene una frecuencia fundamental que es substancialmente la frecuencia de la frecuencia fundamental del los osciladores diferenciales primero y segundo.
- 10 15. El circuito oscilador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-14, caracterizado porque el elemento de acoplamiento en AC entre dos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental está también acoplado a una fuente de tensión por medio de un elemento de impedancia en AC.
- 15 16. El circuito oscilador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-14, caracterizado porque un elemento de acoplamiento en AC entre dos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental está también acoplado a tierra por medio de un elemento de impedancia en AC.
- 20 17. El circuito oscilador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-16, caracterizado porque un elemento de impedancia en AC (290) entre dos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental (320; 321; 340; 341) es un acoplamiento directo.
18. El circuito oscilador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-16, caracterizado porque un elemento de acoplamiento en AC (290) entre dos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental es un acoplamiento resistivo.
- 25 19. El circuito oscilador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-16, caracterizado porque un elemento de acoplamiento en AC (290; 393) entre dos puntos de tierra de AC de frecuencia fundamental es un acoplamiento capacitivo.
20. Una unidad de comunicación, caracterizada porque la unidad de comunicación comprende un circuito oscilador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-19.
- 30 21. Un método de bloquear en frecuencia un primer oscilador diferencial con un segundo oscilador diferencial, en el que el primer oscilador diferencial comprende al menos un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental (210, 220, 230, 240, 250; 310, 320, 330, 340, 350), el segundo oscilador diferencial comprende al menos un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental (211, 221, 231, 241, 251; 311, 321,
- 35

331, 341, 351), comprendiendo el método: proporcionar el primer oscilador diferencial y el segundo oscilador diferencial que tienen substancialmente las mismas frecuencias fundamentales, acoplar, utilizar un elemento de acoplamiento, un punto de tierra de AC de frecuencia fundamental del primer oscilador diferencial con un punto

5 de tierra de AC de frecuencia fundamental del segundo oscilador diferencial, por lo que el elemento de acoplamiento bloquea en frecuencia el primer oscilador diferencial con el segundo oscilador,

caracterizado porque el método comprende también: proporcionar una primera salida de frecuencia cuádruple acoplada con el elemento de acoplamiento en AC, siendo la

10 primera frecuencia cuádruple cuatro veces la frecuencia fundamental de los osciladores diferenciales.

