



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 338 863**

51 Int. Cl.:
H02M 7/5387 (2007.01)
H05B 6/04 (2006.01)
H05B 6/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01122759 .2**
96 Fecha de presentación : **21.09.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1194008**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.04.2002**

54 Título: **Circuito convertidor y su procedimiento de funcionamiento.**

30 Prioridad: **29.09.2000 ES 200002440**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.05.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.05.2010

73 Titular/es:
BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE GmbH
Carl-Wery-Strasse 34
81739 München, DE

72 Inventor/es: **García Jiménez, José Ramón;**
Monterde Aznar, Fernando;
Hernández Blasco, Pablo Jesús y
Burdio, José Miguel

74 Agente: **Ungría López, Javier**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Circuito convertidor y su procedimiento de funcionamiento.

5 La invención se refiere a un circuito convertidor o circuito inversor, especialmente para un puesto de cocción por inducción, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 así como a un procedimiento de funcionamiento para el mismo.

10 Los puestos de cocción con calefacción inductiva, que se designa a continuación como puestos de cocción por inducción, son accionados con una bobina de inducción, dispuesta en la placa de cocción o superficie de cocción, que genera corrientes de inducción en un recipiente que contiene el producto de cocción, que presenta un material ferromagnético. A través de la acción de las corrientes de inducción y de las remagnetizaciones en la pared del recipiente de cocción se calienta el recipiente y, por lo tanto, el producto de cocción. Tales puestos de cocción tienen un rendimiento esencialmente más elevado que otros puestos de cocción accionados eléctricamente, permanecen en el modo “frío” y plantean requerimientos más reducidos a la planeidad del fondo de la cacerola.

15 La alimentación de energía de puestos de cocción por inducción se realiza, en general, desde una fuente de corriente, que suministra una corriente alterna con una amplitud (punta - punta) de aproximadamente 18 a 45 A y una frecuencia entre 25 y 40 kHz, y la potencia de un puesto de cocción individual está en el intervalo entre 300 W y 3 kW. Los aparatos de cocción por inducción que se pueden adquirir en la mayoría de los países industrializados tienen entre dos y cuatro puestos de cocción por inducción, que se pueden combinar también con puestos de cocción convencionales. En los aparatos modernos de este tipo, algunos o todos los puestos de cocción comprenden dos inductividades arrolladas concéntricamente en espiral entre sí, cuya inductividad exterior se puede conectar opcionalmente a la conductividad interior. La preparación de las corrientes de funcionamiento comparativamente de alta frecuencia se realiza a través de circuitos de inversión (inversores).

20 La técnica de la activación de puestos o aparatos de cocción por inducción -habitualmente a través de circuitos de semiconductores de potencia- ha sido, debido a las ventajas mencionadas anteriormente, desde hace mucho tiempo un objeto de intensivos trabajos de desarrollo, que persiguen especialmente los objetivos de una elevación adicional del rendimiento y de una reducción del gasto de componentes y de circuito y, por lo tanto, de los costes de obtención así como finalmente una elevación adicional del valor de uso para el usuario.

25 Bajo el último punto de vista, el documento EP 0 286 044 A2 describe un circuito para la alimentación de corriente de un puesto de cocción inductivo, que realiza la conmutación de la fuente de corriente en dos placas de cocción evitando ruidos de interferencia molestos a través de dos relés controlados por medio de un microprocesador. La evitación del ruido de conmutación se consigue aquí por medio de la conmutación de las placas de cocción en la zona de entorno del punto de anulación de la tensión de la red, a cuyo fin el microprocesador recibe una información correspondiente desde la fuente de corriente.

30 El documento EP 0 583 519 A1 describe un aparato de cocción por inducción con dos bobinas de inducción, a las que está asociado en común un inversor de semipunto, al que se pueden conectar de forma alterna a través de un relé. En el documento DE 196 54 268 C2 se describe un desarrollo de esta disposición con el que debe prepararse un circuito de control más compacto. Además de las bobinas de calefacción por inducción mencionadas (cargas inductivas), el aparato de cocción tiene un rectificador y un circuito inversor con al menos tres transistores de potencia conectados en el rectificados y conectados en serie, antiparalelo a los cuales está conectado un diodo y en paralelo a los cuales está conectado un condensador de resonancia auxiliar. Además, en asociación con cada bobina de calefacción por inducción tiene, respectivamente, un condensador de resonancia principal así como diodos auxiliares, que se encuentran en cada caso entre una entrada de un condensador de resonancia principal y una salida de rectificador, de tal manera que durante el funcionamiento, una de las bobinas de calefacción por inducción es alimentada con tensión y la otra no.

