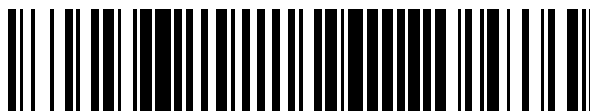


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 447**

51 Int. Cl.:

H03D 7/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.1999** **E 02078484 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013** **EP 1300938**

54 Título: **Sistema y procedimiento para la conversión ascendente de frecuencia**

30 Prioridad:

21.10.1998 US 176154

21.10.1998 US 176022

16.04.1999 US 293580

16.04.1999 US 293095

16.04.1999 US 293342

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.05.2013

73 Titular/es:

PARKERVISION, INC. (100.0%)

8493 BAYMEADOWS WAY

JACKSONVILLE, FL 32256, US

72 Inventor/es:

SORRELS, DAVID F.;

BULTMAN, MICHAEL J.;

COOK, ROBERT W.;

LOOKE, RICHARD C.;

MOSES, CHARLEY D. JR.;

RAWLINS, GREGORY S. y

RAWLINS, MICHAEL W.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 402 447 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

Sistema y procedimiento para la conversión ascendente de frecuencia

Campo de la invención

5 La presente invención está dirigida, en general, a la conversión ascendente de frecuencia de señales electromagnéticas (EM).

Técnica relacionada

10 Los sistemas de comunicación actuales emplean componentes tales como transmisores y receptores para transmitir información desde un origen a un destino. Para llevar a cabo esta transmisión, la información se imparte sobre una señal portadora y la señal portadora se transmite a continuación. Típicamente, la señal portadora está a una frecuencia mayor que la frecuencia de banda de base de la señal de información. Las formas típicas en que la información es impartida en la señal portadora se llama modulación.

15 Tres esquemas de modulación ampliamente utilizados incluyen: modulación de frecuencia (FM), donde la frecuencia de la onda portadora cambia para reflejar la información que ha sido modulada en la señal; modulación de fase (PM), en donde la fase de la señal portadora cambia para reflejar la información impartida sobre la misma, y la modulación de amplitud (AM), en donde la amplitud de la señal portadora cambia para reflejar la información. Además, estos esquemas de modulación se utilizan en combinación unos con otros (por ejemplo, AM combinado con FM y AM combinado con PM).

20 Por ejemplo, la publicación de la solicitud de Patente Europea No. 0 548 542 A1 (EP0548542) divulga un procedimiento y un aparato para producir una señal periódica que tiene una pluralidad de armónicos y que aísla al menos un armónico de la pluralidad de armónicos. Sin embargo, el procedimiento y el aparato de EP0548542 no implican el control de un conmutador con una señal oscilante para provocar que el conmutador emita por puerta una señal de polarización. Más bien, en EP0548542 una señal variable es seleccionada por el conmutador.

25 Además, la patente US No. 4.320.361(US4320361) divulga un procedimiento y un aparato para la modulación de la señal y el filtrado de la señal para eliminar armónicos no deseados. Sin embargo, el procedimiento y el aparato de US4320361 no implican el control de un conmutador con una señal oscilante para provocar que el conmutador emita por puerta una señal de polarización. Más bien, en US4320361 una señal variable es seleccionada por el conmutador.

Sumario de la invención

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 1.

30 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5.

La presente invención se refiere a procedimientos y sistemas para la conversión ascendente de una señal desde una frecuencia inferior a una frecuencia más alta, y a las aplicaciones de los mismos.

35 En una realización, la presente invención se utiliza en un transmisor. El transmisor acepta una señal de información a una frecuencia de la banda de base y transmite una señal modulada a una frecuencia superior a la frecuencia de la banda de base.

40 La señal de información se utiliza para modular una señal oscilante para crear una señal intermedia modulada. Si es necesario, esta señal intermedia modulada es "conformada" para proporcionar una relación de ancho de pulso a período sustancialmente óptima. Según la invención, esta señal conformada se usa entonces para controlar un conmutador que abre y cierra como una función de la frecuencia y ancho del pulso de la señal conformada. Como resultado de esta apertura y cierre, se produce una señal que es armónicamente rica con cada armónico de la señal rica armónicamente que es modulada sustancialmente igual que la señal intermedia modulada. A través del filtrado apropiado, el armónico (o armónicos) deseado(s) se selecciona(n) y se transmite(n).

45 Otras características y ventajas de la invención, así como la estructura y operación de diversas realizaciones de la invención, se describen en detalle a continuación con referencia a las figuras adjuntas.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 ilustra un circuito para un transmisor de modulación en fase/fase de cuadratura ("I/Q");

Las figuras 2A, 2B, 2C, 2D, y 2E ilustran formas de onda típicas asociadas con el circuito "I/Q" de la figura 1 para la señal de información digital;

50 La figura 3 ilustra el diagrama de flujo de alto nivel de operación de un transmisor de acuerdo con una realización de la presente invención;

La figura 4 ilustra el diagrama de bloque de alto nivel estructural del transmisor de una realización de la

presente invención;

La figura 5 ilustra el diagrama de flujo operativo de una realización de la presente invención;

La figura 6 ilustra un diagrama de bloques estructural de ejemplo de la realización de la presente invención;

La figura 7 ilustra un ejemplo de implementación de un oscilador local (LO);

La figura 8 ilustra un ejemplo de implementación de un cambiador de fase;

La figura 9 ilustra un ejemplo de implementación de un modulador de fase;

Las figuras 10A-10C ilustran un ejemplo de implementación de un módulo de conmutación;

Las figuras 11A a 11C ilustran un ejemplo del módulo del conmutador de las figuras 10A-10C en el que el conmutador es un FET GaAs;

Las figuras 12A a 12C ilustran un ejemplo de un diseño para asegurar la simetría para una implementación de un FET GaAs;

La figura 13 ilustra un ejemplo de implementación de un sumador;

La figura 14 ilustra un ejemplo de implementación de un filtro;

La figura 15 es un espectro representativo que demuestra el cálculo de "Q";

Las figuras 16A y 16B son ejemplos representativos de los circuitos de filtro;

La figura 17 ilustra un ejemplo de implementación de un módulo de transmisión;

La figura 18A muestra un primer circuito de conformación de pulsos de ejemplo utilizando dispositivos lógicos digitales para una entrada de onda cuadrada desde un oscilador;

Las figuras 18B, 18C y 18D ilustran formas de onda asociadas con el circuito de la figura 18A;

La figura 19A muestra un segundo circuito de formación de pulsos de ejemplo utilizando dispositivos lógicos digitales para una entrada de onda cuadrada desde un oscilador;

Las figuras 19B, 19C, y 19D ilustran formas de onda asociadas con el circuito de la figura 19A;

La figura 20 muestra un tercer ejemplo de circuito de conformación de pulso para cualquier entrada desde un oscilador;

Las figuras 21A, 21B, 21C, 21D, y 21E ilustran formas de onda representativas asociadas con el circuito de la figura 20;

La figura 22 muestra el circuito interno para elementos de la figura 20 de acuerdo con una realización de la invención;

La figura 23 ilustra un ejemplo de implementación de un módulo de mejora de armónico;

La figura 24 ilustra un ejemplo de implementación de un módulo amplificador;

Las figuras 25A y 25B ilustran los circuitos de ejemplo para un amplificador lineal;

La figura 26 es una tabla que ilustra las amplitudes relativas de los primeros 50 armónicos de seis relaciones de ejemplo de ancho de pulso a periodo;

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Tabla de contenidos

1. Terminología.

2. Descripción general de la invención.

2.1 Modulación en fase/fase de cuadratura.

2.2 Características de la invención.

3. Conversión ascendente de frecuencia.

3.1 Descripción de alto nivel.

3.1.2 Descripción operacional.

3.1.2 Descripción estructural.

3.2 Modulación en fase/fase de cuadratura

3.2.1 Descripción operacional.

3.2.2 Descripción estructural.

3.3 Procedimientos y sistemas para la implementación de las realizaciones.

3.3.1 El oscilador local.

3.3.1.1 Descripción operacional.

3.3.1.2 Descripción estructural.

3.3.2 Cambiador.

3.3.2.1 Descripción Operacional.

3.3.2.2 Descripción estructural.

	3.3.3 El modulador de fase.
	3.3.3.1 Descripción operacional.
	3.3.3.2 Descripción estructural.
5	3.3.4 El módulo de conmutación.
	3.3.4.1 Descripción operacional.
	3.3.4.2 Descripción estructural.
	3.3.5 El Sumador.
	3.3.5.1 Descripción operacional.
	3.3.5.2 Descripción estructural.
10	3.3.6 El Filtro.
	3.3.6.1 Descripción operacional.
	3.3.6.2 Descripción estructural.
	3.3.7 El módulo de transmisión.
15	3.3.7.1 Descripción operacional.
	3.3.7.2 Descripción estructural.
	3.3.8 Otras implementaciones.
	4. Mejora del armónico.
	4.1 Descripción de alto nivel.
20	4.1.1 Descripción operacional.
	4.1.2 Descripción estructural.
	4.2 Realizaciones de ejemplo.
	4.2.1 Primera realización: cuando una onda cuadrada alimenta el módulo de mejora de armónicos para crear un pulso por ciclo.
25	4.2.1.1 Descripción operacional.
	4.2.1.2 Descripción estructural.
	4.2.2 Segunda realización: cuando una onda cuadrada alimenta el módulo de mejora de armónicos para crear dos pulsos por ciclo.
	4.2.2.1 Descripción operacional.
	4.2.2.2 Descripción estructural.
30	4.2.3 Tercera realización: cuando cualquier forma de onda alimenta el módulo de mejora de armónicos.
	4.2.3.1 Descripción operacional.
	4.2.3.2 Descripción estructural.
	4.2.4 Otras realizaciones.
35	4.3 Ejemplos de implementación.
	4.3.1 Primer circuito de lógica digital.
	4.3.2 Segundo circuito de lógica digital.
	4.3.3 Circuito analógico.
	4.3.4 Otras implementaciones.
40	5. Módulo amplificador.
	5.1 Descripción de alto nivel.
	5.1.1 Descripción operacional.
	5.1.2 Descripción estructural.
	5.2 realización ejemplar.

5.2.1 Amplificador lineal.

5.2.1.1 Descripción operacional.

5.2.1.2 Descripción estructural.

5.2.2 Otras realizaciones.

5 5.3 Ejemplos de implementación.

5.3.1 Amplificador lineal.

5.3.1.1 Descripción operacional.

5.3.1.2 Descripción estructural.

5.3.2 Otras implementaciones.

10 **1. Terminología.**

Diversos términos utilizados en esta solicitud se describen en general en esta sección. Cada descripción en esta sección se proporciona solamente con fines ilustrativos y de conveniencia, y no es limitante. El significado de estos términos será evidente para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de la totalidad de las enseñanzas proporcionadas en la presente memoria.

15 Señal analógica: Una señal en la que la información contenida en la misma es continua, en contraste con discreta, y representa un evento físico o cantidad de tiempo que varía. El contenido de la información se transmite mediante la variación de al menos una característica de la señal, tal como, pero no limitado a, amplitud, frecuencia o fase, o cualquier combinación de las mismas.

20 Señal de banda de base: Cualquier señal de información genérica deseada para la transmisión y/o recepción. Como se usa aquí, se refiere tanto a la señal de información que se genera en un origen antes de cualquier transmisión (también referida como la señal de base de banda de base de modulación), y a la señal que va a ser utilizada por el receptor después de la transmisión (también referida como la señal de banda de base desmodulada).

25 Señal portadora: una señal capaz de transportar información. Típicamente, es una señal electromagnética que puede ser variada a través de un proceso llamado modulación. La frecuencia de la señal portadora es referida como la frecuencia portadora. Un sistema de comunicaciones puede tener múltiples señales portadoras a frecuencias portadoras diferentes.

30 Controlar un conmutador: hacer que un conmutador se abra y se cierre. El conmutador puede ser, sin limitación, mecánico, eléctrico, electrónico, óptico, etc., o cualquier combinación de los mismos. Normalmente, es controlado por una entrada eléctrica o electrónica. Si el conmutador es controlado por una señal electrónica, que es típicamente una señal diferente a las señales conectadas a cualquiera de los terminales del conmutador.

Señal de banda de base desmodulada: La señal de banda de base que va a ser utilizada por el receptor después de la transmisión. Típicamente se ha convertido de forma descendente a partir de una señal portadora y ha sido desmodulada. La señal de banda de base desmodulada debe aproximarse mucho a la información de la señal (es decir, la señal de banda de base de modulación) en frecuencia, amplitud, e información.

35 Demodulación: El proceso de eliminar información a partir de una portadora o señal de frecuencia intermedia.

Señal digital: Una señal en la que la información contenida en ella tiene estados discretos, en contraste con una señal que tiene una propiedad que puede ser continuamente variable.

40 Conversión descendente directa: Una técnica de conversión descendente en la que una señal recibida es convertida directamente de forma descendente y desmodulada, en su caso, a partir de la frecuencia original de transmisión (es decir, una frecuencia portadora) a la banda de base sin tener una frecuencia intermedia.

Conversión descendente: un proceso para realizar traslación de frecuencia en el que la frecuencia final es menor que la frecuencia inicial.

Conducir un conmutador: Igual que el control de un conmutador.

45 Harmónico: Un armónico es una frecuencia o tono que, en comparación con su frecuencia o tono fundamental o de referencia, es un múltiplo entero de la misma. En otras palabras, si una forma de onda periódica tiene una frecuencia fundamental de "f" (también llamado el primer armónico), entonces sus armónicos pueden estar situados en las frecuencias de "n • f", donde "n" es 2, 3, 4, etc. El armónico correspondiente a n = 2 se conoce como el segundo armónico, el armónico correspondiente a n = 3 se refiere como el tercer armónico, y así sucesivamente.

Señal ("I") en fase: La señal normalmente generada por un oscilador. No ha tenido su desplazamiento de fase y se representa a menudo como una onda sinusoidal, para distinguirla de una señal "Q". La señal "I" puede, por sí misma, ser modulada por cualquier medio. Cuando la señal "I" se combina con una señal "Q", la señal resultante es referida como una señal "I/Q".

- 5 Señal en fase/fase de cuadratura ("I/Q"): La señal que resulta cuando una señal "I" se suma con una señal "Q". Típicamente, tanto las señales "I" y "Q" han sido moduladas en fase, aunque otras técnicas de modulación también pueden ser utilizadas, tales como modulación de amplitud. Una señal "I/Q" se utiliza para transmitir corrientes separadas de información de forma simultánea en una sola portadora transmitida. Tener en cuenta que la señal "I" modulada y la señal "Q" modulada son ambas señales portadoras que tienen la misma frecuencia. Cuando se combinan, la señal "I/Q" resultante es también una señal portadora a la misma frecuencia.

Señal de información: La señal que contiene la información que se va a transmitir. Como se usa aquí, se refiere a la señal de banda de base original en el origen. Cuando se pretende que la señal de información module una señal portadora, que también se conoce como la "señal de base de banda de base de modulación." Puede ser voz o datos, analógicas o digitales, o cualquier otra señal o combinación de las mismas.

- 15 Señal de frecuencia intermedia (IF): Una señal que está a una frecuencia entre la frecuencia de la señal de banda de base y la frecuencia de la señal transmitida.

Modulación: El proceso de modificar una o más características físicas de una señal para representar la información a transmitir. Tres técnicas de modulación comúnmente utilizadas son la modulación de frecuencia, modulación de fase y modulación de amplitud. También hay variaciones, subconjuntos, y combinaciones de estas tres técnicas.

- 20 Operar un conmutador: Igual que el control de un conmutador.

Señal de fase de cuadratura ("Q"): Una señal que está fuera de fase con una señal en fase ("I"). La cantidad de desplazamiento de fase está predeterminada para una aplicación particular, pero en una implementación típica, la señal "Q" es 90° fuera de fase con la señal "I". Por lo tanto, si la señal "I" fuera una onda senoidal, la señal "Q" sería una onda cosenoidal. Cuando se discute en conjunto, la señal "I" y la señal "Q" tienen las mismas frecuencias.

- 25 Espectro: El espectro se utiliza para significar un rango continuo de frecuencias, generalmente amplio, dentro del cual ondas electromagnéticas (EM) tienen alguna característica común específica. Estas ondas pueden propagarse en cualquier medio de comunicación, tanto natural como y artificial, incluyendo pero no limitado al aire, espacio, hilo, cable, líquido, guía de ondas, microcinta, línea de cinta, fibra óptica, etc. El espectro EM incluye todas las frecuencias superiores a cero hertzios.

- 30 Subarmónico: un subarmónico es una frecuencia o tono que es un submúltiplo entero de una frecuencia de referencia o tono fundamental. Es decir, una frecuencia subarmónica es el cociente obtenido al dividir la frecuencia fundamental por un número entero. Por ejemplo, si una forma de onda periódica tiene una frecuencia de "f" (también llamado "frecuencia fundamental" o primer subarmónico), entonces sus subarmónicos tienen frecuencias de " f/n ", donde n es 2, 3, 4, etc. El subarmónico correspondiente a $n = 2$ se conoce como el segundo subarmónico, el subarmónico correspondiente a $n = 3$ se conoce como el tercer subarmónico, y así sucesivamente. Un subarmónico en sí mismo tiene armónicos posibles, y el i^{th} armónico del i^{th} subarmónico será a la frecuencia fundamental de la forma de onda periódica original. Por ejemplo, el tercer subarmónico (que tiene una frecuencia de " $f/3$ ") puede tener armónicos en múltiplos enteros de sí mismo (es decir, un segundo armónico en " $2 \cdot f/3$ ", un tercer armónico en " $3 \cdot f/3$ ", y así sucesivamente). El tercer armónico del tercer subarmónico de la señal original (es decir, " $3 \cdot f/3$ ") está a la frecuencia de la señal original.

Disparar un conmutador: Igual que el control de un conmutador.

Conversión ascendente: Un proceso para realizar una traslación de frecuencia en la que la frecuencia final es mayor que la frecuencia inicial.

2. Descripción general de la invención.

- 45 La presente invención está dirigida a sistemas y procedimientos para la conversión ascendente de frecuencia, y aplicaciones de los mismos.

En una realización, el convertidor ascendente de frecuencia se utiliza como un sistema y un procedimiento para transmitir una señal electromagnética (EM).

- 50 Basándose en la descripción contenida en este documento, el experto en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerá que hay otras realizaciones alternativas en las que el convertidor ascendente de frecuencia de la presente invención podría ser utilizado en otras aplicaciones, y que estas realizaciones alternativas están comprendidas en el alcance de la presente invención.

Asimismo a efectos ilustrativos, la conversión ascendente de frecuencia de acuerdo con la presente invención se describe a continuación en el contexto de un transmisor. Sin embargo, la invención no está limitada a esta

realización.

Además, sólo a efectos ilustrativos, los circuitos y las técnicas descritas a continuación se refieren todos al medio de transmisión EM. Sin embargo, la invención no está limitada por esta realización. Las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerán que estos mismos circuitos y técnicas se pueden utilizar en todos los medios de transmisión (por ejemplo, la transmisión por el aire, cable de punto a punto, etc.)

2.1 Modulación en fase/fase en cuadratura.

La figura 1 ilustra un ejemplo de un circuito de modulación en fase/fase de cuadratura ("I/Q") 700 y las figuras 2A, 2B, 2C, 2D y 2E ilustran ejemplos de formas de onda en varios puntos del circuito de modulación "I/Q" 700. En esta técnica, que aumenta la eficiencia del ancho de banda, las señales de información separadas pueden transmitirse simultáneamente en señales portadoras que están fuera de fase entre sí. Es decir, una primera información de la señal 702 de la figura 2A puede ser modulada sobre la señal del oscilador en fase ("I") 710 de la figura 2B y una segunda señal de información 704 de la figura 2C puede ser modulada en la señal del oscilador de la fase de cuadratura ("Q") 712 de la figura 2D. La señal modulada "I" se combina con la señal modulada "Q" y la señal modulada resultante "I/Q" se transmite entonces. En un uso normal, las dos señales de información son digitales, y ambas son moduladas en señales oscilantes de fase "I" y "Q". Expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerán que el modo "I/Q" también puede trabajar con señales de información analógicas, con combinaciones de señales analógicas y digitales, con otras técnicas de modulación, o cualquier combinación de las mismas.

Este sistema de modulación "I/Q" utiliza dos circuitos PM juntos con el fin de aumentar la eficiencia del ancho de banda. Como se indicó anteriormente, en un circuito de PM, la fase de una señal oscilante, tal como 710 (ó 712) (figuras 2B o 2D), se varía para representar los datos a ser comunicados, tal como una señal de información, tal como 702 (ó 704). Para facilitar la comprensión y la descripción, la descripción aquí describirá el uso más típico del modo "I/Q", es decir, con señales de información digitales y la modulación de fase en ambas señales oscilantes. Por lo tanto, ambas corrientes de señal son de modulación por desplazamiento de fase (PSK), que es un subconjunto de PM.

El circuito de modulación "I/Q" 700 recibe una señal de información 702 desde un primer origen (no mostrado) y una señal de información 704 desde un segundo origen (no mostrado). Ejemplos de señales de información 702 y 704 se muestran en las figuras 2A y 2C. Las señales de información 702 y 704 pueden ser amplificadas por amplificadores opcionales 714 y 716 y ser filtradas por filtros opcionales 734 y 736. Se encamina entonces a los moduladores de fase 718 y 720. También los moduladores de fase de alimentación 718 y 720 son señales oscilantes 710 y 712. La señal oscilante 710 fue generada por un oscilador local 706, y se muestra en la figura 2B, y la señal oscilante 712 es la emisión desplazada de fase del oscilador local 706. Los osciladores locales, tales como el oscilador local 706, emiten una onda electromagnética a una frecuencia y amplitud predeterminadas.