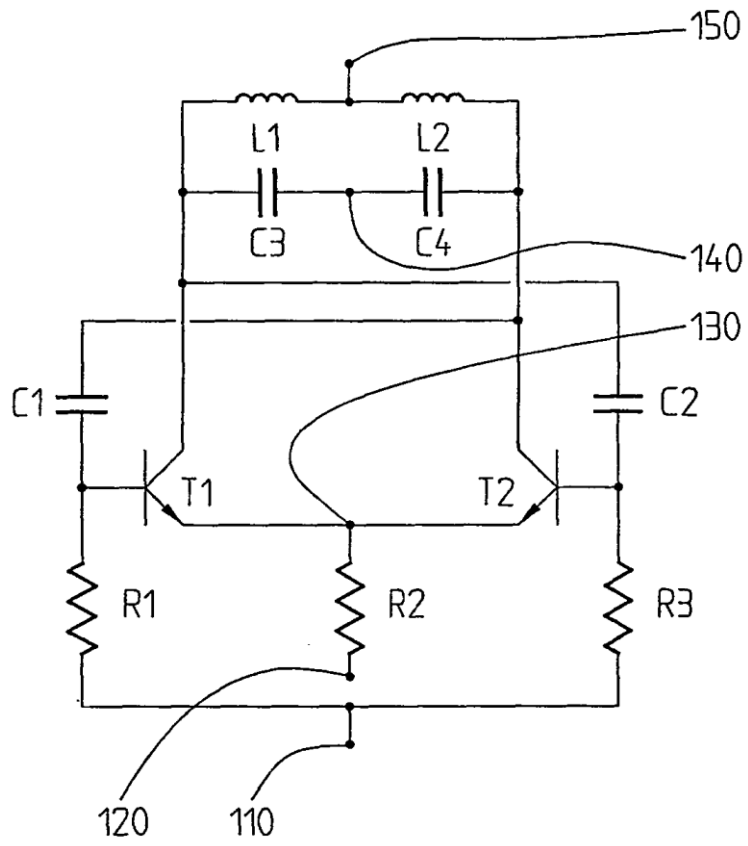


Fig. 1

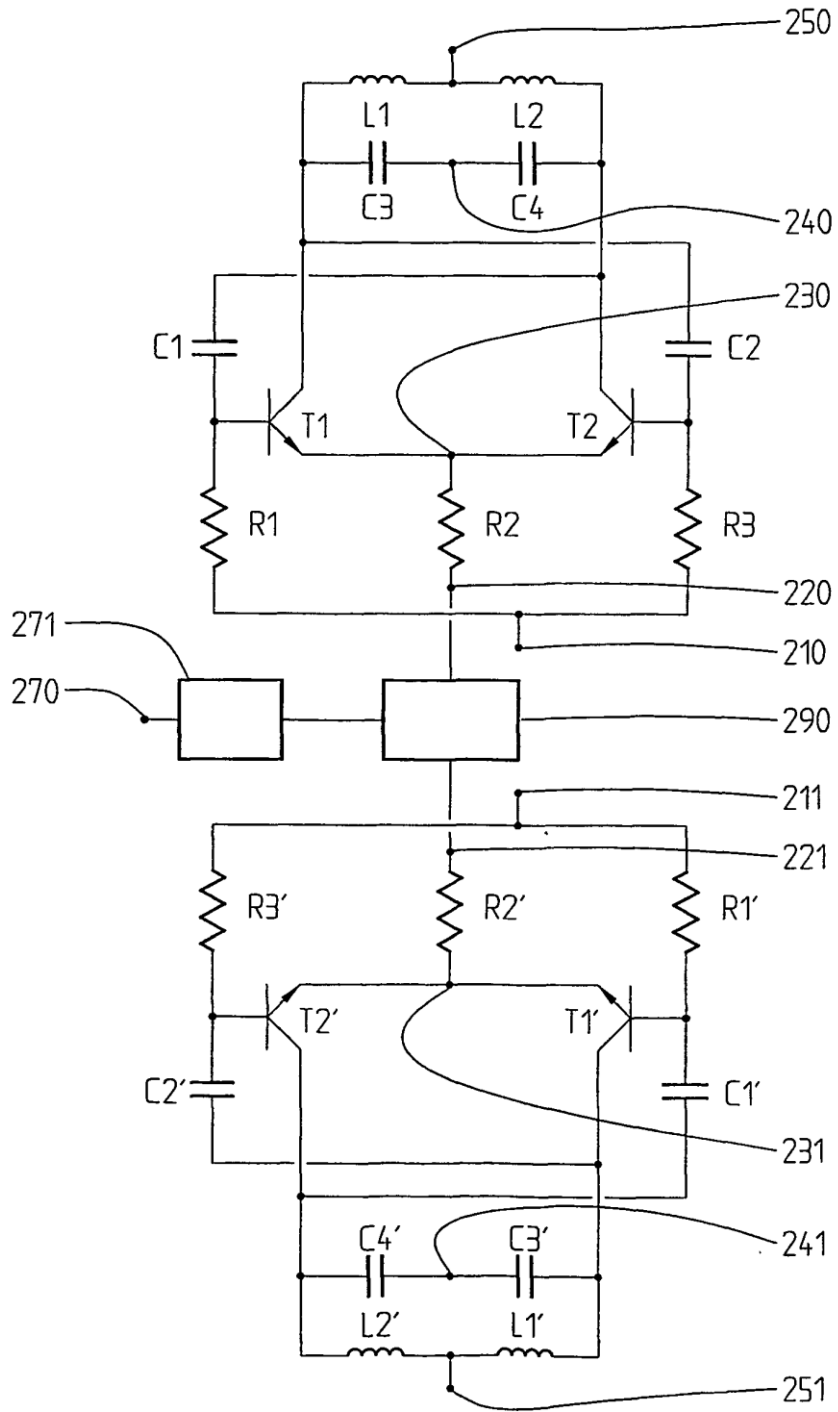


