

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 935**

51 Int. Cl.:

**H03F 3/217** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2010 E 13153362 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.01.2015 EP 2590323**

54 Título: **Aparato y procedimiento para implementar un amplificador de accionamiento diferencial y una disposición de bobinas**

30 Prioridad:

**07.12.2009 US 267329 P**  
**02.12.2010 US 959257**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.04.2015**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**  
**5775 Morehouse Drive, R-132 D**  
**San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**TSENG, RYAN y**  
**MAYO, GABRIEL**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 532 935 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

Aparato y procedimiento para implementar un amplificador de accionamiento diferencial y una disposición de bobinas

### **Reivindicación de prioridad según el Código Estadounidense 35, § 119**

La presente solicitud reivindica prioridad según el Código Estadounidense 35, § 119(e) sobre:

- 5 La Solicitud de Patente Provisional Estadounidense 61 / 267.329, titulada "APARATO Y PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR UN AMPLIFICADOR DE ACCIONAMIENTO DIFERENCIAL Y UNA DISPOSICIÓN DE BOBINAS", presentada el 7 de diciembre de 2009.

### **Antecedentes**

#### **Campo**

- 10 Las realizaciones de la presente invención se refieren, en general, a la cancelación del ruido y, más específicamente, se refieren a la configuración de un amplificador de accionamiento diferencial y a una disposición de bobinas.

### **Antecedentes**

- 15 Un inconveniente de los sistemas de energía inalámbrica de largo alcance y / o insensibles a la alineación puede ser la emisión de altos niveles de ruido guiado y radiado. Por ejemplo, algunos sistemas de energía inalámbrica holgadamente acoplados pueden utilizar altos voltajes y grandes bobinas primarias, y ambos pueden contribuir a la emisión de ruido cuando las señales generadas mediante conmutación son entradas para el sistema. Tales sistemas pueden plantear retos de interferencia electromagnética cuando los sistemas funcionan cerca de otros productos electrónicos (p. ej., teléfonos móviles, controladores de juegos, dispositivos de reproducción de medios, etc.).

- 20 Una parte del ruido generado por estos sistemas es de modalidad común. El ruido de modalidad común puede ser atribuido al uso de altos voltajes y bobinados primarios no apantallados con una considerable área superficial. Los altos voltajes pueden ser utilizados cuando un sistema está funcionando con resonancia, o cerca de ella, para superar el acoplamiento débil entre las bobinas primarias y secundarias. El uso de grandes bobinados primarios no apantallados para transmitir energía sobre largas distancias puede exponer adicionalmente las áreas circundantes al ruido resultante.

### **[Insertar aquí texto de 1a]**

- 25 El documento WO2004042426 (A1) revela un montaje de bobinas que comprende dos secciones de bobina. Cada una de las secciones consiste en una combinación de una bobina en espiral que tiene una pendiente variable de bobina, dispuesta en una configuración en forma de montura. La forma de montura tiene una parte central y un par de partes externas co-extendidas. Las secciones de bobina están situadas opuestas entre sí, con las partes centrales de las respectivas secciones dispuestas en relación espaciada en paralelo y las correspondientes partes co-extendidas de las respectivas secciones dispuestas en alineación co-planar entre sí, de modo que las secciones se combinen para circunscribir un volumen barrido, dentro del cual la sustancia de destino ha de ser dispuesta.
- 30

### **Breve descripción de los dibujos**

Habiendo descrito de tal modo la invención, en términos generales, se hará ahora referencia a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente trazados a escala, y en los que:

- 35 las FIGs. 1, 2a y 2b son diagramas esquemáticos de amplificadores de accionamiento diferencial de dispositivo conmutador individual, de acuerdo a diversos ejemplos de la presente invención;

la FIG. 3 ilustra un dispositivo conmutador ejemplar, de acuerdo a diversos ejemplos de la presente invención;

la FIG. 4 ilustra un circuito de accionamiento ejemplar, de acuerdo a diversos ejemplos de la presente invención;

- 40 la FIG. 5 ilustra un sistema de energía inalámbrica que incluye un transmisor inalámbrico y un receptor inalámbrico, de acuerdo a un ejemplo de la presente invención;

la FIG. 6 ilustra un diagrama esquemático de un transmisor de energía inalámbrica que incluye un amplificador de accionamiento diferencial, de acuerdo a un ejemplo de la presente invención;

la FIG. 7 ilustra señales de salida diferencial, de acuerdo a diversos ejemplos de la presente invención;

- 45 la FIG. 8 ilustra una disposición de dos bobinas para la co-ubicación planar de voltaje, de acuerdo a diversas realizaciones ejemplares de la presente invención;

la FIG. 9 ilustra un primer diseño de bobina para la co-ubicación planar de voltaje, de acuerdo a diversas realizaciones ejemplares de la presente invención;

la FIG. 10 ilustra un segundo diseño de bobina para la co-ubicación planar de voltaje, de acuerdo a diversas realizaciones ejemplares de la presente invención;

5 la FIG. 11 ilustra una disposición de dos bobinas para la co-ubicación planar de voltaje sobre un eje de coordenadas, de acuerdo a diversas realizaciones ejemplares de la presente invención;

la FIG. 12 es un gráfico del voltaje medido con respecto a la distancia desde un punto central de la disposición de dos bobinas de la FIG. 10, de acuerdo a diversas realizaciones ejemplares de la presente invención;

10 la FIG. 13 ilustra un diagrama esquemático de otro transmisor de energía inalámbrica que incluye un amplificador de accionamiento diferencial, de acuerdo a un ejemplo de la presente invención;

la FIG. 14 ilustra un diagrama esquemático de otro amplificador más de accionamiento diferencial, de acuerdo a un ejemplo de la presente invención; y

la FIG. 15 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar de la presente invención.

### **Descripción detallada**

15 La descripción detallada enunciada más adelante, con relación a los dibujos adjuntos, está concebida como una descripción de realizaciones ejemplares de la presente invención, y no está concebida para representar las únicas realizaciones en las cuales puede ser puesta en práctica la presente invención. El término “ejemplar” usado en toda la extensión de esta descripción significa “que sirve como ejemplo, caso o ilustración”, y no debería ser necesariamente interpretado como preferido o ventajoso con respecto a otras realizaciones ejemplares. La descripción detallada incluye  
20 detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de las realizaciones ejemplares de la invención. Será evidente para los expertos en la técnica que las realizaciones ejemplares de la invención pueden ser puestas en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, estructuras y dispositivos bien conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques, a fin de evitar oscurecer lo novedoso de las realizaciones ejemplares presentadas en la presente memoria.

25 Las realizaciones ejemplares de la presente invención serán ahora descritas más completamente a continuación en la presente memoria, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales se muestran algunas de, pero no todas, las realizaciones de la invención. En efecto, la invención puede ser realizada de muchas formas distintas y no debería ser interpretada como limitada a las realizaciones enunciadas en la presente memoria; en cambio, estas realizaciones se proporcionan a fin de que esta revelación satisfaga los requisitos legales aplicables. Los números iguales de referencia se refieren a elementos iguales en toda su extensión.  
30

Los términos tales como “sustancialmente”, “alrededor de”, “aproximadamente” o similares, según se usan al referirse a una relación entre dos objetos, están concebidos para reflejar no solamente una relación exacta, sino también variaciones en esa relación, que pueden deberse a diversos factores, tales como los efectos de las condiciones ambientales, las tolerancias comunes de errores o similares. Debería entenderse además que, aunque algunos valores u otras relaciones puedan estar expresadas en la presente memoria sin un modificador, estos valores u otras relaciones también pueden ser exactos, o pueden incluir un grado de variación debido a factores diversos, tales como los efectos de las condiciones ambientales, las tolerancias comunes de errores o similares.  
35

El término “energía inalámbrica” se usa en la presente memoria para significar cualquier forma de energía asociada a campos eléctricos, campos magnéticos, campos electromagnéticos u otros, que es transmitida entre un transmisor y un receptor, sin el uso de conductores eléctricos físicos.  
40

Se describen en la presente memoria diversos aparatos de ejemplo de la presente invención, que incluyen un amplificador de accionamiento diferencial. De acuerdo a algunos ejemplos, el amplificador de accionamiento diferencial puede incluir un único dispositivo conmutador (p. ej., un transistor) para recibir una única señal de control (p. ej., una única señal de accionamiento de compuerta) y generar señales de salida diferencial que son esencialmente iguales y opuestas entre sí.  
45 Debido a la relación igual y opuesta entre las señales de salida diferencial, las señales pueden ser usadas para reducir o eliminar significativamente el ruido de modalidad común que esté presente en la señal de entrada. De tal modo, el amplificador de accionamiento diferencial puede ser incluido, por ejemplo, en sistemas de energía inalámbrica para reducir el ruido guiado y radiado de los sistemas. Además, algunas realizaciones ejemplares de la presente invención también dan soporte a la funcionalidad de conmutación suave y mantienen una relación entre ángulo de fase y potencia de salida de un amplificador de Clase E.  
50

De acuerdo a un ejemplo, se proporciona un amplificador de accionamiento diferencial. El amplificador de accionamiento diferencial puede incluir un dispositivo conmutador. El dispositivo conmutador puede estar en comunicación, o acoplado,

con un primer nodo de salida y un segundo nodo de salida, en el que el primer nodo de salida y el segundo nodo de salida accionan una red de carga. El amplificador de accionamiento diferencial también puede incluir un circuito de accionamiento configurado para accionar el dispositivo conmutador, en el que el circuito de accionamiento está configurado para proporcionar una señal de accionamiento al dispositivo conmutador, para alterar un estado conductivo del dispositivo conmutador, para producir una primera señal de salida en el primer nodo de salida y una segunda señal de salida en el segundo nodo de salida. Las señales de salida primera y segunda pueden ser esencialmente iguales en magnitud, pero opuestas en polaridad con respecto a un voltaje de referencia.

Otro ejemplo es un transmisor de energía inalámbrica. El transmisor de energía inalámbrica puede incluir un amplificador de accionamiento diferencial que tiene un primer nodo de salida y un segundo nodo de salida, una red de alimentación configurada para proporcionar energía al amplificador de accionamiento diferencial y una red de carga en comunicación, o acoplada, con el primer nodo de salida y el segundo nodo de salida. El amplificador de accionamiento diferencial puede comprender un dispositivo conmutador en comunicación, o acoplado, con el primer nodo de salida, y en comunicación, o acoplado, con el segundo nodo de salida, y un circuito de accionamiento configurado para proporcionar una señal de accionamiento al dispositivo conmutador. El dispositivo conmutador puede ser configurado para recibir la señal de accionamiento y alterar un estado conductivo del dispositivo conmutador, para producir una primera señal de salida en el primer nodo de salida y una segunda señal de salida en el segundo nodo de salida. Las señales de salida primera y segunda pueden ser esencialmente iguales en magnitud pero opuestas en polaridad con respecto a un voltaje de referencia.

Otro ejemplo es un sistema de energía inalámbrica. El sistema de energía inalámbrica puede incluir un receptor de energía inalámbrica y un transmisor de energía inalámbrica. El receptor de energía inalámbrica puede incluir al menos una bobina secundaria. El transmisor de energía inalámbrica puede incluir un amplificador de accionamiento diferencial que tiene un primer nodo de salida y un segundo nodo de salida, una red de alimentación, configurada para proporcionar energía al amplificador de accionamiento diferencial, y una red de carga. El amplificador de accionamiento diferencial puede comprender un dispositivo conmutador en comunicación, o acoplado, con el primer nodo de salida y el segundo nodo de salida, y la red de carga puede ser accionada mediante el primer nodo de salida y el segundo nodo de salida. El amplificador de accionamiento diferencial puede también incluir un circuito de accionamiento configurado para proporcionar una señal de accionamiento al dispositivo conmutador. El dispositivo conmutador puede ser configurado para recibir la señal de accionamiento y alterar un estado conductivo del dispositivo conmutador, para producir una primera señal de salida en el primer nodo de salida y una segunda señal de salida en el segundo nodo de salida. Las señales de salida primera y segunda pueden ser esencialmente iguales en magnitud pero opuestas en polaridad con respecto a un voltaje de referencia.

