



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 348 917**

51 Int. Cl.:
H02M 1/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08101425 .0**

96 Fecha de presentación : **08.02.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **1959550**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.08.2008**

54

Título: **Convertidor de corte unipolar o bipolar con tres devanados acoplados magnéticamente.**

30

Prioridad: **13.02.2007 FR 07 53236**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2010

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.12.2010

73

Titular/es: **Sagem Défense Sécurité
Le Ponant de Paris - 27, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72

Inventor/es: **Lacombe, Bertrand y
Salopek, Ivica**

74

Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 348 917 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).

ES 2 348 917 T3

DESCRIPCIÓN

Convertidor de corte unipolar o bipolar con tres devanados acoplados magnéticamente.

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un convertidor de corte unipolar o bipolar, que funciona en los cuadrantes ($I_s > 0$; $V_s > 0$) e ($I_s < 0$; $V_s < 0$), así como con una corriente o tensión de salida nulas, que posee unos devanados magnéticamente acoplados, que puede ser configurado con el modo de regulación adaptado en fuente de corriente o fuente de tensión.
10 Se aplica a cualquier tipo de equipo terrestre, naval o aéreo que utiliza este tipo de convertidor, particularmente los mandos de accionador electromagnético de los autómatas de regulación para turbomotores.

Estado de la técnica anterior

15 El mando de accionadores eléctricos que presentan una carga de tipo RL (resistencia e inductancia en serie) se puede realizar ya sea mediante aplicación de una tensión regulada en los bornes de la bobina de mando del accionador, ya sea mediante una fuente de corriente, siendo esta última solución a menudo preferida en entorno severo ya que permite esencialmente limitar la potencia utilizada para gobernar el accesorio.

20 Las fuentes de corriente de corte pueden ser reagrupadas clásicamente entre las fuentes de corriente que utilizan la inductancia de la carga como elemento de almacenaje de la energía durante la operación de corte, con por consiguiente la aplicación en los bornes de la carga, en la frecuencia de corte, de una tensión alternativamente positiva y negativa, pudiendo ser consideradas las transiciones entre estos dos estados teóricamente como instantáneas, y suministrando las fuentes de corrientes una corriente continua y, por consiguiente, una tensión continua en los bornes de la carga,
25 cuyo elemento de almacenaje de energía para el corte está situado en la misma tarjeta de mando.

Las fuentes de corriente de corte que utilizan la inductancia de la carga como elemento de almacenaje de energía tienen la ventaja de presentar un mando que es a primera vista simple. Comprenden pocos o eventualmente ningún elemento inductivo, lo que conduce a una cierta ganancia en las dimensiones del circuito. En cambio, presentan un
30 cierto número de inconvenientes. Presentan una gran dependencia con respecto al valor de la inductancia de la carga: la capacidad de controlar la corriente instantánea en los interruptores de la fuente de corriente depende directamente del valor de la inductancia de carga. La estabilidad en los cortocircuitos entre los bornes de salida del convertidor o entre cualquier borne de salida y la masa es muy difícil. En efecto, en caso de cortocircuito de la carga, no es posible, excepto que se añadan componentes, limitar la corriente instantánea. En consecuencia, es obligado en la práctica
35 añadir una inductancia en la salida de la fuente de corriente con el fin de limitar la corriente de cortocircuito, añadir un dispositivo de protección y de corte muy rápido para limitar el valor máximo de la corriente de cortocircuito, añadir un circuito de desmagnetización de la inductancia de salida para gestionar el corte después de la detección del cortocircuito en la salida, sobredimensionar las interfaces (condensador de filtrado de entrada) para que puedan soportar la corriente de cortocircuito. En lo que concierne al aspecto de la compatibilidad electromagnética (emisiones
40 conducidas esencialmente), estas fuentes de corriente son difíciles de hacer compatibles con las normas de emisión aeronáuticas, si se quiere una frecuencia de corte elevada, sobre todo si la carga se gobierna al cabo de varios metros de cable. Resulta una frecuencia de corte reducida típicamente por debajo de 10 kHz y una obligación de dimensionar un filtro de salida (modo común y modo diferencial) que jugará un papel de primer plano en la estabilidad del conjunto. Este tipo de fuente de corriente de corte está restringida a aplicaciones de fuerte potencia, para las que una frecuencia
45 de corte débil no es forzosamente una desventaja.

Para las fuentes de corriente que suministran una tensión continua en los bornes de la carga, el corte ya no se efectúa en la carga sino que la corriente (o la tensión) es regulada en la salida de un convertidor de corte que comprende una inductancia que almacena como mínimo toda la energía transferida a la carga y un condensador es añadido para alisar
50 la tensión de salida. En consecuencia, la tensión de salida es casi continua en los bornes de la carga. Por supuesto, hay menos dificultades para mantener las normas aeronáuticas de ruido emitidas en conducción. En caso de cortocircuito de la carga, la corriente en el convertidor permanece naturalmente limitada. Se pueden considerar frecuencias de corte que sobrepasan los 100 kHz, limitadas de hecho por el rendimiento del convertidor y la productividad de los circuitos de mando de rejilla de los elementos interruptores.
55

La figura 1a es un esquema eléctrico de un convertidor de la técnica anterior que suministra una tensión continua en los bornes de una carga. El circuito es alimentado por una tensión positiva V_p (por ejemplo +25 V) y una tensión negativa V_m (por ejemplo -25 V) con respecto a la masa. Comprende dos elementos T1 y T2 que comprenden cada uno dos devanados magnéticamente acoplados alrededor de un núcleo magnético. Los devanados de un mismo elemento
60 T1 o T2 están bobinados en oposición como está indicado mediante un punto en la figura 1. El devanado E1 del elemento T1 posee un primer extremo unido a la tensión V_p a través de un diodo D5 montado a la inversa con respecto a la tensión V_p , estando su segundo extremo en la masa. El devanado E2 del elemento T1 posee un primer extremo unido a un primer borne de un interruptor Q3 cuyo borne segundo está unido a la tensión V_p . El segundo extremo del devanado E2 está unido al borne S1P de salida del circuito. El devanado E3 del elemento T2 posee un primer extremo unido a la tensión V_m a través de un diodo D6 montado a la inversa con respecto a la tensión V_m , estando su
65 segundo extremo en la masa. El devanado E4 del elemento T2 posee un primer extremo unido a un primer borne de un interruptor Q4 cuyo borne segundo está unido a la tensión V_m . El segundo extremo del devanado E4 está unido al borne de salida S1P del circuito. Un condensador C1 de alisado está conectado entre la salida S1P y la masa.

ES 2 348 917 T3

El convertidor es transformado en fuente de corriente mediante la adición de un medio de medida de la corriente de salida, de una regulación y de un modulador adaptados. Es lo que muestra la figura 1b en la que la carga conectada en la salida del convertidor es representada en forma de una resistencia R_c y de una inductancia L_c conectadas en serie. La corriente de salida es medida por un medio 1 de medida que libera una señal representativa en una primera entrada de un medio 2 de regulación (o corrector). Una segunda entrada E_c del medio 2 de regulación recibe una señal de consigna. La señal de salida del medio 2 de regulación es dirigida a la entrada de un modulador 3 que libera una señal SQ3 de mando en el interruptor Q3 y una señal SQ4 de mando en el interruptor Q4.

El convertidor ilustrado por la figura 1a comprende, por lo tanto, cuatro devanados y dos núcleos magnéticos, lo que conduce a un coste relativamente elevado y un volumen del circuito relativamente grande.

El documento EP-A-0913919 describe un convertidor de corte alimentado por una tensión positiva y una tensión negativa con respecto a la masa, con dos interruptores en serie que liberan una tensión de salida en un punto común, y con dos diodos montados en paralelo con los dos interruptores, con unos devanados primarios en el circuito de salida en una carga y con un devanado secundario en serie con una bobina para evacuar la energía en la fuente de tensión cuando se abren los interruptores.

Exposición de la invención

Con el fin de disminuir el coste y el volumen de un convertidor de corte que suministra una tensión continua positiva, negativa o nula en los bornes de una carga, se propone, según la presente invención, un circuito de tres devanados acoplados en un solo núcleo magnético. Es entonces necesario añadir dos diodos al circuito, pero estos elementos son de bajo coste y de bajo volumen.

Un primer objeto de la invención consiste en un convertidor de corte alimentado por una tensión positiva y una tensión negativa con respecto a la masa, y que libera una tensión de salida entre un primer borne de salida y un borne de salida segundo, que comprende tres devanados bobinados alrededor de un núcleo magnético, estando dichos primer y segundo devanados montados en serie y bobinados en oposición, sus extremos comunes, o primeros extremos, estando unidos en la masa, estando unido el extremo segundo del primer devanado a la tensión positiva a través de un primer diodo montado a la inversa con respecto a la tensión positiva, estando unido el segundo extremo del devanado a la tensión negativa a través de un segundo diodo montado a la inversa con respecto a la tensión negativa, poseyendo el tercer devanado un primer extremo unido a un punto medio de una rama que une la tensión positiva a la tensión negativa, uniendo la parte de rama el punto medio a la tensión positiva que comprende, dispuestos en serie, un primer medio que forma interruptor y un tercer diodo montado en directo con respecto a la tensión positiva y que forma conjunto un interruptor unidireccional con poder de bloqueo directo e inverso, uniendo la parte de rama el punto medio a la tensión negativa que comprende, dispuestos en serie, un segundo medio que forma interruptor y un cuarto diodo montado en directo con respecto a la tensión negativa y que forma conjunto un interruptor unidireccional con poder de bloqueo directo e inverso, siendo unido el segundo extremo del tercer devanado al borne de salida, poseyendo el tercer devanado un número de espiras superior al número de espiras del primer devanado y superior al número de espiras del devanado segundo.