35 En el documento EP 0 724 379 se describe un aparato de control para puestos de cocción por inducción con varios elementos de calefacción, que presentan una pluralidad de bobinas de inducción que se pueden conectar paralelas entre sí. Este aparato de control tiene cuatro salidas y posibilita de manera diferenciada activaciones separadas así como conexiones conjuntas de varias bobinas de inducción. El circuito inversor comprende esencialmente dos conmutadores electrónicos de HF, hasta cuatro cargas inductivas, una batería de condensadores de circuitos de resonancia y hasta cuatro inversores unipolares.

40 En el documento EP 0 986 287 A2 se describen un circuito inversor con dos salidas así como un procedimiento para el control de la potencia alimentada en sus salidas, con los que deben alimentarse opcionalmente una carga o dos cargas al mismo tiempo (especialmente bobinas de calefacción por inducción de puestos de cocción inductivos). Con el circuito inversor propuesto allí y el procedimiento de control correspondiente deben optimizarse el dimensionado de los inversores y los componentes de semiconductores de potencia así como el control de la alimentación de la potencia de las bobinas de inducción y debe reducirse al mínimo el desarrollo de ruido. El inversor propuesto allí es del tipo de puente H asimétrico de tres fases con una derivación común y dos derivaciones independientes una de la otra, que comprenden componentes de potencia. Tiene dos conmutadores de topología variable para el control opcional de una de las dos bobinas de inducción o de ambas al mismo tiempo. Entre cada bobina y la derivación común están previstos en circuito en serie unos condensadores para la reducción del flujo medio de la corriente a través de los componentes de semiconductores de potencia (transistores).

Se conoce a partir del documento EP 0 971 562 A1 una disposición de varias bobinas para puestos de cocción por inducción, que permite la fabricación de aparatos de cocción para uso doméstico y para aplicación profesional con bobinas de inducción idénticas y circuitos inversores o bien circuitos convertidores.

- 5 Estas disposiciones tienen -además de muchos otros resultados de desarrollo- avances en la solución de los cometidos generales mencionados anteriormente, pero hasta ahora no han podido conducir a un empleo masivo de puestos de cocción por inducción en el sector privado o comercial.

- 10 Por lo tanto, la invención tiene el cometido de indicar un circuito inversor mejorado adicionalmente del tipo indicado al principio así como un procedimiento de funcionamiento eficiente para un circuito de este tipo, con los que se puede reducir adicionalmente el gasto para la realización de un control flexible de varias cargas (puestos de cocción o bien bobinas de inducción) y cuyo funcionamiento se puede configurar de manera todavía más eficiente más fácil para el usuario.

- 15 Este cometido se soluciona en lo que se refiere al aspecto del dispositivo por medio de un circuito inversor con las características de la reivindicación 1 y con respecto al procedimiento a través de un procedimiento de funcionamiento con las características de acuerdo con la reivindicación 9.

- 20 En su aspecto de dispositivo, la invención incluye la idea esencial de una duplicación parcial de una topología de inversor convencional para la configuración de una topología con varias salidas. En este caso, se duplican o multiplican aquellas secciones de la topología conocida, que posibilitan un control independiente de las salidas. La forma de realización de esta duplicación parcial requiere la identificación de las secciones de la topología original que son necesarias para el control de la salida. La topología creada a través de este modo de proceder se puede optimizar a través de la introducción de conmutadores adicionales (conmutadores), a través de los cuales se pueden reconfigurar las salidas inactivas opcionalmente para la alimentación de salidas activas. Esto posibilita una elevación del rendimiento de inversión o bien de conversión y una reducción (adicional) de la temperatura de funcionamiento de los componentes de potencia en el sentido del cometido mencionado anteriormente.

- 30 La invención incluye, por otra parte, la idea de la utilización y modificación de una estructura de inversor del tipo de puente o semipuente para la formación de una topología de inversor con varias salidas. Si todos los conmutadores de la topología de puente son necesarios para el control de la salida, no existe ninguna sección a utilizar en común a través de una topología con varias salidas, es decir, que para la topología con varias salidas, el principio de la duplicación parcial conduce a una duplicación (o multiplicación) del número de los conmutadores de configuración o bien conmutadores.