De acuerdo a otro ejemplo, se proporciona un aparato ejemplar, que incluye un medio para la conmutación. El medio para la conmutación puede estar en comunicación, o acoplado, con un primer nodo de salida y un segundo nodo de salida, en donde el primer nodo de salida y el segundo nodo de salida accionan una red de carga. El aparato también puede incluir un medio para accionar el dispositivo conmutador, en el que el medio para accionar el dispositivo conmutador está configurado para proporcionar una señal de accionamiento al dispositivo conmutador, para alterar un estado conductivo del dispositivo conmutador, para producir una primera señal de salida en el primer nodo de salida y una segunda señal de salida en el segundo nodo de salida. Las señales de salida primera y segunda pueden ser esencialmente iguales en magnitud pero opuestas en polaridad con respecto a un voltaje de referencia.

Otro ejemplo más es un procedimiento ejemplar. El procedimiento ejemplar puede comprender recibir una señal de accionamiento desde un circuito de accionamiento en un dispositivo conmutador, y alterar un estado conductivo del dispositivo conmutador en base a la señal de accionamiento, para producir una primera señal de salida en un primer nodo de salida y una segunda señal de salida en un segundo nodo de salida. Las señales de salida primera y segunda pueden ser esencialmente iguales en magnitud pero opuestas en polaridad con respecto a un voltaje de referencia. El procedimiento ejemplar también puede incluir accionar una red de carga con la primera señal de salida y la segunda señal de salida, mediante el primer nodo de salida y el segundo nodo de salida, respectivamente.

Una realización de la presente invención es un aparato, que incluye una primera bobina excitada por una primera señal, y una segunda bobina excitada por una segunda señal. Las señales primera y segunda pueden ser esencialmente iguales en magnitud pero opuestas en polaridad con respecto a un voltaje de referencia. La primera bobina y la segunda bobina pueden tener una configuración en espiral dentro de un plano común que provee la co-ubicación de voltajes esencialmente iguales y opuestos dentro, respectivamente, de las bobinas primera y segunda, en cualquier ubicación del plano común.

Diversos ejemplos descritos en la presente memoria proveen la generación de señales diferenciales opuestas que son capaces de limitar o eliminar el ruido de modalidad común que sería emitido en otro caso desde un amplificador. Las señales de réplica inversamente orientadas, cuando son llevadas a una estrecha proximidad entre sí, pueden afectar a los campos generados por las señales, de una manera que cancela esencialmente, o destruye, el ruido indeseado. De acuerdo a algún ejemplo, un dispositivo conmutador individual es utilizado para generar una primera señal de salida y una

segunda señal de salida. La primera señal de salida y la segunda señal de salida (mencionadas colectivamente como señales de salida diferencial) pueden ser esencialmente iguales en magnitud, pero opuestas en polaridad, con respecto a un voltaje de referencia. De acuerdo a diversos ejemplos, las señales de salida diferencial pueden ser generadas de una manera que implica una reducción en la cantidad de componentes activos con respecto a las soluciones convencionales.

5 Las señales de salida diferencial pueden ser usadas para accionar una red de carga que puede comprender una amplia variedad de componentes, incluyendo, por ejemplo, una o más bobinas, o bobinados. De acuerdo a diversos ejemplos, un amplificador de accionamiento diferencial, tal como el amplificador de accionamiento diferencial transistorizado de dispositivo conmutador individual descrito en la presente memoria, puede ser utilizado conjuntamente con una disposición de bobinas que co-sitúa voltajes altos y bajos de señales de salida diferencial, para la reducción del ruido, con poco o  
10 ningún efecto sobre la generación de campos magnéticos.

De acuerdo a diversos ejemplos, los voltajes son mencionados como “co-situados” cuando dos voltajes, esencialmente iguales en magnitud, pero opuestos en polaridad, están presentes en esencialmente la misma ubicación. Algunos ejemplos generan voltajes co-situados mediante el uso de conductores de bobina estrechamente acoplados, con una disposición que provee voltajes esencialmente iguales en magnitud, pero opuestos en polaridad, en una ubicación dada,  
15 según se describe adicionalmente más adelante. Los conductores en una o más bobinas primarias pueden ser situados físicamente cercanos entre sí para generar voltajes co-situados. De acuerdo a algunos ejemplos, si se implementa de esta manera, el acoplamiento capacitivo entre bobinas puede dominar el acoplamiento capacitivo a tierra, y el campo eléctrico proyectado por la bobina primaria puede acercarse al cero.

Juntos, el amplificador de accionamiento diferencial y la disposición de bobinas, de acuerdo a diversos ejemplos, reducen drásticamente la magnitud de una señal que esté capacitivamente conectada tanto con tierra como con los dispositivos electrónicos circundantes. Como resultado, pueden ser reducidas las emisiones de modalidad común y la interferencia con otros sistemas electrónicos.

Diversos ejemplos también aumentan o maximizan la eficacia de la transferencia de energía inalámbrica, por ejemplo, para cargar las baterías de, o energizar de otro modo, uno o más dispositivos portátiles (p. ej., teléfonos móviles, reproductores de MP3, proyectores portátiles, cámaras digitales y similares). Algunos ejemplos utilizan mínimos requisitos de diseño y reducen los requisitos de componentes, reduciendo por ello los costes. Adicionalmente, si bien los ejemplos descritos en la presente memoria pueden estar orientados a la transferencia de energía inalámbrica, los ejemplos del amplificador de accionamiento diferencial pueden ser implementados en una amplia gama de aplicaciones, no limitadas a sistemas de energía inalámbrica.

25 La FIG. 1 ilustra un diagrama esquemático de un amplificador ejemplar de accionamiento diferencial 10, de dispositivo conmutador individual, de acuerdo a algunos ejemplos. El amplificador 10 incluye una red 20 de RLC (resistor / inductor / condensador) superior, conectada con un voltaje de alimentación (+Vcc), y una red 30 de RLC inferior conectada a tierra. La red superior 20 y la red inferior 30 comparten un dispositivo conmutador 40, que flota entre las dos redes. El dispositivo conmutador 40 puede recibir una señal de control o de accionamiento que puede controlar las operaciones de conmutación del dispositivo conmutador 40. El dispositivo conmutador 40 también puede definir dos nodos de salida n1 y n2, donde están respectivamente presentes las señales de salida diferencial. La señal de control o de accionamiento puede hacer que el dispositivo conmutador altere su estado conductivo. De esta manera, pueden ser producidas señales de salida diferencial en el nodo n1 y en el nodo n2 que sean esencialmente iguales y opuestas entre sí.

La red superior 20 de RLC puede ser correlacionada con la red inferior 30 de RLC, de modo que las características (p. ej., las resistencias, las capacitancias, las inductancias y similares) de los componentes de las redes sean esencialmente idénticas. De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, el dispositivo conmutador 40 puede ser conectado entre los inductores (también mencionados como bobinados o bobinas) L1 y L2, que pueden estar correlacionados y estrechamente acoplados. Los inductores L3 y L4 también pueden estar correlacionados y estrechamente acoplados.

Según se usa en la presente memoria, el término “flotar” puede ser usado para indicar que un dispositivo no está conectado con un potencial fijo (p. ej., +Vcc o tierra). Por ejemplo, un dispositivo puede estar flotando si está conectado mediante componentes de impedancia no nula, tales como inductores o condensadores, con un potencial fijo. De ese modo, el potencial en un terminal de un componente flotante puede tender a fluctuar o flotar con respecto a un potencial fijo.

El dispositivo conmutador 40, que puede ser realizado como un transistor (p. ej., un transistor de efecto de campo o similares), puede conmutar al estado abierto o cerrado en respuesta a una señal de control o de accionamiento, tal como la onda cuadrada ilustrada en la FIG. 1. De acuerdo a diversas realizaciones ejemplares, las corrientes I1 e I2 en las redes superior e inferior están en direcciones opuestas en las respectivas redes. Como resultado de las operaciones de conmutación realizadas por el dispositivo conmutador 40 y las corrientes I1 e I2, pueden ser generadas señales de salida diferencial en los nodos n1 y n2. Debido al efecto de acoplamiento del inductor L3 con el inductor L4, las señales de salida diferencial generadas en los nodos n1 y n2 pueden interactuar para eliminar el ruido presente en la señal de entrada. De tal modo, la carga R<sub>L</sub> puede recibir una señal que tenga una reducción asociada en el ruido, tanto guiado como radiado.

Como se ha indicado anteriormente, el acoplamiento entre los inductores L3 y L4 puede facilitar la reducción en el ruido proporcionado por el amplificador. Para maximizar la cancelación del ruido, los inductores L3 y L4 pueden ser situados tan cercanos entre sí como sea posible, de modo que los inductores estén fuertemente acoplados. En la práctica, un diseñador puede desear acercarse otro tanto al caso hipotético de la cancelación completa del ruido, evitando aun a la vez la cancelación perfecta de las señales. De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, puede usarse un par de inductores fuertemente acoplados que estén combinados en un único paquete, tal como el Coiltronix DRQ 127-470-R, lo que da como resultado que los inductores estén tan estrechamente acoplados como sea posible. Como resultado del acoplamiento fuerte, la corriente en cada uno de los inductores puede ser forzada para que sea casi equivalente en valor, facilitando la generación de las señales inversamente orientadas. De acuerdo a realizaciones ejemplares donde los inductores no están incluidos en el mismo paquete (p. ej., un sistema de energía inalámbrica), los inductores L3 y L4 pueden ser bobinas inter-arrolladas para transmitir energía inalámbrica a una o más bobinas secundarias, y pueden utilizar el acoplamiento fuerte manteniendo los inductores en estrecha proximidad.

La FIG. 2a ilustra otro ejemplo de la presente invención, en forma de un amplificador de accionamiento diferencial 50, de dispositivo conmutador individual, para su uso con un sistema de energía inalámbrica. La FIG. 2a ilustra los inductores L1 y L2 de la FIG. 1 como los "inductores acoplados" del amplificador 50, y los inductores L3 y L4 de la FIG. 1 como las "bobinas transmisoras" (también mencionadas como bobinas primarias) del amplificador 50. Dentro de un sistema de energía inalámbrica, las bobinas transmisoras pueden estar configuradas para inducir una corriente en una o más bobinas secundarias (no ilustradas), para proporcionar energía inalámbrica a una carga conectada con dichas una o más bobinas secundarias, tal como para cargar una batería, o energía proporcionada de otro modo, para operar un dispositivo. Adicionalmente, el amplificador 50 reduce el número de componentes combinando los condensadores  $C_o$  en la FIG. 1 en un único condensador  $C_o/2$  (que tiene la mitad de la calificación de capacitancia).

La FIG. 2b ilustra otro ejemplo más de un amplificador de accionamiento diferencial 60, de dispositivo conmutador individual. El amplificador 60 emplea una reducción adicional en el número de componentes, modificando la red de capacitancia entre el nodo n1 y el nodo n2 para eliminar los dos condensadores C y la tierra en común, y para incluir un único condensador de derivación  $C/2$  (que tiene la mitad de la calificación de capacitancia). De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, el condensador individual de derivación puede ser reemplazado por un cierto número de condensadores, donde la capacitancia combinada sea  $C/2$ .