Ventajosamente, un condensador de alisado está conectado entre el primer borne de salida y la masa.

Ventajosamente también, en la rama que une la tensión positiva a la tensión negativa, dicha disposición en serie consiste en disponer el primer y segundo medios que forman interruptor del lado de las tensiones positiva o negativa respectivas y en disponer los diodos del lado del punto medio.

Los medios que forman interruptor pueden ser elegidos entre los transistores MOS, los transistores bipolares, los transistores IGBT o cualquier otro interruptor que tenga un poder de conducción bidireccional y un poder de bloqueo directo.

Para una primera aplicación, el convertidor puede comprender además un medio de medida de la tensión de salida del convertidor, liberando este medio de medida una señal de salida representativa de la tensión de salida en una primera entrada de un medio de regulación cuya entrada segunda recibe una señal de consigna, liberando el medio de regulación una señal suministrada en la entrada de un modulador cuya primera salida envía una señal de mando al primer medio que forma interruptor y cuya salida segunda envía una señal de mando al medio segundo que forma interruptor, estando así configurado el convertidor en fuente de tensión.

Para una segunda aplicación, el convertidor puede comprender además un medio de medida de la corriente de salida del convertidor, liberando este medio de medida una señal de salida representativa de la corriente de salida del convertidor en una primera entrada de un medio de regulación cuya entrada segunda recibe una señal de consigna, liberando el medio de regulación una señal suministrada en la entrada de un modulador cuya primera salida envía una señal de mando al primer medio que forma interruptor y cuya segunda salida envía una señal de mando al segundo medio que forma interruptor, estando configurado así el convertidor en fuente de corriente.

El convertidor de corte según la invención puede equipar un mando de accionador electromecánico, un autómatas de regulación, un turbomotor o un equipo terrestre, naval o aeronáutico.

ES 2 348 917 T3

El convertidor de corte según la presente invención puede funcionar según los siguientes procedimientos.

Un primer procedimiento comprende las siguientes etapas, para un ciclo de funcionamiento y para hacer pasar una corriente negativa en la carga:

5 - una primera etapa en el transcurso de la cual se abre el primer medio que forma interruptor, el cuarto diodo permite el paso de corriente, se cierra el segundo medio que forma el interruptor y se bloquean el primer, segundo y tercer diodos durante una primera parte de ciclo, funcionando el convertidor en modo continuo o en modo discontinuo,

10 - una segunda etapa, que sucede a la primera etapa, en el transcurso de la cual se abren el primer y segundo medios que forman interruptor, el segundo diodo permite el paso de corriente y se bloquean el primer, tercer y cuarto diodos durante una segunda parte de ciclo, no acabando esta segunda parte de ciclo el ciclo si el convertidor funciona en modo discontinuo y acabando el ciclo si el convertidor funciona en modo continuo,

15 - una tercera etapa, que sucede a la segunda etapa si el convertidor funciona en modo discontinuo, en el transcurso de la cual se abren el primer y segundo medios que forman interruptor y se bloquean el primer, segundo, tercer y cuarto diodos durante una tercera parte de ciclo que se acaba al final del ciclo.

20 Un segundo procedimiento comprende las siguientes etapas, para un ciclo de funcionamiento y para hacer pasar una corriente positiva en la carga:

25 - una primera etapa en el transcurso de la cual se cierra el primer medio que forma interruptor, el tercer diodo permite el paso de corriente, se abre el segundo medio que forma el interruptor y el primer, segundo y cuarto diodos se bloquean durante una primera parte de ciclo, funcionando el convertidor en modo continuo o en modo discontinuo,

30 - una segunda etapa, que sucede a la primera etapa, en el transcurso de la cual el primer medio permite el paso de corriente, se abren el primer y segundo medios que forman interruptor, y se bloquean el segundo, tercer y cuarto diodos durante una segunda parte de ciclo, no acabando el ciclo esta segunda parte de ciclo si el convertidor funciona en modo discontinuo y acabando el ciclo si el convertidor funciona en modo continuo,

35 - una tercera etapa, que sucede a la segunda etapa si el convertidor funciona en modo discontinuo, en el transcurso de la cual se abren el primer y segundo medios que forman interruptor y se bloquean el primer, segundo, tercer y cuarto medios, durante una tercera parte de ciclo que se acaba al final del ciclo.

Un tercer procedimiento comprende las siguientes etapas, para un ciclo de funcionamiento y para hacer pasar una corriente negativa en la carga, funcionando el convertidor en modo continuo:

40 - una primera etapa en el transcurso de la cual se cierra el primer medio que forma interruptor, el tercer diodo permite el paso de corriente, se abre el segundo medio que forma interruptor y se bloquean el primer y cuarto diodos durante una primera parte de ciclo, siendo bloqueado el diodo segundo si la tensión de salida del convertidor es, en valor absoluto, suficientemente baja,

45 - una segunda etapa, que sucede a la primera etapa, en el transcurso de la cual el primer diodo permite el paso de corriente, se abren el primer y segundo medios que forman interruptor, y se bloquean el segundo, tercer y cuarto diodos durante una segunda parte de ciclo,

50 - una tercera etapa, que sucede a la segunda etapa, en el transcurso de la cual se cierra el segundo medio que forma interruptor, el cuarto diodo permite el paso de corriente, se abre el primer medio que forma interruptor y se bloquean el primer, segundo y tercer diodos, durante una tercera parte de ciclo,

55 - una cuarta etapa, que sucede a la tercera etapa, en el transcurso de la cual el segundo diodo permite el paso de corriente, se abren el primer y segundo medios que forman interruptor y se bloquean el primer, tercer y cuarto diodos, acabándose durante una cuarta parte al final del ciclo.

Un cuarto procedimiento comprende las siguientes etapas, para un ciclo de funcionamiento y para hacer pasar una corriente positiva en la carga, funcionando el convertidor en modo continuo:

60 - una primera etapa en el transcurso de la cual se cierra el primer medio que forma el interruptor, el tercer diodo permite el paso de corriente, se abre el segundo medio que forma interruptor y se bloquean el primer, segundo y cuarto diodos durante una primera parte de ciclo,

65 - una segunda etapa, que sucede a la primera etapa, en el transcurso de la cual el primer diodo permite el paso de corriente, se abren el primer y segundo módulos que forman interruptor, y se bloquean el segundo, tercer y cuarto diodos durante una segunda parte de ciclo,

ES 2 348 917 T3

- una tercera etapa, que sucede a la segunda etapa, en el transcurso de la cual se cierra el segundo medio que forma interruptor, el cuarto diodo permite el paso de corriente, se abre el primer medio que forma el interruptor y se bloquean el segundo y tercer diodos, durante una tercera parte de ciclo, el primer diodo está bloqueado si la tensión de salida es, en valor absoluto, suficientemente baja,

5

- una cuarta etapa, que sucede a la tercera etapa, en el transcurso de la cual el segundo diodo permite el paso de corriente, se abren el primer y segundo medios que forman interruptor y se bloquean el primer, tercer y cuarto diodos, acabándose durante una cuarta parte del ciclo al final del ciclo.

10 Breve descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor y otras ventajas y particularidades aparecerán en la lectura de la descripción que va a seguir, dada a título de ejemplo no limitativo, acompañada de los dibujos adjuntos entre los que:

15 - la figura 1a es un esquema eléctrico de un convertidor de corte de la técnica anterior que suministra una tensión continua en los bornes de una carga,

20 - la figura 1b es un esquema eléctrico del convertidor de la figura 1a utilizado en calidad de fuente de corriente de corte mediante adjunción de un medio de medida de la corriente de salida, así como corrector y modulador adecuados,

- la figura 2 es un esquema eléctrico de un convertidor de corte que suministra una tensión continua en los bornes de una carga, según la invención,

25 - las figuras 3A a 3N ilustran el modo de funcionamiento de la presente invención,

- las figuras 4A a 4F son cronogramas que corresponden a diferentes modos de funcionamiento ilustrados por las figuras 3A a 3N,

30 - la figura 5a muestra el principio de utilización del convertidor según la invención en calidad de fuente de tensión,

- la figura 5b muestra el principio de utilización del convertidor según la invención en calidad de fuente de corriente.

Exposición detallada de un modo de realización de la invención

35 La figura 2 es un esquema eléctrico de un convertidor de corte que suministra una tensión continua en los bornes de una carga, según la invención. Este convertidor puede ser de la misma manera que para el convertidor descrito en las figuras 1a y 1b convertido en fuente de corriente de corte mediante la adjunción de un medio (directo o indirecto) de medida de la corriente de la carga y del corrector y modulador adecuados. Como para la figura 1a, el circuito es alimentado por una tensión positiva V_p (por ejemplo +25 V) y una tensión negativa V_m (por ejemplo -25 V) con respecto a la masa. Comprende un elemento que forma transformador y que comprende tres devanados L_p , L_{s1} y L_{s2} bobinados alrededor de un único núcleo magnético. El sentido de bobinado es indicado por un punto en la figura 2. Los devanados L_{s1} y L_{s2} están montados en serie para constituir el segundo del elemento que forma transformador, estando su punto común (sus primeros extremos) en la masa. El devanado L_p constituye el primero del elemento que forma transformador. El segundo extremo del devanado L_{s1} está unido a la tensión V_p a través de un diodo D1 montado a la inversa con respecto a la tensión V_p . El segundo extremo del devanado L_{s2} está unido a la tensión V_m a través de un diodo D2 montado a la inversa con respecto a la tensión V_m . El devanado L_p tiene un primer extremo unido al cátodo de un diodo D3 y al ánodo de un diodo D4. El segundo extremo del devanado L_p está unido al borne SP de salida del circuito. Un primer borne de un interruptor Q1 está unido al ánodo del diodo D3 y su segundo borne está unido a la tensión V_p . Un primer borne de un interruptor Q2 está unido al cátodo del diodo D4 y su segundo borne está unido a la tensión V_m . Un condensador Cs de alisado está conectado entre la salida SP y la masa. La salida SM puede ser realizada en la masa mecánica directamente, o vía una resistencia, siguiendo la necesidad del usuario.