- 35 Los principios de desarrollo esenciales de la invención posibilitan un control ventajoso no sólo de aparatos de cocción por inducción, sino también de otros aparatos eléctricos, en los que se pueden emplear circuitos inversores con varias salidas, por ejemplo de motores eléctricos con varios arrollamientos o bien arrollamientos principales y arrollamientos auxiliares, disposiciones de transformador con varios arrollamientos y/o arrollamientos principales y arrollamientos auxiliares así como disposiciones de iluminación.

- 40 Desde la perspectiva del procedimiento de funcionamiento, la invención incluye la idea de prever una estrategia de control con la misma frecuencia para todas las salidas del inversor. Una estrategia de control adecuada debe proporcionar una reducción de las pérdidas sobre toda la zona de potencia y, por lo tanto, cumplir los requerimientos planteados a la refrigeración y las especificaciones de los componentes manteniendo las ventajas inherentes a la configuración propuesta. Esta estrategia -explicada en detalle más adelante- se puede designar como supresión o anulación de tensión unipolar.

- 50 El circuito inversor propuesto se basa en el circuito de puentes de resonancia en serie conocido en sí con una salida, que se puede emplear para la alimentación de corriente de alta frecuencia de una única carga inductiva. Tiene derivaciones, en las que están dispuestos conmutadores electrónicos de alta frecuencia, que comprenden componentes de semiconductores de potencia relativamente costosos. Con la invención se posibilita aquí la alimentación de corriente de varias cargas con un número reducido de componentes de potencia costosos y, por lo tanto, la preparación de un circuito inversor, en general, de coste más favorable. Además, el circuito propuesto presenta una capacidad de activación mejorada y sobre todo también un desarrollo de ruido muy reducido. Además, mejora la capacidad de control de una disposición de varias cargas inductivas y el aprovechamiento de los condensadores de resonancia o bien baterías de condensadores existentes. Los conmutadores solamente son activados cuando la necesidad de potencia de una de las cargas se modifica a cero o partiendo de cero, lo que eleva tendencialmente la duración de vida útil.

- 60 Un caso especial, principalmente importante para aparatos de cocción por inducción del circuito inversor de acuerdo con la invención es aquél que tiene dos salidas, que se pueden conectar a través de dos conmutadores unipolares opcionalmente en cada caso con dos de un total de cuatro o con todos los cuatro conmutadores electrónicos de alta potencia. Puesto que los aparatos de cocción por inducción están equipados habitualmente con dos o cuatro puestos de cocción inductivos, o dos de tales circuitos inversores posibilitan la alimentación de un aparato de cocción por inducción completo o de un aparato de cocción combinado con la corriente alterna de alta frecuencia necesaria.

ES 2 338 863 T3

En otra configuración preferida, una conexión de las cargas está conectada en cada caso directamente con dos conmutadores electrónicos de alta frecuencia y los conmutadores están conectados a través de capacidades en serie, respectivamente, con un punto nodal entre dos de los conmutadores de alta frecuencia.

5 En una forma de realización alternativa a ella, las cargas están conectadas, respectivamente, con un punto nodal entre dos capacidades parciales en serie y a través de éstas con una primera conexión de los conmutadores electrónicos de alta frecuencia y los conmutadores están conectados en cada caso directamente con un punto nodal entre dos de los conmutadores de alta frecuencia.

10 Los conmutadores de alta frecuencia presentan -de manera conocida en sí- respectivamente, un circuito en paralelo formado por un transistor de potencia y por un diodo, y los conmutadores pueden estar configurados de manera probada como relés electromagnéticos. Además, el circuito tiene un filtro de entrada inductivo y un filtro de entrada capacitivo. Con esta constelación de componentes probados, el circuito inversor alcanza una alta fiabilidad y duración de vida útil con costes de fabricación favorables. Las capacidades paralelas están configuradas como condensadores de resonancia
15 para el cumplimiento de una condición de resonancia o casi condición de resonancia con una porción inductiva de las cargas, para la variante I mencionada anteriormente.

Las ventajas y conveniencias de la invención se deducen, por lo demás, a partir de las reivindicaciones dependientes así como de la descripción siguiente de ejemplos de realización con la ayuda de las figuras. En éstas:

20 La figura 1 muestra un diagrama (esbozo de principio) de un circuito inversor con N salidas de acuerdo con una primera forma de realización de la invención.

La figura 2 muestra un diagrama (esbozo de principio) de un circuito inversor con N salidas de acuerdo con una
25 segunda forma de realización de la invención.

La figura 3 muestra un diagrama de la forma de realización de acuerdo con la figura 1 para dos inductividades afectadas por resistencia como cargas.