Según lo descrito con respecto a las FIGs. 1, 2a y 2b, puede proporcionarse un amplificador de accionamiento diferencial de dispositivo conmutador individual, de acuerdo a diversos ejemplos de la presente invención. El dispositivo conmutador 40 utilizado por diversos ejemplos puede ser cualquier medio para realizar la conmutación con respecto a una señal de control. De acuerdo a diversos ejemplos, el dispositivo conmutador puede comprender un transistor, tal como el transistor de efecto de campo 70 ilustrado en la FIG. 3. El transistor 70 es un semiconductor de óxido metálico de tipo n (NMOS). Un transistor NMOS puede ser usado para controlar la conmutación entre los terminales de drenaje (D) y de origen (S), lo que se logra controlando los terminales en la compuerta (G) y el origen (S). Un NMOS puede funcionar normalmente en una modalidad APAGADA (o el conmutador está abierto entre el drenaje y el origen), y efectúa la transición a una modalidad ENCENDIDA (o el conmutador se cierra entre el drenaje y el origen) si se aplica un voltaje positivo en la compuerta, en comparación con el voltaje en el origen.

De tal modo, la compuerta del transistor 70 puede estar conectada con una señal de control o una señal de accionamiento para controlar la conductividad desde el origen hasta el drenaje. A este respecto, una señal de entrada a la compuerta puede alterar un estado conductivo del transistor. Como se describe adicionalmente más adelante, la compuerta del transistor 70 (u otro dispositivo conmutador) puede estar conectada con una señal de impulso proporcionada por un circuito de impulso. El drenaje puede constituir un primer nodo de salida y puede estar conectado con un voltaje de alimentación a través de un inductor. El origen puede constituir un segundo nodo de salida, y puede estar conectado con tierra a través de un inductor.

El transistor 70 ilustra un dispositivo conmutador ejemplar que puede ser implementado de acuerdo a diversos ejemplos. Otros tipos de dispositivos conmutadores también pueden ser implementados de acuerdo a realizaciones ejemplares. Por ejemplo, el dispositivo conmutador puede ser realizado como, o ser parte de, un procesador (p. ej., un procesador de señales), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una formación de compuertas programables en el terreno (FPGA) o similares.

La FIG. 4 ilustra un circuito de accionamiento 80 de acuerdo a algunas realizaciones ejemplares. El circuito de accionamiento 80 puede recibir una señal de entrada en 81 y proporcionar una señal de accionamiento en 84 a la compuerta del dispositivo conmutador 40. La señal de accionamiento en 84 puede ser generada mediante un transformador de accionamiento de compuerta 82 y una red de puente h 83. De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, para generar la señal de accionamiento en 84 para un dispositivo conmutador, puede ser implementado un esquema de accionamiento aislado usando el transformador 82. De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, el transformador 82 puede ser un transformador de pulsos. El transformador 82 puede detectar la diferencia de voltaje entre sus terminales de entrada y aplicar el mismo voltaje entre sus terminales de salida. Conectando los terminales de salida

del transformador 82 entre la compuerta y el origen del dispositivo conmutador 40, la conmutación puede ser realizada incluso aunque el origen y el drenaje estén flotando entre n1 y n2.

En algunos ejemplos, el dispositivo conmutador 40 puede ser diseñado para conmutar a una velocidad rápida, lo que puede requerir una señal de accionamiento que cambie rápidamente en la compuerta del dispositivo conmutador. Para lograr la señal de accionamiento que cambie rápidamente, puede ser utilizado el circuito de puente h 83. Con referencia a la FIG. 4, el circuito de puente h 83 puede incluir los diodos D1 y D2, y los transistores de juntura bipolar (BJT) B1 y B2. Los diodos y los condensadores C1 y C2 pueden formar un circuito duplicador de voltaje, que puede ser usado para generar un voltaje de corriente continua (DC) entre los nodos n4 y n2. Los BJT pueden ser fijados en una configuración de convertidor-transformador para accionar la compuerta del dispositivo conmutador 40 usando este voltaje de DC. Una configuración de convertidor-transformador puede apoyarse en varias características inherentes de los BJT. B1 puede ser un transistor PNP (Positivo – Negativo – Positivo) y actuar como un conmutador cerrado entre el colector (conectado con el nodo n4) y el emisor (conectado con el nodo ng), mientras que el voltaje base de los BJT (conectado con el nodo n3) puede ser mayor que el voltaje en el emisor. Por otra parte, B2 puede ser un transistor NPN (Negativo – Positivo – Negativo) y actuar como un conmutador cerrado entre su colector (conectado con el nodo n2) y el emisor (conectado con el nodo ng) mientras que su voltaje base (conectado con el nodo n3) puede ser menor que el voltaje en el emisor. Cuando no están funcionando como un conmutador cerrado, tanto B1 como B2 pueden actuar como conmutadores abiertos.

Cuando el transformador fuerza el voltaje del nodo n3 por encima del voltaje en el nodo n2, B1 puede detectar un voltaje positivo entre su base y los terminales emisores, que da como resultado una corriente que fluye desde el condensador C1 hasta la compuerta del dispositivo conmutador 40. Análogamente, B2 puede detectar el menor voltaje entre su base y su emisor, lo que provoca que la compuerta del dispositivo conmutador 40 se descargue en el nodo n2. Como resultado, el puente h 83 provee una rápida aceleración y desaceleración del voltaje de la señal en la compuerta del dispositivo conmutador 40 (con respecto al origen), permitiendo por ello una rápida conmutación.

La FIG. 5 ilustra un sistema ejemplar de energía inalámbrica de acuerdo a diversos ejemplos de la presente invención. El sistema de energía inalámbrica de la FIG. 5 puede incluir un transmisor de energía inalámbrica 102 y un receptor de energía inalámbrica 104. El transmisor de energía inalámbrica 102 puede incluir un amplificador de accionamiento diferencial 100, el cual, a su vez, puede incluir un único dispositivo conmutador 110 y un circuito de accionamiento 120. El circuito de accionamiento 120 puede recibir una señal de entrada 121. El transmisor de energía inalámbrica 102 puede también incluir una red de alimentación 130 y las bobinas primarias 140. El receptor de energía inalámbrica 104 puede incluir las bobinas secundarias 150, un rectificador 160 y una carga 170, que puede ser una carga dinámica. En algunas realizaciones ejemplares, la carga 170 puede ser una batería recargable para un dispositivo electrónico.

De acuerdo a diversos ejemplos, el sistema de energía inalámbrica de la FIG. 5 implementa operaciones de conmutación para convertir un voltaje de DC proporcionado por la red de alimentación 130 en una señal de alta frecuencia. El amplificador de accionamiento diferencial 100 puede funcionar, según lo descrito anteriormente, para generar dos señales de salida de alta frecuencia que sean diferenciales y esencialmente iguales y opuestas. Las señales de salida diferencial pueden ser entregadas a las respectivas bobinas primarias que están situadas para proveer la cancelación del ruido mediante un acoplamiento de las bobinas primarias 140. Las bobinas primarias 140 pueden estar orientadas de modo que las corrientes en las bobinas fluyan en la misma dirección, proveyendo por ello la cancelación del ruido, teniendo también a la vez un efecto mínimo sobre la generación de campos magnéticos de las bobinas primarias 140. Debido a la dirección de la corriente, pueden ser generados campos magnéticos que tengan la misma polaridad. El campo magnético puede inducir una corriente en dichas una o más bobinas secundarias del receptor de energía inalámbrica 150. Dichas una o más bobinas secundarias 150 pueden recibir una señal inducida de corriente alterna (AC), que puede ser luego rectificadas, mediante el rectificador 160, y suministrada a una carga 170.

La FIG. 6 ilustra un diagrama esquemático más detallado de un transmisor de energía inalámbrica. Como se ha indicado anteriormente, el amplificador de accionamiento diferencial 100 puede utilizar una fuente de DC proporcionada por la red de alimentación 130. La red de alimentación 130 puede incluir dos inductores de obturación estrechamente acoplados (LDC) 131 y 132, que pueden suministrar el voltaje de DC a los terminales de drenaje y de origen del dispositivo conmutador 110. De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, el acoplamiento estrecho de los inductores de obturación 131 y 132 puede ser parcialmente responsable de la alineación de las fases de los sectores alto y bajo de las salidas del amplificador de accionamiento diferencial.

El dispositivo conmutador 110 puede comprender un transistor que esté flotando en una entrada de AC en el terminal de compuerta. Un circuito de accionamiento 120 aislado puede proporcionar la señal al terminal de compuerta recibiendo una señal de entrada en 121 y proporcionando una señal de accionamiento o control a la compuerta del dispositivo conmutador 110 en 124. De manera similar al circuito de accionamiento aislado ilustrado en la FIG. 4, el circuito de accionamiento 120 aislado puede incluir un transformador 122 y un puente h 123. L1 y R1 pueden ser incluidos para amortiguar los cambios (dV / dT) en la señal de accionamiento e impedir que sean creados armónicos de alto orden. De acuerdo a diversas realizaciones ejemplares, el circuito de accionamiento 120 asiste al dispositivo conmutador 110 para mantener la conmutación de voltaje cero para diversas condiciones de carga.

- En algunos ejemplos, el circuito de accionamiento puede proporcionar una señal de entrada de función escalonada al dispositivo conmutador 110. La FIG. 7 ilustra señales ejemplares de salida diferencial con respecto a tierra, que son generadas en los nodos de salida del dispositivo conmutador en base a una señal de entrada de función escalonada. La función escalonada puede generar señales de salida diferencial que son señales de semi-senos. La señal 111 puede ser una señal de salida positiva que puede ser capturada en el drenaje del dispositivo conmutador 110. La señal 112 puede ser una señal de salida negativa que puede ser capturada en el origen del dispositivo conmutador 110. Es digno de mención que las señales 111 y 112 son esencialmente iguales en magnitud, pero opuestas en polaridad con respecto a un voltaje de referencia. En el ejemplo ilustrado en la FIG. 7, el voltaje de referencia es de aproximadamente 6 voltios. Sin embargo, de acuerdo a diversas realizaciones ejemplares, el voltaje de referencia puede ser, por ejemplo, de cero voltios.
- La red de condensadores de derivación 101, la red de condensadores de equilibrio 103 y la red de bobinas primarias 180 de la FIG. 6 pueden ser incluidas en una red de carga. Un sistema de energía inalámbrica de acuerdo a las realizaciones ejemplares también puede incluir un receptor (no mostrado en la FIG. 6) que incluye una o más bobinas secundarias y un rectificador, para recibir la energía desde las bobinas primarias 140a y 140b. En algunos ejemplos, el receptor también puede estar incluido en la red de carga.
- La red de condensadores de derivación 101 puede estar conectada entre los nodos de salida (p. ej., el drenaje y el origen) del dispositivo conmutador 110. La red de condensadores de derivación 101 de la FIG. 6 incluye un único condensador 102; sin embargo, algunas realizaciones ejemplares de la presente invención pueden incluir un cierto número de condensadores dentro de la red de condensadores de derivación 101. De acuerdo a algunos ejemplos, la red de condensadores de derivación 101 facilita la afinación del dispositivo conmutador 110 para la conmutación de voltaje cero cuando el dispositivo conmutador 110 es implementado como un transistor. A este respecto, la carga puede ser alternativamente almacenada y liberada desde la red de condensadores de derivación 102, en respuesta a las operaciones de conmutación.
- La red de condensadores de equilibrio 103 puede incluir un cierto número de condensadores (p. ej., los condensadores 104, 105 y 106) que se usan para proporcionar una referencia de tierra aislada, que puede contribuir a un equilibrio mejorado entre las señales de salida del amplificador de accionamiento diferencial. De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, los condensadores 104 y 105 pueden estar correlacionados. Las conexiones a tierra incluidas en la red de condensadores de equilibrio 103 también pueden proporcionar un trayecto para derivar el ruido de alta frecuencia a la tierra.
- La red de bobinas primarias 180 puede incluir las bobinas primarias 140a y 140b y el condensador en serie 141, conectado entre, y en serie con, las bobinas. Alternativamente, en algunas realizaciones ejemplares, la red de bobinas primarias 180 puede incluir una única bobina primaria. En una red de dos bobinas, las bobinas primarias 140a y 140b pueden ser un par de bobinas de igual longitud que estén estrechamente acopladas. El acoplamiento estrecho de las dos bobinas primarias también puede facilitar el mantenimiento de la relación de fase entre las señales del amplificador diferencial. Situando las bobinas primarias 140a y 140b de modo que la corriente fluya a través de las bobinas en la misma dirección, las bobinas primarias 140a y 140b pueden co-situar voltajes con potencial igual y opuesto, y reducir las emisiones de ruido. Debido a que las corrientes fluyen a través de las bobinas primarias 140a y 140b en la misma dirección, los campos magnéticos generados por las bobinas no son afectados, o no son significativamente afectados. Los campos magnéticos generados por la primera bobina y la segunda bobina pueden tener la misma polaridad. El condensador en serie 141 puede estar conectado entre las bobinas primarias para facilitar el llevar la carga a un ángulo de fase que sea adecuado desde la perspectiva del amplificador de accionamiento diferencial. En algunas realizaciones ejemplares, como alternativa al condensador en serie, un primer condensador puede estar conectado entre el primer nodo de salida del dispositivo conmutador y la primera bobina, y un segundo condensador puede estar conectado entre el segundo nodo de salida del dispositivo conmutador y la segunda bobina. Los condensadores primero y segundo pueden tener calificaciones de capacitancia que sean el doble de la capacitancia del condensador en serie 141. De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, los condensadores primero y segundo pueden ser implementados conjuntamente con una red de bobinas primarias que incluya una única bobina.
- De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, la red de bobinas primarias 180 puede ser configurada para facilitar la cancelación del ruido, co-situando voltajes esencialmente iguales y opuestos en cualquier ubicación sobre una superficie plana definida por la red de bobinas primarias. De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, la red de bobinas primarias 180 puede ser configurada para co-situar voltajes esencialmente iguales y opuestos en cualquier ubicación en un espacio tridimensional que circunda la red de bobinas primarias 180. De acuerdo a diversas realizaciones ejemplares, las bobinas primarias pueden ser excitadas por señales de salida diferencial según lo descrito anteriormente. Sin embargo, de acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, las disposiciones y configuraciones de bobinas primarias descritas en la presente memoria pueden ser utilizadas conjuntamente con cualquier tipo de amplificador de accionamiento diferencial, incluyendo, pero sin limitarse a, un amplificador de accionamiento diferencial de dispositivo conmutador individual, según lo descrito en la presente memoria. Por ejemplo, las disposiciones y configuraciones de bobinas primarias pueden ser usadas con un amplificador de accionamiento diferencial que incluya múltiples dispositivos conmutadores y / o transistores.