La emisión del modulador de fase 718 es una señal modulada en fase 722, que se muestra con una línea de puntos como una de las formas de onda en la figura 2E. Del mismo modo, la emisión del modulador de fase 720, que funciona de una manera similar a la fase de modulador 718, es una señal modulada en fase 724, que se muestra utilizando una línea sólida como la otra forma de onda en la figura 2E. El efecto de los moduladores de fase 718 y 720 en las señales oscilantes 710 y 712 es para provocar su cambio de fase. Como se indicó anteriormente, el sistema que se muestra aquí es un sistema de PSK, y como tal, la fase de las señales oscilantes 710 y 712 se desplaza mediante moduladores de fase 718 y 720 por una cantidad discreta como una función de las señales de información 702 y 704.

Para simplicidad de la descripción y la facilidad de visualización, la señal oscilante 710 se muestra en la figura 2B como una onda sinusoidal y se conoce como la señal "I" en el circuito "I/Q" 700. Después de que la emisión del oscilador 706 se ha sometido a un cambiador de fase 708, que se muestra aquí desplazando la fase en $-\pi/2$, la señal oscilante 712 es una onda de coseno, que se muestra en la figura 2D, y se conoce como la señal "Q" en el circuito "I/Q". Una vez más, para la facilidad de visualización, los moduladores de fase 718 y 720 se muestran desplazando la fase de las respectivas señales oscilantes 710 y 712 en 180° . Esto se ve en la figura 2E. La señal modulada 722 se suma a la señal modulada 724 mediante un sumador 726. La emisión del sumador 726 es la suma aritmética de la señal modulada 722 y 724 y es una señal "I/Q" 728. (Para mayor claridad de la presentación en la figura 2E, la señal combinada 728 no se muestra. Sin embargo, expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) se reconocerá que la suma aritmética de 2 ondas sinusoidales que tienen la misma frecuencia es también una onda sinusoidal a esa frecuencia.)

La señal "I/Q" 728 entonces se puede encaminar a un multiplicador de frecuencia opcional 730, donde la frecuencia de la señal "I/Q" 718 se incrementa desde un nivel relativamente bajo (por ejemplo, 50 MHz a 100 MHz) a un nivel superior deseado para la transmisión (por ejemplo, 900 MHz, 1,8 GHz), y a un amplificador opcional 738 que aumenta la intensidad de la señal de la señal "I/Q" 728 a un nivel deseado para la transmisión por una antena de ejemplo 732.

2.2 Características de la invención.

Como se desprende de lo anterior, varias frecuencias están implicadas en un sistema de comunicaciones. La

frecuencia de la señal de información es relativamente baja. La frecuencia del oscilador local es mayor que la de la señal de información, pero típicamente no lo suficientemente alta para una transmisión eficiente. Una tercera frecuencia, no específicamente mencionada anteriormente, es la frecuencia de la señal transmitida, la cual es mayor que o igual a la frecuencia de la señal oscilante. Esta es la frecuencia que se encamina desde los multiplicadores de frecuencia opcionales y amplificadores opcionales a las antenas en los circuitos descritos anteriormente.

Típicamente, en el subsistema transmisor de un sistema de comunicaciones, la conversión ascendente de la señal de información a la frecuencia de transmisión requiere, por lo menos, filtros, amplificadores, y multiplicadores de frecuencia. Cada uno de estos componentes es costoso, no sólo en términos de precio de compra del componente, sino también a causa de la potencia requerida para su operación.

La presente invención proporciona un medio más eficiente para la producción de una portadora modulada para la transmisión, utiliza menos energía, y requiere menos componentes. Estas ventajas y adicionales de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción.

3. Conversión ascendente de frecuencia.

La presente invención está dirigida a sistemas y procedimientos para la conversión ascendente de frecuencia y aplicaciones de la misma. En una realización, el convertidor elevador de la presente invención se utiliza en un transmisor. La invención también se refiere a un transmisor. Basándose en la descripción contenida en este documento, el experto en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerá que hay otras realizaciones, alternativas y aplicaciones en las que el convertidor ascendente de frecuencia de la presente invención podría ser utilizado, y que estas realizaciones alternativas y aplicaciones caen dentro del alcance de la presente invención.

Para fines ilustrativos, la conversión ascendente de frecuencia de acuerdo con la presente invención se describe a continuación en el contexto de un transmisor. Sin embargo, como es evidente por el párrafo anterior, la invención no está limitada a esta realización.

Las siguientes secciones describen procedimientos relacionados con un transmisor y el conversor elevador de frecuencia. Realizaciones de ejemplo estructurales para lograr estos procedimientos también se describen. Se debe entender que la invención no se limita a las realizaciones particulares descritas a continuación.

3.1. Descripción de alto nivel.

Esta sección (incluyendo sus subsecciones) proporciona una descripción de alto nivel de conversión ascendente y transmisión de señales de acuerdo con la presente invención. En particular, se describe un proceso operativo de conversión ascendente de frecuencia en el contexto de la transmisión de señales en un alto nivel. El proceso de funcionamiento es a menudo representado por diagramas de flujo. Los diagramas de flujo se presentan en este documento sólo a efectos ilustrativos, y no son limitantes. En particular, el uso de diagramas de flujo no debe interpretarse como limitante de la invención a la operación discreta o digital. En la práctica, los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) apreciarán, basándose en las enseñanzas contenidas en la presente memoria, que la invención se puede lograr a través de la operación discreta, la operación continua, o cualquier combinación de las mismas. Además, el flujo de control representado por los diagramas de flujo también se proporciona para propósitos ilustrativos, y se apreciará por las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) que otros flujos de control operacionales están dentro del alcance de la invención.

Además, una aplicación estructural para lograr este proceso se describe en un alto nivel. Esta implementación estructural se describe en este documento para fines ilustrativos, y no es limitante. En particular, el proceso descrito en esta sección se puede lograr usando cualquier número de implementaciones estructurales, una de las cuales se describe en esta sección. Los detalles de tales implementaciones estructurales serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de las enseñanzas contenidas en la presente memoria.

3.1.1 Descripción operacional.

El diagrama de flujo 900 de la figura 3 muestra el procedimiento operacional de conversión ascendente de frecuencia en el contexto de la transmisión de una señal según una realización de la presente invención. La invención se refiere a tanto la conversión ascendente de frecuencia como a la transmisión de señales tal como se representa en la figura 3.

En la etapa 902, una señal de información es generada por un origen. Esta señal de información puede ser analógica, digital, y cualquier combinación de las mismas, o cualquier otra cosa que se desea transmitir, y está en la frecuencia de banda de base. Como se describe a continuación, la señal de información se utiliza para modular una señal intermedia. Por consiguiente, la señal de información es también llamada aquí una señal de información de banda de base de modulación.

Una señal oscilante 1904 se genera en la etapa 904. En la etapa 906, la señal oscilante es modulada, donde la modulación es el resultado de, y una función de, la señal de información. La etapa 906 produce una señal oscilante modulada, también llamada una señal intermedia modulada. Como se señaló anteriormente, el diagrama de flujo de

la figura 3 se describe en el contexto de un ejemplo donde la señal de información es una señal digital. Sin embargo, alternativamente, la señal de información puede ser analógica o cualquier combinación de analógica y digital. Las etapas restantes 908-912 del diagrama de flujo de la figura 3 funcionan de la misma manera, si la señal de información es digital, analógica, etc., o cualquier combinación de las mismas, y con independencia de qué técnica de modulación se utilice.

Una señal harmónicamente rica se genera a partir de la señal modulada en la etapa 908. La señal harmónicamente rica tiene una forma de onda sustancialmente continua y repetida periódicamente. En una realización, la forma de onda de la señal harmónicamente rica es sustancialmente rectangular. Expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerán las limitaciones físicas y los obstáculos matemáticos contra el logro de una forma de onda rectangular exacta o perfecta y no es la intención o el requisito de la presente invención que una forma de onda rectangular perfecta sea generada o necesaria. Sin embargo, para facilitar la descripción, el término "forma de onda rectangular" se usa en este documento y se refieren a formas de onda que son sustancialmente rectangulares, y se incluirán, pero no se limitarán a esas formas de onda que se conocen en general como ondas cuadradas o impulsos. Cabe señalar que si se plantea la situación en la que una forma de onda rectangular perfecta ha demostrado ser técnicamente y matemáticamente factible, esta situación también cae dentro del alcance de esta invención.

Una forma de onda periódica continua se compone de una serie de ondas sinusoidales de amplitudes y fases específicas, las frecuencias de las cuales son múltiplos enteros de la frecuencia de repetición de la forma de onda. (Una frecuencia de repetición de una forma de onda es el número de veces por segundo que la forma de onda periódica se repite). El contenido de información de la señal harmónicamente rica se puede obtener de cualquiera de sus harmónicos. Como los harmónicos tienen frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia de repetición de la señal harmónicamente rica, y puesto que tienen el mismo contenido de información como la señal harmónicamente rica (como se acaba de decir), los harmónicos representan cada uno una representación de conversión ascendente de la señal harmónicamente rica. Algunos de los harmónicos están en las frecuencias deseadas (tales como las frecuencias que se desea transmitir). Estos harmónicos son llamados "harmónicos deseados" o "harmónicos buscados". Según la invención, los harmónicos deseados tienen una amplitud suficiente para llevar a cabo el procesamiento deseado (es decir, ser transmitido). Otros harmónicos no están en las frecuencias deseadas. Estos harmónicos son llamados "harmónicos no deseados" o "harmónicos no buscados".

En la etapa 910, los harmónicos no buscados de la forma de onda periódica continua de la señal harmónicamente rica se filtran (por ejemplo, cualquier harmónico que no está en las frecuencias deseadas a ser transmitido). En la etapa 912, el harmónico restante se transmite.

3.1.2 Descripción estructural.

La figura 4 es un diagrama de bloques de un sistema de conversión ascendente de acuerdo con una realización de la invención. Esta realización del sistema de conversión ascendente se muestra como un transmisor 1000. El transmisor 1000 incluye un módulo de aceptación 1004, un módulo de generación y de extracción de harmónicos 1006, y un módulo de transmisión 1008 que acepta una señal de información 1002 y da emisión a una señal transmitida 1014.

Preferiblemente, el módulo de aceptación 1004, el módulo de generación y de extracción de harmónicos 1006, y el módulo de transmisión 1008 procesa la señal de información de la manera mostrada en el diagrama de flujo operacional 900. En otras palabras, el transmisor 1000 es la realización estructural para realizar las etapas operativas del diagrama de flujo 900. Sin embargo, se debe entender que el alcance de la presente invención incluye otras realizaciones estructurales para realizar las etapas del diagrama de flujo 900. Los detalles específicos de estas otras realizaciones estructurales serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de la descripción contenida en este documento.

La operación del transmisor 1000 se describirá ahora en detalle con referencia al diagrama de flujo 900. En la etapa 902, una señal de información 1002 desde un origen (no mostrado) se encamina hacia el módulo de aceptación 1004. En la etapa 904, se genera una señal oscilante y en la etapa 906, se modula, produciendo de este modo una señal modulada 1010. La señal oscilante puede ser modulada usando cualquier técnica de modulación, ejemplos de las cuales se describen a continuación. En la etapa 908, el módulo de generación de harmónicos y la extracción (HGEM) genera una señal harmónicamente rica con una forma de onda continua y periódica. Esta forma de onda es preferentemente una onda rectangular, tal como una onda cuadrada o un pulso (aunque, la invención no está limitada a esta realización), y está compuesta de una pluralidad de ondas sinusoidales cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la forma de onda. Estas ondas sinusoidales se conocen como los harmónicos de la forma de onda subyacente. Un análisis de series de Fourier se puede usar para determinar la amplitud de cada harmónico. En la etapa 910, un filtro (no mostrado) dentro HGEM 1006 filtra las frecuencias no deseadas (harmónicos) y emite una señal electromagnética (EM) 1012 a la frecuencia deseada. En la etapa 912, la señal EM 1012 es encaminada al módulo de transmisión 1008 (opcional), donde se prepara para la transmisión. El módulo de transmisión 1008 a continuación, genera una señal transmitida 1014.

3.2 Modulación en fase/fase en cuadratura.

Diversas realizaciones relacionadas con el(los) procedimiento(s) y la(s) estructura(s) descritos anteriormente se presentan en esta sección (y sus subsecciones). Estas realizaciones se describen en este documento para fines de ilustración, y no de limitación. La invención no está limitada a estas realizaciones. Realizaciones alternativas serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de las enseñanzas contenidas en la presente memoria. La invención está destinada y adaptada para incluir dichas realizaciones alternativas.

Dos señales de información son aceptadas. Una señal en fase ("I") es modulada tal que su fase varía como una función de una de las señales de información, y una señal de fase en cuadratura ("Q") es modulada tal que su fase varía como una función de la señal de otra información. Las dos señales moduladas se combinan para formar un señal "I/Q" modulada y transmitida.

3.2.1 Descripción operacional.

El diagrama de flujo de la figura 5 muestra el procedimiento de funcionamiento del transmisor en el modo de modulación en fase/fase de cuadratura ("I/Q"). En la etapa 1702, una primera señal de información es generada por un primer origen. Esta señal de información puede ser analógica, digital, o cualquier combinación de las mismas. En la etapa 1710, se genera una señal en fase oscilante (referido como la señal "I") y en la etapa 1704, es modulada por la primera señal de información. Esto resulta en la señal modulada "I" tal como se indica en el bloque 1706 en el que la fase de la señal modulada "I" se varía como una función de la primera señal de información.

En la etapa 1714, se genera una segunda señal de información. De nuevo, esta señal puede ser analógica, digital, o cualquier combinación de las mismas, y puede ser diferente de la primera señal de información. En la etapa 1712, la fase de la señal oscilante "I" generada en la etapa 1710 se desplaza, creando una señal oscilante en fase de cuadratura (referida como la señal "Q"). En la etapa 1716, la señal "Q" es modulada por la segunda señal de información. Esto da como resultado la señal modulada "Q" tal como se indica en el bloque 1718 en el que la fase de la señal modulada "Q" se varía como una función de la segunda señal de información.

Una señal "I" con una forma de onda periódica continua se genera en la etapa 1708 mediante la señal modulada "I", y una señal "Q" con una forma de onda periódica continua se genera en la etapa 1720 mediante la señal modulada "Q". En la etapa 1722, la forma de onda periódica "I" y la forma de onda periódica "Q" se combinan formando lo que se conoce como la forma de onda periódica "I/Q", como se indica en el bloque 1724. Como se dijo antes, una forma de onda continua y periódica, tal como una onda rectangular "I/Q" como se indica en el bloque 1724, tiene componentes sinusoidales (armónicos) a frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la onda subyacente (frecuencias del componente de Fourier). En la etapa 1726, las frecuencias no deseadas se eliminan, y como se indica en el bloque 1728, la frecuencia restante está en la emisión EM deseada.

La señal EM "I/Q" se prepara para su transmisión en la etapa 1730, y en la etapa 1732, la señal EM "I/Q" se transmite.

3.2.2 Descripción estructural.

La figura 6 es un diagrama de bloques de un transmisor de acuerdo con una realización de la invención. Esta realización del transmisor se muestra como un transmisor "I/Q" 1800. El transmisor "I/Q" 1800 incluye un oscilador local 1806, un cambiador de fase 1810, dos moduladores de fase 1804 y 1816, dos módulos de conmutador 1822 y 1828, un sumador 1832, un filtro 1836, y un módulo de transmisión 1840. El transmisor "I/Q" acepta dos señales de información 1802 y 1814 y da emisión a una señal transmitida. La operación y la estructura de los componentes de ejemplo se describen a continuación: un modulador de fase de ejemplo se describe a continuación en las secciones 3.3.3-3.3.3.2; un oscilador local de ejemplo se describe a continuación en las secciones 3.3.1-3.3.1.2; un cambiador de fase de ejemplo se describe a continuación en las secciones 3.3.2-3.3.2.2; un módulo de conmutación de ejemplo se describe a continuación en las secciones 3.3.4-3.3.4.2; un sumador de ejemplo se describe a continuación en las secciones 3.3.5-3.3.5.2; un filtro de ejemplo se describe a continuación en las secciones 3.3.6-3.3.6.2, y un módulo de transmisión de ejemplo se describe a continuación en las secciones 3.3.7-3.3.7.2.

Preferiblemente, el oscilador local 1806, el cambiador de fase 1810, los moduladores de fase 1804 y 1816, los módulos de conmutación 1822 y 1828, el sumador 1832, el filtro 1836, y el módulo de transmisión 1840 procesan de la señal de información de la manera mostrada en los diagramas de flujo de operación 1700. En otras palabras, el transmisor "I/Q" 1800 es la realización estructural para realizar las etapas operativas del diagrama de flujo 1700. Sin embargo, se debe entender que el alcance de la presente invención incluye otras realizaciones estructurales para realizar las etapas del diagrama de flujo 1700. Los detalles específicos de estas otras realizaciones estructurales serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de la descripción contenida en este documento.

La operación del transmisor 1800 se describirá ahora en detalle con referencia a los diagramas de flujo 1700. En la etapa 1702, una primera señal de información 1802 a partir de un origen (no mostrado) se dirige al primer modulador de fase 1804. En la etapa 1710, se genera una señal oscilante "I" 1808 del oscilador local 1806 en la etapa 1704, la señal oscilante "I" 1808 es modulada por la primera señal de información 1802 en el primer modulador de fase 1804,

lo que se produce una señal modulada "I" 1820. En la etapa 1708, el primer módulo de conmutación 1822 genera una señal "I" harmónicamente rica 1824 con una forma de onda continua y periódica.

En la etapa 1714, una segunda señal de información 1814 a partir de un origen (no mostrado) se encamina hacia el segundo modulador de fase 1816. En la etapa 1712, la fase de la señal de oscilación 1808 se desplaza mediante el cambiador de fase 1810 para crear la señal oscilante "Q" 1812. En la etapa 1716, la señal oscilante "Q" 1812 es modulada por la segunda señal de información 1814 en el segundo modulador de fase 1816, produciendo de ese modo la señal modulada "Q" 1826. En la etapa 1720, el segundo módulo de conmutación 1828 genera una señal "Q" harmónicamente rica 1830 con una forma de onda continua y periódica. La señal "I" harmónicamente rica 1824 y la señal "Q" harmónicamente rica 1830 son ondas preferiblemente rectangulares, tales como ondas cuadradas o impulsos (aunque, la invención no está limitada a esta realización), y se componen de pluralidades de ondas sinusoidales cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de las formas de onda. Estas ondas sinusoidales se conocen como los armónicos de la onda subyacente, y un análisis de Fourier determinará la amplitud de cada armónico.

En la etapa 1722, la señal "I" harmónicamente rica 1824 y la señal "Q" harmónicamente rica 1830 se combinan mediante el sumador 1832 para crear la señal "I/Q" harmónicamente rica 1834. En la etapa 1726, un filtro 1836 filtra las frecuencias armónicas indeseadas y emite una señal electromagnética "I/Q" (EM) 1838 a la frecuencia armónica deseada. En la etapa 1730, señal "I/Q" EM 1838 se encamina al módulo de transmisión 1840 (opcional), donde se prepara para la transmisión. En la etapa 1732, el módulo de transmisión 1840 da emisión a una señal transmitida 1842.

Será evidente para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) que existe una realización alternativa en la que la señal "I" harmónicamente rica 1824 y la señal "Q" harmónicamente rica 1830 pueden ser filtradas antes de que se sumen y, además, existe otra alternativa realización alternativa en la que la señal modulada "I" 1820 y la señal modulada "Q" 1826 pueden sumarse para crear una señal modulada "I/Q" antes de ser enviadas a un módulo de conmutación.

3.3 Procedimientos y sistemas para la aplicación de las realizaciones.

Ejemplos de aplicaciones operativas y/o estructurales relacionadas con el(los) procedimiento(s), estructura(s), y/o realizaciones descritas anteriormente se presentan en esta sección (y sus subsecciones). Estos componentes y procedimientos se presentan en este documento para fines de ilustración, y no de limitación. La invención no está limitada a los ejemplos particulares de los componentes y procedimientos descritos en la presente memoria. Las alternativas serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de las enseñanzas contenidas en la presente memoria. Tales alternativas caen dentro del alcance de la presente invención.

3.3.1 El oscilador local.

Tal como se mencionó anteriormente, la modulación en fase/fase de cuadratura ("I/Q") utiliza un oscilador local. Véase, como ejemplo, el oscilador local 1806 en la figura 6. La invención admite numerosas realizaciones del oscilador local. Ejemplos de realización del oscilador local 2402 (figura 7) se describen a continuación. Sin embargo, se debe entender que estos ejemplos se proporcionan sólo a efectos ilustrativos. La invención no está limitada a estas realizaciones.

3.3.1.1 Descripción Operacional.

Se genera una señal oscilante 2404. La frecuencia de la señal 2404 se puede seleccionar, pero generalmente no se considera que sea "variable". Es decir, la frecuencia puede ser seleccionada para ser un valor específico para una aplicación específica, pero por lo general no varía como una función de la señal de información (es decir, la señal de banda de base de modulación).

La señal oscilante 2404 generalmente es una onda sinusoidal, pero también puede ser una onda rectangular, una onda triangular, un pulso, o cualquier otra forma de onda continua y periódica. Como se indicó anteriormente, el experto en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerá las limitaciones físicas y los obstáculos matemáticos contra el logro de formas de onda exactas o perfectas y no es la intención de la presente invención que una forma de onda perfecta sea generada o necesaria. De nuevo, como se ha indicado anteriormente, para facilitar la descripción, el término "forma de onda rectangular" se usa para referirse a formas de onda que son sustancialmente rectangulares, el término "onda cuadrada" se refiere a aquellas que son formas de onda sustancialmente cuadrada, el término "onda triangular" se refiere a esas formas de onda que son sustancialmente triangulares, y el término "pulso" se refiere a esas formas de onda que son sustancialmente un pulso, y no es la intención de la presente invención que una onda cuadrada, onda triangular, o pulso perfecto sea generado o necesario.