Fig. 2

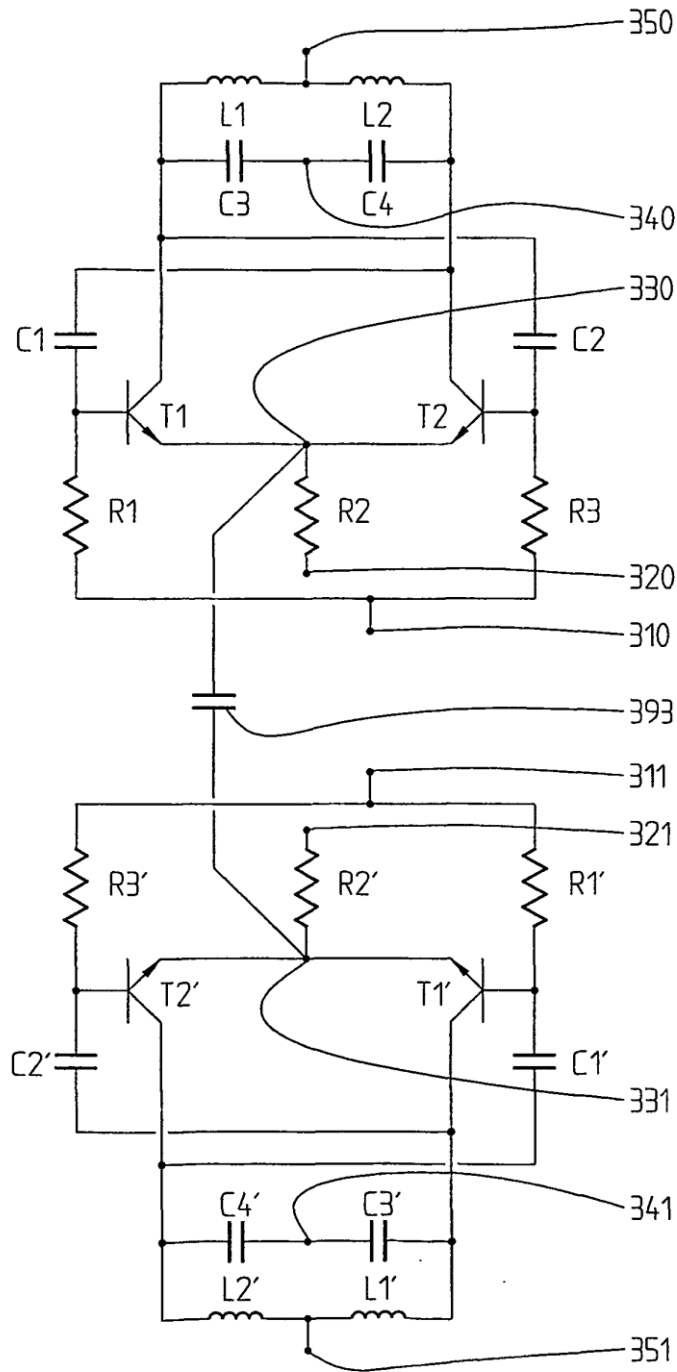


Fig. 3B