Con respecto a la configuración de posiciones de las bobinas primarias, cada bobina primaria puede ser arrollada como un espiral sobre un plano geométrico. Para facilitar la co-ubicación de voltajes, la distancia entre cada vuelta de una bobina puede ser aumentada según la configuración en espiral avanza hacia el centro de un área. La primera bobina y la segunda bobina, por lo tanto, pueden tener una configuración en espiral dentro de un plano común que provee la co-ubicación de voltajes esencialmente iguales y opuestos dentro de las bobinas primera y segunda, respectivamente, en cualquier ubicación sobre el plano común. De acuerdo a algunas realizaciones ejemplares, puede ser utilizada una única bobina que avanza en espiral hacia un punto o área central, y luego retrocede en espiral. De tal modo, una disposición de bobinas puede ser estructurada con dos bobinas que estén conectadas en una ubicación central para lograr una realización ejemplar de bobina única.

5 La FIG. 8 ilustra una disposición de dos bobinas de acuerdo a diversas realizaciones ejemplares de la presente invención. La FIG. 9 ilustra la realización ejemplar de la FIG. 8 con solamente la primera bobina ilustrada. La FIG. 10 ilustra la realización ejemplar de la FIG. 8 con solamente la segunda bobina ilustrada.

La FIG. 11 ilustra una disposición de dos bobinas orientada sobre un eje del sistema de coordenadas para medir distancias desde el centro u origen. Cuando se aplican señales de salida diferencial a las bobinas, puede lograrse la co-ubicación de voltajes esencialmente iguales y opuestos. Para ilustrar el efecto de las configuraciones de bobinas, los voltajes pueden ser medidos en cada vuelta de las bobinas. Cada vuelta está asociada a una ubicación específica en el sistema de coordenadas. La FIG. 12 ilustra un gráfico de los voltajes medidos en cada vuelta. Los puntos de datos con voltajes sobre cero están asociados a mediciones tomadas en vueltas de una primera bobina, y los puntos de datos con voltaje por debajo de cero están asociados a mediciones tomadas en vueltas de una segunda bobina. Dado que las vueltas están situadas a una distancia específica del centro, el eje horizontal puede ser definido con respecto a la distancia. Según lo indicado por los puntos de datos, las mediciones tomadas en la primera bobina y en la segunda bobina tienen voltajes iguales y opuestos, a la misma, o esencialmente la misma, distancia desde el centro.

Además de, o como alternativa a, la disposición de una red de bobinas primarias según lo descrito anteriormente, una red de bobinas secundarias puede ser dispuesta de manera similar. A este respecto, las disposiciones de bobinas también pueden ser implementadas en un receptor de un sistema de energía inalámbrica. La red de bobinas secundarias puede utilizar una configuración de bobinas de toma central a tierra, con una geometría similar de bobinas para lograr resultados similares.

La FIG. 13 ilustra otro ejemplo de la presente invención en forma de un transmisor de energía inalámbrica que incluye un amplificador de accionamiento diferencial de dispositivo conmutador individual. El transmisor de energía inalámbrica de la FIG. 7 es similar al transmisor de energía inalámbrica ilustrado en la FIG. 6, en cuanto a que al transmisor de energía inalámbrica de la FIG. 7 incluye una red de alimentación, un circuito de accionamiento, un dispositivo conmutador, una red de condensadores de derivación, una red de condensadores de equilibrio y una red de bobinas primarias. También se proporcionan identificadores de piezas, valores de dispositivos pasivos y características de piezas, a modo de ejemplo, para los elementos de la realización ejemplar de la FIG. 7. De manera similar, la FIG. 14 ilustra otra realización ejemplar más de un amplificador de accionamiento diferencial que no está conectado con una red de bobinas primarias.

También pueden proporcionarse diversos procedimientos ejemplares de la presente invención que incluyen operaciones de procedimientos obtenidas de los aparatos descritos anteriormente. Un procedimiento ejemplar está ilustrado en la FIG. 15. El procedimiento ejemplar de la FIG. 15 incluye recibir una señal de accionamiento desde un circuito de accionamiento en un dispositivo conmutador en 200, y alterar un estado conductivo del dispositivo conmutador en base a la señal de accionamiento, en 210. Alterando un estado conductivo del dispositivo conmutador, pueden ser producidas una primera señal de salida en un primer nodo de salida y una segunda señal de salida en un segundo nodo de salida. Las señales de salida primera y segunda pueden ser esencialmente iguales en magnitud pero opuestas en polaridad con respecto a un voltaje de referencia. El procedimiento ejemplar también puede incluir accionar una red de carga con la primera señal de salida y la segunda señal de salida, mediante el primer nodo de salida y el segundo nodo de salida, respectivamente, en 220.

Muchas modificaciones, y otras realizaciones, de las invenciones enunciadas en la presente memoria vendrán a la mente de un experto en la técnica a la cual corresponden estas invenciones, con la ventaja de las divulgaciones presentadas en las descripciones precedentes y en los dibujos asociados. Por lo tanto, ha de entenderse que las invenciones no han de ser limitadas a las realizaciones específicas reveladas, y que las modificaciones y otras realizaciones están concebidas para ser incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque las descripciones precedentes y los dibujos asociados describen realizaciones ejemplares en el contexto de ciertas combinaciones ejemplares de elementos y / o funciones, debería apreciarse que distintas combinaciones de elementos y / o funciones pueden ser proporcionadas por realizaciones alternativas, sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. A este respecto, por ejemplo, las combinaciones distintas de elementos y / o funciones diferentes a los descritos explícitamente en lo que antecede también se contemplan como las que pueden ser enunciadas en algunas de las reivindicaciones adjuntas. Aunque se emplean términos específicos en la presente memoria, se usan en un sentido genérico y descriptivo solamente, y no con fines de limitación.

5 La anterior descripción de las realizaciones ejemplares reveladas se proporciona para permitir a cualquier persona experta en la técnica hacer o usar la presente invención. Diversas modificaciones para estas realizaciones ejemplares serán inmediatamente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en la presente memoria pueden ser aplicados a otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la invención. De tal modo, la presente invención no está concebida para estar limitada a las realizaciones ejemplares mostradas en la presente memoria, sino que ha de concedérsele el alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato (180), que comprende:

una primera bobina (140a) que comprende una configuración de espiral plana, aumentando sustancialmente una separación entre vueltas de la primera bobina (140a), desde un borde externo de la bobina (140a) hacia un centro de la primera bobina (140a); y

una segunda bobina (140b) que comprende una configuración de espiral plana, aumentando sustancialmente una separación entre vueltas de la segunda bobina (140b), desde un borde externo de la bobina (140b) hacia un centro de la segunda bobina (140b), estando la segunda bobina (140b) configurada para ser sustancialmente conformada como un reflejo de la primera bobina (140a); y en el que la segunda bobina (140b) está sustancialmente situada en un plano común con la primera bobina (140a).

2. El aparato (180) de la reivindicación 1, en el que la primera bobina (140a) y la segunda bobina (140b) están situadas de modo que la primera bobina (140a) y la segunda bobina (140b) forman una estructura simétrica, y la estructura simétrica es sustancialmente simétrica con respecto a un eje cuando se contempla desde la parte superior de la configuración en espiral plana de la primera bobina (140a) y la segunda bobina (140b).

3. El aparato (180) de la reivindicación 1, en el que las señales de entrada a la primera bobina (140a) y a la segunda bobina (140b) están configuradas para ser ingresadas desde un borde externo de la configuración en espiral plana de la primera bobina (140a) y la segunda bobina (140b).

4. El aparato (180) de la reivindicación 1, en el que la primera bobina (140a) está físicamente conectada con la segunda bobina (140b) en el punto central de la primera bobina (140a) y el punto central de la segunda bobina (140b) para generar una disposición de bobina única.

5. El aparato (180) de la reivindicación 1, en el que la primera bobina (140a) y la segunda bobina (140b) están configuradas para emitir energía de forma inalámbrica en un nivel suficiente para energizar o cargar un dispositivo receptor (104).

6. Un procedimiento, que comprende:

excitar con corriente eléctrica una primera bobina (140a) que comprende una configuración en espiral plana, aumentando sustancialmente una separación entre vueltas de la primera bobina (140a), desde un borde externo de la bobina (140a) hacia un centro de la primera bobina (140a); y

excitar con corriente eléctrica una segunda bobina (140b) que comprende una configuración en espiral plana, aumentando sustancialmente una separación entre vueltas de la segunda bobina (140b), desde un borde externo de la bobina (140b) hacia un centro de la segunda bobina (140b), estando la segunda bobina (140b) configurada para ser sustancialmente conformada como un reflejo de la primera bobina (140a), en el que la segunda bobina (140b) está sustancialmente situada en un plano común con la primera bobina (140a).