55 Los interruptores Q1 y Q2 son ventajosamente unos elementos con transistores MOSFET con canal N o con canal P, siguiendo las necesidades del usuario. Pueden ser remplazados por cualquier otro interruptor que tenga una capacidad de conducción bidireccional y una capacidad de bloqueo directo.

Siendo N_p el número de espiras del devanado L_p , siendo N_{s1} el número de espiras del devanado L_{s1} y siendo N_{s2} el número de espiras del devanado L_{s2} , N_p es superior a N_{s1} y a N_{s2} , por ejemplo $N_{s1}=N_{s2}=0,75 N_p$.

60

La figura 2 menciona las siguientes tensiones:

- v_{q1} en los bornes de Q1,

65 - v_{q2} en los bornes de Q2,

- v_{d1} en los bornes de D1,

ES 2 348 917 T3

- v_{d2} en los bornes de D2,
- v_{d3} en los bornes de D3,
- 5 - v_{d4} en los bornes de D4,
- v_{ls1} en los bornes de Ls1,
- v_{ls2} en los bornes de Ls2,
- 10 - v_{lp} en los bornes de Lp, y
- v_s en los bornes de Cs, sea la tensión de salida del convertidor.

15 La figura 2 menciona igualmente las siguientes corrientes:

- i_{ls1} que atraviesa el devanado Ls1,
- i_{ls2} que atraviesa el devanado Ls2,
- 20 - i_{lp} que atraviesa el devanado Lp, y
- i_s que atraviesa la carga Z del convertidor, sea la corriente de salida.

25 El funcionamiento del convertidor de corte va a ser explicado ahora con ayuda de las figuras 3A a 3N en función de órdenes (cierre, apertura) enviadas a los interruptores Q1 y Q2. En estas figuras, las corrientes que circulan en el circuito se indican mediante unos trazos gruesos. Como se verá, el convertidor según la invención es un convertidor de dos cuadrantes: $V_s > 0$, $i_s > 0$ y $v_s < 0$, $i_s > 0$.

30 Las figuras 3A a 3F se refieren a un modo de funcionamiento en el que un solo transistor Q1 o Q2 (que forman interruptor) permite el paso de corriente cuando la corriente de salida es negativa ($i_s < 0$) o cuando la corriente de salida es positiva ($i_s > 0$).

35 Las figuras 3A a 3C se refieren a un modo de funcionamiento en el que la corriente de salida i_s es negativa, para un ciclo de funcionamiento (de $t=0$ a $t=T$).

40 La figura 3A ilustra una primera etapa del ciclo de funcionamiento entre los instantes $t=0$ y $t=t_1$ (con $t_1 < T$). El circuito puede funcionar en modo continuo y en modo discontinuo. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- Q2 y D4 conducen,
- Q1, D1, D2 y D3 se bloquean.

45 La figura 3B ilustra una segunda etapa del ciclo de funcionamiento, entre los instantes $t=t_1$ y $t=t_2$. El circuito puede funcionar en modo continuo (en este caso $t_2=T$) o en modo discontinuo. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- D2 conduce,
- 50 - Q1, Q2, D1, D3 y D4 se bloquean.

55 La figura 3C ilustra una tercera etapa del ciclo de funcionamiento, únicamente para el modo discontinuo, entre $t=t_2$ y $t=T$. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- Q1, Q2, D1, D2, D3 y D4 se bloquean,
- la corriente i_s que circula en la carga es suministrada por la energía acumulada en el condensador Cs.

60 La figura 4A muestra los cronogramas que corresponden al modo de funcionamiento ilustrado por las figuras 3A a 3C para un modo discontinuo, por lo tanto para un ciclo de funcionamiento que comprende tres etapas.

65 La figura 4B muestra los cronogramas que corresponden al modo de funcionamiento ilustrado por las figuras 3A a 3C para un modo continuo, por lo tanto un ciclo de funcionamiento que comprende dos etapas.

Las figuras 3D a 3F se refieren a un modo de funcionamiento en el que la corriente de salida i_s es positiva, para un ciclo de funcionamiento (de $t=0$ a $t=T$).

ES 2 348 917 T3

La figura 3D ilustra una primera etapa del ciclo de funcionamiento entre los instantes $t=0$ y $t=t_1$ (con $t_1 < T$). El circuito puede funcionar en modo continuo y en modo discontinuo. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- 5 - Q1 y D3 conducen,
 - Q2, D1, D2 y D4 se bloquean.

10 La figura 3E ilustra una segunda etapa del ciclo de funcionamiento, entre los instantes $t=t_1$ y $t=t_2$. El circuito puede funcionar en modo continuo (en este caso $t_2=T$) o en modo discontinuo. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- D1 conduce,
15 - Q1, Q2, D2, D3 y D4 se bloquean.

La figura 3F ilustra una tercera etapa del ciclo de funcionamiento, únicamente para el modo discontinuo, entre $t=t_2$ y $t=T$. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- 20 - Q1, Q2, D1, D2, D3 y D4 se bloquean,
 - la corriente i_s que circula en la carga es suministrada por la energía acumulada en el condensador Cs.

25 La figura 4C muestra los cronogramas que corresponden al modo de funcionamiento ilustrado por las figuras 3D a 3F para un modo discontinuo, por lo tanto para un ciclo de funcionamiento que comprende tres etapas.

La figura 4D muestra los cronogramas que corresponden al modo de funcionamiento ilustrado por las figuras 3D a 3F para un modo continuo, por lo tanto para un ciclo de funcionamiento que comprende dos etapas.

30 Las figuras 3G a 3N se refieren a un modo de funcionamiento en el que los dos transistores Q1 y Q2 (que forman interruptor) conducen cuando la corriente de salida es negativa ($i_s < 0$) y cuando la corriente de salida es positiva ($i_s > 0$). El funcionamiento descrito está en modo continuo.

35 Las figuras 3G a 3J se refieren a un modo de funcionamiento en el que la corriente de salida i_s es negativa, para un ciclo de funcionamiento (de $t=0$ a $t=T$).

La figura 3G ilustra una primera etapa del ciclo de funcionamiento, entre los instantes $t=0$ y $t=t_1$. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- 40 - Q1 y D3 conducen,
 - Q2, D1 y D4 se bloquean,
 - D2 está bloqueado si la tensión de salida en continuo es, en valor absoluto, suficientemente baja.

45 La figura 3H ilustra una segunda etapa del ciclo de funcionamiento, entre los instantes $t=t_1$ y $t=t_2$. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- D1 conduce,
50 - Q1, Q2, D2, D3 y D4 se bloquean.

La figura 3I ilustra una tercera etapa del ciclo de funcionamiento, entre los instantes $t=t_2$ y $t=t_3$. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- 55 - Q2 y D4 conducen,
 - Q1, D1, D2 y D3 se bloquean.

60 La figura 3J ilustra una cuarta etapa del ciclo de funcionamiento, entre los instantes $t=t_3$ y $t=T$. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- D2 conduce,
65 - Q1, Q2, D1, D3 y D4 se bloquean.

Las figuras 3K a 3N se refieren a un modo de funcionamiento en el que la corriente de salida i_s es positiva, para un ciclo de funcionamiento (de $t=0$ a $t=T$).

ES 2 348 917 T3

La figura 3K ilustra una primera etapa del ciclo de funcionamiento, entre los instantes $t=0$ y $t=t_1$. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- Q1 y D3 conducen,
- Q2, D1, D2 y D4 se bloquean.

La figura 3L ilustra una segunda etapa del ciclo de funcionamiento, entre los instantes $t=t_1$ y $t=t_2$. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- D1 conduce,
- Q1, Q2, D2, D3 y D4 se bloquean.

La figura 3M ilustra una tercera etapa del ciclo de funcionamiento, entre los instantes $t=t_2$ y $t=t_3$. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- Q2 y D4 conducen,
- Q1, D2 y D3 se bloquean,
- D1 está bloqueado si la tensión de salida en continuo es, en valor absoluto, suficientemente baja.

La figura 3N ilustra una cuarta etapa del ciclo de funcionamiento, entre los instantes $t=t_3$ y $t=T$. En el transcurso de esta etapa, las órdenes del circuito son tales que:

- D2 conduce,
- Q1, Q2, D1, D3 y D4 se bloquean.

La figura 4E muestra los cronogramas que corresponden al modo de funcionamiento ilustrado por las figuras 3G a 3J, por lo tanto para un ciclo de funcionamiento que comprende cuatro etapas.

La figura 4F muestra los cronogramas que corresponden al modo de funcionamiento ilustrado por las figuras 3K a 3N, por lo tanto para un ciclo de funcionamiento que comprende igualmente cuatro etapas.