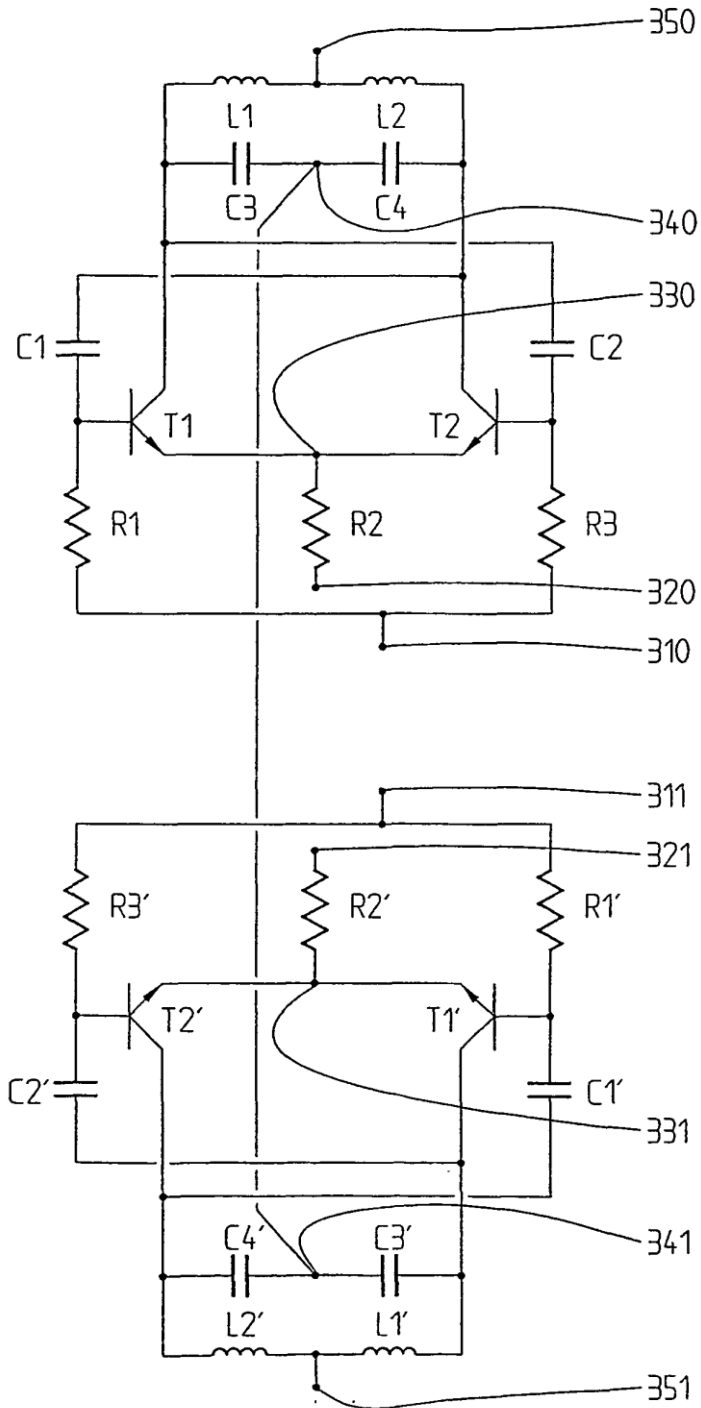


Fig. 3C

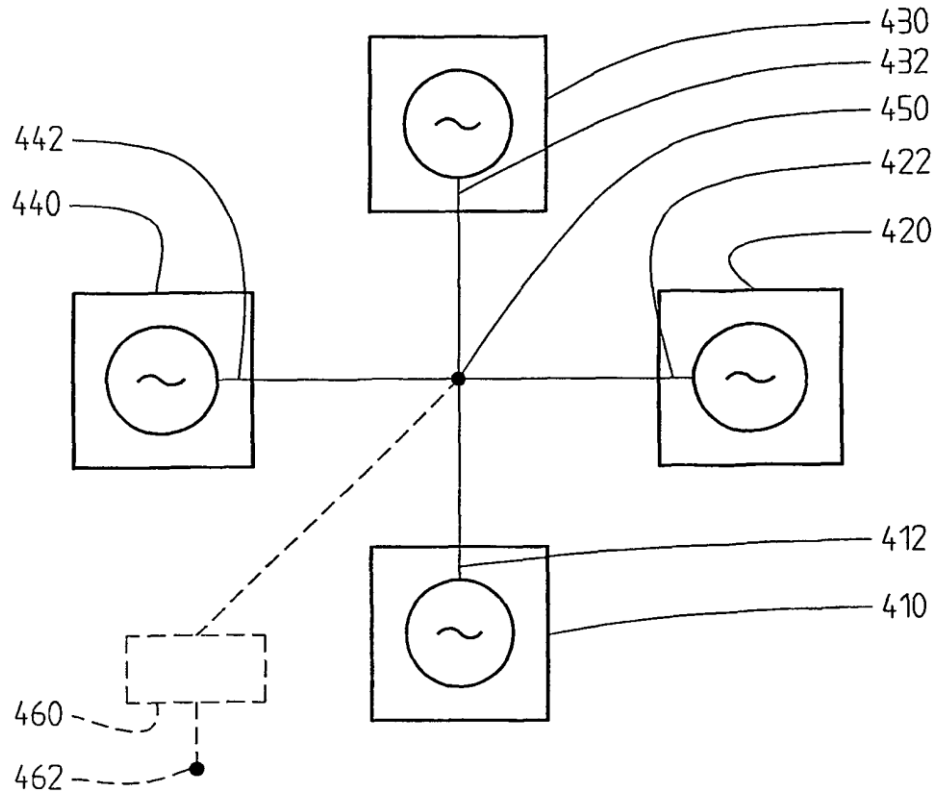


Fig. 4