3.3.1.2 Descripción estructural.

El diseño y el uso de un oscilador local 2402 son bien conocidos para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s). Un oscilador local 2402 puede estar diseñado y fabricado a partir de componentes discretos o puede ser comprado

“al por menor”. Un oscilador local 2402 se fija generalmente para dar emisión a una frecuencia específica. La emisión puede ser “fija” o puede ser “seleccionable”, basada en el diseño del circuito. Si es fija, la emisión se considera que es sustancialmente una frecuencia fija que no se puede cambiar. Si la frecuencia de emisión es seleccionable, el diseño del circuito permitirá que una señal de control se aplique al oscilador local 2402 para cambiar la frecuencia para diferentes aplicaciones. Sin embargo, la frecuencia de emisión de un oscilador local 2402 no se considera que sea “variable” como una función de una señal de información tal como la señal de banda de base de modulación. (Si se deseara para la frecuencia de emisión de un oscilador que sea variable en función de una señal de información, preferiblemente se utilizaría un VCO.) La señal oscilante 2404 generalmente es una onda sinusoidal, pero también puede ser una onda rectangular, una onda triangular, un pulso, o cualquier otra forma de onda continua y periódica.

La emisión de un oscilador local 2402 puede ser una entrada a otros componentes del circuito, tales como un modulador de fase 2606, un circuito de desplazamiento de fase 2504, etc.

3.3.2 El cambiador de fase.

Tal como se describió anteriormente, en fase/fase de cuadratura modulación (“I/Q”) utiliza un cambiador de fase. Ver, como ejemplo, el cambiador de fase 1810 de la figura 6. La invención admite numerosas realizaciones del cambiador de fase. Ejemplos de realización de un cambiador de fase 2504 (figura 8) se describen a continuación. La invención no está limitada a estas realizaciones. La descripción contenida en este documento es para un “cambiador de fase de 90°”. El cambiador de fase 90° se utiliza para facilitar la explicación, y expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) comprenderán que otros cambiadores de fase se pueden utilizar sin apartarse de la intención de la presente invención.

3.3.2.1 Descripción Operacional.

Una señal oscilante “en fase” 2502 se recibe y se emite una señal oscilante de “cuadratura de fase” 2506. Si la señal en fase (“I”) 2502 es referida como una onda sinusoidal, a continuación, la señal en fase en cuadratura (“Q”) 2506 puede ser referida como una onda de coseno (es decir, la señal “Q” 2506 está 90° fuera de fase con la señal “I” 2502). Sin embargo, también pueden ser ondas rectangulares, ondas triangulares, pulsos, o cualquier otra forma de onda continua y periódica. Como se indicó anteriormente, el experto en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerá las limitaciones físicas y los obstáculos matemáticos contra el logro de formas de onda exactas o perfectas y no es la intención de la presente invención que una forma de onda perfecta sea generada o necesaria. De nuevo, como se ha indicado anteriormente, para facilitar la descripción, el término “forma de onda rectangular” se usa para referirse a formas de onda que son sustancialmente rectangulares, el término “onda cuadrada” se refiere a aquellas que son formas de onda sustancialmente cuadrada, el término “onda triangular” se refiere a esas formas de onda que son sustancialmente triangulares, y el término “pulso” se refiere a esas formas de onda que son sustancialmente un pulso, y no es la intención de la presente invención que una onda cuadrada, onda triangular, o pulso perfectos sean generados o necesarios. Independientemente de la forma de las formas de onda, la señal “Q” 2506 está fuera de fase con la señal “I” 2506 por período de una cuarta parte de la forma de onda. La frecuencia de las señales “I” y “Q” 2502 y 2506 es sustancialmente igual.

La descripción contenida en este documento se limita a la realización más frecuente en el que hay dos señales intermedias separadas por 90°. Esto no es limitativo de la invención. Será evidente para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) que las técnicas enseñadas en la presente memoria y aplicadas a la realización “I/Q” de la presente invención también se aplican a realizaciones más exóticas en las que las señales intermedias se desplazan en alguna cantidad distinta de 90°, y en las que también puede haber más de dos frecuencias intermedias.

3.3.2.2 Descripción estructural.

El diseño y uso de un cambiador de fase 2504 es bien conocido para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s). Un cambiador de fase 2504 puede estar diseñado y fabricado a partir de componentes discretos o puede ser comprado “al por menor”. Un cambiador de fase acepta una señal oscilante “en fase” (“I”) 2502 de cualquiera de un número de orígenes, tales como un oscilador local 2402, y envía una señal oscilante de “cuadratura de fase” (“Q”) 2506 que es sustancialmente de la misma frecuencia y sustancialmente la misma forma que la señal “I” de entrada 2502, pero con la fase desplazada en 90°. Tanto las señales “I” y “Q” 2502 y 2506 son en general las ondas sinusoidales, pero también pueden ser ondas rectangulares, ondas triangulares, pulsos, o cualquier otra forma de onda continua y periódica. Independientemente de la forma de las formas de onda, la señal “Q” 2506 está fuera de fase con la señal “I” 2502 por período de una cuarta parte de la forma de onda. Tanto las señales “I” como “Q” 2502 y 2506 pueden ser moduladas.

La emisión de un cambiador de fase 2504 se puede usar como una entrada a un modulador de fase 2606.

3.3.3 El modulador de fase.

Tal como se describió anteriormente, la modulación en fase/fase de cuadratura (“I/Q”) utiliza un modulador de fase. Ver, como ejemplo, moduladores de fase 1804 y 1816 de la figura 6. La invención admite numerosas realizaciones del modulador de fase. Ejemplos de realización del modulador de fase 2606 (figura 9) se describen a continuación.

Sin embargo, se debe entender que estos ejemplos se proporcionan sólo a efectos ilustrativos. La invención no está limitada a estas realizaciones.

3.3.3.1 Descripción Operacional.

Una señal de información 2602 y una señal oscilante 2604 se aceptan, y se emite una señal oscilante de fase modulada 2608 cuya fase varía como una función de la señal de información 2602. La señal de información 2602 puede ser analógica o digital y se puede acondicionar para asegurar que está dentro del intervalo deseado. La señal oscilante 2604 puede ser una onda sinusoidal, una onda rectangular, una onda triangular, un pulso, o cualquier otra forma de onda continua y periódica. Como se indicó anteriormente, el experto en la(s) técnica(s) relevante(s) se reconocerá las limitaciones físicas y los obstáculos matemáticos contra el logro de formas de onda exactas o perfectas y no es la intención de la presente invención que una forma de onda perfecta sea generada o necesaria. De nuevo, como se ha indicado anteriormente, para facilitar la descripción, el término "forma de onda rectangular" se usa para referirse a formas de onda que son sustancialmente rectangulares, el término "onda cuadrada" se refiere a aquellas que son formas de onda sustancialmente cuadradas, el término "onda triangular" se refiere a aquellas formas de onda que son sustancialmente triangulares, y el término "pulso" se refiere a aquellas formas de onda que son sustancialmente un pulso, y no es la intención de la presente invención que una onda cuadrada, onda triangular, o pulso perfectos sean generados o necesarios. La señal oscilante modulada 2608 se conoce también como la señal modulada intermedia 2608.

En el caso en que la señal de información 2602 sea digital, la señal modulada intermedia 2608 será desplazada de fase entre valores discretos, la primera fase (por ejemplo, para una señal representada por $\sin(\omega t + \theta_0)$) correspondiente a una digital "alta", y la segunda fase (por ejemplo, para una señal representada por el $\sin(\omega t + \theta_0 + \delta)$), donde δ representa la cantidad en que la fase ha sido desplazada) correspondiente a una digital "baja". Cualquier fase puede corresponder a la "alta" o la "baja", dependiendo de la convención que se utiliza. Esta operación se conoce como modulación por desplazamiento de fase (PSK), que es un subconjunto de PM.

Si la señal de información 2602 es analógica, la fase de la señal modulada intermedia 2608 puede variar en función de la señal de información 2602 y no se limita al subconjunto de PSK que se ha descrito anteriormente.

La señal modulada intermedia 2608 es una señal modulada en fase que puede ser una onda sinusoidal, una onda rectangular, una onda triangular, un pulso, o cualquier otra forma de onda continua y periódica, y que tiene sustancialmente el mismo período que la señal oscilante 2604.

3.3.3.2 Descripción estructural.

El diseño y el uso de un modulador de fase 2606 son bien conocidos para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s). Un modulador de fase 2606 puede estar diseñado y fabricado a partir de componentes discretos, o puede ser comprado "al por menor". Un modulador de fase 2606 acepta una señal de información 2602 a partir de un origen y una señal oscilante 2604 de un oscilador local 2402 o un cambiador de fase 2504. La señal de información 2602 está en la banda de base y es generalmente una señal eléctrica dentro de un rango de tensión prescrito. Si la información es digital, la tensión estará en niveles discretos. Si la información es analógica, la tensión será continuamente variable entre un nivel superior y uno inferior como una función de la señal de información 2602. El modulador de fase 2606 utiliza la tensión de la señal de información 2602 para modular la señal oscilante 2604 y produce una señal modulada intermedia 2608 para la emisión. La señal de información 2602, debido a que es una señal de banda de base y se utiliza para modular la señal oscilante, puede ser denominada como señal de banda de base de modulación 2604.

La señal modulada intermedia 2608 es una señal oscilante cuya fase varía como una función de la tensión de la señal de banda de base de modulación 2602. Si la señal de banda de base de modulación 2602 representa la información digital, la fase de la señal modulada intermedia 2608 se desplaza en una cantidad discreta (por ejemplo, la señal modulada intermedia 2608 se desplazará en una cantidad δ entre $\sin(\omega t + \theta_0)$ y $\sin(\omega t + \theta_0 + \delta)$). Si, por otro lado, la señal de banda de base de modulación 2602 representa información analógica, la fase de la señal modulada intermedia 2608 se desplazará continuamente entre los límites superior e inferior de fase como una función de la señal de información 2602. En una realización de ejemplo, los límites superior e inferior de la señal modulada intermedia 2608 se puede representar como $\sin(\omega t + \theta_0)$ y $\sin(\omega t + \theta_0 + \pi)$. En otras realizaciones, el rango de desplazamiento de fase puede ser menor que π . La señal modulada intermedia 2608 puede ser una onda sinusoidal, una onda rectangular, una onda triangular, un pulso, o cualquier otra forma de onda continua y periódica.

La señal intermedia modulada de fase 2608 puede entonces ser usada para conducir un módulo de conmutación 2802.

3.3.4 El módulo de conmutación.

Tal como se mencionó anteriormente, la modulación en fase/fase de cuadratura ("I/Q") utiliza un conjunto de conmutación referido como módulo de conmutación 2802 (figuras 10A-10C). Como ejemplo, el módulo de conmutación 2802 es un componente de los módulos de conmutación 1822 y 1828 en la figura 6. La invención admite numerosas realizaciones del módulo de conmutación. Ejemplos de realización del módulo de conmutación

2802 se describen a continuación. Sin embargo, se debe entender que estos ejemplos se proporcionan sólo a efectos ilustrativos. La invención no está limitada a estas realizaciones.

3.3.4.1 Descripción Operacional.

Una señal de polarización 2806 es seleccionada como resultado de la aplicación de una señal oscilante modulada 2804, y se crea una señal con una forma de onda armónicamente rica 2814. La señal de polarización 2806 es generalmente una tensión fija. La señal oscilante modulada 2804 puede ser modulada en frecuencia, modulada en fase, o cualquier otro esquema de modulación o combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, tales como en ciertos modos de manipulación por desplazamiento de amplitud, la señal oscilante modulada 2804 también puede ser modulada en amplitud. La señal oscilante modulada 2804 puede ser una onda sinusoidal, una onda rectangular, una onda triangular, un pulso, o cualquier otra forma de onda continua y periódica. En una realización preferida, la señal oscilante modulada 2804 sería una onda rectangular. Como se indicó anteriormente, el experto en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerá las limitaciones físicas y los obstáculos matemáticos contra el logro de formas de onda exactas o perfectas y no es la intención de la presente invención que una forma de onda perfecta sea generada o necesaria. De nuevo, como se ha indicado anteriormente, para facilitar la descripción, el término "forma de onda rectangular" se usa para referirse a formas de onda que son sustancialmente rectangulares, el término "onda cuadrada" se refiere a aquellas que son formas de onda sustancialmente cuadradas, el término "onda triangular" se refiere a aquellas formas de onda que son sustancialmente triangulares, y el término "pulso" se refiere a esas formas de onda que son sustancialmente un pulso, y no es la intención de la presente invención que una onda cuadrada, onda triangular, o pulso perfecto sea generado o necesario.

La señal con forma de onda armónicamente rica 2814, en lo sucesivo, referida como la señal armónicamente rica 2814, es una forma de onda continua y periódica que se modula sustancialmente igual que la señal oscilante modulada 2804. Es decir, si la señal oscilante modulada 2804 es modulada en frecuencia, la señal armónicamente rica 2814 también será modulada en frecuencia, y si la señal oscilante modulada 2804 es modulada en fase, la señal armónicamente rica 2814 también será modulada en fase. (En una realización, la señal armónicamente rica 2814 es una forma de onda sustancialmente rectangular.) Como se dijo antes, una forma de onda continua y periódica, tal como una onda rectangular, tiene componentes sinusoidales (armónicos) a frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la onda subyacente (las frecuencias componentes de Fourier). Por lo tanto, la señal armónicamente rica 2814 se compone de señales sinusoidales a frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la misma.

3.3.4.2 Descripción estructural.

El módulo de conmutación 2802 de una realización de la presente invención se compone de una primera entrada 2808, una segunda entrada 2810, una entrada de control 2820, una emisión 2822, y un conmutador 2816. Una señal de polarización 2806 se aplica a la primera entrada 2808 del módulo del conmutador 2802. Generalmente, la señal de polarización 2806 es una tensión fija, y en una realización de la invención, una resistencia 2824 se encuentra entre la señal de polarización 2806 y el conmutador 2816. La segunda entrada 2810 del módulo del conmutador 2802 está generalmente conectada eléctricamente a tierra 2812. Sin embargo, expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) se reconocerá que existen realizaciones alternativas en las que la segunda entrada 2810 no puede estar en tierra eléctrica 2812, sino más bien una segunda señal 2818, a condición de que la segunda señal 2818 sea diferente de la señal de polarización 2806.

Una señal oscilante modulada 2804 está conectada a la entrada de control 2820 del módulo del conmutador 2802. La señal oscilante modulada 2804 puede ser modulada en frecuencia o modulada en fase. (En algunas circunstancias y realizaciones, puede ser modulada en amplitud, tal como en manipulación encendido/apagado, pero este no es el caso general, y no se describirá aquí) La señal oscilante modulada 2804 puede ser una onda sinusoidal, una onda rectangular, una onda triangular, un pulso, o cualquier otra forma de onda continua y periódica. En una realización preferida, sería una onda rectangular. La señal oscilante modulada 2804 provoca que el conmutador 2816 se cierre y se abra.

La señal armónicamente rica 2814 descrita en la sección 3.3.4.1 más arriba, se encuentra en la emisión 2822 del módulo del conmutador 2802. La señal armónicamente rica 2814 es una forma de onda continua y periódica que se modula sustancialmente igual que la señal oscilante modulada 2804. Es decir, si la señal oscilante modulada 2804 es modulada en frecuencia, la señal armónicamente rica 2814 también será modulada en frecuencia, y si la señal oscilante modulada 2804 es modulada en fase, la señal armónicamente rica 2814 también será modulada en fase. En una realización, la señal armónicamente rica 2814 tiene una forma de onda sustancialmente rectangular. Como se dijo antes, una forma de onda continua y periódica, tal como una onda rectangular, tiene componentes sinusoidales (armónicos) a frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la onda subyacente (las frecuencias componentes de Fourier). Por lo tanto, la señal armónicamente rica 2814 se compone de señales sinusoidales a frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la misma. Cada una de estas señales sinusoidales también es modulada sustancialmente igual que la forma de onda continua y periódica (es decir, la señal oscilante modulada 2804) de la que se deriva.

El módulo de conmutación 2802 funciona como sigue. Cuando el conmutador 2816 está “abierto”, la emisión 2822 de módulo de conmutación 2802 está sustancialmente al mismo nivel de tensión que señal de polarización 2806. Por lo tanto, puesto que la señal armónicamente rica 2814 está conectada directamente a la emisión 2822 de módulo de conmutación 2802, la amplitud de la señal armónicamente rica 2814 es igual a la amplitud de la señal de polarización 2806. Cuando la señal oscilante modulada 2804 provoca que el conmutador 2816 se convierta en “cerrado”, la emisión 2822 del módulo de conmutación 2802 se conecta eléctricamente a la segunda entrada 2810 del módulo de conmutación 2802 (por ejemplo, tierra 2812 en una realización de la invención), y la amplitud de la señal armónicamente rica 2814 se hace igual al potencial presente en la segunda entrada 2810 (por ejemplo, cero voltios para la realización en la que la segunda entrada 2810 está conectada a tierra eléctrica 2812). Cuando la señal oscilante modulada 2804 provoca que el conmutador 2816 vuelva a estar “abierto”, la amplitud de la señal armónicamente rica 2814 vuelve a ser igual a la señal de polarización 2806. Por lo tanto, la amplitud de la señal armónicamente rica 2814 está en cualquiera de dos niveles de señal, es decir, la señal polarizada 2806 o de tierra 2812, y tiene una frecuencia que es sustancialmente igual a la frecuencia de la señal oscilante modulada 2804 que hace que el conmutador 2816 se abra y se cierre. La señal armónicamente rica 2814 se modula sustancialmente igual que la señal oscilante modulada 2804. Expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerá que uno cualquiera de un número de diseños de conmutadores cumplirá el alcance de la presente invención como se describe aquí.

En una realización de la invención, el conmutador 2816 es un dispositivo semiconductor, tal como un anillo de diodos. En otra realización, el conmutador es un transistor, tal como un transistor de efecto de campo (FET). En una realización en la que el FET es el arseniuro de galio (GaAs), el módulo de conmutación 2802 se puede diseñar como se ve en las figuras 11A-11C, donde la señal oscilante modulada 2804 está conectada a la puerta 2902 de los FET de GaAs 2901, la señal de polarización 2806 se conecta a través de una resistencia de polarización 2824 al origen 2904 de los FET de GaAs 2901, y la tierra eléctrica 2812 está conectada al drenaje 2906 de los FET de GaAs 2901. (En una realización alternativa mostrada en la figura 11C, una segunda señal 2818 puede ser conectado al drenaje 2906 de los FET de GaAs 2901) Dado que el drenaje y el origen de los FET de GaAs son intercambiables, la señal de polarización 2806 se puede aplicar tanto al origen 2904 como al drenaje 2906. Si existe la preocupación de que puede haber algo de asimetría origen-drenaje de los FET de GaAs, el módulo de conmutación puede ser diseñado como se muestra en las figuras 12A-12C, en el que dos FET de GaAs 3002 y 3004 están conectados entre sí, con el origen 3010 de los primeros 3002 FET de GaAs conectados al drenaje 3012 de los segundos 3004 FET de GaAs, y el drenaje 3006 de los primeros 3002 FET de GaAs está conectado al origen 3008 de los 3004 segundos FET de GaAs. Esta disposición de diseño equilibrará sustancialmente todas las asimetrías.

Una implementación alternativa del diseño incluye un “condensador de permanencia” en el que un lado de un condensador está conectado a la primera entrada del conmutador y el otro lado del condensador se conecta a la segunda entrada del conmutador. El propósito del diseño es incrementar la apertura aparente del impulso sin aumentar realmente su ancho. Otros diseños e implementaciones del conmutador serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s).

La emisión 2822 del módulo de conmutación 2802, es decir, la señal armónicamente rica 2814, se pueden enrutar a un Sumador 3402.

3.3.5 El Sumador.

Tal como se mencionó anteriormente, la modulación en fase/fase de cuadratura (“I/Q”) utiliza un sumador. Ver, como ejemplo, 1832 de sumador en la figura 6. La invención admite numerosas realizaciones del sumador. Ejemplos de realización del sumador 3402 (figura 13) se describen a continuación. Sin embargo, se debe entender que estos ejemplos se proporcionan sólo a efectos ilustrativos. La invención no está limitada a estas realizaciones.

3.3.5.1 Descripción Operacional.

Una señal modulada “I” 3404 y una señal modulada “Q” en 3406 se combinan y se genera una señal modulada “I/Q” 3408. En general, tanto las señales “I” como “Q” moduladas 3404 y 3406 son formas de onda armónicamente ricas, que se conoce como la señal armónicamente rica “I” 3404 y la señal armónicamente rica “Q” 3406. De manera similar, señal modulada “I/Q” 3408 es armónicamente rica y se conoce como la señal armónicamente rica “I/Q”. En una realización, estas señales armónicamente ricas tienen formas de onda sustancialmente rectangulares. Como se indicó anteriormente, el experto en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerá las limitaciones físicas y los obstáculos matemáticos contra el logro de formas de onda exactas o perfectas y no es la intención de la presente invención que una forma de onda perfecta sea generada o necesaria.

En una realización típica, la señal armónicamente rica “I” 3404 y la señal armónicamente rica “Q” 3406 son moduladas en fase, como la señal armónicamente rica “I/Q” 3408. Una persona experta en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerá que otras técnicas de modulación, tales como la modulación de amplitud de la señal “I/Q”, también se puede usar en el modo “I/Q” sin desviarse del alcance de la invención.