30 La figura 4 muestra un diagrama de la forma de realización según la figura 2 para dos inductividades afectadas por resistencia como cargas.

La figura 5 muestra formas de las curvas de la tensión y de la intensidad de la corriente a través de una carga RLC de acuerdo con una nueva estrategia de control.

35 La figura 6 muestra las señales de activación para conmutadores electrónicos de alta frecuencia así como las formas de las curvas de la tensión y de la corriente sobre las cargas en una topología de puentes de dos salidas controlada de acuerdo con la estrategia según la figura 5.

40 La figura 7 muestra un diagrama de tiempo relacionado con la figura 6 de las señales de activación para un circuito inversor para el control de dos cargas a través de cuatro conmutadores electrónicos así como las formas de las curvas de la tensión y de la intensidad de la corriente respectivas.

Las figuras 1 y 2 muestran en representaciones esquemáticas dos formas de realización diferentes de un circuito
45 inversor o convertidor con N salidas o bien cargas inductivas, que han sido derivadas por medio del principio de desarrollo descrito anteriormente de la duplicación (multiplicación) parcial, a partir de un circuito inverso casi resonante paralelo con una salida. Aquí, U designa una fuente de tensión, $L_1, L_2, \dots, L_N$ designan cargas inductivas, $S_{11}, \dots, S_{2N}$ designan conmutadores HF, $R_{11}, R_{22}, \dots, R_{NN}$ designan conmutadores para la desconexión de las inductividades y R_{12} a R_{2N} designan conmutadores para la reconfiguración de la topología para el caso de que no todas las inductividades
50 estén conectadas o bien no todas las salidas estén activas.

En la forma de realización de acuerdo con la figura 1, a las cargas inductivas L_1 a L_N y a los conmutadores R_{11} a R_{NN} respectivos están asociados en cada caso unos divisores capacitivos C_{1+}, C_{1-} a C_{N+}, C_{N-} , de tal manera que el extremo de la carga inductiva, que está alejado del conmutador respectivo está conectado con un punto nodal entre C_{1+}, C_{1-} a
55 C_{N+}, C_{N-} . En la forma de realización de acuerdo con la figura 2, unos condensadores o bien baterías de condensadores C_1 a C_N están conectados, respectivamente, entre un punto nodal entre dos conmutadores electrónicos S_{11}, S_{21} , a S_{1N}, S_{2N} , por una parte, y un punto nodal con un circuito paralelo, en una de cuyas derivaciones está conectado en serie un conmutador R_{11} a R_{NN-} con la carga inductiva a L_1 a L_N respectiva y la otra derivación está conectada con conmutadores de reconfiguración.

60 Las figuras 3 y 4 muestran formas de realización especiales de los circuitos de principio de acuerdo con las figuras 1 y 2, en los que la fuente de tensión se designa con VS y en los que están previstos, respectivamente, un filtro de entrada inductiva LF y un filtro de entrada capacitivo CF. Las inductividades (cargas) están designadas aquí como inductividades afectadas con resistencia con L1-R1 o bien L2-R2 y las baterías de condensadores respectivas están
65 designadas con C1 y C2 o bien C1+, C1- y C2+, C2-. En ambos circuitos están previstos cuatro conmutadores electrónicos SW1 a SW4 y dos conmutadores (relés electromagnéticos) R1, R2, de manera que los últimos conectan un circuito en paralelo de las inductividades en cuatro posibilidades de configuración con los conmutadores de HF.

ES 2 338 863 T3

La segunda variante (figura 4) se distingue aquí de la primera variante (figura 3) porque la frecuencia de resonancia depende de los estados de activación de R1 y R2.

5 Los estados de activación de R1, R2 están normalmente cerrados ("nc"). La estrategia de conmutación para los conmutadores de HF SW1, SW2, es la siguiente. El tiempo ON es controlado para la variación de la potencia de salida, y el tiempo OFF es controlado para el cumplimiento de la condición de conmutación ZVS para los transistores.

10 La figura 5 muestra la forma de la curva de la tensión v_0 así como la forma de la curva de la intensidad de la corriente i_L en función del tiempo sobre una carga RLC durante un ciclo de conmutación T según una estrategia de control preferida para el circuito inversor propuesto. Aquí, D es el ciclo de servicio y α_+ es el ángulo de las fases en el semiperiodo positivo y α_- es el ángulo de las fases en el semiperiodo negativo.