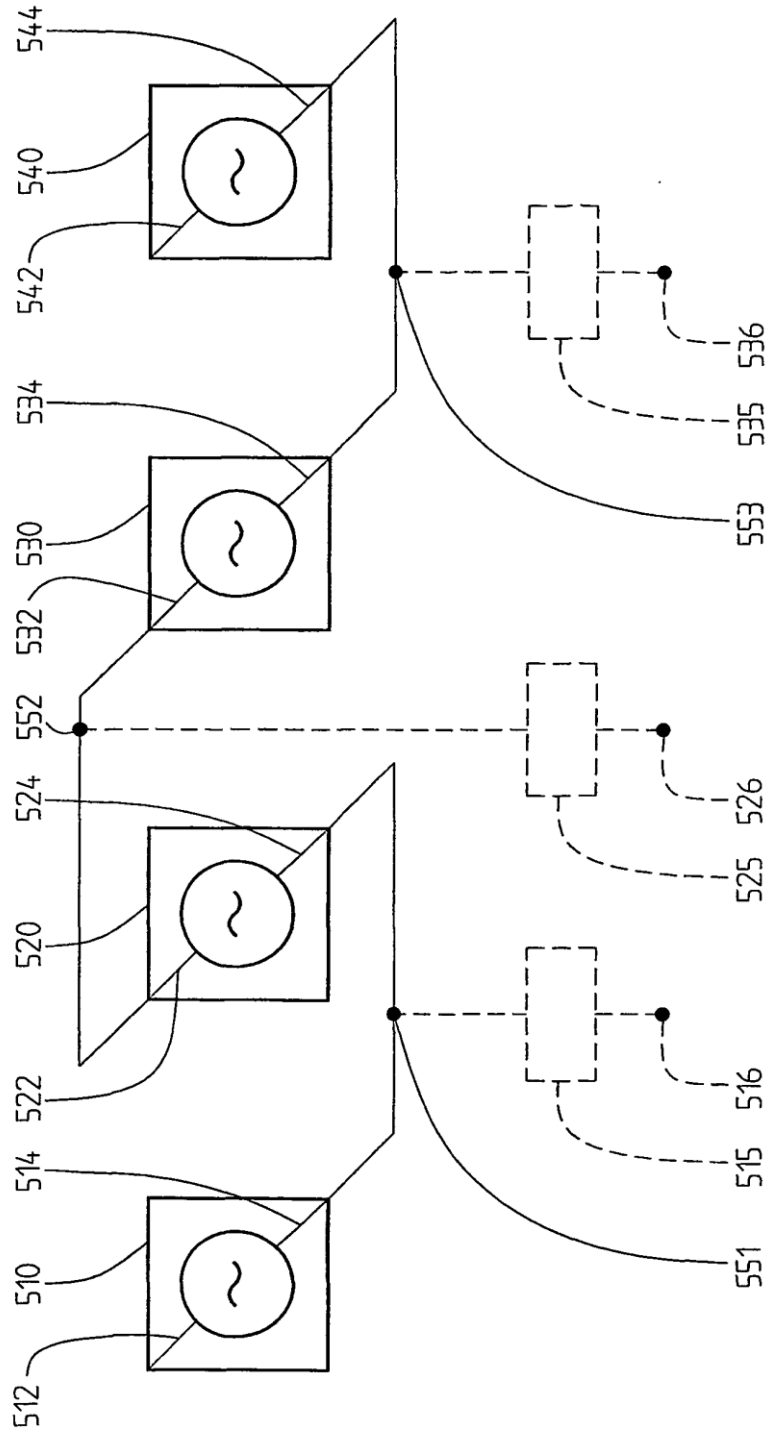


Fig. 5

EP 1 413 049 B1