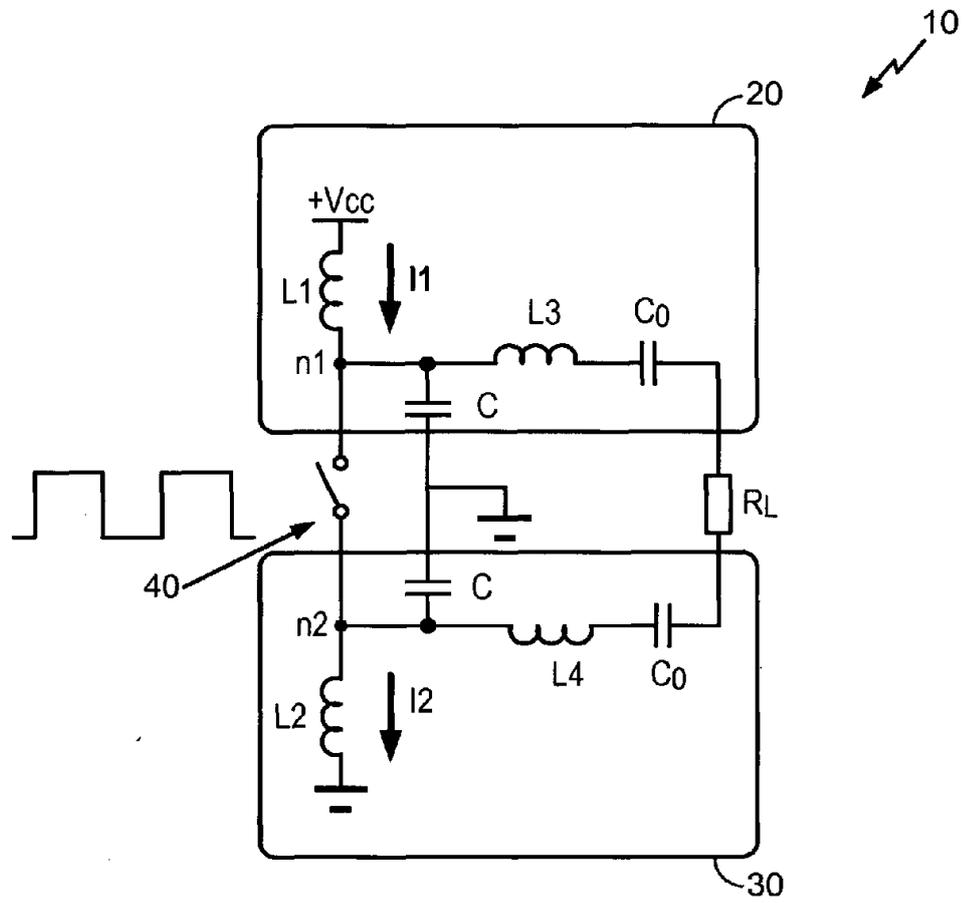
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la primera bobina (140a) y la segunda bobina (140b) están situadas de modo que la primera bobina (140a) y la segunda bobina (140b) forman una estructura simétrica, y la estructura simétrica es sustancialmente simétrica con respecto a un eje cuando se contempla desde la parte superior de la configuración en espiral plana de la primera bobina (140a) y la segunda bobina (140b).

8. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que las señales de entrada a la primera bobina (140a) y a la segunda bobina (140b) están configuradas para ser ingresadas desde un borde externo de la configuración en espiral plana de la primera bobina (140a) y la segunda bobina (140b).

9. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la primera bobina (140a) está físicamente conectada con la segunda bobina (140b) en el punto central de la primera bobina (140a) y el punto central de la segunda bobina (140b) para generar una disposición de bobina única.

10. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la primera bobina (140a) y la segunda bobina (140b) están configuradas para emitir energía de forma inalámbrica en un nivel suficiente para energizar o cargar un dispositivo receptor (104).

11. Un aparato que comprende medios para realizar el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10.



**FIG. 1**

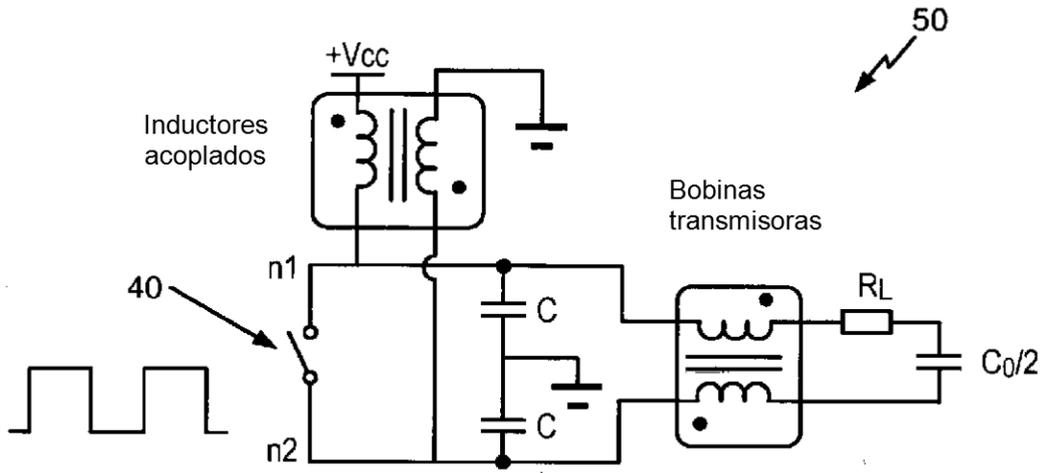


FIG. 2A

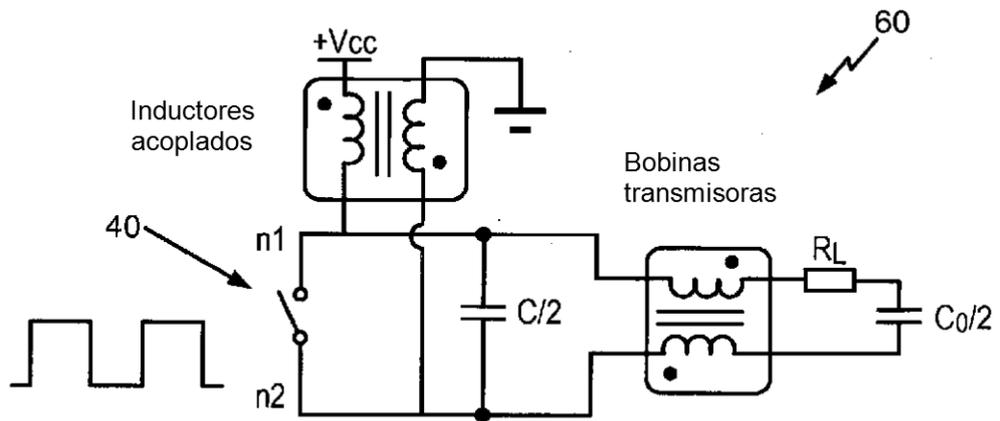
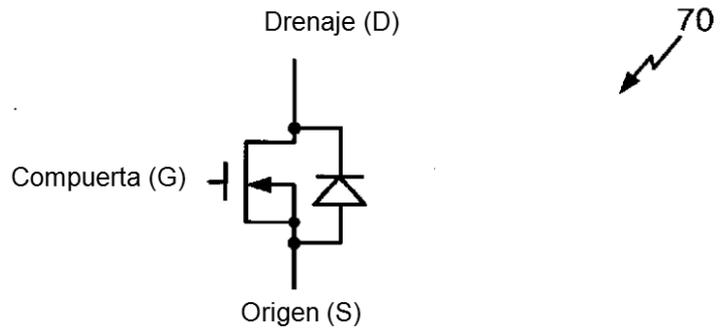
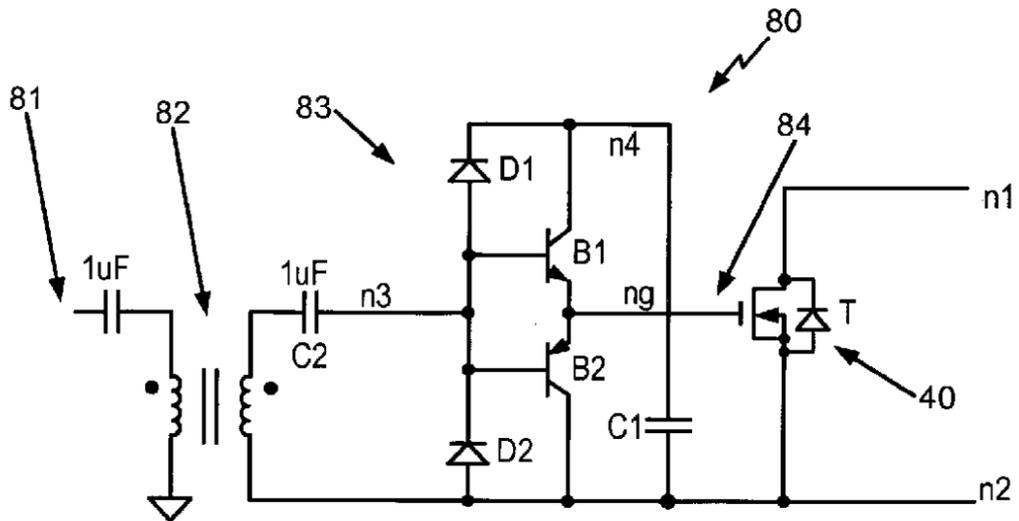