La figura 5a muestra el principio de utilización del convertidor según la invención en calidad de fuente de tensión mediante la adjunción de un medio 11 de medida de la tensión diferencial entre las salidas SP y SM, de un corrector adecuado 12 que recibe una consigna E_c y de un modulador 13 adecuado. Las salidas del modulador 13 suministran las tensiones SQ1 y SQ2 de mando de los transistores Q1 y Q2.

La figura 5b muestra el principio de utilización del convertidor según la invención en calidad de fuente de corriente mediante la adjunción de un medio 21 de medida de corriente de salidas i_s del convertidor, de un corrector adecuado 22 que recibe una consigna E_c y de un modulador adecuado 23. Las salidas del modulador 23 suministran las tensiones SQ1 y SQ2 de mando de los transistores Q1 y Q2.

REIVINDICACIONES

1. Un convertidor de corte alimentado por una tensión positiva (V_p) y una tensión negativa (V_m) con respecto a la masa, y que libera una tensión de salida entre un primer borne (SP) de salida y un segundo borne (SM) de salida, estando este último unido directamente a la masa o a través de una resistencia, que comprende tres devanados (L_{s1} , L_{s2} , L_p) bobinados alrededor de un núcleo magnético, estando dichos primer (L_{s1}) y segundo (L_{s2}) devanados montados en serie y bobinados en oposición, sus extremos comunes, o primeros extremos, estando unidos a la masa, estando unido el segundo extremo del primer devanado (L_{s1}) a la tensión positiva (V_p) a través de un primer diodo ($D1$) montado a la inversa con respecto a la tensión positiva (V_p), estando unido el segundo extremo del segundo devanado (L_{s2}) a la tensión negativa (V_m) a través de un segundo diodo ($D2$) montado a la inversa con respecto a la tensión negativa (V_m), poseyendo el tercer devanado (L_p) un primer extremo unido a un punto medio de una rama que une la tensión positiva (V_p) a la tensión negativa (V_m), la parte de rama uniendo el punto medio a la tensión positiva (V_p) que comprende, dispuestos en serie, un primer medio que forma interruptor ($Q1$) y un tercer diodo ($D3$) montado en directo con respecto a la tensión positiva (V_p), y que forma conjunto un interruptor unidireccional con poder de bloqueo directo e inverso, uniendo la parte de rama el punto medio a la tensión negativa (V_m) que comprende, dispuestos en serie, un segundo medio que forma interruptor ($Q2$) y un cuarto diodo ($D4$) montado en directo con respecto a la tensión negativa (V_m), y que forma conjunto un interruptor unidireccional con poder de bloqueo directo e inverso, estando unido el segundo extremo del tercer devanado (L_p) al primer borne de salida, poseyendo el tercer devanado (L_p) un número de espiras superior al número de espiras del primer devanado (L_{s1}) y superior al número de espiras del segundo devanado (L_{s2}).
2. Convertidor de corte según la reivindicación 1, en el que un condensador (C_s) de alisado es conectado entre el primer borne (SP) de salida y la masa.
3. Convertidor de corte según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que, en la rama que une la tensión positiva (V_p) a la tensión negativa (V_m), dicha disposición en serie consiste en disponer el primer ($Q1$) y segundo ($Q2$) medios que forman interruptor del lado de las respectivas tensiones positiva y negativa y en disponer los diodos ($D3$, $D4$) del lado del punto medio.
4. Convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el primer ($Q1$) y segundo ($Q2$) medios que forman interruptor se elegidos entre los transistores MOS, los transistores bipolares, los transistores IGBT o cualquier otro interruptor que tiene una capacidad de conducción bidireccional y una capacidad de bloqueo directo.
5. Convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un medio (11) de medida de la tensión de salida del convertidor, liberando este medio de medida una señal de salida representativa de la tensión de salida en una primera entrada de un medio (12) de regulación cuya entrada segunda recibe una señal de consigna, liberando el medio (12) de regulación una señal suministrada en la entrada del modulador (13) cuya primera salida envía una señal ($SQ1$) de mando al primer medio que forma interruptor ($Q1$) y cuya segunda salida envía una señal ($SQ2$) de mando al segundo medio que forma interruptor ($Q2$), estando configurado así el convertidor en fuente de tensión.
6. Convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un medio (21) de medida de la corriente (i_s) de salida del convertidor, liberando este medio de medida una señal de salida representativa de la corriente de salida del convertidor en una primera entrada de un medio (22) de regulación cuya entrada segunda recibe una señal de consigna, liberando el medio (22) de regulación una señal suministrada en la entrada de un modulador (23) cuya primera salida envía una señal ($SQ1$) de mando al primer medio que forma interruptor ($Q1$) y cuya segunda salida envía una señal ($SQ2$) de mando al segundo medio que forma interruptor ($Q2$), estando configurado el convertidor en fuente de corriente.
7. Mando de accionador electromecánico que comprende un convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
8. Autómata de regulación que comprende un convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
9. Equipo terrestre, naval o aeronáutico que comprende un convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
10. Turbomotor que comprende un convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
11. Procedimiento de funcionamiento de un convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, siendo alimentado el convertidor por una tensión positiva (V_p) y una tensión negativa (V_m) con respecto a la masa, liberando el convertidor una corriente (i_s) de salida en una carga (Z) conectada entre el primer borne (SP) de salida y el segundo borne (SM) de salida, estando unido este último directamente o a través de una resistencia en la masa, **caracterizado** porque comprende las siguientes etapas, para un ciclo de funcionamiento y para hacer pasar una corriente negativa en la carga (Z):

- una primera etapa en el transcurso de la cual se abre el primer medio que forma interruptor ($Q1$), el cuarto diodo ($D4$) permite el paso de corriente, se cierra el segundo medio que forma interruptor ($Q2$) y se bloquean el primer ($D1$),

ES 2 348 917 T3

segundo (D2) y tercer (D3) diodos durante una primera parte de ciclo, funcionando el convertidor en modo continuo o en modo discontinuo,

5 - una segunda etapa, que sucede a la primera etapa, en el transcurso de la cual se abren el primer (Q1) y segundo (Q2) medios que forman interruptor, el segundo diodo (D2) permite el paso de corriente y se bloquean el primer (D1), tercer (D3) y cuarto (D4) diodos durante una segunda parte de ciclo, no acabando el ciclo esta segunda parte de ciclo si el convertidor funciona en modo discontinuo y acabando el ciclo si el convertidor funciona en modo continuo,

10 - una tercera etapa, que sucede a la segunda etapa si el convertidor funciona en modo discontinuo, en el transcurso de la cual se abren el primer (Q1) y segundo (Q2) medios que forman interruptor y se bloquean el primer (D1), segundo (D2), tercer (D3) y cuarto (D4) diodos durante una tercera parte de ciclo que se alcanza al final del ciclo.

12. Procedimiento de funcionamiento de un convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, siendo alimentado el convertidor por una tensión positiva (V_p) y una tensión negativa (V_m) con respecto a la masa, liberando el convertidor una corriente (i_s) de salida en una carga (Z) conectada entre el primer borne (SP) de salida y el segundo borne (SM) de salida, estando unido este último directamente o a través de una resistencia en la masa, **caracterizado** porque comprende las siguientes etapas, para un ciclo de funcionamiento y para hacer pasar una corriente negativa en la carga (Z):

20 - una primera etapa en el transcurso de la cual se cierra el primer medio que forma interruptor (Q1), el tercer diodo (D3) permite el paso de corriente, se abre el segundo medio que forma interruptor (Q2) y se bloquean el primer (D1), segundo (D2) y cuarto (D4) diodos durante una primera parte de ciclo, funcionando el convertidor en modo continuo o en modo discontinuo,

25 - una segunda etapa, que sucede a la primera etapa, en el transcurso de la cual el primer diodo (D1) permite el paso de corriente, se abren el primer (Q1) y segundo (Q2) medios que forman interruptor, y se bloquean el segundo (D2), tercer (D3) y cuarto (D4) diodos durante una segunda parte de ciclo, no acabando el ciclo esta segunda parte de ciclo si el convertidor funciona en modo discontinuo y acabando el ciclo si el convertidor funciona en modo continuo,

30 - una tercera etapa, que sucede a la segunda etapa si el convertidor funciona en modo discontinuo, en el transcurso de la cual se abren el primer (Q1) y segundo (Q2) medios que forman interruptor y se bloquean el primer (D1), segundo (D2), tercer (D3) y cuarto (D4) diodos, durante una tercera parte de ciclo que se acaba al final del ciclo.