Como se dijo antes, una forma de onda continua y periódica, tal como la señal armónicamente rica “I/Q” 3408, tiene componentes sinusoidales (armónicos) a frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la onda subyacente (las frecuencias componentes de Fourier). Así, la señal armónicamente rica “I/Q” 3408 se

compone de señales sinusoidales a frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la misma. Estas señales sinusoidales se modulan también sustancialmente iguales que la forma de onda continua y periódica a partir de la que se derivan. Es decir, en esta realización, las señales sinusoidales son moduladas en fase, e incluyen la información tanto de la señal modulada "I" y la señal modulada "Q".

5 **3.3.5.2 Descripción estructural.**

El diseño y uso de un sumador 3402 es bien conocido para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s). Un sumador 3402 pueden ser diseñado y fabricados a partir de componentes discretos, o puede ser comprado "al por menor". Un sumador 3402 acepta una señal armónicamente rica "I" 3404 y una señal armónicamente rica "Q" 3406, y las combina para crear una señal "I/Q" armónicamente rica 3408. En una realización preferida de la invención, la señal armónicamente rica "I" 3404 y la señal armónicamente rica "Q" 3406 son ambas moduladas en fase. Cuando la señal armónicamente rica "I" 3404 y la señal armónicamente rica "Q" 3406 son a la vez moduladas en fase, la señal armónicamente rica "I/Q" 3408 también está modulada en fase.

Como se indicó anteriormente, una forma de onda continua y periódica, tal como la señal armónicamente rica "I/Q" 3408, tiene componentes sinusoidales (armónicos) a frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la onda subyacente (las frecuencias componentes de Fourier). Por lo tanto, la señal armónicamente rica "I/Q" 3408 se compone de señales sinusoidales a frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la misma. Estas señales sinusoidales "I/Q" son también moduladas en fase sustancialmente iguales que la forma de onda continua y regular de la cual se derivan (es decir, la señal "I/Q" armónicamente rica 3408).

La emisión del sumador 3402 es entonces encaminada a un filtro 3504.

3.3.6 El Filtro.

Tal como se describió anteriormente, la modulación en fase/fase de cuadratura ("I/Q") utiliza un filtro. Ver, como ejemplo, el filtro 1836 en la figura 6. La invención admite numerosas realizaciones del filtro. Las realizaciones de ejemplo del filtro 3504 (figura 14) se describen a continuación. Sin embargo, se debe entender que estos ejemplos se proporcionan sólo a efectos ilustrativos. La invención no está limitada a estas realizaciones.

3.3.6.1 Descripción Operacional.

Una señal modulada con una forma de onda armónicamente rica 3502 es aceptada. Se conoce como la señal armónicamente rica 3502. Como se indicó anteriormente, una forma de onda continua y periódica, tal como la señal armónicamente rica 3502, está compuesta de componentes sinusoidales (armónicos) a frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la onda subyacente de la que se derivan. Éstos se llaman las frecuencias componentes de Fourier. En una realización de la invención, las frecuencias armónicas no deseadas se eliminan, y se emite la frecuencia deseada 3506. En una realización alternativa, se emiten una pluralidad de frecuencias armónicas.

Los componentes armónicos de la señal armónicamente rica 3502 son modulados en la misma manera que la propia señal armónicamente rica 3502.

3.3.6.2 Descripción estructural.

El diseño y el uso de un filtro 3504 son bien conocidos para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s). Un filtro 3504 puede estar diseñado y fabricado a partir de componentes discretos o puede ser comprado "al por menor". El filtro 3504 acepta la señal armónicamente rica 3502 desde el sumador 3402. La señal armónicamente rica 3502 es una forma de onda continua y periódica. Como tal, está compuesta de componentes sinusoidales (armónicos) que se encuentran en frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental de la señal armónicamente rica subyacente 3502. El filtro 3504 elimina las señales sinusoidales que tienen frecuencias no deseadas. La señal 3506 que queda es a la frecuencia deseada, y se llama la señal de emisión deseada 3506.

Para lograr este resultado, de acuerdo con una realización de la invención, es necesario un filtro 3504 para filtrar los armónicos no deseados de la señal armónicamente rica 3502.

El término "Q" se utiliza para representar la relación de la frecuencia central de la señal de emisión deseada 3506 a la mitad del ancho de banda de potencia. En cuanto a la figura 15 vemos una frecuencia deseada 3602 de 900 MHz. El filtro 3504 se utiliza para asegurar que solamente se transmite la energía en esa frecuencia 3602. Por lo tanto, el ancho de banda de 3604 a media potencia (el llamado punto "3 dB hacia abajo") debe ser tan estrecho como sea posible. La relación de la frecuencia de 3602 al ancho de banda 3604 se define como "Q" Como se muestra en la figura 15, si el punto "3 dB hacia abajo" está a más o menos de 15 MHz, el valor de Q será $900 \div (15 + 15)$ o 30. Con la selección apropiada de los elementos para cualquier frecuencia particular, son alcanzables Qs del orden de 20 o 30.

Para frecuencias de emisión nítidas, se desea que Q sea tan alta como sea posible y práctico, basado en la aplicación dada y el medio ambiente. La finalidad del filtro 3504 es filtrar los armónicos no deseados de la señal armónicamente rica. Los circuitos están sintonizados para eliminar todos los armónicos, excepto para la frecuencia deseada 3506 (por ejemplo, el armónico 900 MHz 3602). Volviendo ahora a las figuras 16A y 16B, vemos ejemplos de circuitos de filtro. Expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerán que un número de diseños de filtro logrará el objetivo deseado de pasar la frecuencia deseada mientras que filtran las frecuencias no deseadas.

La figura 16A ilustra un circuito que tiene un condensador en paralelo con un inductor y desviado a tierra. En la figura 16B, un condensador está en serie con un inductor, y un circuito paralelo similar al de la figura 16A está conectado entre el condensador y el inductor y desviado a tierra.

La señal modulada a la frecuencia deseada 3506 puede entonces ser enviada al módulo de transmisión 3804.

3.3.7 El módulo de transmisión.

Tal como se describió anteriormente, la modulación en fase/fase de cuadratura ("I/Q") utiliza un módulo de transmisión. Ver, como ejemplo, el módulo de transmisión 1840 en la figura 6. El módulo de transmisión es opcional, y otras realizaciones pueden no incluir un módulo de transmisión. La invención admite numerosas realizaciones del módulo de transmisión. Ejemplos de realización del módulo de transmisión 3804 (figura 17) se describen a continuación. Sin embargo, se debe entender que estos ejemplos se proporcionan sólo a efectos ilustrativos. La invención no está limitada a estas realizaciones.

3.3.7.1 Descripción Operacional.

Una señal modulada a la frecuencia deseada 3802 se acepta y se transmite sobre el medio deseado, tal como, pero no limitado a, la transmisión sobre el aire o por cable punto a punto.

3.3.7.2 Descripción estructural.

El módulo de transmisión 3804 recibe la señal en la frecuencia EM 3802 deseada. Si se pretende que se transmita por el aire, la señal puede ser encaminada a través de una interfaz de antena opcional y luego a la antena para su transmisión. Si se pretende que la señal se transmita por un cable de un punto a otro, la señal puede ser encaminada a un controlador de línea opcional y hacia fuera a través del cable. Expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerán que otros medios de transmisión pueden ser utilizados.

3.3.8 Otras implementaciones.

Las implementaciones descritas anteriormente se proporcionan para fines de ilustración. Estas implementaciones no están destinadas a limitar la invención. Otras realizaciones de aplicación son posibles y cubiertas por la invención, tal como, pero no limitándose a implementaciones de software, software/hardware, firmware y de los sistemas y componentes de la invención. Implementaciones alternativas y realizaciones, que difieren ligeramente o sustancialmente de las aquí descritas, serán evidentes para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s), basado en las enseñanzas contenidas en la presente memoria. Tales implementaciones alternativas caen dentro del alcance de la presente invención.

4. Mejora del armónico.

4.1 Descripción de alto nivel.

Esta sección (incluyendo sus subsecciones) proporciona una descripción de alto nivel de mejora del armónico de acuerdo con la presente invención. En particular, se describe de formación de pulsos en un alto nivel. Además, una aplicación estructural para lograr este proceso se describe en un alto nivel. Esta implementación estructural se describe en este documento para fines ilustrativos, y no es limitante. En particular, el proceso descrito en esta sección se puede lograr usando cualquier número de implementaciones estructurales, una de los cuales se describen en esta sección. Los detalles de tales implementaciones estructurales serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de las enseñanzas contenidas en la presente memoria.

Se hace notar que algunas realizaciones de la invención incluyen la mejora del armónico, mientras que otras realizaciones no lo hacen.

4.1.1 Descripción operacional.

Para entender mejor la generación y extracción de armónicos, y el propósito detrás de la configuración de las formas de onda para realzar los armónicos, se ofrece la siguiente descripción del análisis de Fourier que se aplica a la presente invención.

Un descubrimiento realizado por Baron Jean B.J. Fourier (1768-1830) mostró que las formas de onda continuas y periódicas se componen de una pluralidad de componentes sinusoidales, llamados armónicos. Más importante aún,

la frecuencia de estos componentes son múltiplos enteros de la frecuencia de la forma de onda original (llamada frecuencia fundamental). La amplitud de cada una de estas formas de onda componente depende de la forma de la forma de onda original. Las derivaciones y pruebas de análisis de Baron Fourier son bien conocidas por los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s).

- 5 La forma de onda más básica que es continua y periódica es una onda sinusoidal. Sin embargo tiene un solo armónico, que está a la frecuencia fundamental. Esto también se llama el primer armónico. Ya que sólo tiene un componente, la amplitud del componente armónico es igual a la amplitud de la forma de onda original, es decir, la onda sinusoidal en sí. La onda sinusoidal no se considera que sea "armónicamente rica".

- 10 Un tren de impulsos es el otro caso extremo de una forma de onda periódica. Matemáticamente, se considera que tiene ancho cero. El análisis matemático en este caso muestra que existen en todos los armónicos múltiplos de la frecuencia del impulso. Es decir, si el impulso tiene una frecuencia de F_i , Entonces los armónicos son ondas sinusoidales a $1 \cdot F_i$, $2 \cdot F_i$, $3 \cdot F_i$, $4 \cdot F_i$, etc. Como el análisis muestra también en este caso particular, las amplitudes de todos los armónicos son iguales. Esto es, en efecto, una forma de onda "armónicamente rica", pero de forma realista es poco práctica con la tecnología actual.

- 15 Una forma de onda más típica es una onda rectangular, que es una serie de pulsos. Cada pulso tendrá un ancho (llamado un ancho de pulso, o " τ "), y la serie de pulsos en la forma de onda tendrá un punto (" T ", que es la inversa de la frecuencia, es decir, $T = 1/F_r$, donde " F_r " es la frecuencia fundamental de la onda rectangular). Una forma de onda rectangular es la onda cuadrada, en donde la señal está en un primer estado (por ejemplo, alto) para la misma cantidad de tiempo que está en el segundo estado (por ejemplo, bajo). Es decir, la relación de la ancho del impulso a período (τ/T) es 0,5. Otras formas de ondas rectangulares, distintas de las ondas cuadradas, normalmente se refieren simplemente como "pulsos", y tienen $\tau/T < 0,5$ (es decir, la señal será "alta" durante un tiempo más corto de lo que es "baja"). El análisis matemático muestra que hay armónicos en todos los múltiplos de la frecuencia fundamental de la señal. Por lo tanto, si la frecuencia de la forma de onda rectangular es F_r , entonces la frecuencia del primer armónico es $1 \cdot F_r$, la frecuencia del segundo armónico es $2 \cdot F_r$, la frecuencia del tercer armónico es $3 \cdot F_r$, y así sucesivamente. Hay algunos armónicos para los que la amplitud es cero. En el caso de una onda cuadrada, por ejemplo, los "puntos nulos" son los armónicos pares. Para otros valores de τ/T , los "puntos nulos" se pueden determinar a partir de las ecuaciones matemáticas. La ecuación general para la amplitud de los armónicos en una onda rectangular que tiene una amplitud de A_{pulso} es como sigue:

$$\text{Amplitud}(n^{\text{ésimo}} \text{ armónico}) = A_n = \{[A_{\text{pulso}}][2/\pi]/n\} \text{sen}[n \cdot \pi \cdot (\tau/T)] \quad \text{Ec. 1}$$

- 30 La Tabla 6000 de la figura 26 muestra las amplitudes de los primeros cincuenta armónicos de las ondas rectangulares que tienen seis diferentes relaciones τ/T . Las relaciones de τ/T son 0,5 (una onda cuadrada), 0,25, 0,10, 0,05, 0,01, y 0,005. (Expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerán que A_{pulso} se ajusta a la unidad de comparación matemática). A partir de este ejemplo limitado, se puede observar que la relación de ancho de pulso a período es un factor significativo en la determinación de las amplitudes relativas de los armónicos. Nótese también, que para el caso donde $\tau/T = 0,5$ (es decir, una onda cuadrada), se cumple la relación que se ha indicado anteriormente (es decir, sólo los armónicos impares están presentes). Tenga en cuenta que como τ/T se hace pequeña (es decir, el pulso se aproxima a un impulso), las amplitudes de los armónicos se vuelven sustancialmente "planas". Es decir, hay una disminución muy pequeña en las amplitudes relativas de los armónicos. Expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) comprenderán cómo seleccionar el ancho de pulso deseado para cualquier aplicación dada sobre la base de las enseñanzas contenidas en la presente memoria. También se puede demostrar matemáticamente y experimentalmente que si una señal con una forma de onda continua y periódica es modulada, esa modulación también está presente en cada armónico de la forma de onda original.

- 45 De lo anterior, se puede observar cómo el ancho de pulso es un factor importante en asegurar que la forma de onda de armónico en la frecuencia de emisión deseada tiene una amplitud suficiente para ser útil sin necesidad de filtrado elaborado o amplificación innecesaria.

- Otro factor en asegurar que el armónico deseado tiene una amplitud suficiente es cómo el conmutador 2816 y 3116 (figura 10A) en el módulo de conmutación 2802 responde a la señal de control que hace que el conmutador se cierre y se abra (es decir, la señal oscilante modulada 2804 de la figura 10). En general, los conmutadores tienen dos umbrales. En el caso de un conmutador que está normalmente abierto, el primer umbral es la tensión requerida para provocar que el conmutador se cierre. El segundo umbral es el nivel de tensión en el que el conmutador se abre de nuevo. La convención utilizada en este documento para facilitar la ilustración y la descripción (y que no pretenden ser limitativos) es para el caso en que el conmutador se cierra cuando la señal de control es alta, y se abre cuando la señal de control es baja. Sería evidente para un experto en la(s) técnica(s) relevante(s) que la inversa también podría ser utilizada. Por lo general, estas tensiones no son idénticas, pero pueden serlo. Otro factor es la rapidez con que el conmutador responde a la entrada de control una vez que se aplica la tensión del umbral. El objetivo es que el conmutador se cierre y se abra de manera que la señal de polarización/referencia es seleccionada "nítidamente". Esto es, preferiblemente, la impedancia a través del conmutador debe cambiar de una alta impedancia (un conmutador abierto) a una impedancia baja (un conmutador cerrado) y de nuevo en un tiempo muy corto, para que la señal de emisión sea sustancialmente rectangular.

Es un objetivo de la presente invención en la realización del transmisor que la inteligencia en la señal de información a transmitir. Es decir, la información se modula sobre la señal transmitida. Para lograr este objetivo, la señal de información se utiliza para modular la señal oscilante 2804. La señal oscilante 2804 hace entonces que el conmutador 2816 se cierre y se abra. La información que se modula sobre la señal oscilante 2804 deberá reproducirse con fidelidad a la señal que se emite desde el circuito de conmutación (es decir, la señal armónicamente rica 2814). Para que esto ocurra de manera eficiente, en realizaciones de la invención, el conmutador 2816 se cierra y se abre preferiblemente de forma nítida de modo que la señal armónicamente rica 2814 cambia rápidamente de la señal de polarización/de referencia 2806 a tierra 2812 (o el segundo nivel de la señal 2818 en la realización alternativa). Se desea este rápido aumento y el tiempo de caída de forma que la señal armónicamente rica 2814 será "armónicamente rica".

Para que el conmutador 2816 se cierre y se abra nítidamente, la señal oscilante 2804 también debe ser nítida. Si la señal oscilante 2804 es sinusoidal, el conmutador 2816 se abrirá y cerrará cuando se alcancen las tensiones de umbral, pero el ancho de pulso de la señal armónicamente rica 2814 no puede ser tan pequeño como sea necesario para asegurar que la amplitud del armónico deseado de la señal armónicamente rica 2814 es suficientemente alta para permitir la transmisión sin filtrado elaborado o amplificación innecesaria. Además, en la realización en la que el conmutador 2816 es un FET de GaAs 2901, si la señal oscilante 2804 que está conectado a la selección 2902 del FET de GaAs 2901 (es decir, la señal que hace que el conmutador 2816 se cierre y se abra) es una onda sinusoidal, el FET de GaAs 2901 no se cerrará y se abrirá nítidamente, pero actuará más como un amplificador que como un conmutador. (Es decir, se llevará a cabo durante el tiempo que la señal oscilante suba y baje por debajo de las tensiones de umbral, pero no será un "corto") Con el fin de hacer uso de los beneficios de la capacidad de un FET de GaAs de cerrar y abrir a altas frecuencias, la señal oscilante 2804 conectada a la selección 2902 tiene preferiblemente un aumento rápido y tiempo de caída. Es decir, que es preferiblemente una forma de onda rectangular, y tiene preferiblemente una relación de ancho de impulso a período igual a la relación del ancho de pulso a período de la señal armónicamente rica 2814.

Tal como se indicó anteriormente, si se modula una señal con una forma de onda continua y periódica, dicha modulación se produce en cada armónico de la forma de onda original. Cuando la información se modula sobre la señal oscilante 2804 y la señal oscilante 2804 se utiliza para provocar que el conmutador 2816 se cierre y se abra, la señal armónicamente rica resultante 2814 que es emitida desde el módulo de conmutación 2802 también será modulada. Si la señal oscilante 2804 es nítida, el conmutador 2816 se cierra y se abre nítidamente, la señal armónicamente rica 2814 será armónicamente rica, y cada uno de los armónicos de la señal armónicamente rica 2814 tendrá la información modulada en él.

Debido a que se desea que la señal oscilante 2804 sea nítida, una mejora del armónico puede ser necesaria en algunas realizaciones. La mejora del armónico también puede ser llamada "formación de pulsos", ya que el propósito es dar forma a la señal oscilante 2804 en una cadena de pulsos de un ancho de impulso deseado. Si la señal oscilante es sinusoidal, la mejora del armónico dará forma a la señal sinusoidal en una forma de onda rectangular (o sustancialmente rectangular) con la relación del ancho de pulso deseado al período. Si la señal oscilante 2804 ya es una onda cuadrada o pulso, la mejora del armónico será darle forma para lograr la relación deseada de ancho de pulso al período. Esto garantizará una transferencia eficiente de la información modulada a través del conmutador.

Tres ejemplos de realización de realce armónico se describen a continuación con fines ilustrativos. Sin embargo, la invención no está limitada a estas realizaciones. Otras realizaciones serán evidentes para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s), basados en las enseñanzas contenidas en la presente memoria.

4.1.2 Descripción estructural.

La forma de la señal oscilante 2804 provoca que el conmutador 2816 se cierre y se abra. La forma de la señal oscilante 2804 y la selección del conmutador 2816 determinará la rapidez con el conmutador 2816 se cierra y se abre, y el tiempo que permanece cerrado en comparación con el tiempo que permanece abierto. Esto determinará entonces la "nitidez" de la señal armónicamente rica 2814. (Es decir, si la señal armónicamente rica 2814 es sustancialmente rectangular, trapezoidal, triangular, etc.) Como se muestra arriba, con el fin de asegurar que el armónico deseado tiene la amplitud deseada, la forma de la señal oscilante 2804 debe ser sustancialmente optimizada.

El módulo de mejora del armónico (HEM) 4602 (figura 23) también se conoce como un "conformador de pulsos". Éste "forma" la señal oscilante 2804 que impulsa el módulo de conmutación 2802 que se describe en las secciones 3.3.4-3.3.4.2. El módulo de mejora del armónico 4602 preferiblemente transforma una forma de onda continua y periódica 4604 en una cadena de pulsos 4606. La cadena de pulsos 4606 tendrá un período "T", determinado tanto por la frecuencia de la forma de onda continua y periódica 4604 como por el diseño del circuito de formación de pulsos en el módulo de mejora del armónico 4602. Además, cada pulso tiene un ancho de pulso, "t", determinado por el diseño del circuito de formación de pulsos. El período de la corriente de pulsos, "T", determina la frecuencia de cierre del conmutador (siendo la frecuencia la inversa del período), y el ancho de pulso de los pulsos, "t", determina el tiempo en que el conmutador permanece cerrado.

En la realización descrita anteriormente en las secciones 3.3.4-3.3.4.2, cuando el conmutador 2816 está abierto, la señal armónicamente rica 2814 tendrá una amplitud sustancialmente igual a la señal de polarización 2806. Cuando el conmutador 2816 está cerrado, la señal armónicamente rica 2814 tendrá una amplitud sustancialmente igual al de potencial de la señal 2812 ó 2818 de la segunda entrada 2810 del módulo del conmutador 2802. Así, para el caso donde la señal oscilante 2804 que conduce el módulo de conmutación 2802 (ó 3102) es sustancialmente rectangular, la señal armónicamente rica 2814 tendrá sustancialmente la misma frecuencia y ancho de pulso que señal oscilante conformada 2804 que conduce el módulo de conmutación 2802. Esto es cierto para aquellos casos en donde la señal oscilante 2804 es una onda rectangular. Expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) comprenderán que el término “onda rectangular” puede referirse a todas las formas de onda que son sustancialmente rectangulares, incluyendo ondas cuadradas y pulsos.