15 La figura 6 muestra en un diagrama de tiempo correspondiente las señales de activación para seis conmutadores electrónicos (componentes de semiconductores de potencia) Q_1 a Q_{42} de una topología de puente de dos salidas, que se activa de acuerdo con esta estrategia de control. Las tensiones están designadas con V01, V02 y las intensidades de la corriente sobre las cargas están designadas con i_{L1} o i_{L2} , y α_{1+} , α_{2+} designan de nuevo los ángulos de las fases en la semionda positiva y α_{1-} , α_{2-} designan de los ángulos de las fases en la semionda negativa.

20 Las zonas rayadas tienen el mismo significado que en la modulación por desplazamiento de fases conocida. Como también en las estrategias de control conocidas, las instalaciones de conmutación (conmutadores HF) de la topología pueden ser del tipo de circuito ZVS o ZCS, en función de los valores concretos de D, α_+ , α_- , m y Q.

25 La figura 7 muestra en una representación esquemática relacionada con la figura 6 un diagrama de tiempos de las señales de activación para el caso especial de la llamada anulación de la tensión unipolar para el caso elemental de una carga individual y de cuatro instalaciones de conmutación así como la forma de la curva correspondiente de la tensión y de la intensidad de la corriente.

30 La forma de realización de la invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos anteriormente y a los aspectos sobresalientes, sino que son posibles en una pluralidad de variaciones, tanto en lo que se refiere a la estructura del circuito u del campo de aplicación concreto como también al procedimiento de control.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Circuito inversor del tipo de semipunto de resonancia en serie con una topología con al menos dos salidas para la conexión, respectivamente, con una carga ($L_1 \dots L_N$; L1-R1, L2-R2), especialmente de una bobina de inducción de un puesto de cocción por inducción, con una fuente de tensión continua (U; VS), un circuito de semipunto con derivaciones, que comprende, respectivamente, conmutadores electrónicos de alta frecuencia ($S_{11} \dots S_{2N}$; SW1-SW4) con componentes de semiconductores de potencia, y conmutadores ($R_{11} \dots R_{NN}$; R1-R2) para la modificación de la topología para la alimentación opcional de una carga a una salida seleccionada o de varias cargas a varias salidas, **caracterizado** porque la topología con varias salidas está configurada por medio de una multiplicación parcial de un
10 circuito de semipunto de resonancia en serie con una salida para la alimentación de corriente de alta frecuencia a una carga inductiva individual, de manera que a cada salida y, por lo tanto, a cada carga están asociados exactamente dos conmutadores de alta frecuencia ($S_{11} \dots S_{2N}$; SW1-SW4).
- 15 2. Circuito inversor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por dos salidas, que se pueden conectar a través de dos conmutadores unipolares (R1, R2) opcionalmente en cada caso con dos de un total de cuatro o con todos los cuatro conmutadores electrónicos de alta frecuencia (SW1-SW4).
- 20 3. Circuito inversor de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque una conexión de las cargas ($L_1 \dots L_N$; L1-R1, L2-R2), está conectada directamente con dos conmutadores electrónicos de alta frecuencia ($S_{11} \dots S_{2N}$; SW1-SW4) y los conmutadores ($R_{11} \dots R_{NN}$; R1-R2) están conectados a través de capacidades en serie ($C_1 \dots C_N$; C1, C2), respectivamente, con un punto nodal entre dos de los conmutadores de alta frecuencia.
- 25 4. Circuito inversor de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque las cargas ($L_1 \dots L_N$; L1-R1, L2-R2) están conectadas en cada caso con un punto nodal entre dos capacidades parciales en serie ($C_{1-}, C_{1+}; C_{N-}, C_{N+}; C_{1-}, C_{1+}, C_{2-}, C_{2+}$) y a través de éstas están conectadas con una primera conexión de los conmutadores electrónicos de alta frecuencia ($S_{11} \dots S_{2N}$; SW1-SW4) y los conmutadores ($R_{11} \dots R_{NN}$; R1-R2) están conectados en cada caso directamente con un punto nodal entre dos de los conmutadores de alta frecuencia.
- 30 5. Circuito inversor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los conmutadores electrónicos de alta frecuencia ($S_{11} \dots S_{2N}$; SW1-SW4) presentan, respectivamente, un transistor y un diodo conectado antiparalelo con éste y los conmutadores están configurados como relés electromecánicos.
- 35 6. Circuito inversor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las capacidades en serie ($C_1 \dots C_N$; C1, C2; $C_{1-}, C_{1+}; C_{N-}, C_{N+}; C_{1-}, C_{1+}, C_{2-}, C_{2+}$) están configuradas como condensadores de resonancia para el cumplimiento de una condición de resonancia o casi-condición de resonancia con una porción inductiva de las cargas.
- 40 7. Aparato de cocción por inducción con un circuito inversor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores y con al menos dos puestos de cocción por inducción, que presentan, respectivamente, al menos una bobina de inducción arrollada en espiral en un plano, como carga del circuito inversor.
- 45 8. Circuito inversor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por un filtro de entrada inductivo (LF) y un filtro de entrada capacitivo (CF).
- 50 9. Procedimiento para el funcionamiento de un circuito inversor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque en cada estado de funcionamiento, todas las salidas del circuito inversor son alimentadas con la misma frecuencia y se aplica el principio de una anulación de la tensión unipolar.