35 13. Procedimiento de funcionamiento de un convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, siendo alimentado el convertidor por una tensión positiva (V_p) y una tensión negativa (V_m) con respecto a la masa, liberando el convertidor una corriente (i_s) de salida en una carga (Z) conectada entre el primer borne (SP) de salida y el segundo borne (SM) de salida, estando unido este último directamente o a través de una resistencia en la masa, **caracterizado** porque comprende las siguientes etapas, para un ciclo de funcionamiento y para hacer pasar una corriente negativa en la carga (Z), funcionando el convertidor en modo continuo:

40 - una primera etapa en el transcurso de la cual se cierra el primer medio (Q1) que forma interruptor, el tercer diodo (D3) permite el paso de corriente, se abre el medio segundo (Q2) que forma interruptor y se bloquean el primer (D1) y cuarto (D4) diodos durante una primera parte de ciclo, siendo bloqueado el diodo segundo (D2) si la tensión de salida del convertidor es, en valor absoluto, suficientemente baja,

45 - una segunda etapa, que sucede a la primera etapa, en el transcurso de la cual el primer diodo (D1) permite el paso de corriente, se abren el primer (Q1) y segundo (Q2) medios que forman interruptor, y se bloquean el segundo (D2), tercer (D3) y cuarto (D4) diodos durante una segunda parte de ciclo,

50 - una tercera etapa, que sucede a la segunda etapa si el convertidor funciona en modo discontinuo, en el transcurso de la cual se cierra el segundo medio (Q2) que forma interruptor, el cuarto diodo (D4) permite el paso de corriente, se abre el primer medio (Q1) que forma interruptor y se bloquean el primer (D1), segundo (D2) y tercer (D3) diodos, durante una tercera parte de ciclo,

55 - una cuarta etapa, que sucede a la tercera etapa, en el transcurso de la cual el segundo diodo (D2) permite el paso de corriente, se abren el primer (Q1) y segundo (Q2) medios que forman interruptor y se bloquean el primer (D1), tercer (D3) y cuarto (D4) diodos, alcanzándose durante una cuarta parte al final del ciclo.

60 14. Procedimiento de funcionamiento de un convertidor de corte según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, siendo alimentado el convertidor por una tensión positiva (V_p) y una tensión negativa (V_m) con respecto a la masa, liberando el convertidor una corriente (i_s) de salida en una carga (Z) conectada entre el primer borne (SP) de salida y el segundo borne (SM) de salida, estando unido este último directamente o a través de una resistencia en la masa, **caracterizado** porque comprende las siguientes etapas, para un ciclo de funcionamiento y para hacer pasar una corriente negativa en la carga (Z), funcionando el convertidor en modo continuo:

65 - una primera etapa en el transcurso de la cual se cierra el primer medio (Q1) que forma interruptor, el tercer diodo (D3) permite el paso de corriente, se abre el segundo medio (Q2) que forma interruptor y se bloquean el primer (D1), segundo (D2) y cuarto (D4) diodos durante una primera parte de ciclo,

ES 2 348 917 T3

- una segunda etapa, que sucede a la primera etapa, en el transcurso de la cual el primer diodo (D1) permite el paso de corriente, se abren el primer (Q1) y segundo (Q2) medios que forman interruptor, y se bloquean el segundo (D2), tercer (D3) y cuarto (D4) diodos durante una segunda parte de ciclo,

5 - una tercera etapa, que sucede a la segunda etapa, en el transcurso de la cual se cierra el segundo medio (Q2) que forma interruptor, el cuarto diodo (D4) permite el paso de corriente, se abre el primer medio (Q1) que forma el interruptor y se bloquean el segundo (D2) y tercer (D3) diodos, durante una tercera parte de ciclo, el primer diodo (D1) está bloqueado si la tensión de salida es, en valor absoluto, suficientemente baja,

10 - una cuarta etapa, que sucede a la tercera etapa, en el transcurso de la cual el segundo diodo (D2) permite el paso de corriente, se abren el primer (Q1) y segundo (Q2) medios que forman interruptor y se bloquean el primer (D1), tercer (D3) y cuarto (D4) diodos, acabando durante una cuarta parte del ciclo al final del ciclo.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