El propósito de la configuración de la señal es controlar la cantidad de tiempo que el conmutador 2816 está cerrado. Como se ha indicado anteriormente, la señal armónicamente rica 2814 tiene una forma de onda sustancialmente rectangular. El control de la relación del ancho de impulso de la señal armónicamente rica 2814 a su periodo dará lugar a la forma de la señal armónicamente rica 2814 siendo sustancialmente optimizada de modo que las amplitudes relativas de los armónicos son tales que el armónico deseado puede extraerse sin amplificación y filtrado innecesarios y elaborados.

4.2 Realizaciones de ejemplo.

Diversas realizaciones relacionadas con el(los) procedimiento(s) y la(s) estructura(s) descritos anteriormente se presentan en esta sección (y sus subsecciones). Estas realizaciones se describen en este documento para fines de ilustración, y no de limitación. La invención no está limitada a estas realizaciones. Realizaciones alternativas serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de las enseñanzas contenidas en la presente memoria. La invención está destinada y adaptada para incluir dichas realizaciones alternativas.

4.2.1 Primera realización: Cuando una onda cuadrada alimenta el módulo de mejora de armónicos para crear un pulso por ciclo.

4.2.1.1 Descripción operacional.

Según esta realización, se recibe una forma de onda continua periódica 4604 y se emite una cadena de impulsos de emisión 4606. La forma de onda continua periódica 4604 puede ser una onda cuadrada o de cualquier otra forma de onda continua periódica que varía desde un valor reconocido como un “digital bajo” a un valor reconocido como un “digital alto”. Un pulso es generado por ciclo de la forma de onda continua y periódica 4604. La descripción dada en la presente memoria será para la forma de onda continua periódica 4604 que es una onda cuadrada, pero el experto en la(s) técnica(s) relevante(s) apreciará que otras formas de onda pueden ser también “conformadas” en forma de onda 4606 mediante esta realización.

4.2.1.2 Descripción estructural.

En esta primera realización de un módulo de mejora de armónico 4602, en lo sucesivo referido como un circuito de formación de pulsos 4602, una forma de onda continua periódica 4604 que es una onda cuadrada es recibida por el circuito de formación de pulsos 4602. El circuito de formación de pulsos 4602 se compone preferiblemente de dispositivos lógicos digitales que dan como resultado una cadena de pulsos 4606 que se emite que tiene un pulso para cada pulso en la forma de onda continua periódica 4604, y tiene preferiblemente una relación τ/T inferior a 0,5.

4.2.2 Segunda realización: Cuando una onda cuadrada alimenta el módulo de mejora de armónicos para crear dos pulsos por ciclo.

4.2.2.1 Descripción operacional.

En esta realización, se recibe una forma de onda continua periódica 4604 y se emite una cadena de pulsos 4606. En esta realización, hay una emisión de dos pulsos para cada periodo de la forma de onda continua periódica 4604. La forma de onda continua periódica 4604 puede ser una onda cuadrada o de cualquier otra forma de onda continua periódica que varía desde un valor reconocido como un “digital bajo” a un valor reconocido como un “digital alto”. La descripción dada en la presente memoria será para una forma de onda continua periódica 4604 que es una onda cuadrada, pero el experto en la(s) técnica(s) relevante(s) se apreciará que otras formas de onda pueden ser también “conformadas” en la forma de onda 4606 mediante esta realización.

4.2.2.2 Descripción estructural.

En esta segunda realización de un circuito de formación de pulsos 4602, se recibe una forma de onda continua periódica 4604 que es una onda cuadrada por el circuito de formación de pulsos 4602. El circuito de formación de pulsos 4602 se compone preferiblemente de dispositivos lógicos digitales que dan como resultado la emisión de una cadena de pulsos 4606 que tiene dos pulsos por cada pulso en la forma de onda periódica continua 4604, y tiene preferiblemente una relación τ/T inferior a 0,5.

4.2.3 Tercera realización: Cuando cualquier forma de onda alimenta el módulo.

4.2.3.1 Descripción de la operación.

En esta realización, se recibe una forma de onda continua periódica 4604 de cualquier forma y se emite una cadena de pulsos 4606.

5 4.2.3.2 Descripción estructural.

En esta tercera realización de un circuito de formación de pulsos 4602, se recibe una forma de onda continua periódica 4604 de cualquier forma por el circuito de formación de pulsos 4602. El circuito de formación de pulsos 4602 se compone preferiblemente de una serie de etapas, formando cada etapa la forma de onda hasta que es sustancialmente una cadena de pulsos 4606 preferiblemente con una relación τ/T inferior a 0,5.

10 4.2.4 Otras realizaciones.

Las realizaciones descritas anteriormente se proporcionan para fines de ilustración. Estas realizaciones no están destinadas a limitar la invención. Las realizaciones alternativas, ligeramente o sustancialmente diferentes de las aquí descritas, será evidente para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s), basados en las enseñanzas contenidas en la presente memoria. Tales realizaciones alternativas caen dentro del alcance de la presente invención.

15 4.3 Ejemplos de aplicación.

Ejemplos de aplicaciones operativas y/o estructurales relacionadas con el procedimiento(s), estructura(s), y/o realizaciones descritas anteriormente se presentan en esta sección (y sus subsecciones). Estos componentes y procedimientos se presentan en este documento para fines de ilustración, y no de limitación. La invención no está limitada a los ejemplos particulares de los componentes y procedimientos descritos en la presente memoria. Las alternativas serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de las enseñanzas contenidas en la presente memoria. Tales alternativas caen dentro del alcance de la presente invención.

20 4.3.1 Primer circuito lógico digital.

Un ejemplo de implementación de la primera realización descrita en las secciones 4.2.1-4.2.1.2 se ilustra en la figura 18. En particular, el circuito mostrado en la figura 18A es un diseño de circuito típico de un circuito de formación de pulsos 4602 utilizando dispositivos lógicos digitales. También se muestran en las figuras 18B-18D formas de onda representativas en tres nodos dentro del circuito. En esta realización, el conformador de pulsos 3900 utiliza un inversor 3910 y una selección AND 3912 para producir una cadena de pulsos. Un inversor, como el inversor 3910, cambia el signo de la entrada, y una selección AND, tal como la selección AND 3912, emite una digital "alta" cuando todas las señales de entrada son digitales "altas". La entrada al conformador de pulsos 3900 es la forma de onda 3902, y, para fines ilustrativos, se muestra aquí como una onda cuadrada. La emisión del inversor 3910 es una forma de onda 3904, que es también una onda cuadrada. Sin embargo, debido a la circuitería del inversor 3910, hay un retraso entre la aplicación de la entrada y el correspondiente cambio de signo de la emisión. Si la forma de onda 3902 empieza "baja", la forma de onda 3904 será "alta", ya que ha sido invertida por el inversor 3910. Cuando la forma de onda 3902 cambia a "alta", la selección AND 3912 momentáneamente verá dos señales de "alta", lo que provoca que su emisión de forma de onda 3906 sea "alta". Cuando el convertidor 3910 ha invertido su entrada (forma de onda 3902) y ha causado que la forma de onda 3904 se convierta en "baja", la selección AND 3912 a continuación verá sólo una señal "alta", y la forma de onda de emisión 3906 se convertirá en "baja". Por lo tanto, la forma de onda de emisión 3906 será "alta" solamente por el período de tiempo en que ambas formas de onda 3902 y 3904 son altas, que es el tiempo de retardo del inversor 3910. En consecuencia, como se desprende de las figuras 18B-18D, el conformador de pulsos 3900 recibe una onda cuadrada y genera una cadena de pulsos, con un pulso generado por ciclo de la onda cuadrada.

35 4.3.2 Segundo circuito lógico digital.

Un ejemplo de implementación de la segunda realización descrita en las secciones 4.2.2-4.2.2.2 se ilustra en la figura 19. En particular, el circuito de la figura 19A es un diseño de circuito típico de un circuito de formación de pulsos 4602 utilizando dispositivos lógicos digitales. También se muestran en las figuras 19B-19D formas de onda representativas en tres nodos dentro del circuito. En esta realización, el circuito conformador de pulsos 4000 utiliza un inversor 4010 y una selección NOR exclusiva (XNOR) 4012. Una XNOR, tal como la XNOR 4012, emite una digital "alta" cuando ambas entradas son digitales "altas" y cuando ambas señales digitales son "bajas". La forma de onda 4002, que se muestra aquí como una onda cuadrada idéntica a la mostrada anteriormente como forma de onda 3902, se inicia en el estado "baja". Por lo tanto, la emisión del inversor 4010 comenzará en el estado "alta". Por lo tanto, la selección XNOR 4012 verá una entrada "alta" y una entrada "baja", y su forma de onda de emisión 4006 será "baja". Cuando la forma de onda 4002 cambia a "alta", la selección XNOR 4012 tendrá dos entradas "altas" hasta que la forma de onda 4004 cambia a "baja". Debido a que ve a dos entradas "altas", su emisión de forma de onda 4006 será "alta". Cuando la forma de onda 4004 se convierte en "baja", la selección XNOR 4012 volverá a ver una entrada "alta" (forma de onda 4002) y una entrada "baja" (forma de onda 4004). Cuando la forma de onda 4002

cambia de nuevo a “baja”, la selección XNOR 4012 verá dos entradas “bajas”, y su emisión se convertirá en “alta”. Tras el tiempo de retardo del inversor 4010, la forma de onda 4004 cambiará a “alta” y la selección XNOR 4012 volverá a ver una entrada “alta” (forma de onda 4004) y una entrada “baja” (forma de onda 4002). Por lo tanto, la forma de onda 4006 volverá a cambiar a “baja”. En consecuencia, como se desprende de las figuras 19B-19D, el conformador de pulsos 4000 recibe una onda cuadrada y genera una cadena de pulsos, con dos impulsos generados por ciclo de la onda cuadrada.

4.3.3 Circuito analógico.

Un ejemplo de implementación de la tercera realización descrita en las secciones 4.2.3-4.2.3.2 se ilustra en la figura 20. En particular, el circuito mostrado en la figura 20 es un circuito formador de pulso típico 4602, donde una señal de entrada 4102 se muestra como una onda sinusoidal. La señal de entrada 4102 alimenta el primer elemento de circuito 4104, que a su vez alimenta al segundo, y así sucesivamente. Típicamente, tres elementos de circuito 4104 producen formas de onda incrementalmente 4120, 4122, y 4124 antes de alimentar a un condensador 4106. La emisión del condensador 4106 es derivada a tierra 4110 a través de una resistencia 4108 y también se alimenta un cuarto elemento de circuito 4104. Una señal de emisión 4126 es una emisión por pulsos, con una frecuencia que es una función de la frecuencia de la señal de entrada 4102.

Un circuito de ejemplo para elementos de circuito 4104 se muestra en la figura 22. El circuito 4104 se compone de una entrada 4310, una emisión 4312, cuatro FETs 4302, dos diodos 4304, y una resistencia 4306. Expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerían que otros diseños de circuitos de formación de pulso también se podrían utilizar sin desviarse del alcance de la invención.

4.3.4 Otras implementaciones.

Las implementaciones descritas anteriormente se proporcionan para fines de ilustración. Estas implementaciones no están destinadas a limitar la invención. Implementaciones alternativas, ligeramente o sustancialmente diferentes de las aquí descritas, serán evidente para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s), basados en las enseñanzas contenidas en la presente memoria. Tales implementaciones alternativas caen dentro del alcance de la presente invención.

5. Módulo amplificador.

5.1 Descripción de alto nivel.

Esta sección (incluyendo sus subsecciones) proporciona una descripción de alto nivel del módulo amplificador de acuerdo con la presente invención. En particular, la amplificación se describe en un alto nivel. Además, se describe una aplicación estructural para lograr la amplificación de la señal en un alto nivel. Esta implementación estructural se describe en este documento para fines ilustrativos, y no es limitante. En particular, el proceso descrito en esta sección se puede lograr usando cualquier número de implementaciones estructurales, uno de los cuales se describen en esta sección. Los detalles de tales implementaciones estructurales serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de las enseñanzas contenidas en la presente memoria.

5.1.1 Descripción operacional.

A pesar de que la presente invención está destinada a ser utilizada sin necesidad de amplificación, puede haber circunstancias en que, en la realización de la presente invención en el que se está utilizando como un transmisor, puede resultar deseable amplificar la señal modulada antes de ser transmitida. En otra realización de la invención en la que está siendo utilizada como un origen estable de la señal para un comparador de frecuencia o de fase, también puede ser deseable amplificar la señal resultante a la frecuencia deseada.

El requisito puede concretarse por un número de razones. Una primera puede ser que la señal de polarización/de referencia es demasiado baja para soportar el uso deseado. Una segunda puede ser debido a que la frecuencia de emisión deseada es muy alta en relación con la frecuencia de la señal oscilante que controla el conmutador. Una tercera razón puede ser que la forma de la señal armónicamente rica es tal que la amplitud del armónico deseado es baja.

En el primer caso, recordar que la amplitud de la señal de polarización/de referencia determina la amplitud de la señal armónicamente rica que está presente en la emisión del circuito del conmutador. (Vea las secciones 3.3.4-3.3.4.2.) Recordamos además que la amplitud de la señal armónicamente rica impacta directamente en la amplitud de cada uno de los armónicos. (Véase la ecuación en la sección 4.1, supra).

En el segundo caso, si la frecuencia de la señal oscilante es relativamente baja en comparación con la frecuencia de emisión deseada del conversor ascendente, será necesario un armónico alto. Como ejemplo, si la señal oscilante es 60 MHz, y la frecuencia de emisión deseada es de 900 MHz, será necesario el decimoquinto armónico. En el caso donde τ/T es de 0,1, se puede ver a partir de la Tabla 6000 de la figura 26 que la amplitud del decimoquinto armónico (A_{15}) es de 0,0424, que es 21,5% de la amplitud del primer armónico ($A_1 = 0,197$). Puede haber casos en los que esto no sea suficiente para el uso deseado, y en consecuencia, debe ser amplificado.

La tercera circunstancia en la que la amplitud de la emisión puede necesitar ser amplificada es cuando la forma de la señal armónicamente rica no es suficientemente "nítida" para proporcionar armónicos con la amplitud suficiente para el propósito deseado. Si, por ejemplo, la señal armónicamente rica es sustancialmente triangular, y dado el ejemplo anterior, donde la señal oscilante es de 60 MHz y la señal de emisión deseada es de 900 MHz, el decimoquintoarmónico de la onda triangular es 0,00180. Esto es significativamente menor que la amplitud del 15º armónico de la onda rectangular "0,1" (que se muestra arriba que es de 0,0424) y puede ser matemáticamente demostrado que es el 0,4% de la amplitud del 1º armónico de la onda triangular (que es de 0,405). Así, en este ejemplo, el primer armónico de la onda triangular tiene una amplitud que es mayor que la amplitud del primer armónico de la onda rectangular "0,1", pero en el decimoquinto armónico, la onda triangular es significativamente menor que la onda rectangular "0,1".

Otra razón por la que el armónico deseado puede necesitar ser amplificado es que los elementos de circuito tales como el filtro pueden provocar atenuación en la señal de emisión para lo cual un diseñador puede desear compensar.

La señal de emisión deseada puede ser amplificada en un número de formas. Una es amplificar la señal de polarización/de referencia para garantizar que la amplitud de la forma de onda armónicamente rica es alta. Una segunda es amplificar la forma de onda armónicamente en sí. Una tercera es amplificar sólo la armónica deseada. Los ejemplos dados aquí son para propósitos ilustrativos solamente y no pretenden ser limitantes en la presente invención. Otras técnicas para lograr la amplificación de la señal de emisión deseada serán evidentes para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s).

5.1.2 Descripción estructural.

En una realización, se utiliza un amplificador lineal para amplificar la señal de polarización/de referencia. En otra realización, se utiliza un amplificador lineal para amplificar la señal armónicamente rica. Y en todavía otra realización, se utiliza un amplificador lineal para amplificar la señal de emisión deseada. Otras realizaciones, incluyendo el uso de amplificadores no lineales, serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s).

5.2 Realización ejemplar.

Una realización relacionada con el(los) procedimiento(s) y la(s) estructura (s) descritos anteriormente se presenta en esta sección (y sus subsecciones). Esta realización se describe en la presente memoria para fines de ilustración, y no de limitación. La invención no está limitada a esta realización. Realizaciones alternativas serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de las enseñanzas contenidas en la presente memoria. La invención está destinada y adaptada para incluir dichas realizaciones alternativas.

5.2.1 Amplificador Lineal.

El amplificador lineal de ejemplo descrito en este documento se dirige a un amplificador integrado de dispositivos electrónicos de estado sólido para ser insertados en el circuito en uno o más puntos. Otros amplificadores adecuados para uso con la invención serán evidentes para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s). Tal como se muestra en la figura 24, un módulo amplificador de 4702 recibe una señal que requiere amplificación 4704 y emite una señal amplificada 4706. Sería evidente para un experto en la(s) técnica(s) relevante(s) que una pluralidad de realizaciones se pueden emplear sin apartarse del alcance de la invención descrita en la presente memoria.

5.2.1.1 Descripción Operacional.

La señal de emisión deseada puede ser amplificada de una serie de maneras. Esta amplificación tal como se describe en la sección puede ser, además de las técnicas descritas anteriormente para mejorar la forma de la señal armónicamente, mediante conformación de pulsos de la señal oscilante que hace que el conmutador se cierre y se abra.

5.2.1.2 Descripción estructural.

En una realización, un amplificador lineal se coloca entre la señal de polarización/referencia y el módulo de conmutación. Esto aumentará la amplitud de la señal de polarización/referencia, y como resultado, aumentará la amplitud de la señal armónicamente rica que es la emisión del módulo de conmutación. Esto tendrá el efecto de no sólo aumentar la amplitud de la señal armónicamente, sino que también aumentará la amplitud de todos los armónicos. Algunas limitaciones potenciales de esta realización son: la señal de polarización/referencia amplificada puede exceder del límite de diseño de tensión para el conmutador en el circuito del conmutador, la señal armónicamente rica que se emite del circuito de conmutación puede tener una amplitud que excede los límites de diseño de tensión del filtro; y/o una distorsión no deseada puede producirse a partir de tener que amplificar una señal de ancho de banda amplio.

Una segunda realización emplea un amplificador lineal entre el módulo de conmutación y el filtro. Esto aumentará la amplitud de la señal armónicamente rica. También aumentará la amplitud de todos los armónicos de esa señal.

En una implementación alternativa de esta realización, el amplificador está sintonizado de manera que sólo amplifica las frecuencias deseadas. Por lo tanto, actúa como un amplificador y un filtro. Una limitación potencial de esta realización es que cuando la señal armónicamente rica se amplifica para elevar un armónico particular al nivel deseado, la amplitud de la forma de onda entera también se amplifica. Por ejemplo, en el caso en que la amplitud del pulso, A_{pulso} , sea igual a 1,0, para elevar el 15º armónico desde 0,0424 voltios a 0,5 voltios, la amplitud de cada pulso de la señal armónicamente rica, A_{pulso} , aumentará desde 1,0 a 11,8 voltios. Esto puede exceder el límite de tensión de diseño del filtro.

Una tercera realización de un módulo de amplificador colocará un amplificador lineal entre el filtro y el módulo de transmisión. Esto sólo aumentará la amplitud del armónico deseado, en lugar de toda la señal armónicamente rica.

Otras realizaciones, tales como el uso de amplificadores no lineales, serán evidentes para un experto en la(s) técnica(s) relevante(s), y no se describirán en la presente memoria.

5.2.2 Otras realizaciones.

Las realizaciones descritas anteriormente se proporcionan para fines de ilustración. Estas realizaciones no están destinadas a limitar la invención. Las realizaciones alternativas, ligeramente diferentes o sustancialmente a partir de las aquí descritas, serán evidentes para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s), en base a las enseñanzas contenidas en la presente memoria. Tales realizaciones alternativas están dentro del alcance de la presente invención.

5.3 Ejemplos de implementación.

Implementaciones operativas y/o estructurales ejemplares relacionadas con el(los) procedimiento(s), estructura(s), y/o realizaciones descritas anteriormente se presentan en esta sección (y sus subsecciones). Estos componentes y procedimientos se presentan en este documento para fines de ilustración, y no de limitación. La invención no está limitada a los ejemplos particulares de los componentes y los procedimientos descritos en la presente memoria. Serán evidentes alternativas para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) sobre la base de las enseñanzas contenidas en la presente memoria. Tales alternativas están dentro del alcance de la presente invención.

5.3.1 Amplificador Lineal.

Aunque se describe a continuación como si se hubiera colocado después del filtro, el amplificador también puede colocarse antes del filtro sin desviarse del propósito de la invención

5.3.1.1 Descripción Operacional.

De acuerdo con realizaciones de la invención, un amplificador lineal recibe una primera señal en una primera amplitud, y emite una segunda señal a una segunda amplitud, en el que la segunda señal es proporcional a la primera señal. Es un objetivo de un amplificador que la información incorporada en la primera forma de onda de señal también será incorporada en la segunda señal. Típicamente, se desea que no se produzca una distorsión en la información tan pequeña como sea posible.

En una realización preferida, la segunda señal es mayor en amplitud que la primera señal, sin embargo, puede haber implementaciones en las que se desee que la segunda señal sea inferior a la primera señal (es decir, la primera señal será atenuada).