FIG. 2B



**FIG. 3**



**FIG. 4**

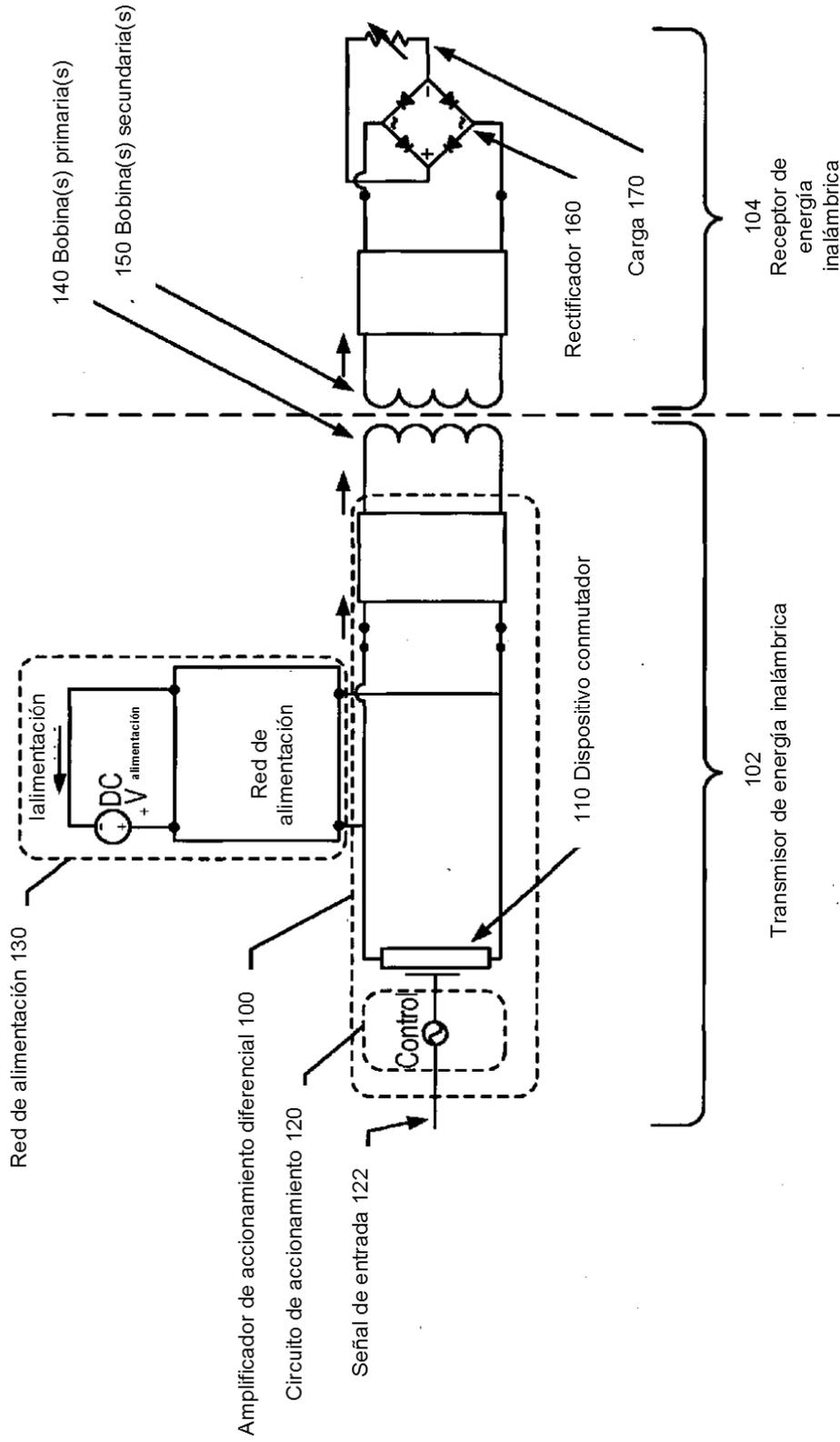


FIG. 5

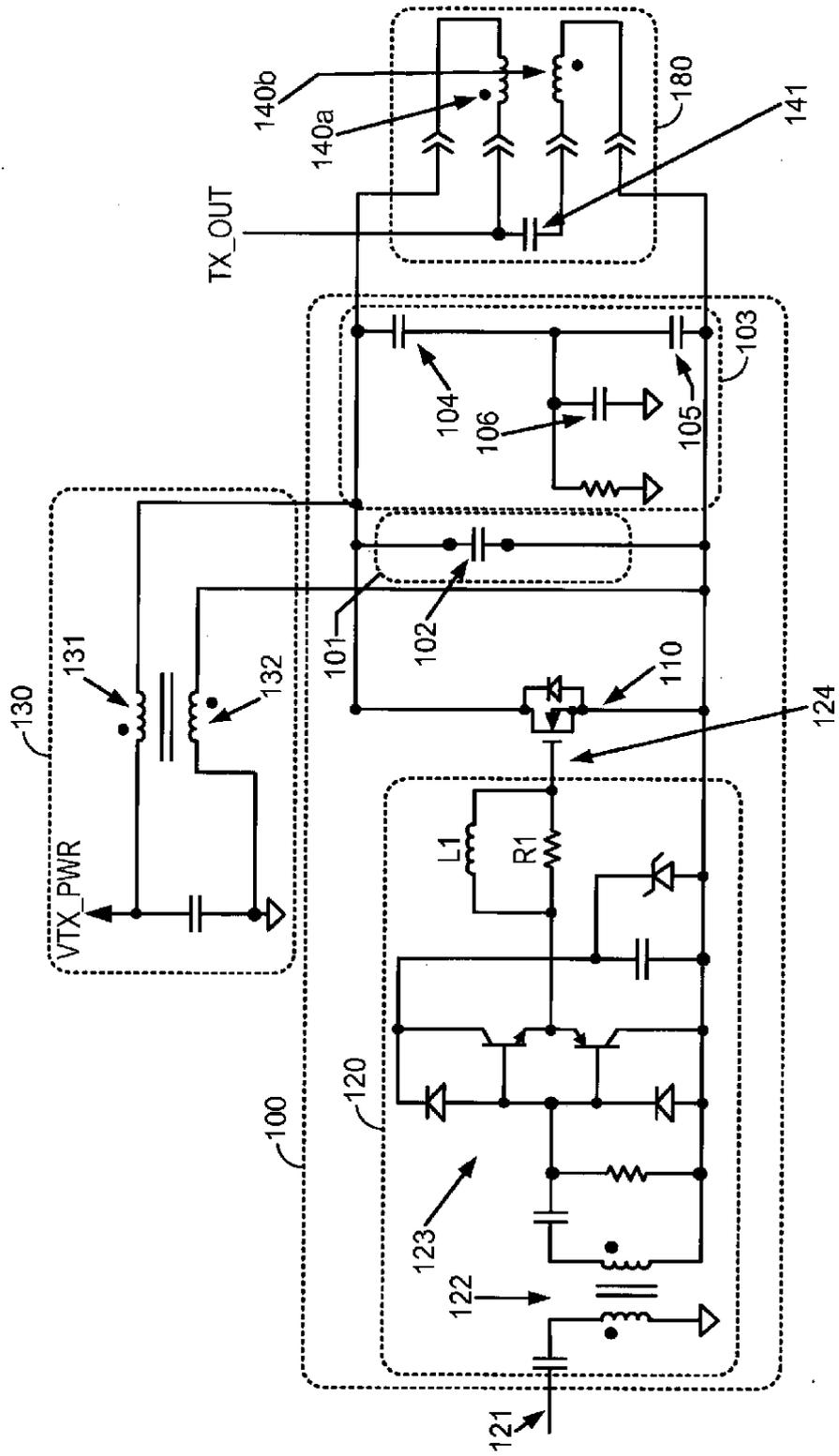


FIG. 6

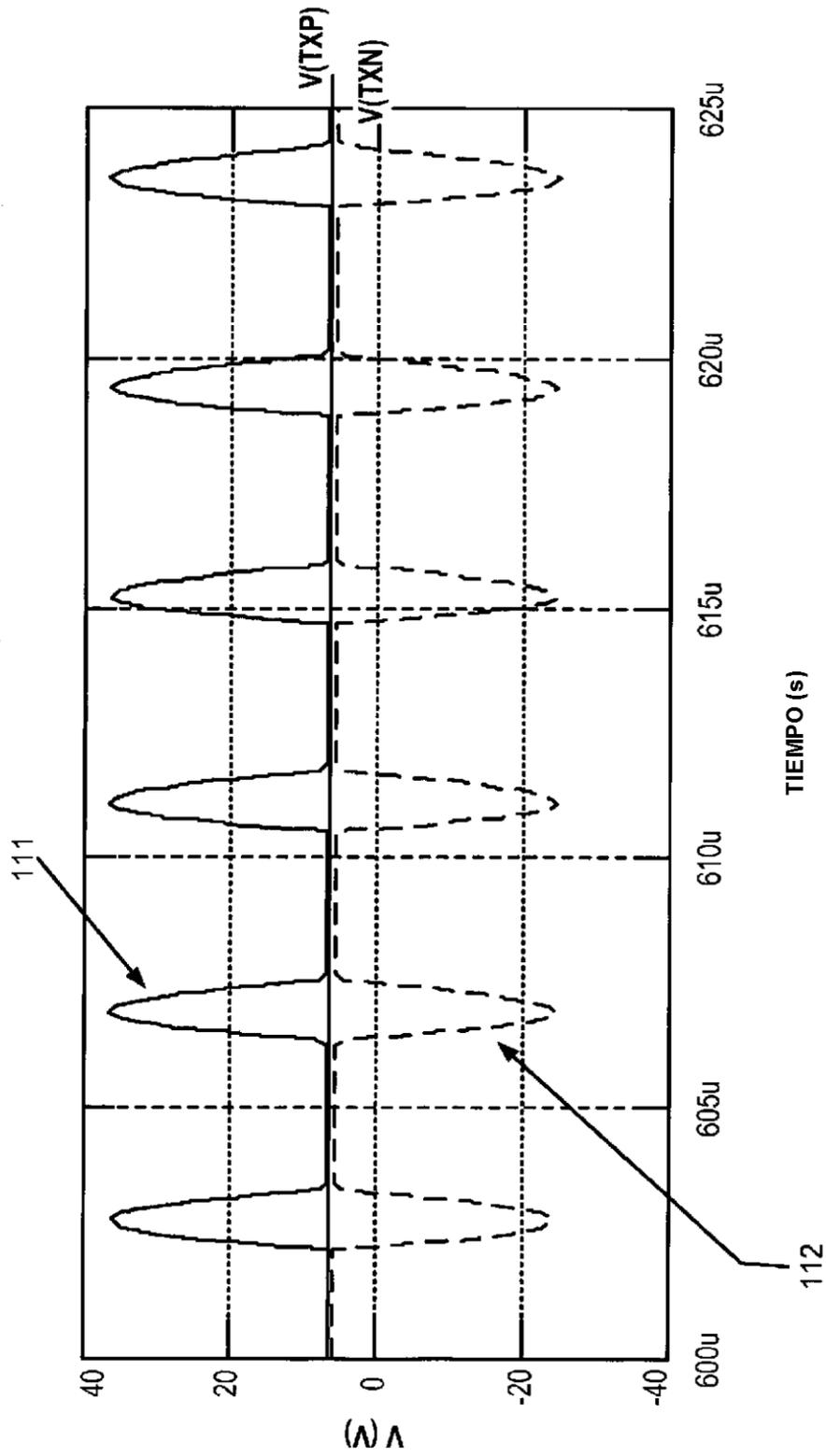
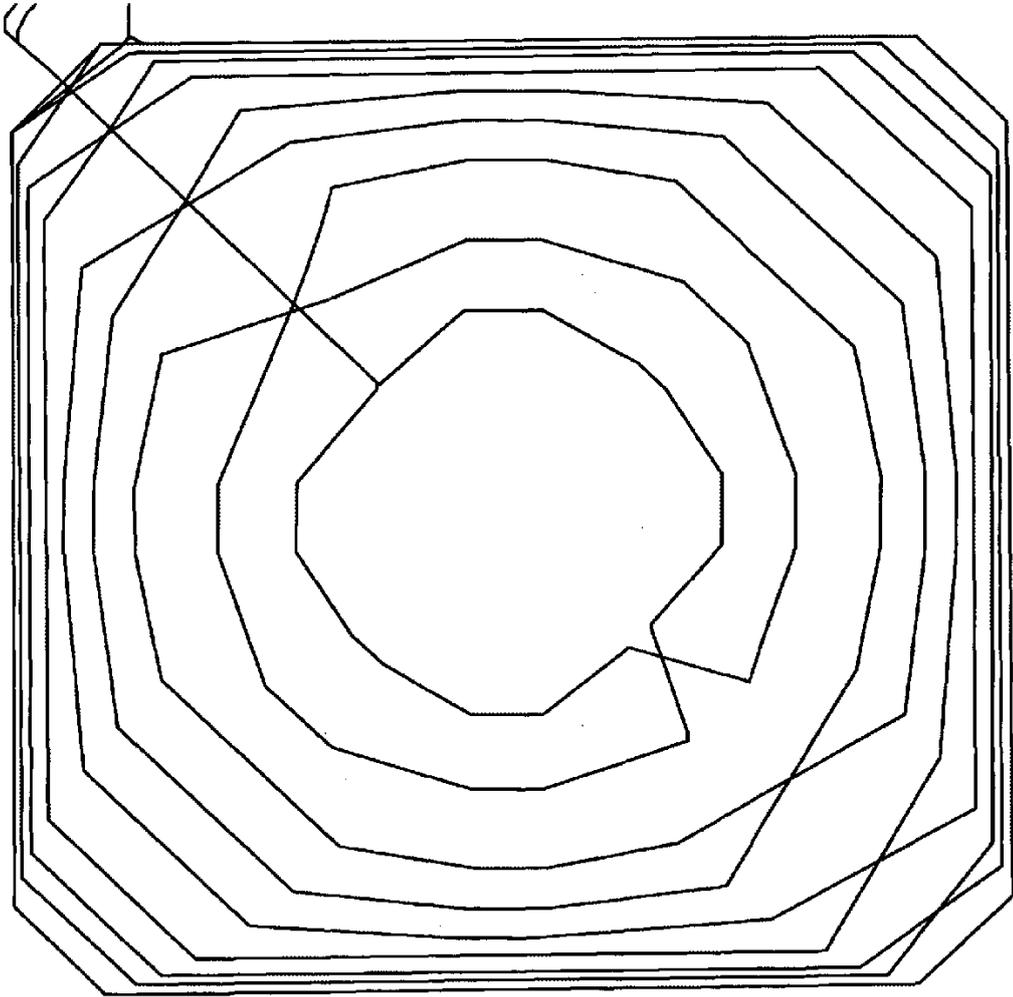
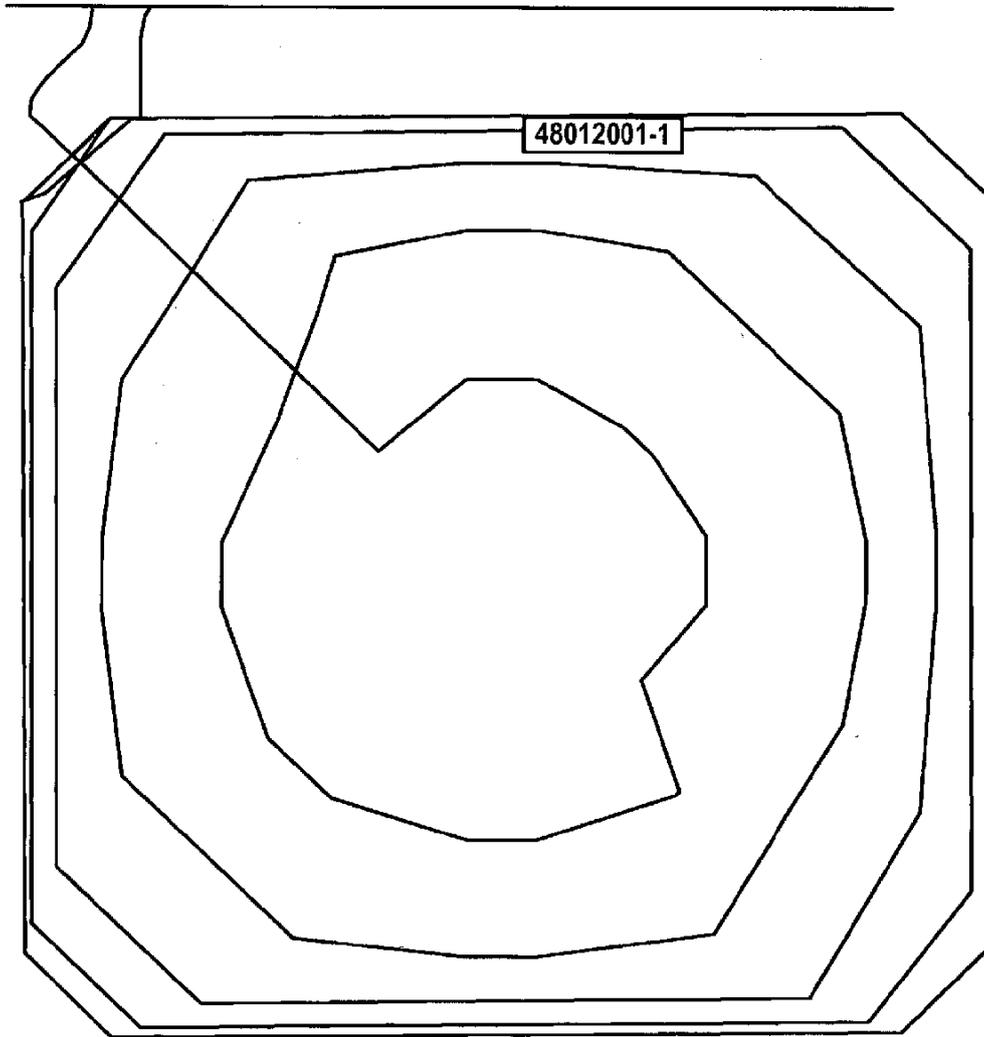