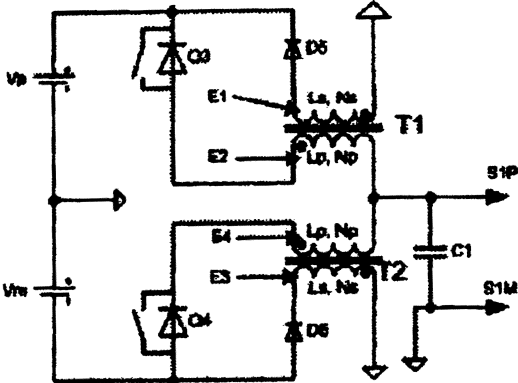


FIG.1A

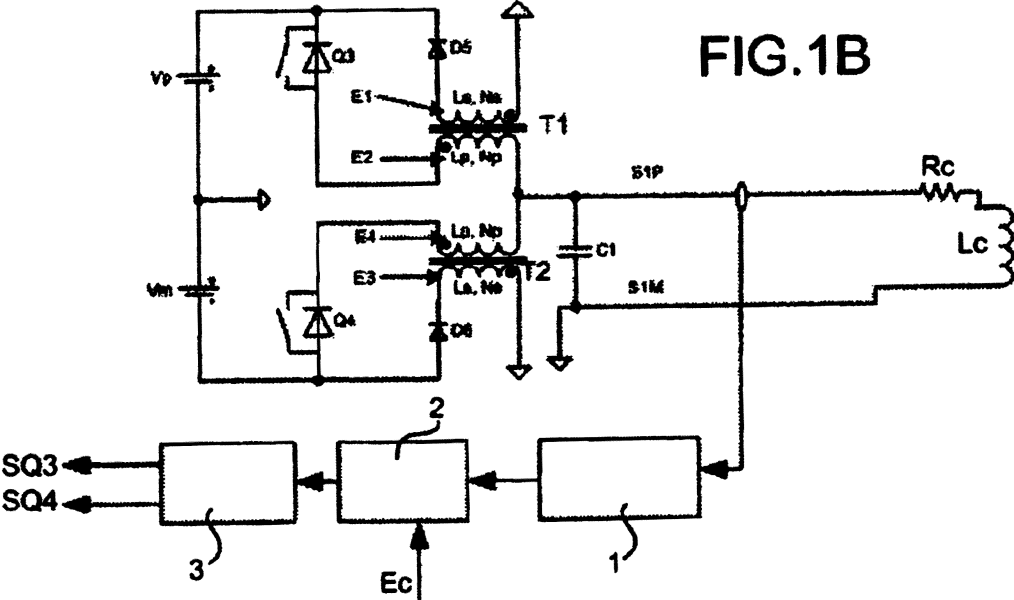


FIG.1B

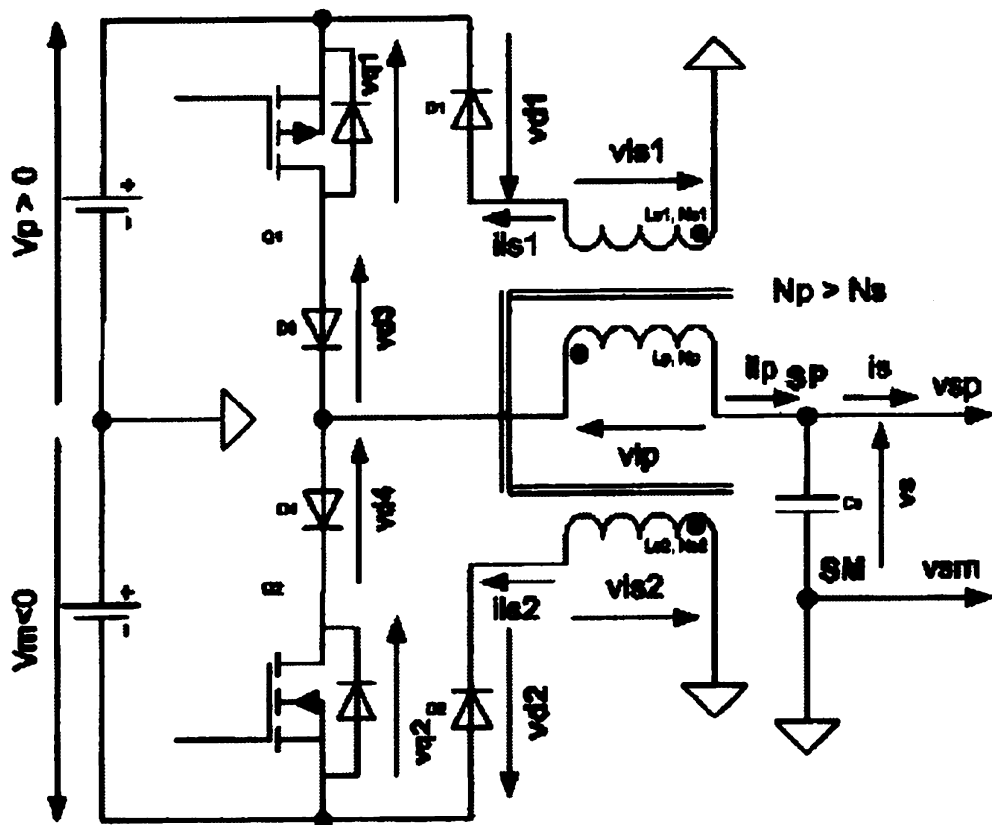
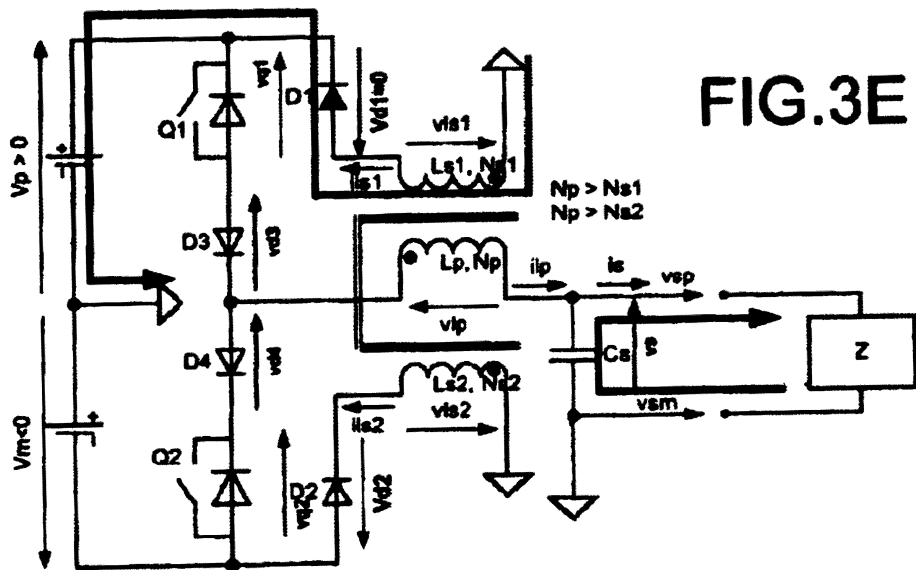
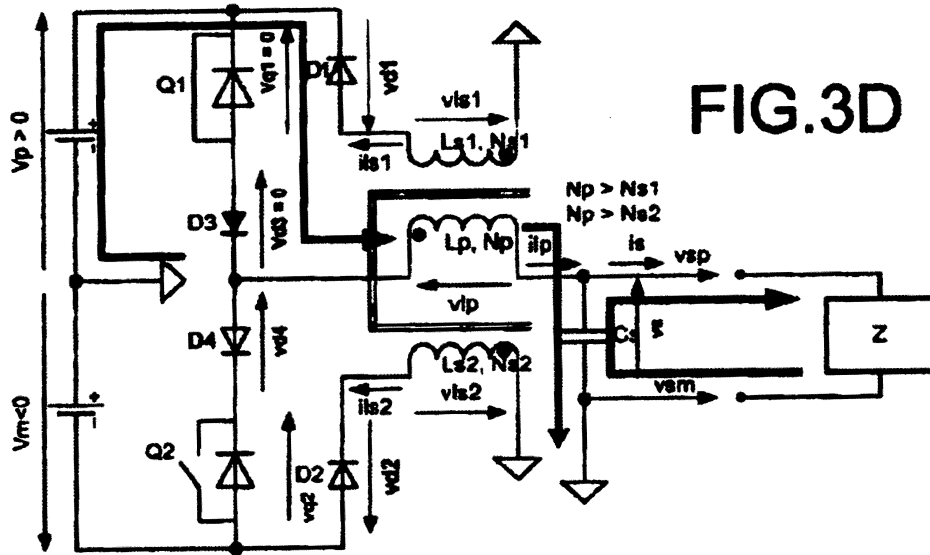
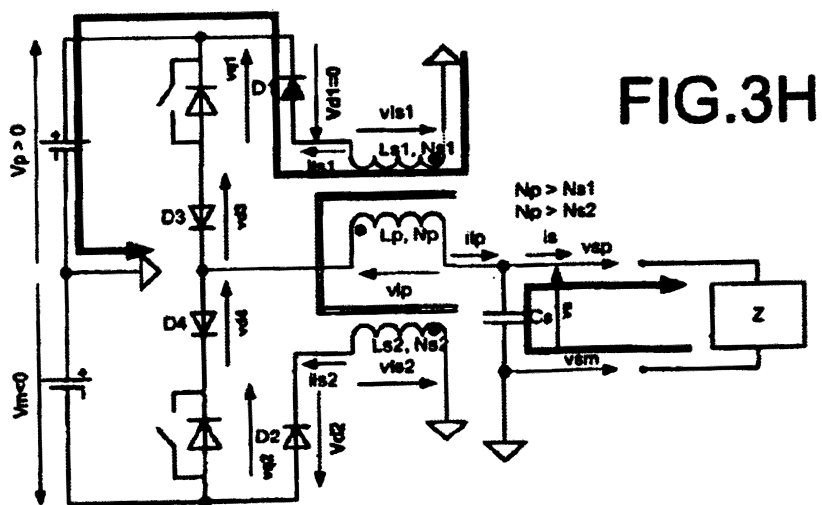
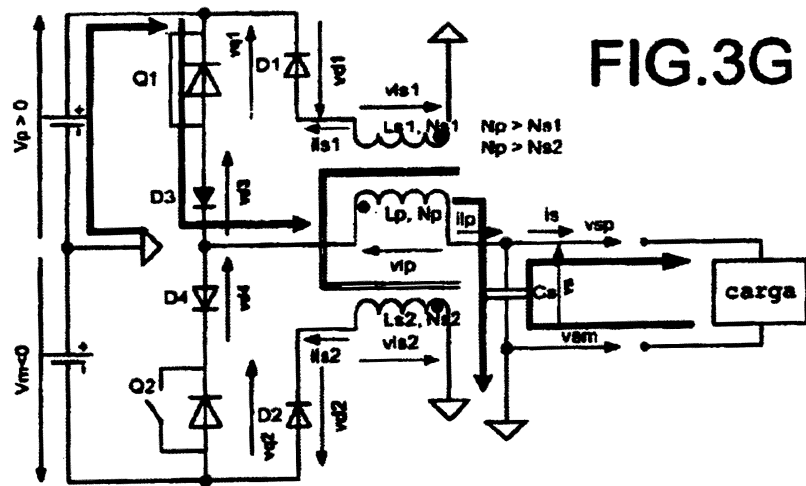