5.3.1.2 Descripción estructural.

El diseño y el uso de un amplificador lineal son bien conocidos por los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s). Un amplificador lineal puede ser diseñado y fabricado con componentes discretos, o puede ser comprado "al por menor".

Amplificadores de ejemplo se ven en la figura 25. En el diagrama de circuito de ejemplo de la figura 25A, seis transistores se utilizan en un amplificador de banda ancha. En el circuito a modo de ejemplo más básico de la figura 25B, el amplificador se compone de un transistor, cuatro resistencias, y un condensador. Los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s) reconocerán que numerosos diseños alternativos pueden ser utilizados.

5.3.2 Otras implementaciones.

Las implementaciones descritas anteriormente se proporcionan para fines de ilustración. Estas implementaciones no están destinadas a limitar la invención. Implementaciones alternativas, ligeramente diferentes o sustancialmente a partir de las aquí descritas, serán evidentes para los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s), en base a las enseñanzas contenidas en la presente memoria. Tales implementaciones alternativas caen dentro del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la conversión ascendente de señales IQ moduladas en fase, **caracterizado por**:

al menos un primer módulo de conmutación (1822, 2802) que recibe al menos una primera señal oscilante (1820, 2804) modulada en fase y una primera señal de polarización (2806), en el que dicha primera señal oscilante (1820, 2804) modulada en fase provoca que dicho al menos un primer módulo de conmutación (1822, 2802) envíe dicha primera señal de polarización (2806), y así genere una primera señal periódica (1824, 2814) que tiene una primera pluralidad de armónicos;

al menos un segundo módulo de conmutación (1828, 2802) que recibe al menos una segunda señal oscilante (1826, 2804) modulada en fase y una segunda señal de polarización (2806), en el que dicha segunda señal oscilante (1826, 2804) modulada en fase provoca que dicho al menos un segundo módulo de conmutación (1828, 2802) envíe dicha segunda señal de polarización (1826), y así genere una segunda señal periódica (1830, 2814) que tiene una pluralidad de segundos armónicos;

un sumador (1832), que combina dicha primera señal periódica (1824) y dicha segunda señal periódica (1830) para generar así una señal periódica combinada (1834) que tiene una pluralidad de armónicos combinados; y al menos un filtro (1836) que recibe dicha señal periódica combinada (1834), en el que dicho al menos un filtro (1836) aísla al menos un armónico de dicha pluralidad de armónicos combinados.

2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha primera señal oscilante (1820) de fase modulada representa una señal de información I, y dicha segunda señal oscilante (1826) de fase modulada representa una señal de información Q.

3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, que también comprende un conformador de pulsos (4602) para conformar la primera señal oscilante (1820, 4604) de fase modulada en una señal (4606) en forma de pulso.

4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la señal (4606) en forma de pulsos comprende una señal de onda rectangular de fase modulada.

5. Un procedimiento de conversión ascendente de las señales IQ de fase modulada, **caracterizado por** las etapas de:

emitir por puerta una primera señal de polarización (1820, 2804) de acuerdo con una primera señal oscilante (2806) de fase modulada para generar una primera señal (1824, 2814) armónicamente rica; emitir por puerta una segunda señal de polarización (1826, 2804) de acuerdo con una segunda señal oscilante (2806) de fase modulada para generar una segunda señal (1830, 2814) armónicamente rica; sumar dicho primera (1824) y segunda (1830) señales armónicamente ricas para formar una señal combinada armónicamente rica (1834); filtrar de dicha señal combinada (1834) armónicamente rica los armónicos no deseados y transmitir la señal (1834) combinada y filtrada armónicamente rica usando una antena.

6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, que también comprende:

conformar la primera señal oscilante (1820, 4604) de fase modulada en una señal (4606) en forma de pulsos.

7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la señal (4606) en forma de pulsos comprende una señal de onda rectangular de fase modulada.

FIG. 1

(TÉCNICA RELACIONADA)

CIRCUITO DE MODULACIÓN DE FASE EN FASE/CUADRATURA

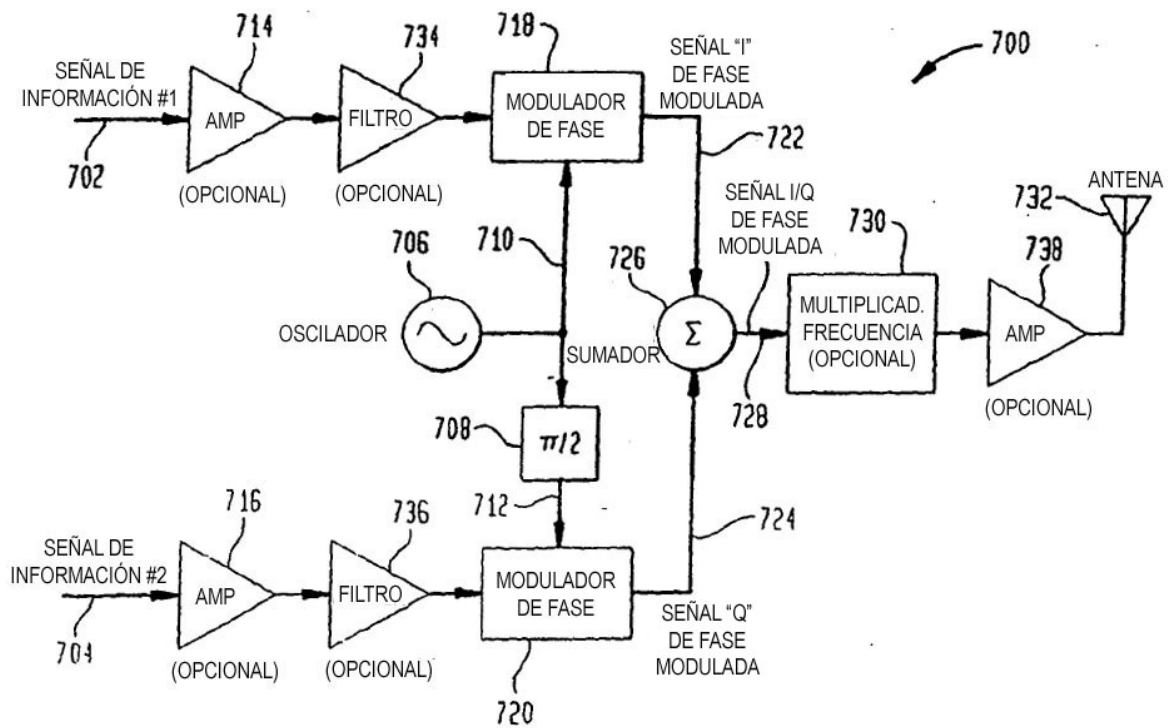


FIG. 2A

(TÉCNICA RELACIONADA)

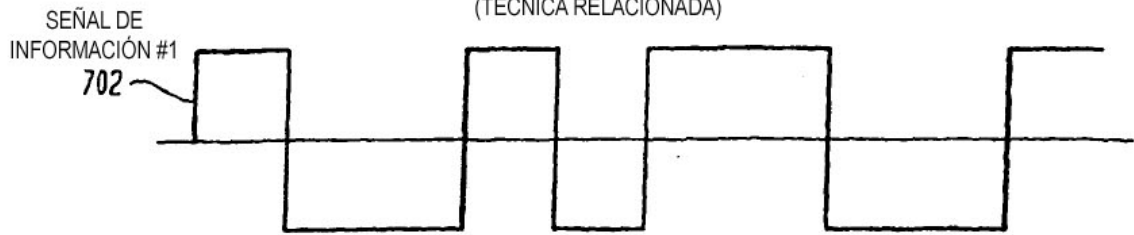


FIG. 2B

(TÉCNICA RELACIONADA)

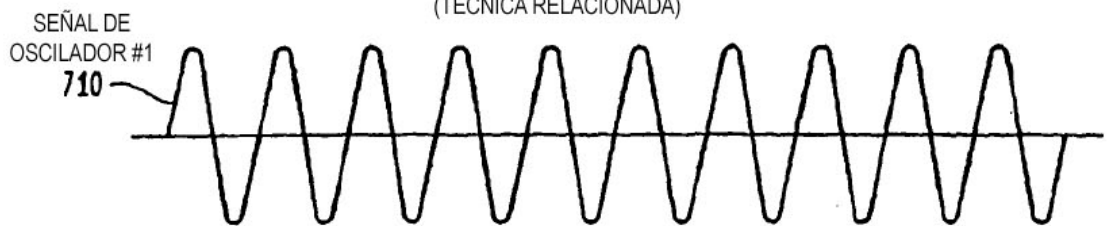


FIG. 2C

(TÉCNICA RELACIONADA)

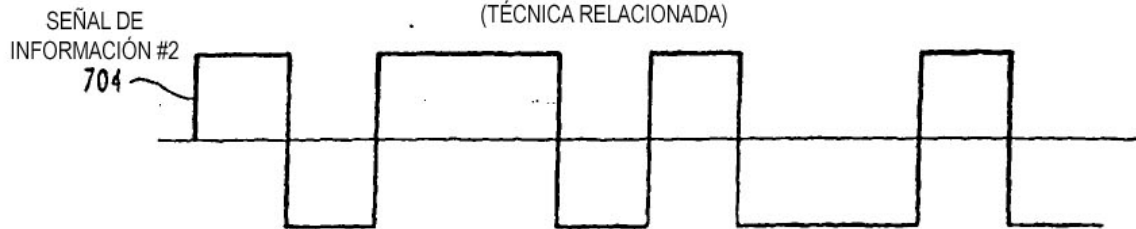


FIG. 2D

(TÉCNICA RELACIONADA)

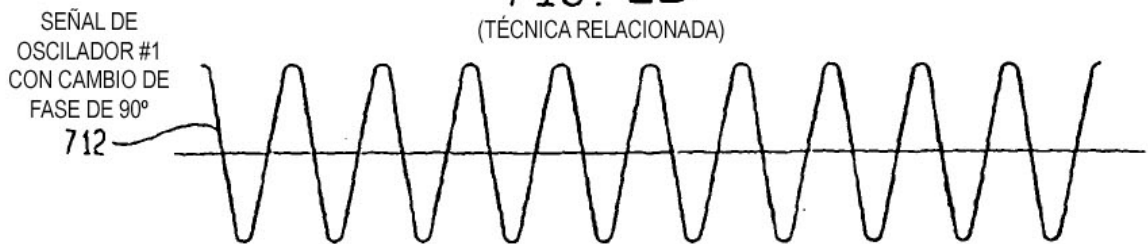


FIG. 2E

(TÉCNICA RELACIONADA)