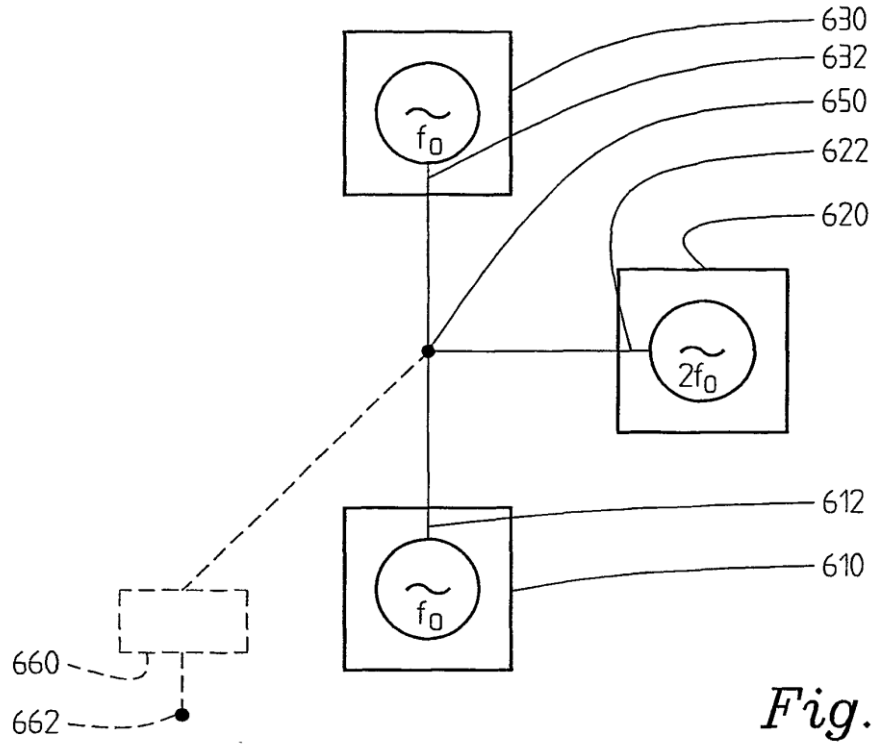


Fig. 6

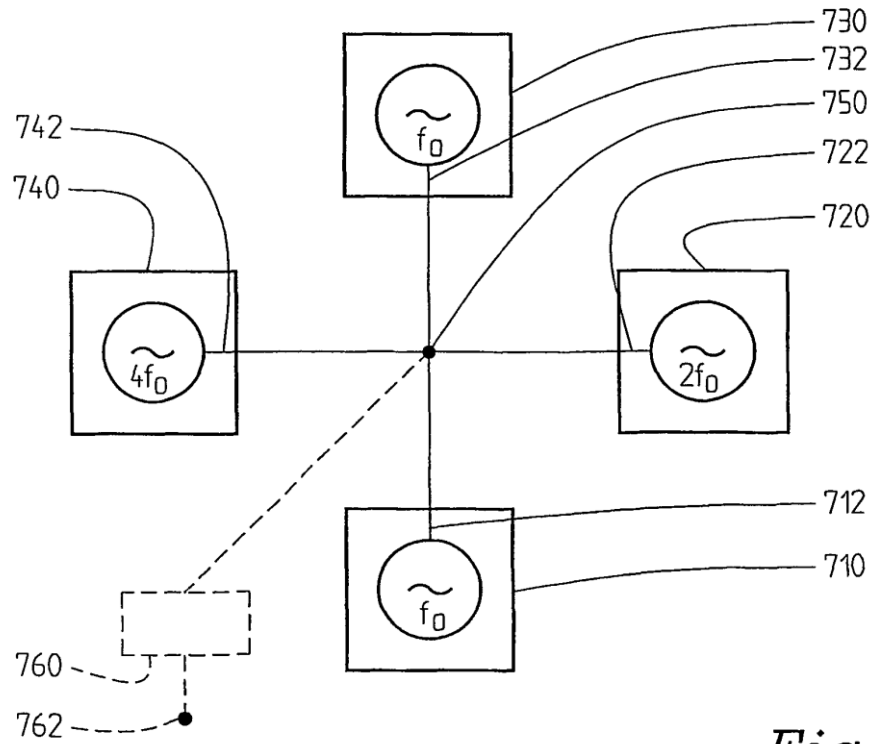


Fig. 7