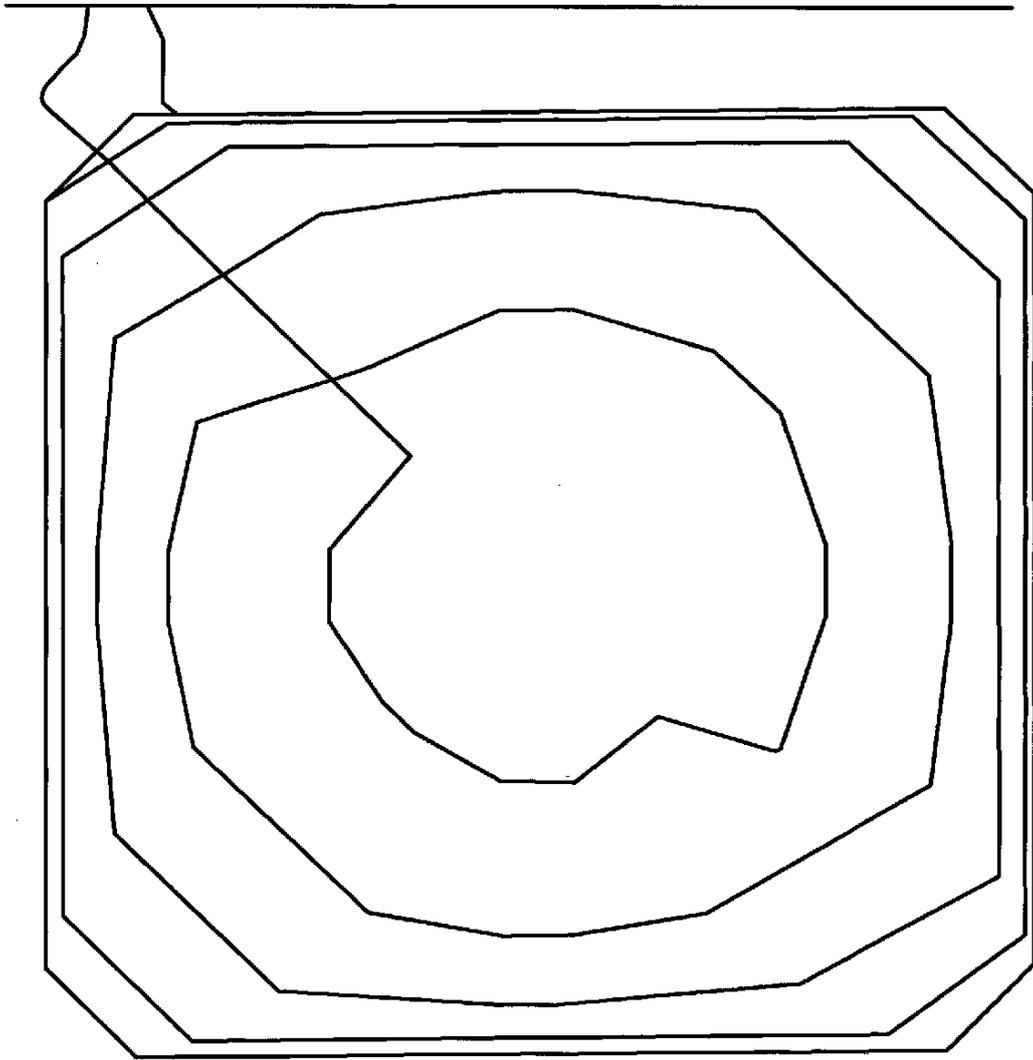
FIG. 7



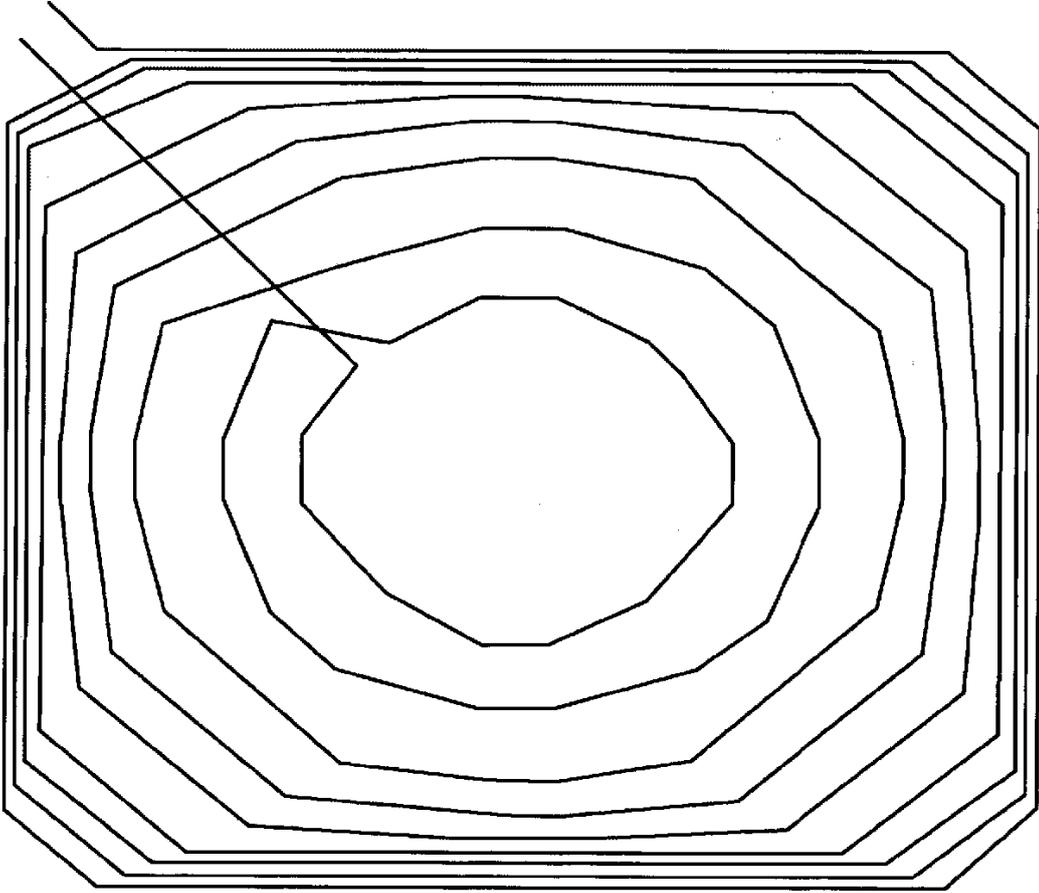
**FIG. 8**



**FIG. 9**

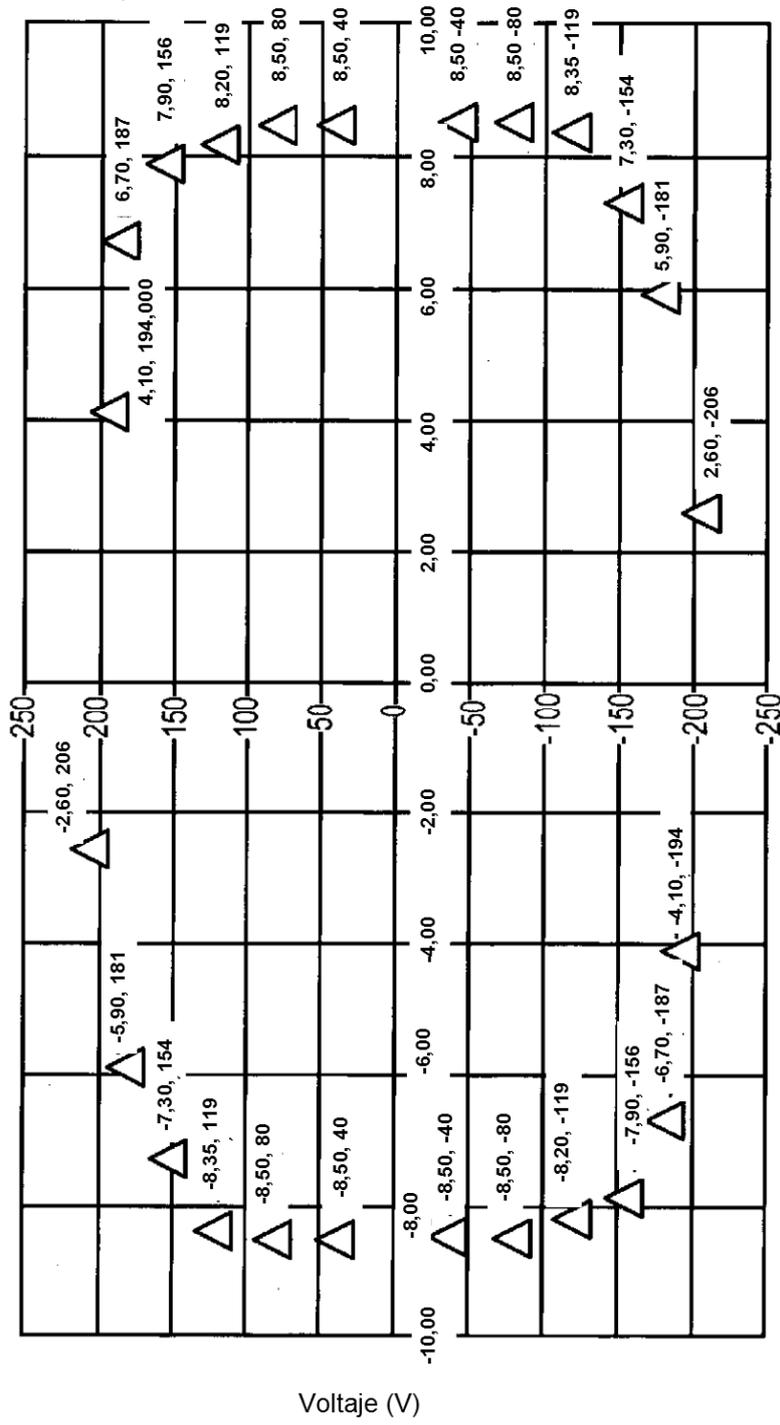


**FIG. 10**



**FIG. 11**

Campo electromagnético con respecto a posición de bobinado  
*Control diferencial con co-ubicación de voltajes iguales y opuestos*