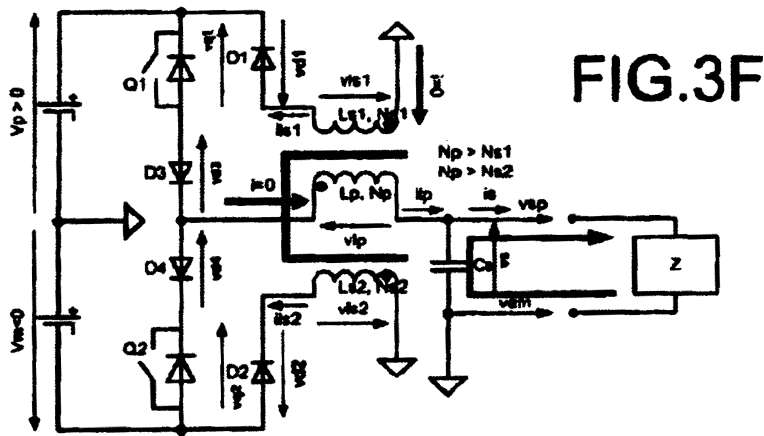
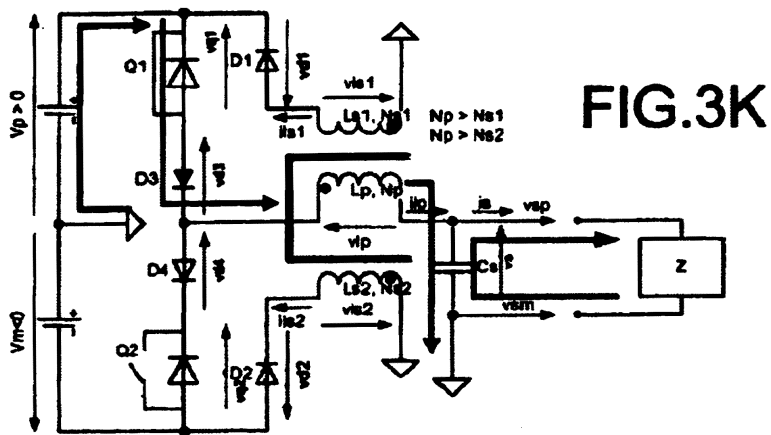
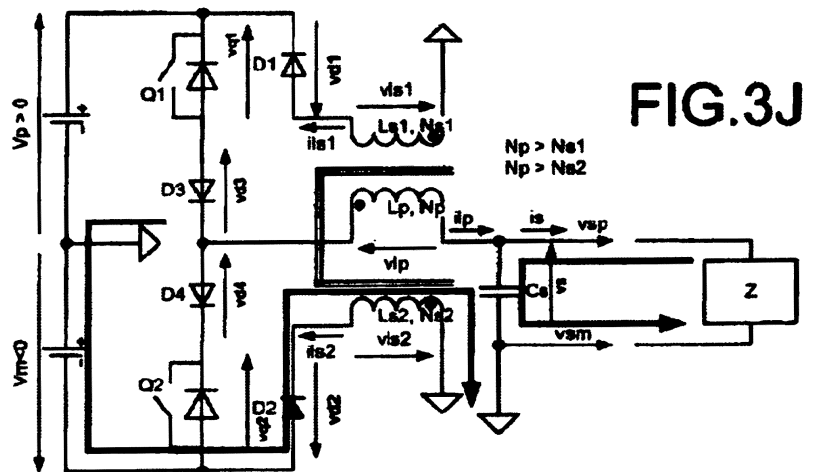
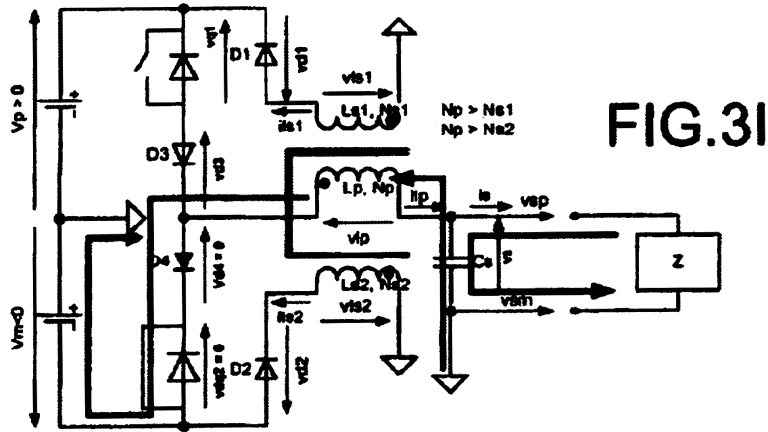
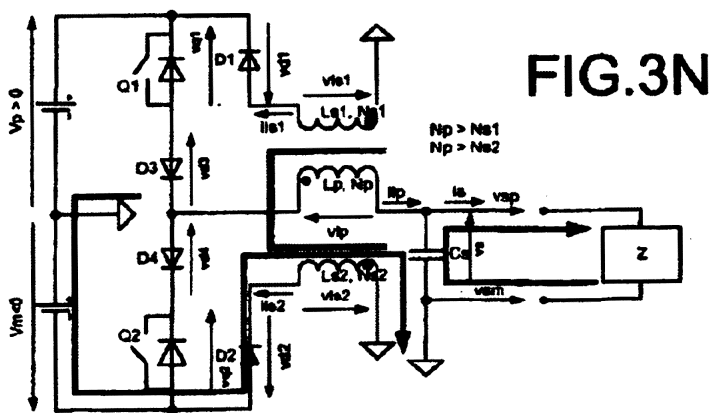
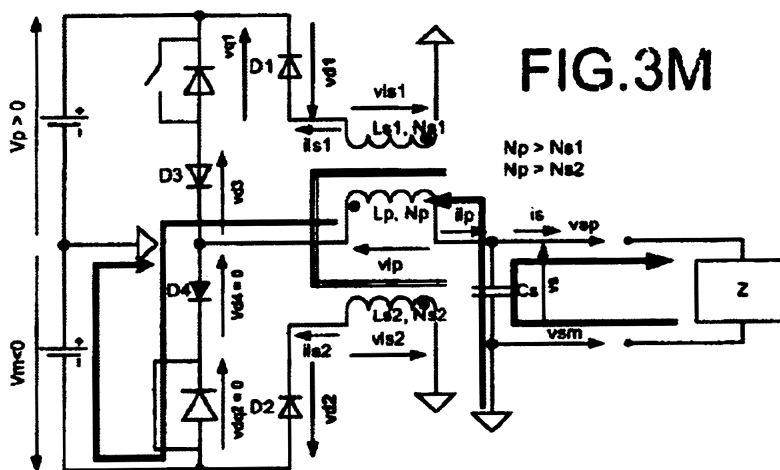
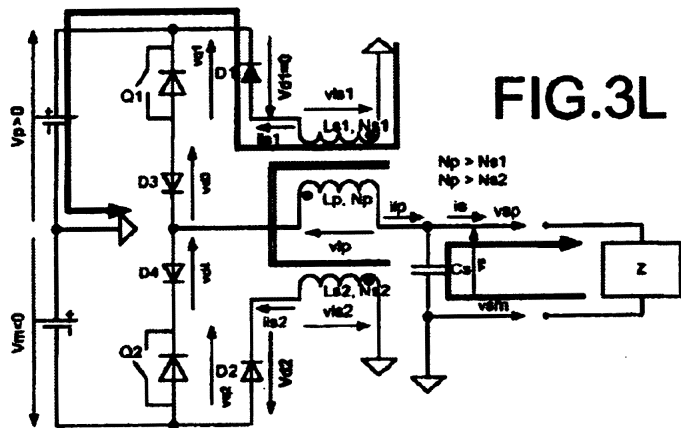