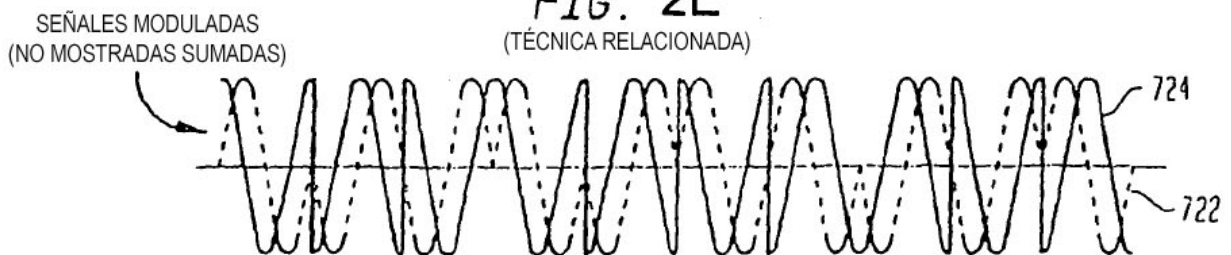


FIG. 3

TRANSMISOR

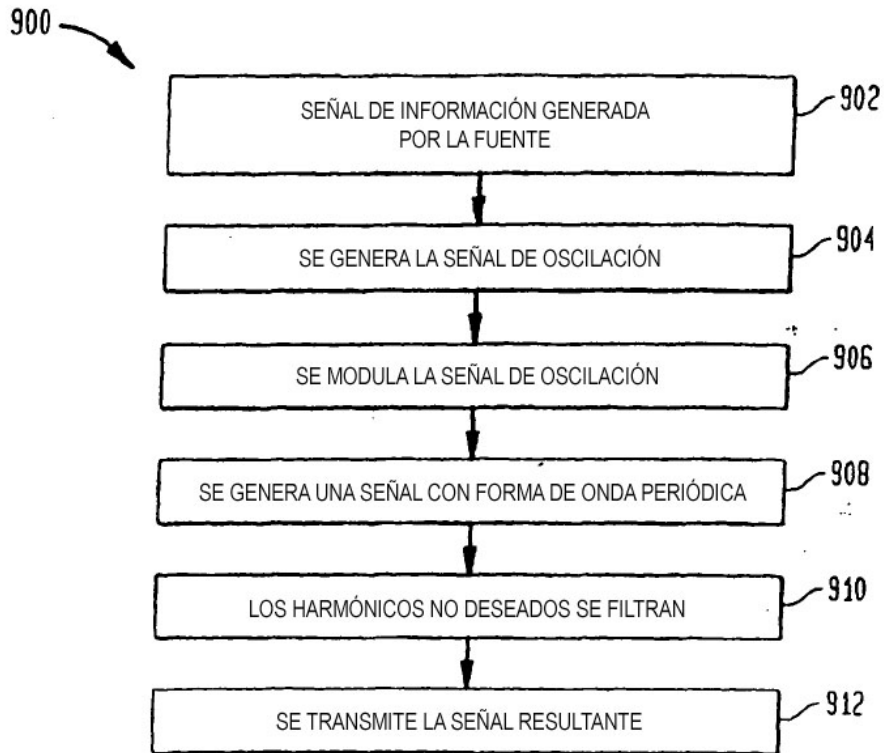


FIG. 4

REALIZACIÓN DEL TRANSMISOR

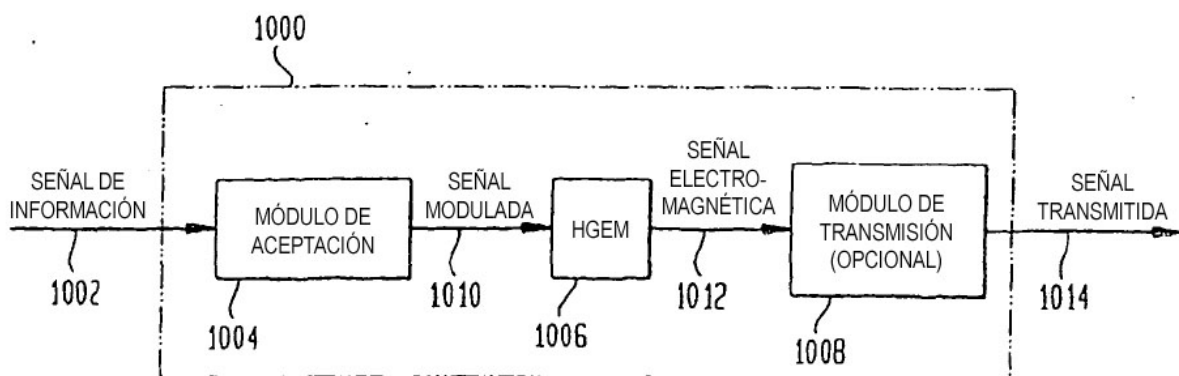


FIG. 5

MODO DE MODULACIÓN I/Q

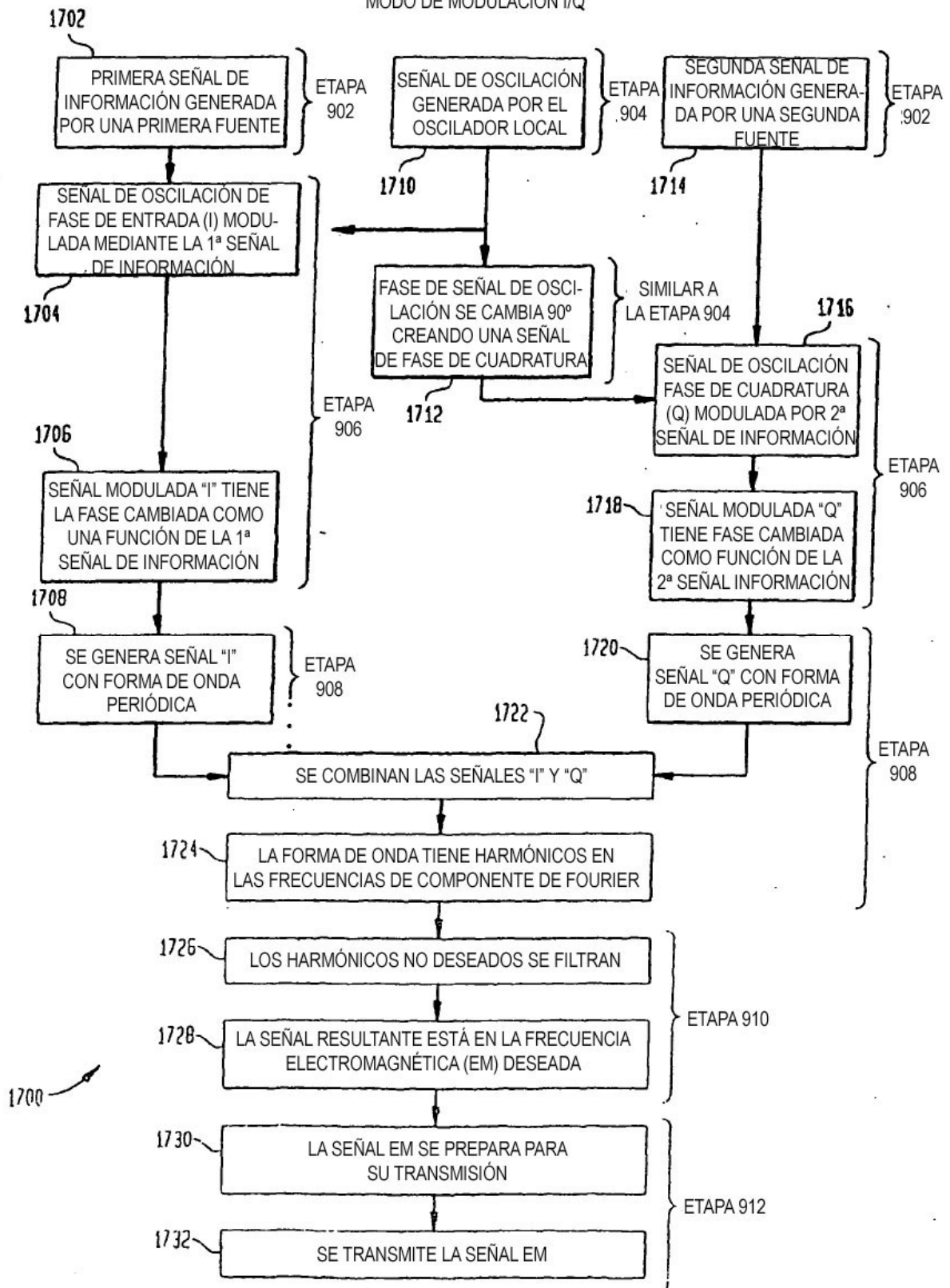


FIG. 6

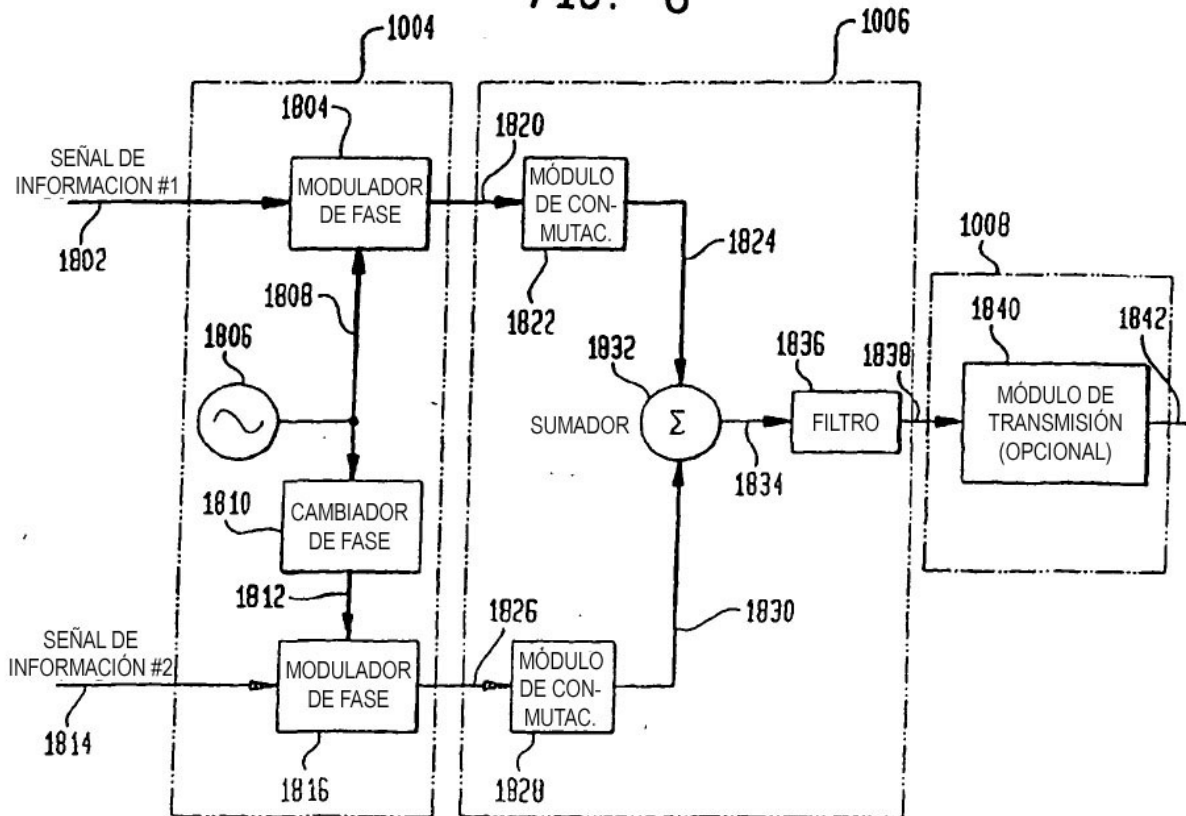


FIG. 7

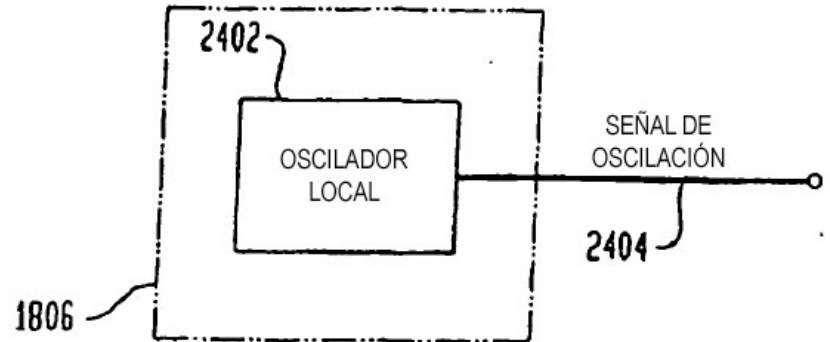


FIG. 8

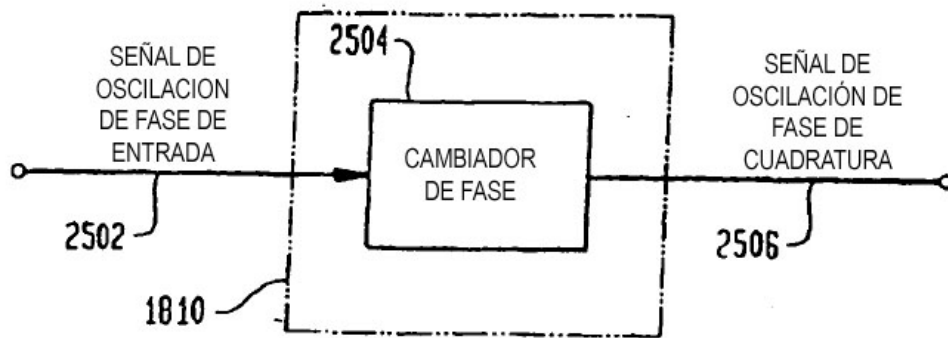


FIG. 9

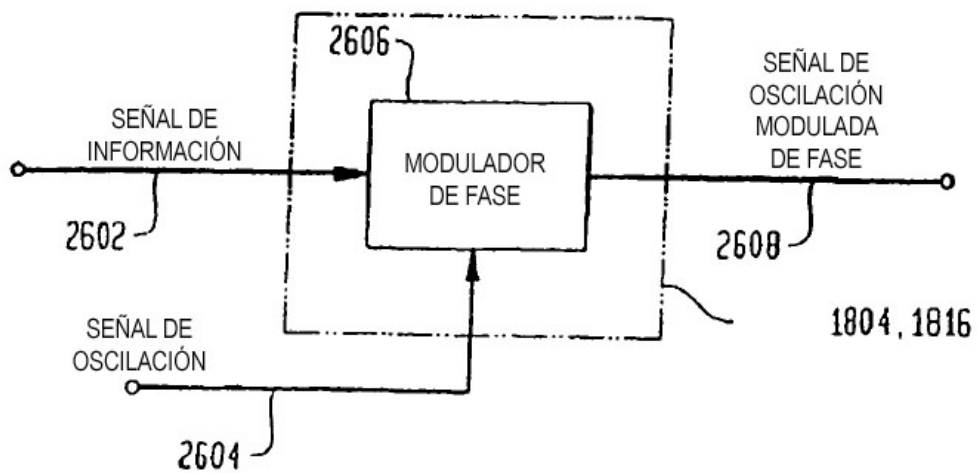


FIG. 10A

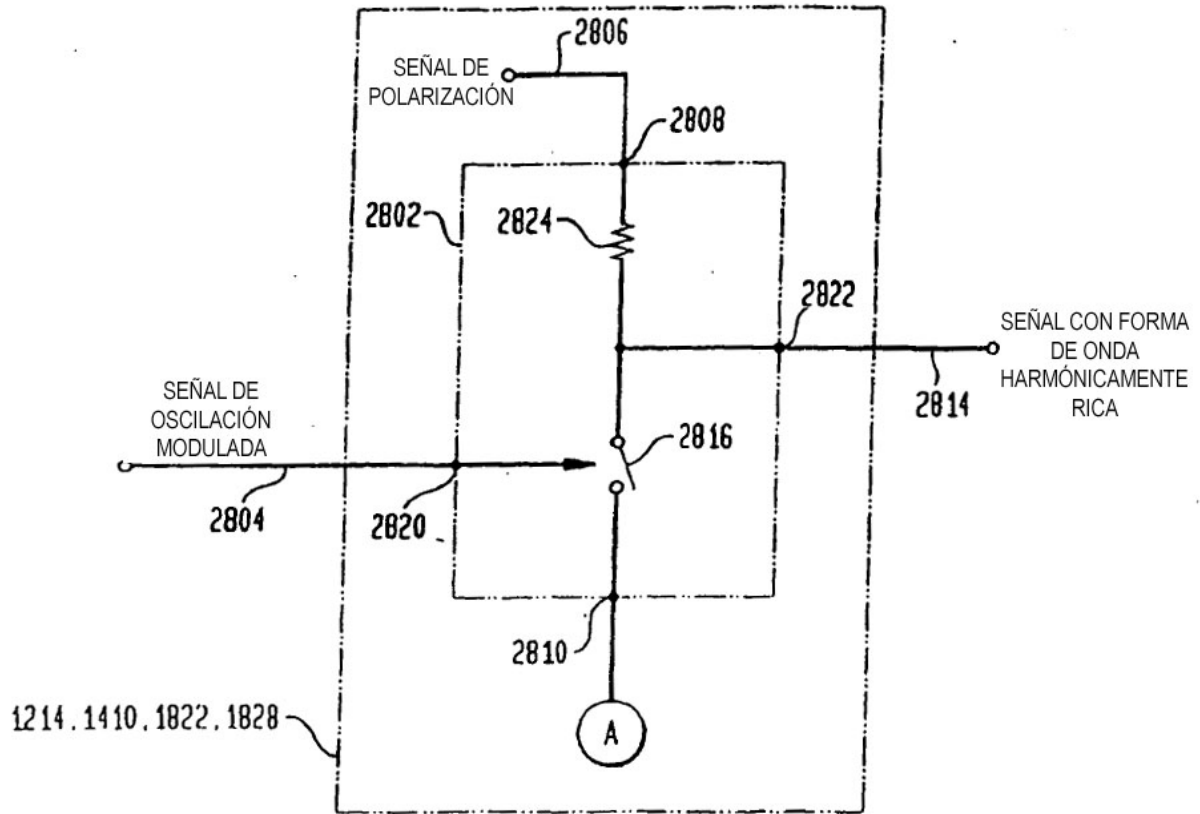


FIG. 10B

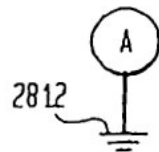


FIG. 10C

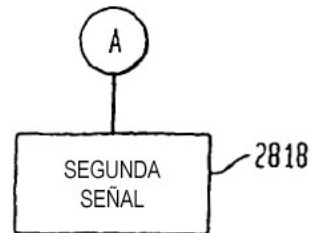


FIG. 11A

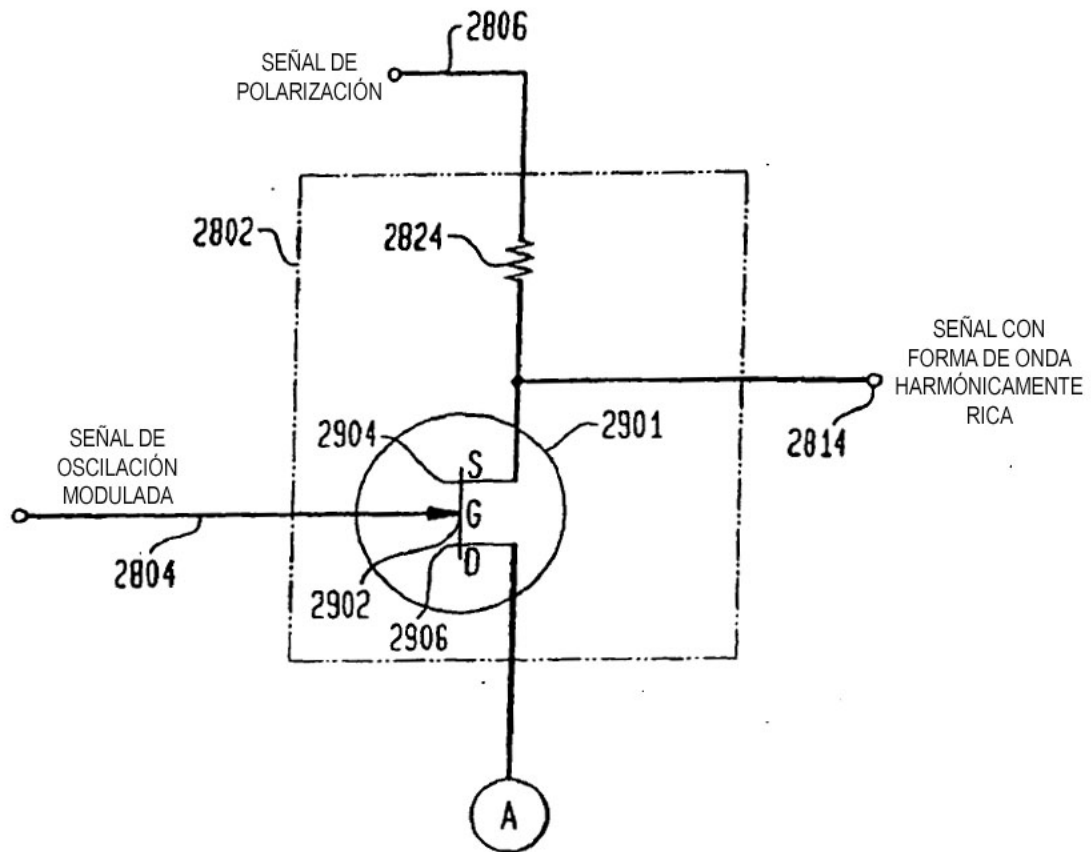


FIG. 11B

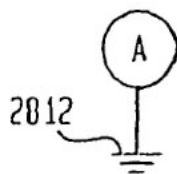


FIG. 11C

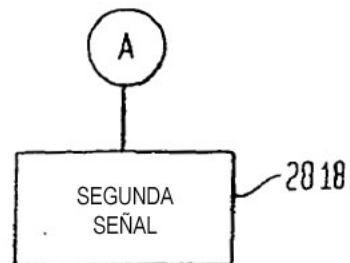


FIG. 12A

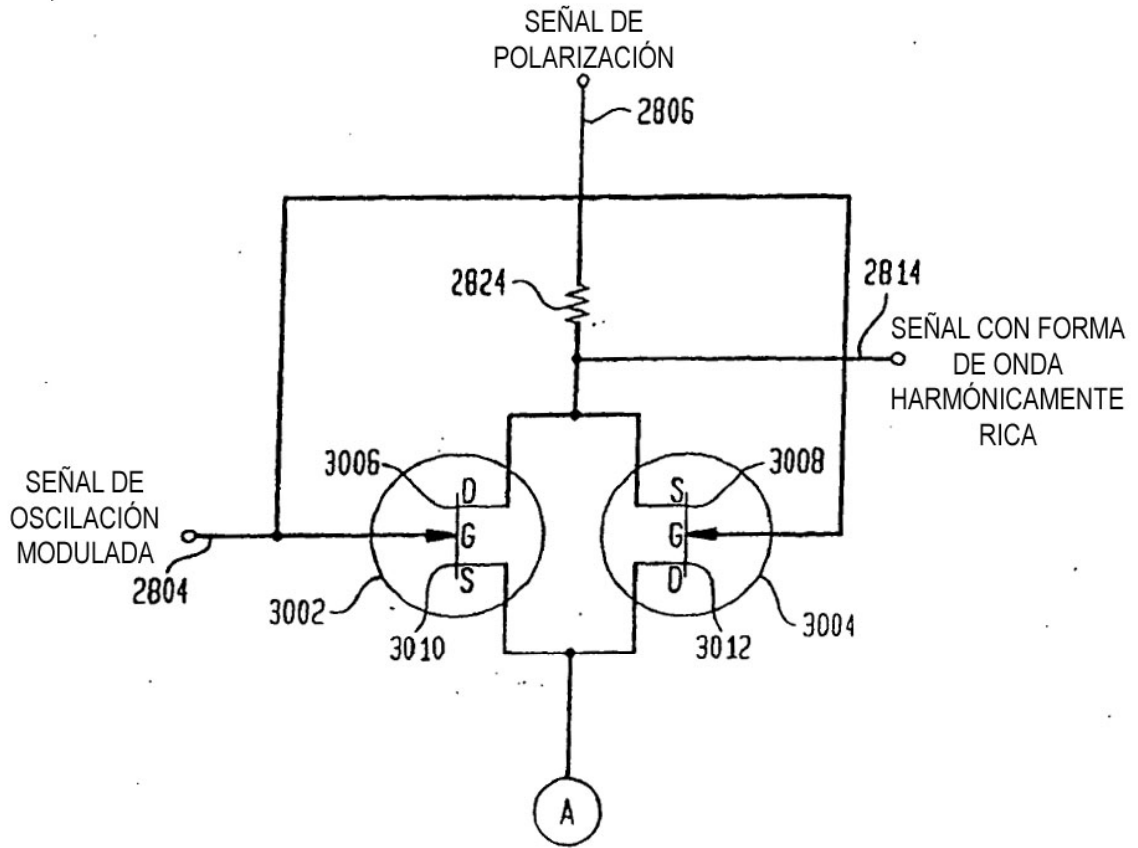


FIG. 12B

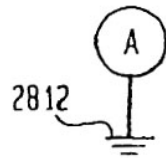
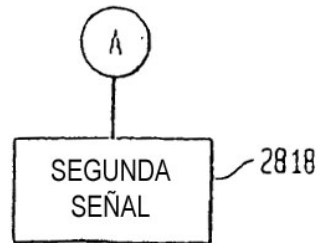


FIG. 12C



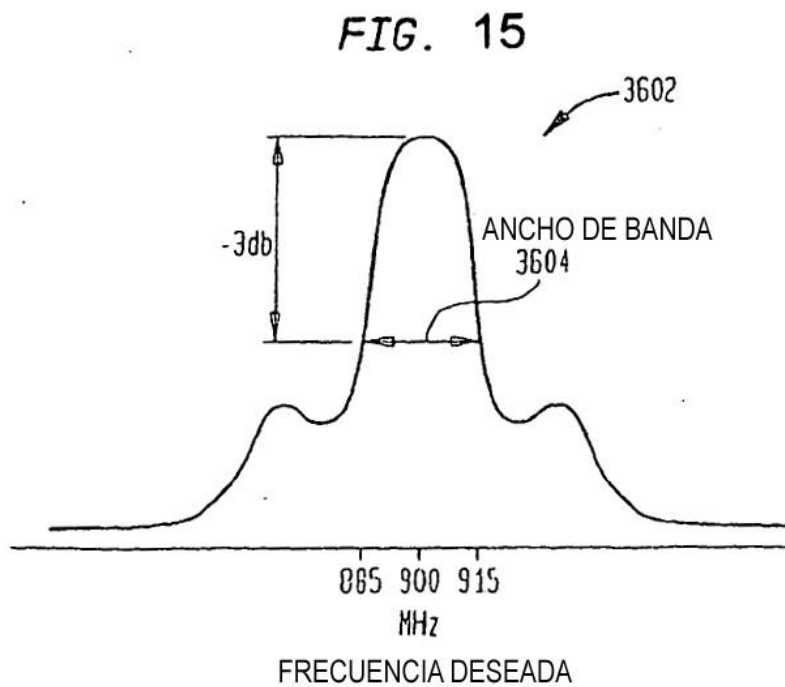
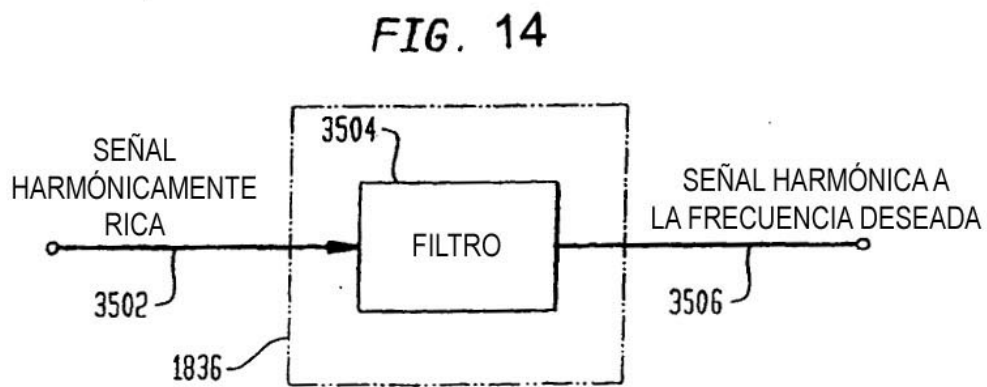
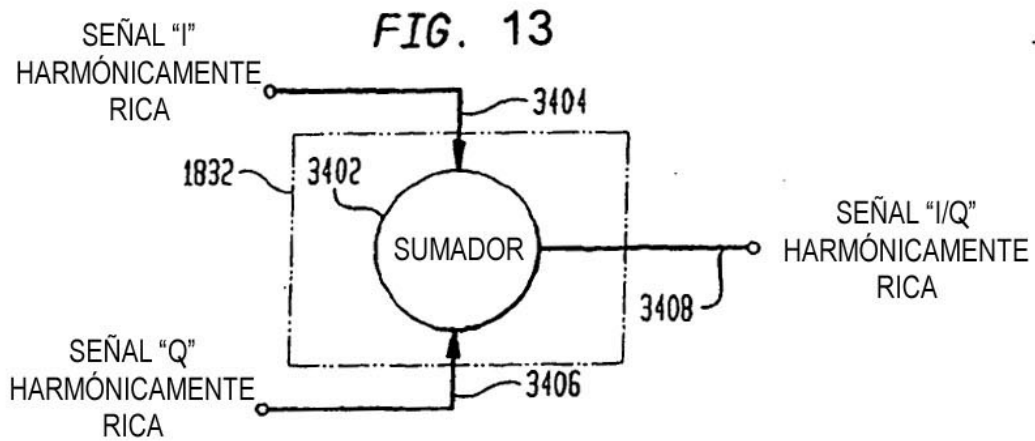