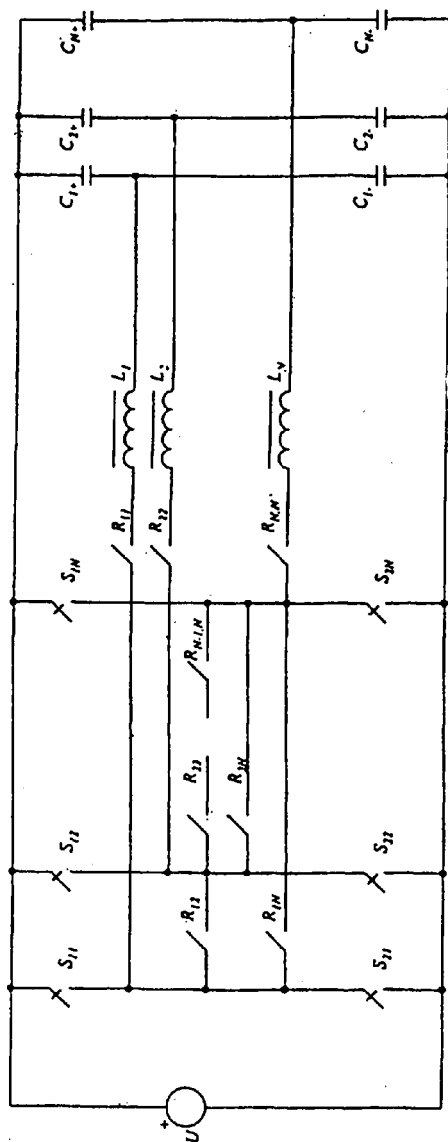


Fig. 1

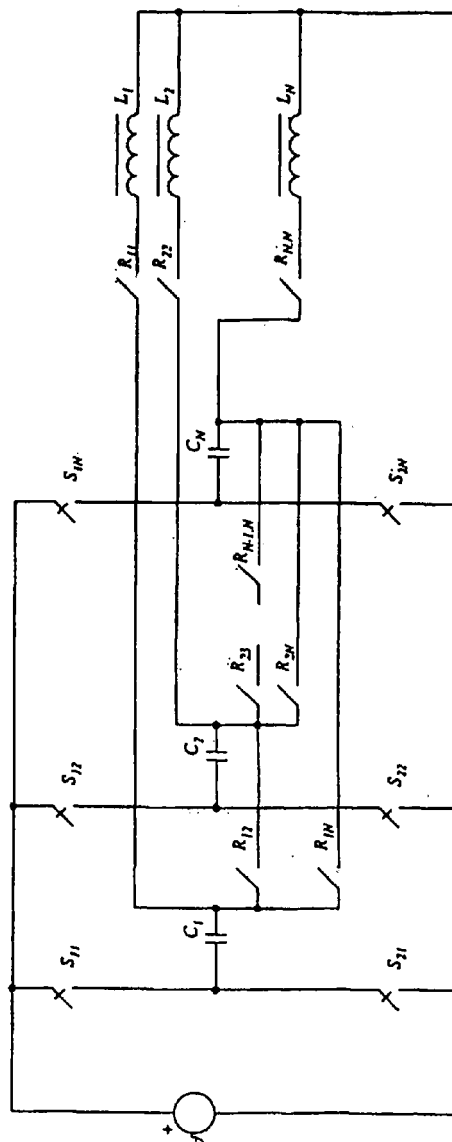


Fig. 2