Posición de bobinado (cm desde eje central)

**FIG. 12**

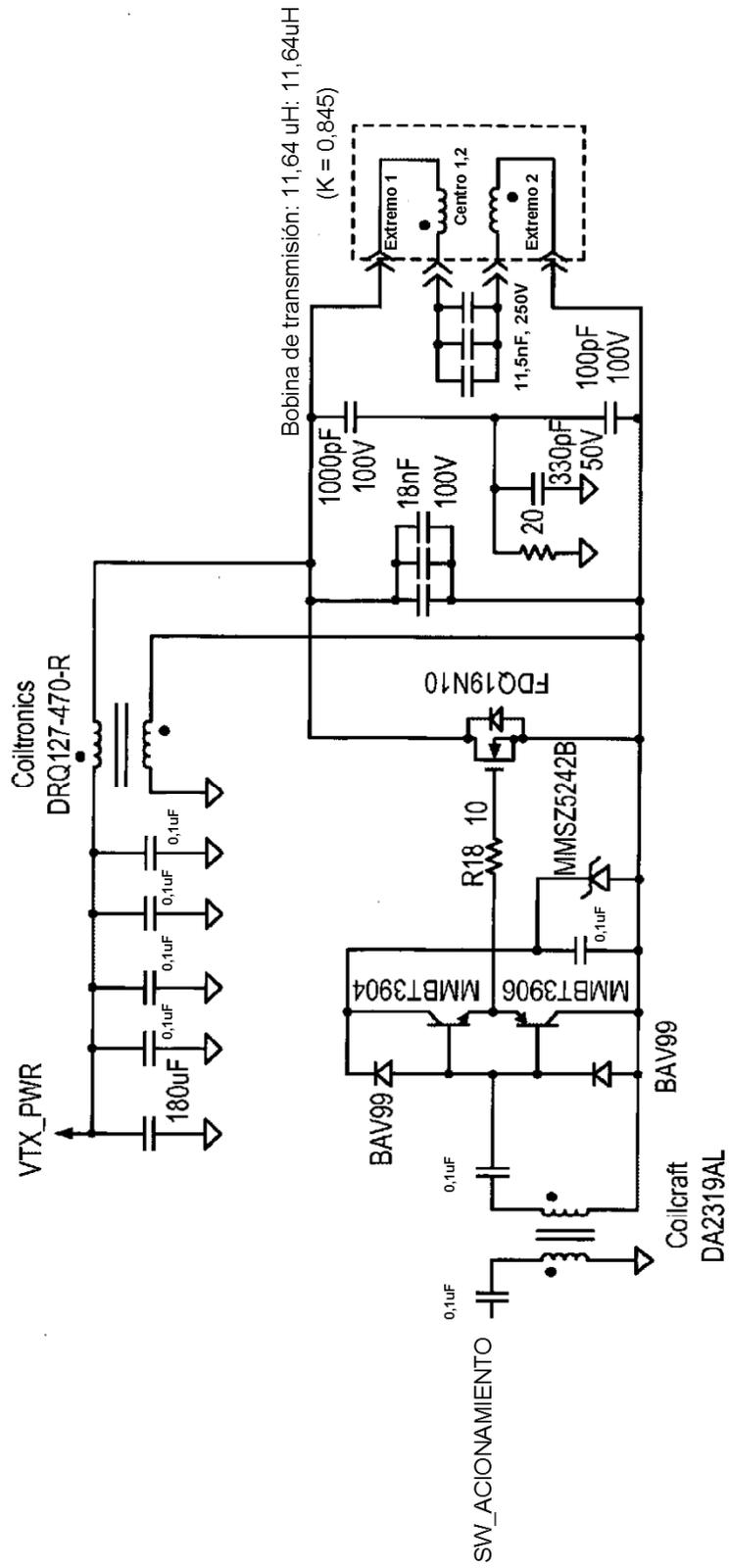


FIG. 13

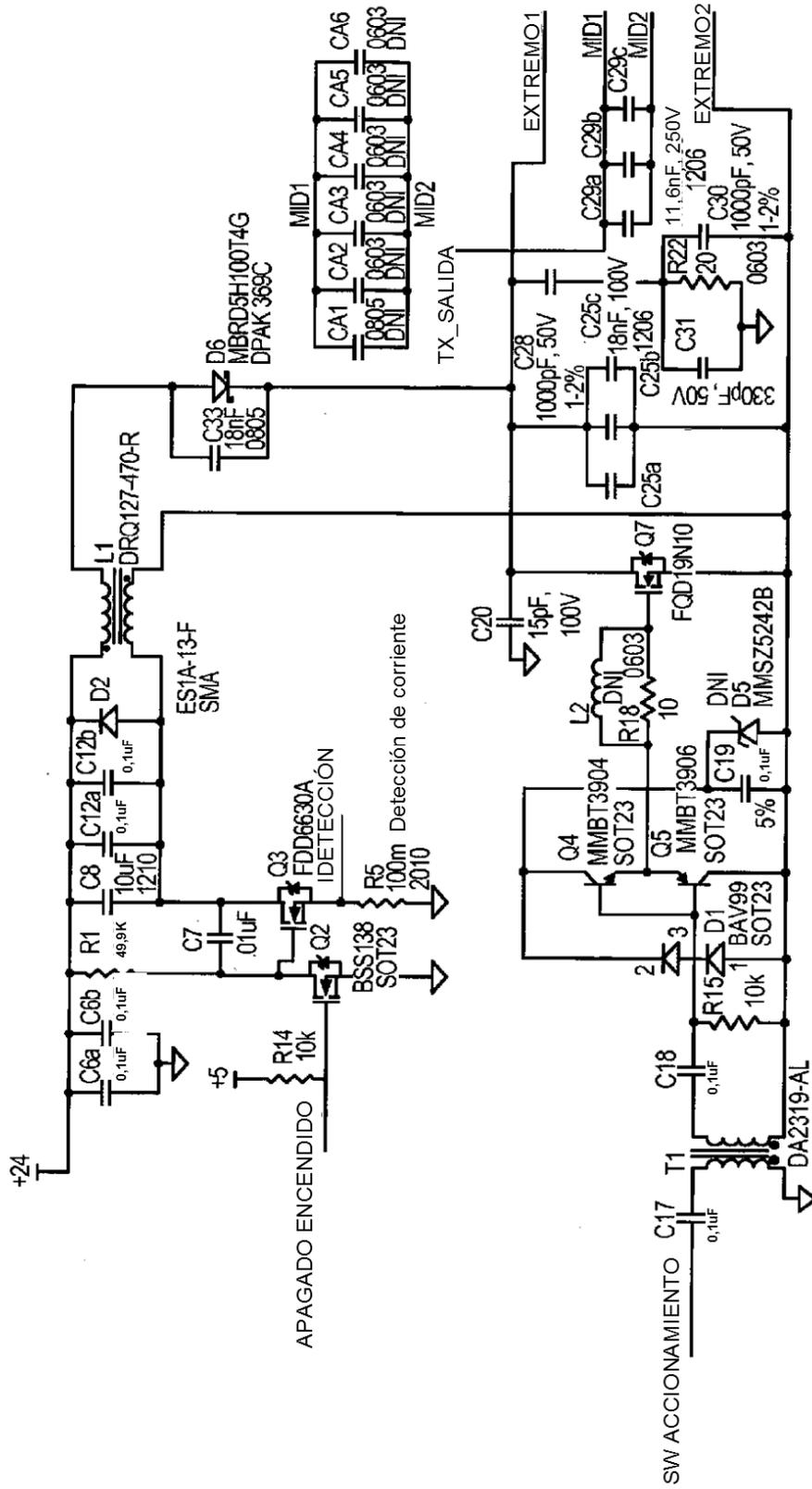
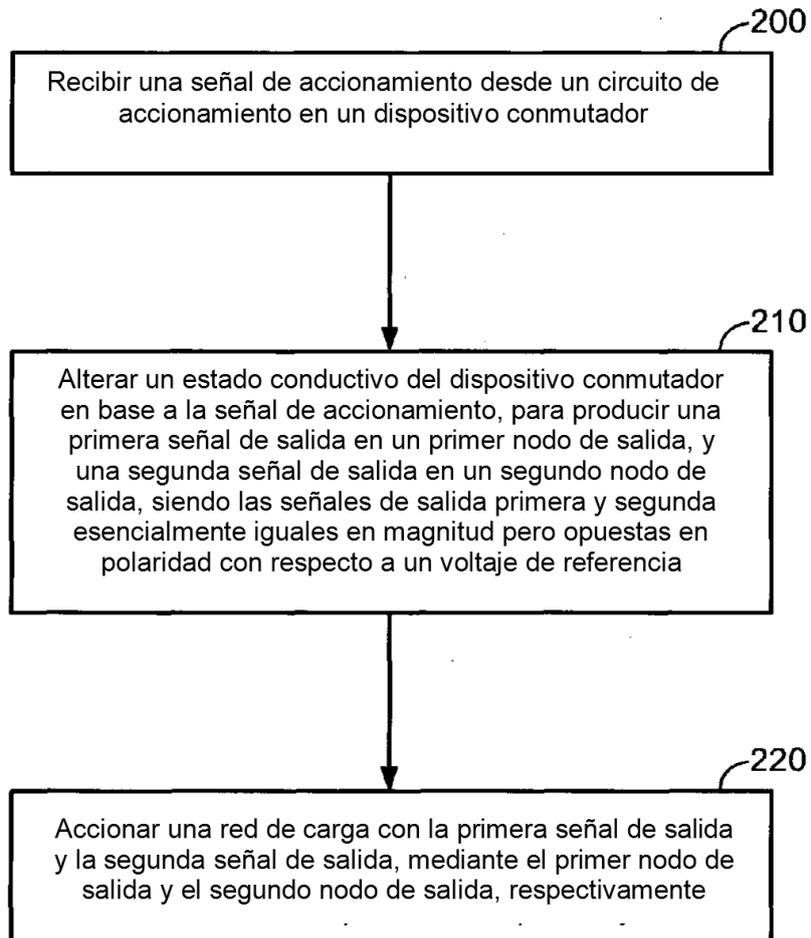


FIG. 14



**FIG. 15**