FIG. 16A

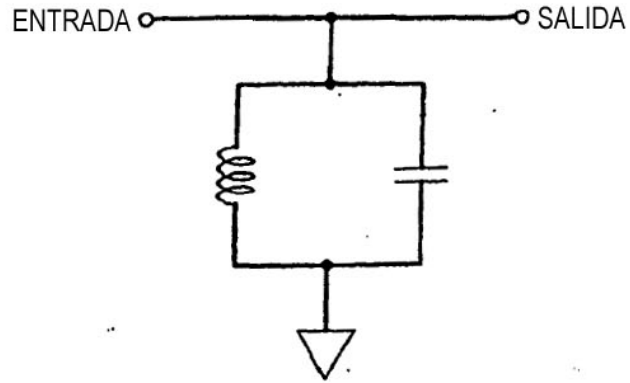


FIG. 16B

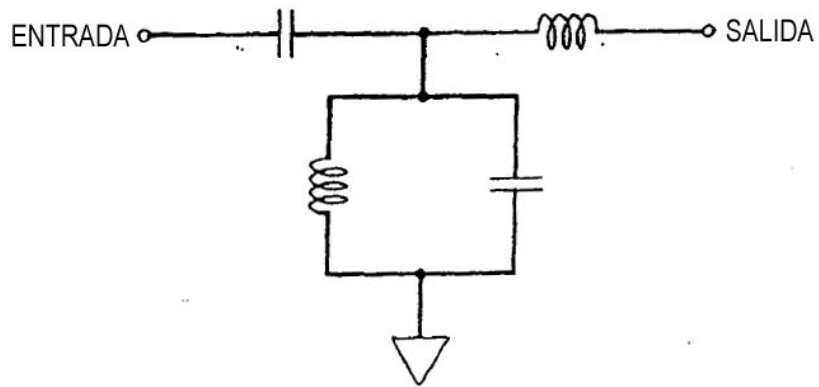


FIG. 17

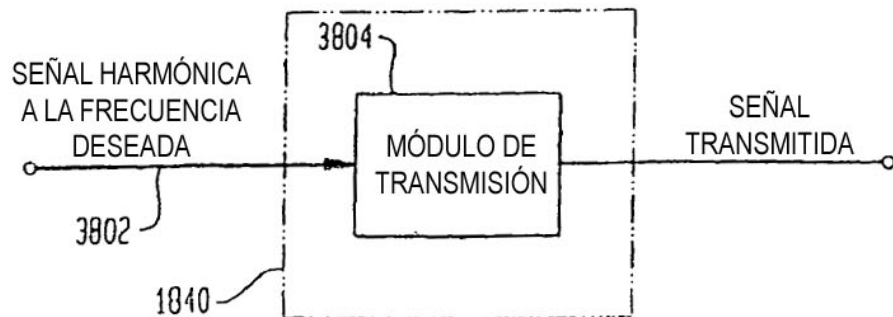


FIG. 18A

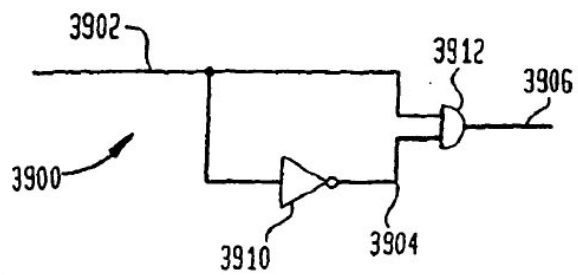


FIG. 18B

FORMA DE ONDA
3902

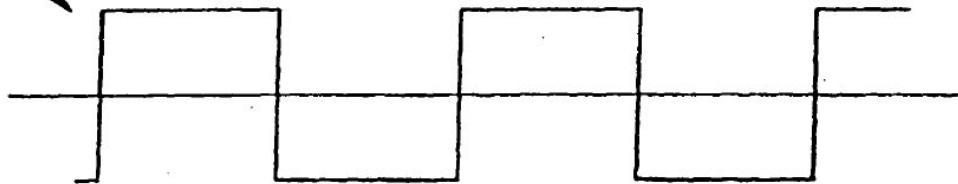


FIG. 18C

FORMA DE ONDA
3904

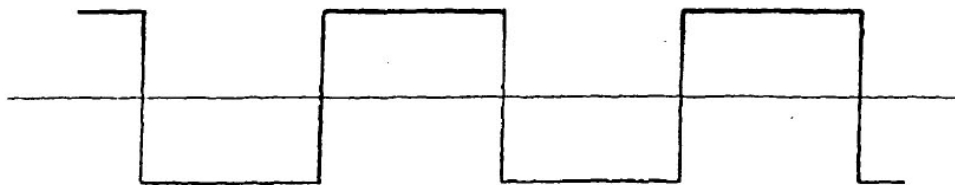


FIG. 18D

FORMA DE ONDA
3906

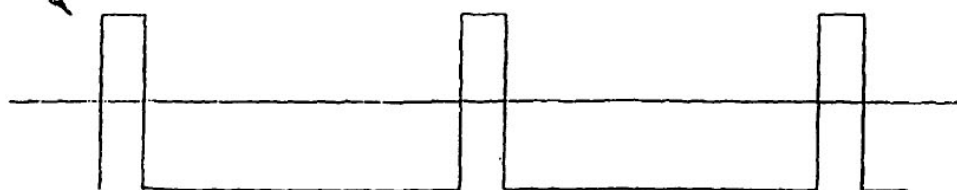


FIG. 19A

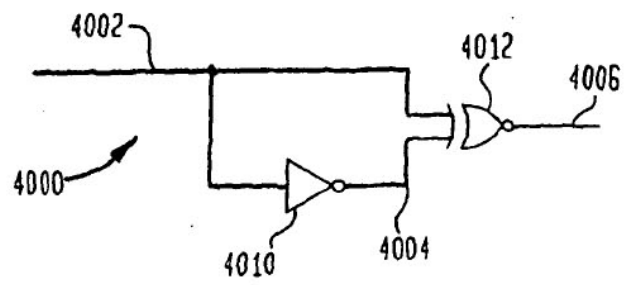


FIG. 19B

FORMA DE ONDA
4002

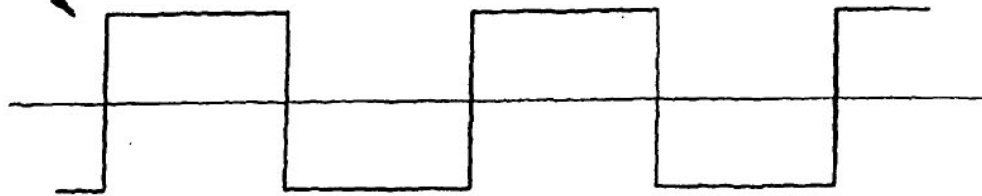


FIG. 19C

FORMA DE ONDA
4004

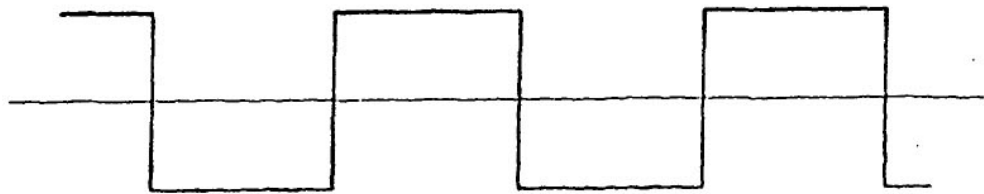


FIG. 19D

FORMA DE ONDA
4006

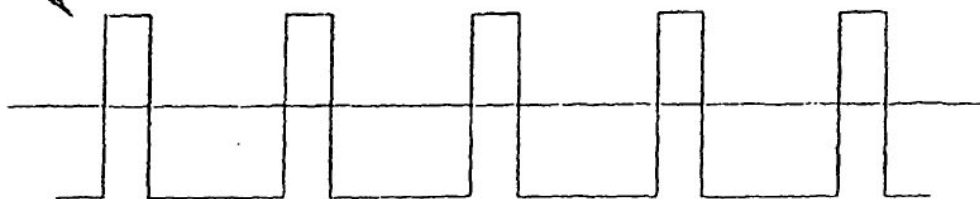


FIG. 20

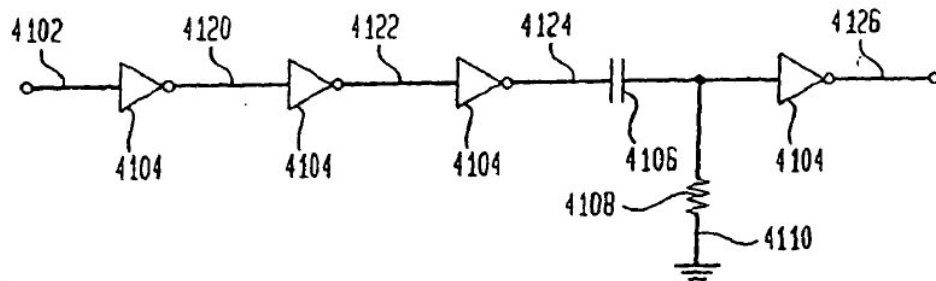


FIG. 21A

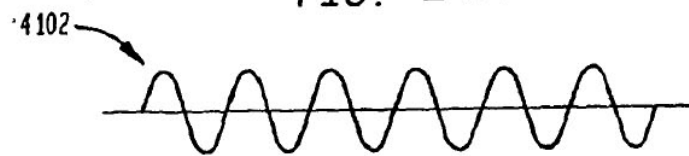


FIG. 21B

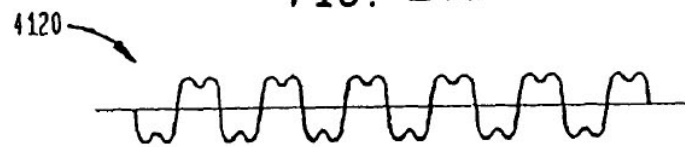


FIG. 21C

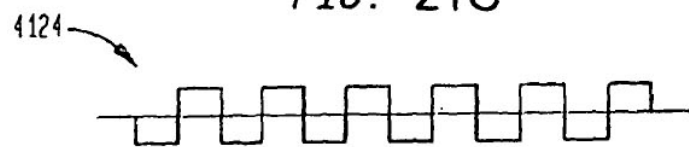


FIG. 21D

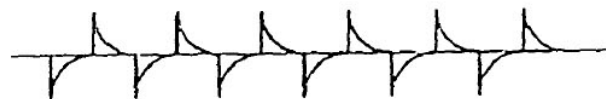


FIG. 21E

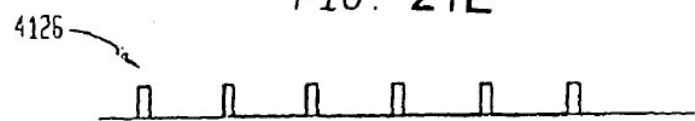


FIG. 22

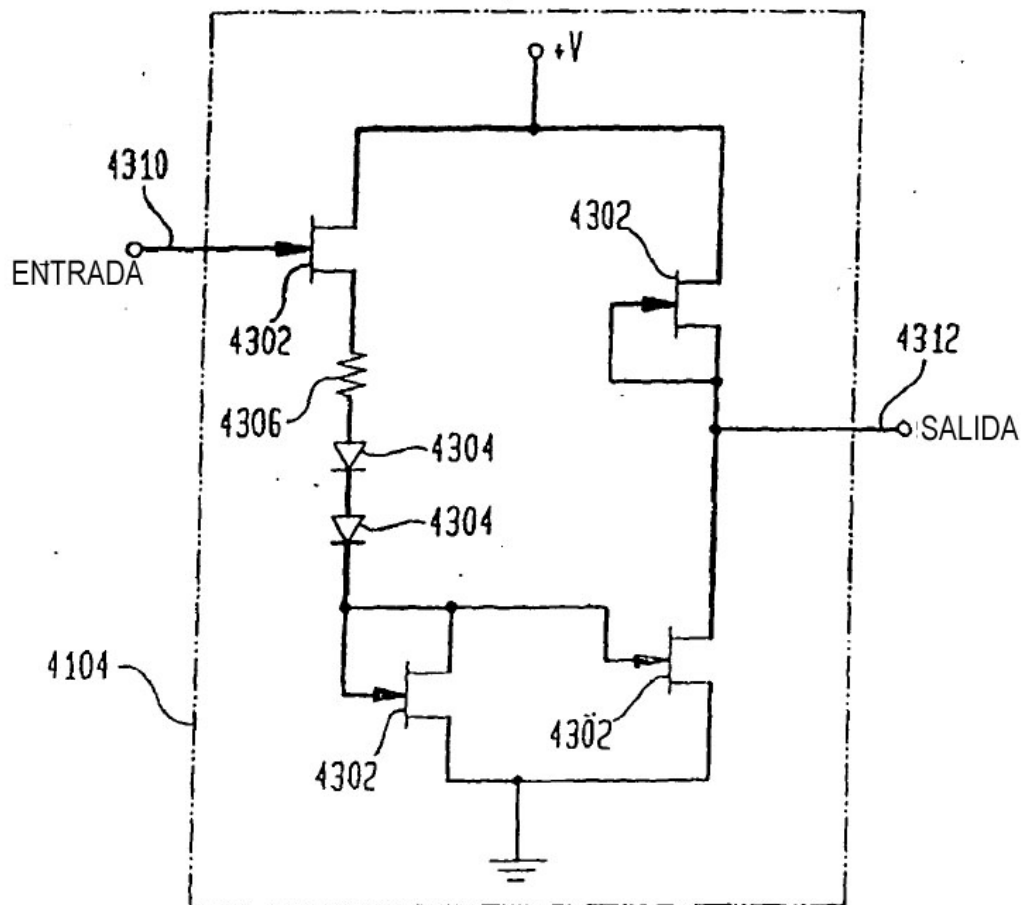


FIG. 23

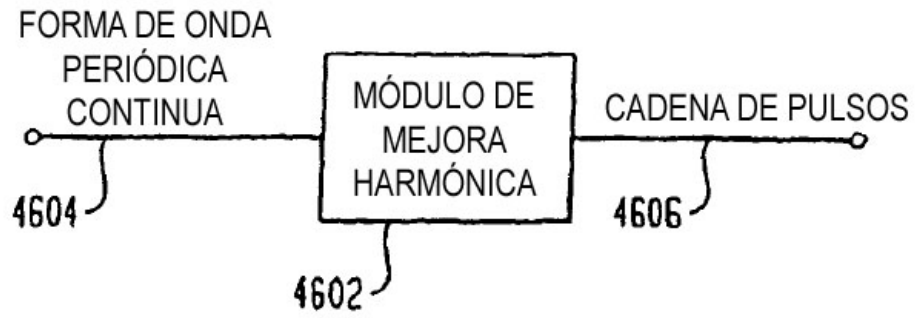


FIG. 24

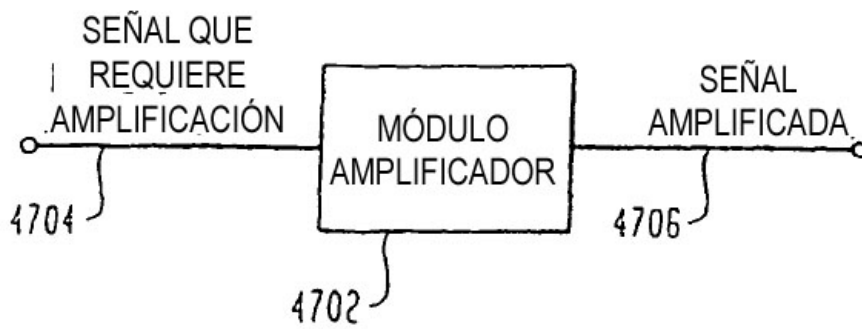


FIG. 25A

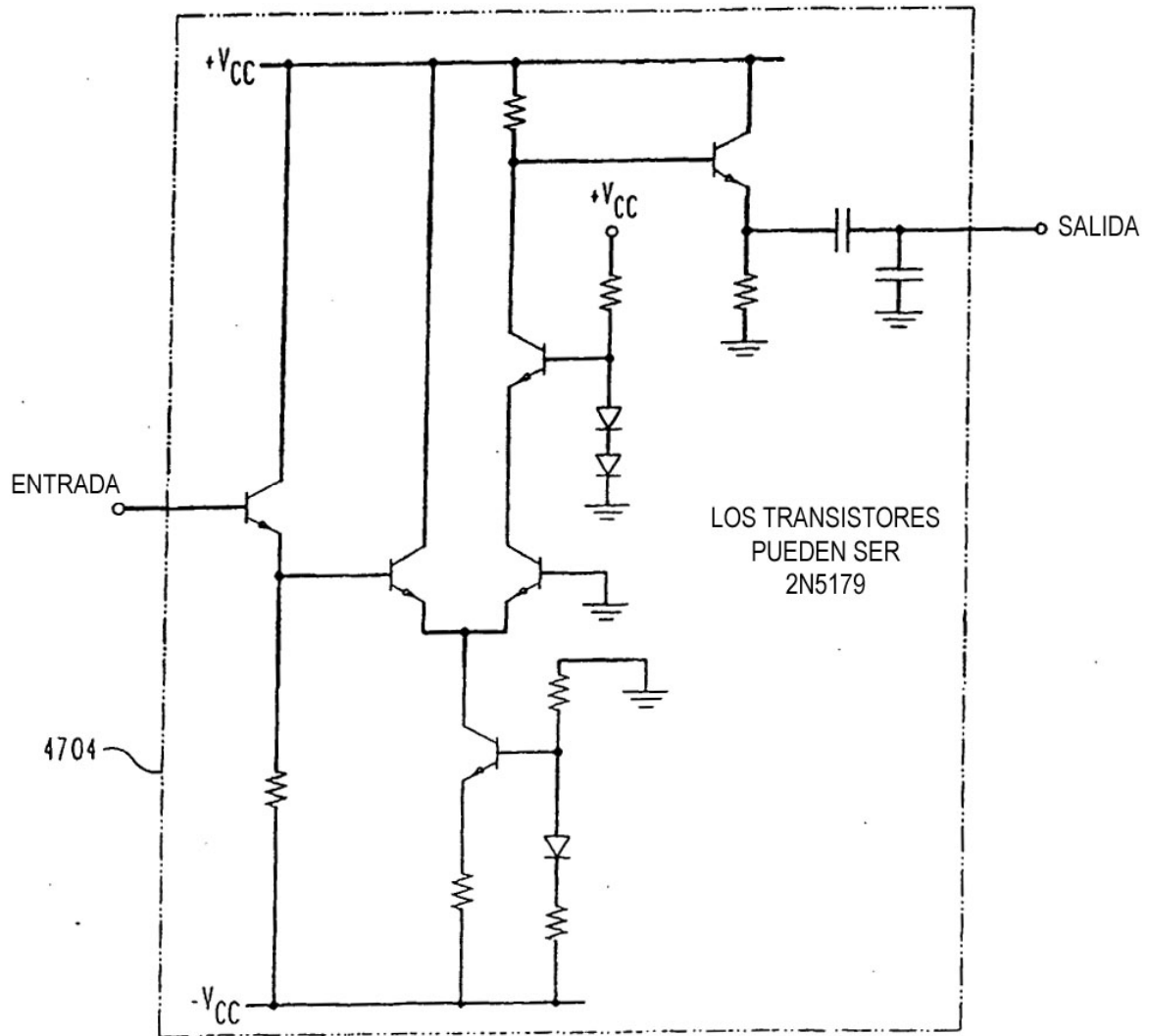


FIG. 25B

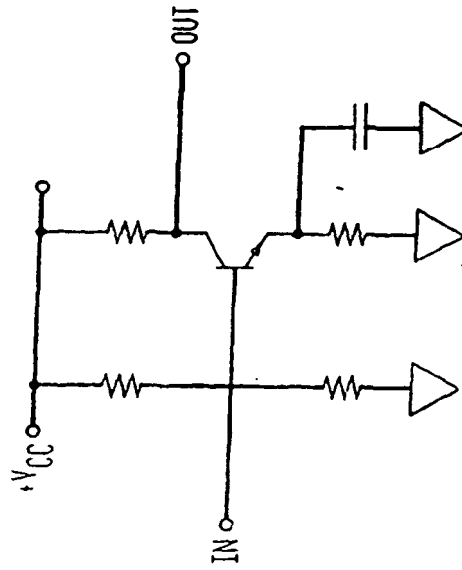


FIG. 26

6000

	τ/I	=	0,500	0,250	0,100	0,050	0,010	0,005
HARMÓNICO								
1			0,6366	0,4502	0,1967	0,0996	0,0200	0,01000
2			0,00	0,3183	0,1871	0,0984	0,0200	0,01000
3			0,2122	0,1501	0,1717	0,0963	0,0200	0,01000
4			0,00	0,00	0,1514	0,0935	0,0199	0,00999
5			0,1273	0,0900	0,1273	0,0900	0,0199	0,00999
6			0,00	0,1061	0,1009	0,0858	0,0199	0,00999
7			0,0909	0,0643	0,0736	0,0810	0,0198	0,00998
8			0,00	0,00	0,0468	0,0757	0,0198	0,00997
9			0,0707	0,0500	0,0219	0,0699	0,0197	0,00997
10			0,00	0,0637	0,00	0,0637	0,0197	0,00996
11			0,0579	0,0409	0,0179	0,0572	0,0196	0,00995
12			0,00	0,00	0,0312	0,0505	0,0195	0,00994
13			0,0490	0,0346	0,0396	0,0436	0,0194	0,00993
14			0,00	0,0455	0,0432	0,0368	0,0194	0,00992
15			0,0424	0,0300	0,0424	0,0300	0,0193	0,00991
16			0,00	0,00	0,0378	0,0234	0,0192	0,00990
17			0,0374	0,0265	0,0303	0,0170	0,0191	0,00988
18			0,00	0,0354	0,0208	0,0109	0,0190	0,00987
19			0,0335	0,0237	0,0104	0,0052	0,0188	0,00985
20			0,00	0,00	0,00	0,00	0,0187	0,00984
21			0,0303	0,0214	0,0094	0,0047	0,0186	0,00982
22			0,00	0,0289	0,0170	0,0089	0,0184	0,00980
23			0,0277	0,0196	0,0224	0,0126	0,0183	0,00978
24			0,00	0,00	0,0252	0,0156	0,0182	0,00976
25			0,0255	0,0180	0,0255	0,0180	0,0180	0,00974
26			0,00	0,0245	0,0233	0,0198	0,0178	0,00972
27			0,0236	0,0167	0,0191	0,0210	0,0177	0,00970
28			0,00	0,00	0,0134	0,0216	0,0175	0,00968
29			0,0220	0,0155	0,0068	0,0217	0,0173	0,00966
30			0,00	0,0212	0,00	0,0212	0,0172	0,00963
31			0,0205	0,0145	0,0063	0,0203	0,0170	0,00961
32			0,00	0,00	0,0117	0,0189	0,0160	0,00958
33			0,0193	0,0136	0,0156	0,0172	0,0166	0,00956
34			0,00	0,0187	0,0178	0,0151	0,0164	0,00953
35			0,0182	0,0129	0,0182	0,0129	0,0162	0,00950
36			0,00	0,00	0,0168	0,0104	0,0160	0,00948
37			0,0172	0,0122	0,0139	0,0078	0,0158	0,00945
38			0,00	0,0168	0,0098	0,0052	0,0156	0,00942
39			0,0163	0,0115	0,0050	0,0026	0,0154	0,00939
40			0,00	0,00	0,00	0,00	0,0151	0,00935
41			0,0155	0,0110	0,0048	0,0024	0,0149	0,00932
42			0,00	0,0152	0,0089	0,0047	0,0147	0,00929
43			0,0148	0,0105	0,0120	0,0067	0,0144	0,00926
44			0,00	0,00	0,0138	0,0085	0,0142	0,00922
45			0,0141	0,0100	0,0141	0,0100	0,0140	0,00919
46			0,00	0,0138	0,0132	0,0112	0,0137	0,00915
47			0,0135	0,0096	0,0110	0,0121	0,0135	0,00912
48			0,00	0,00	0,0078	0,0126	0,0132	0,00908
49			0,0130	0,0092	0,0040	0,0128	0,0130	0,00904
50			0,00	0,0127	0,00	0,0127	0,0127	0,00900