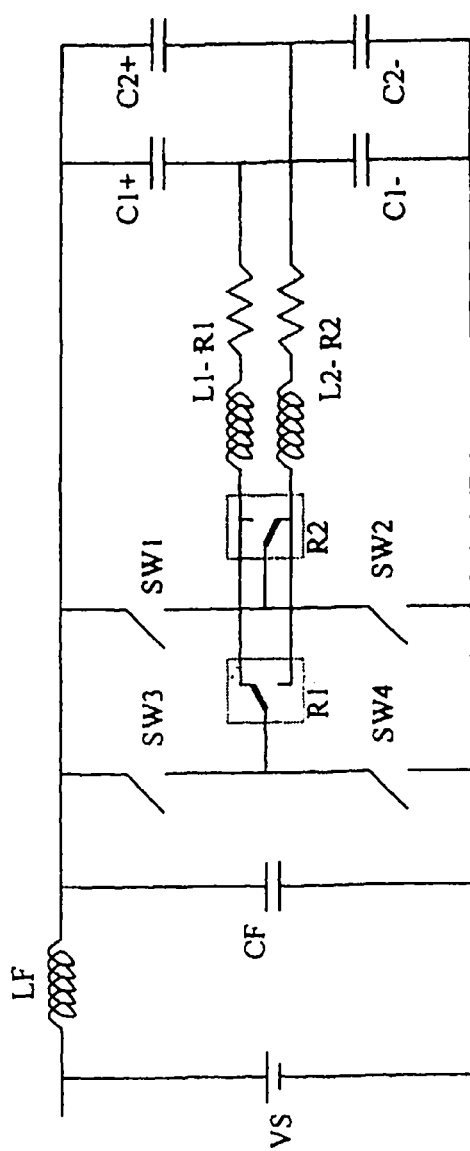


Fig. 3

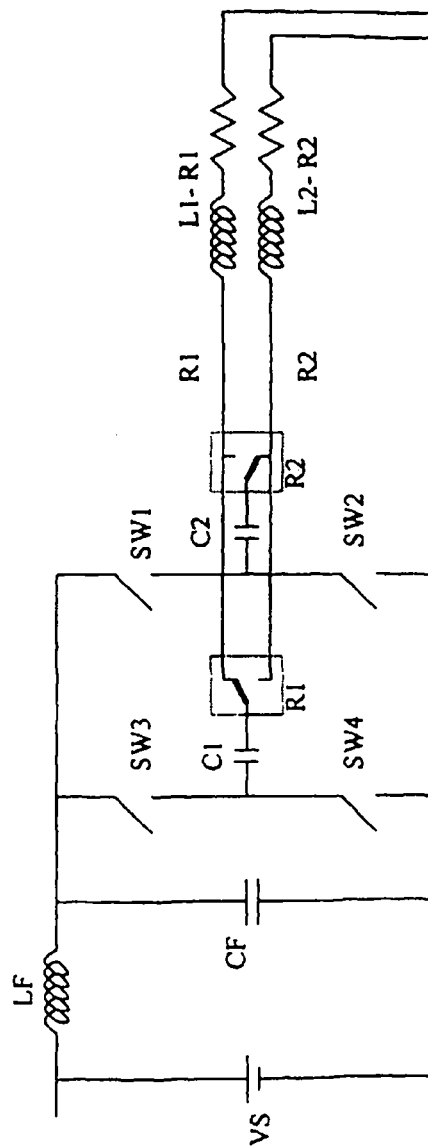


Fig. 4

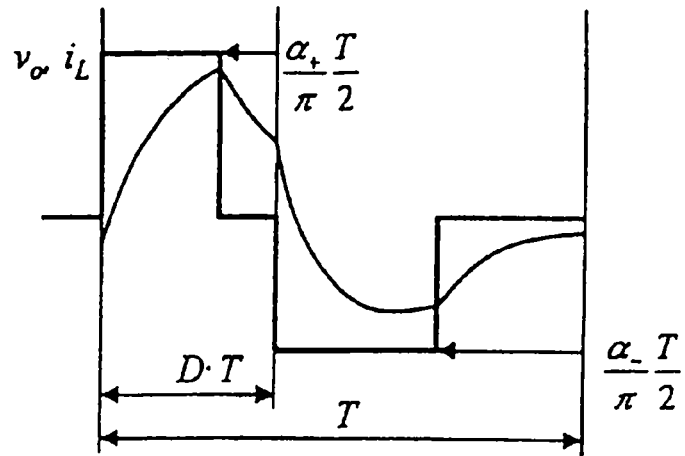


Fig. 5

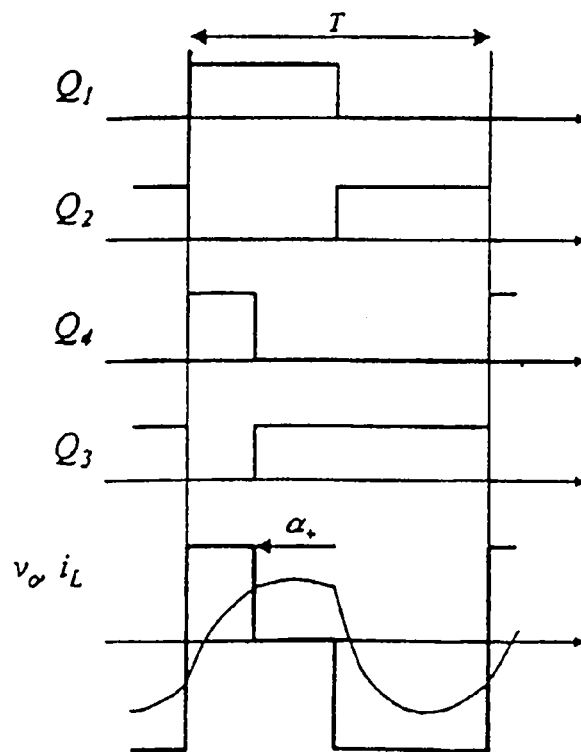


Fig. 7

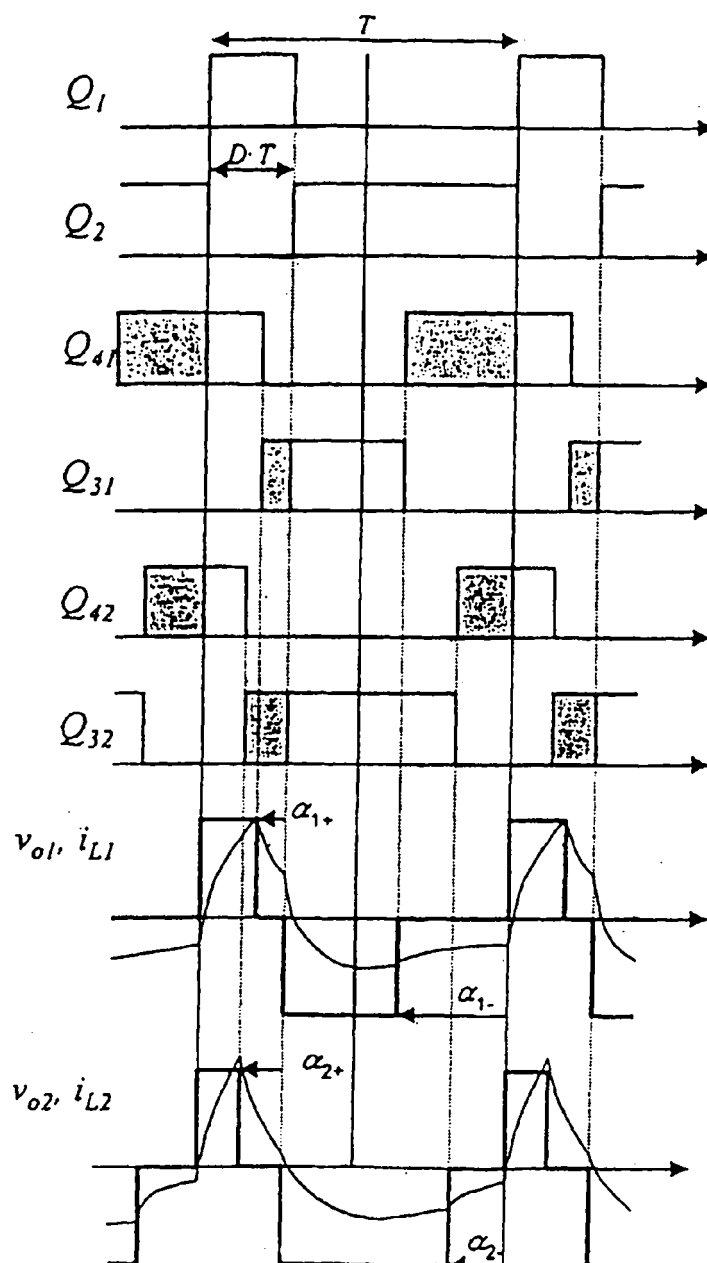


Fig. 6