FIG.2









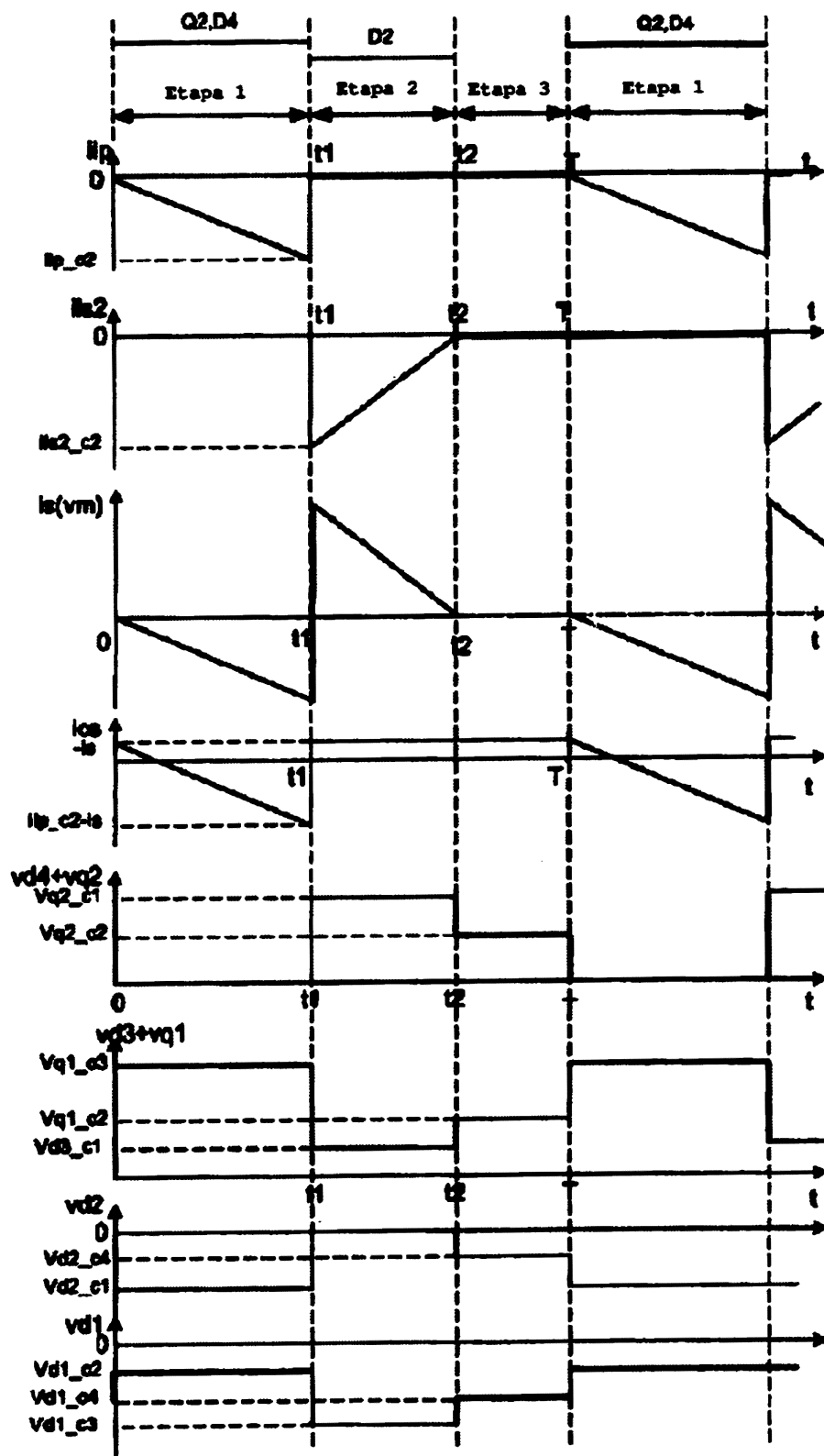


FIG.4A

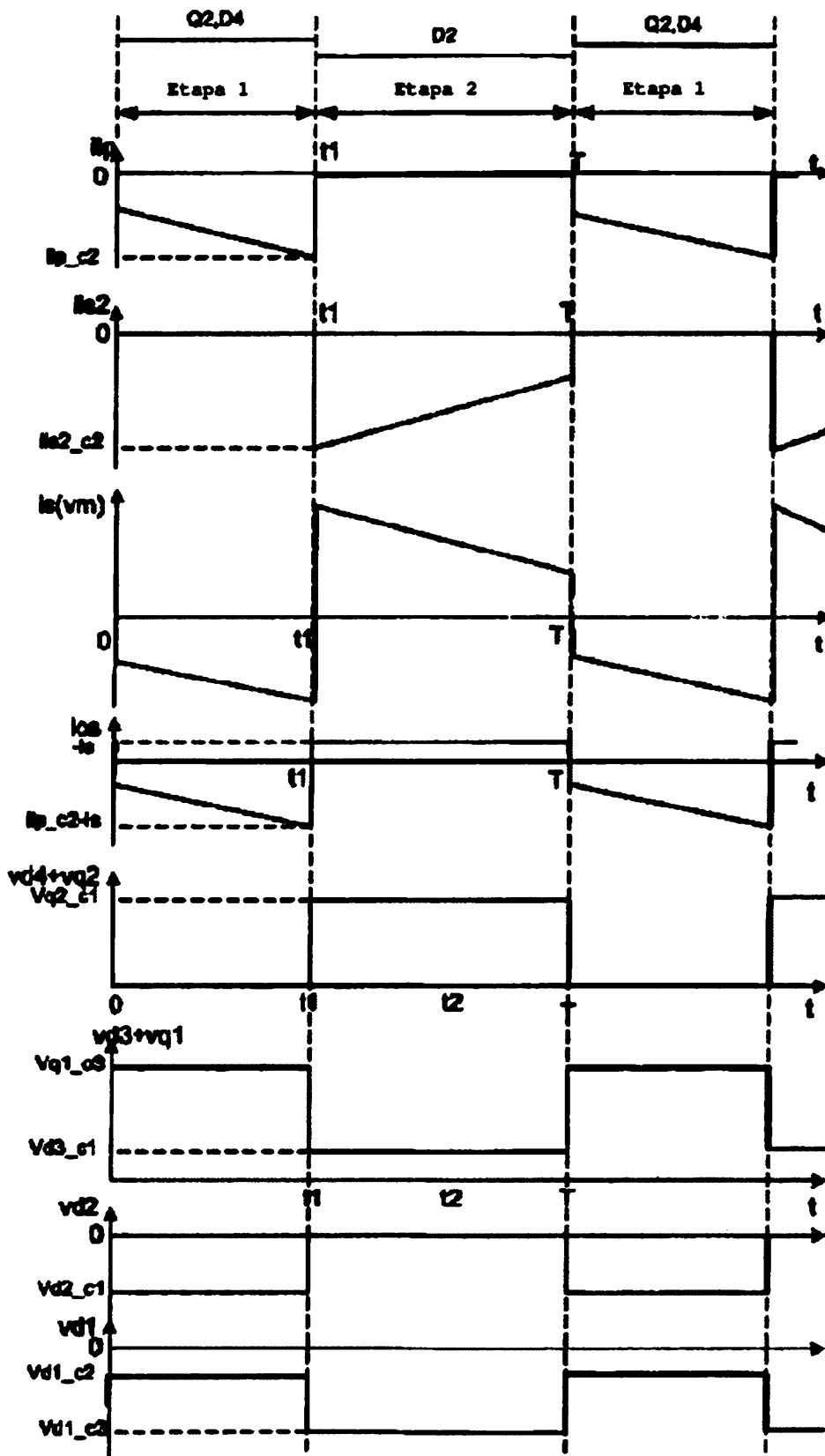


FIG.4B

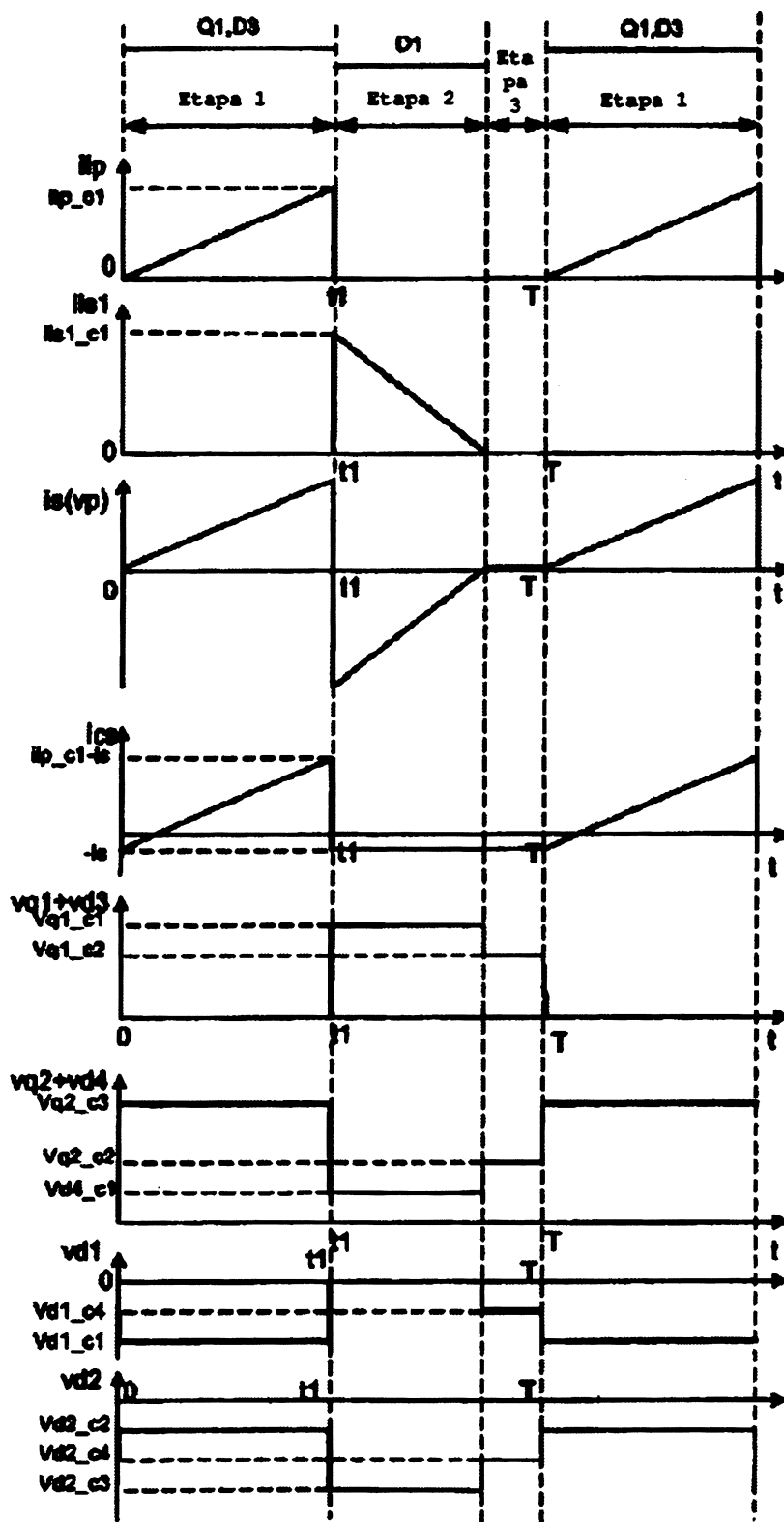


FIG.4C

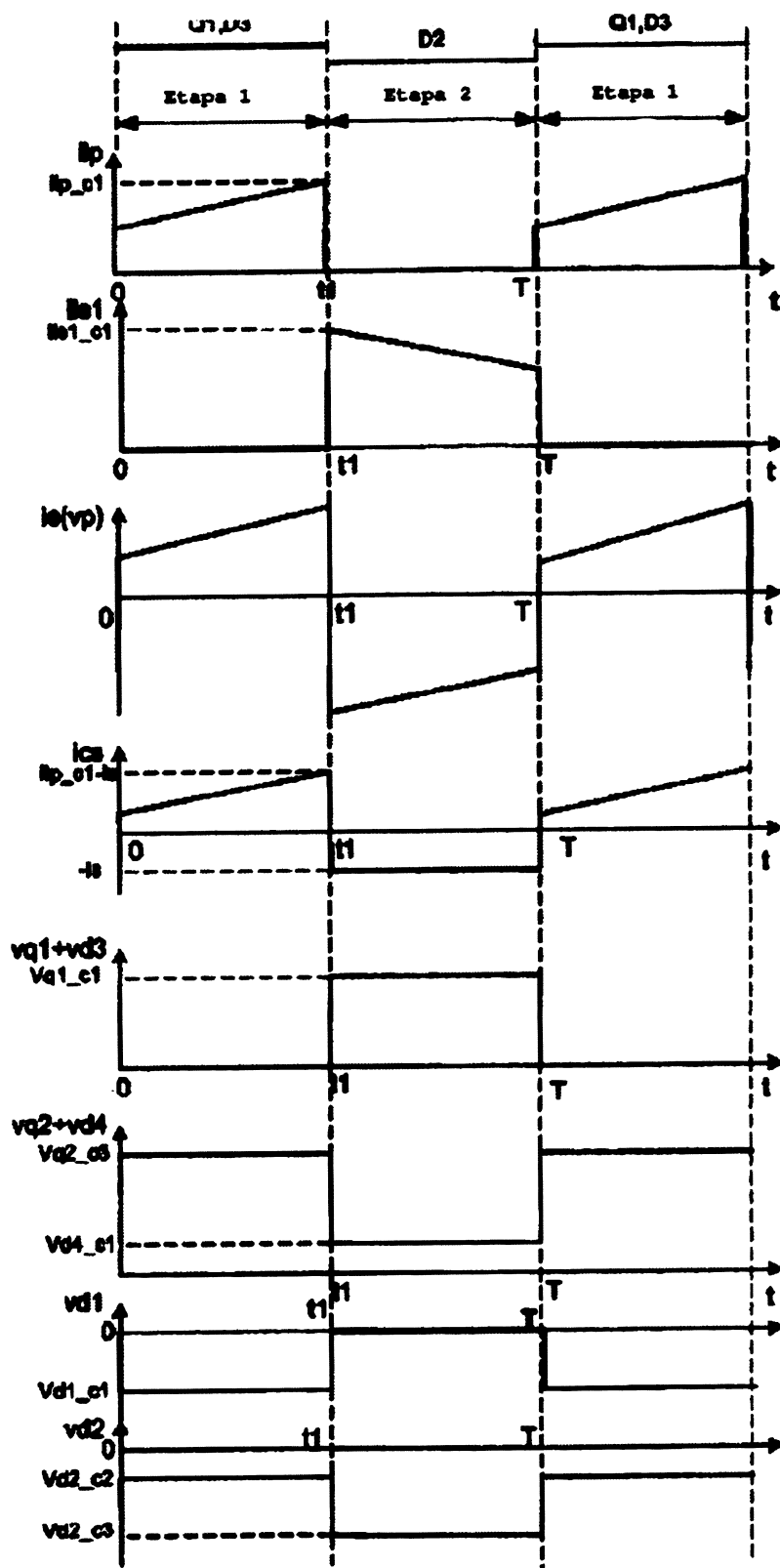


FIG.4D

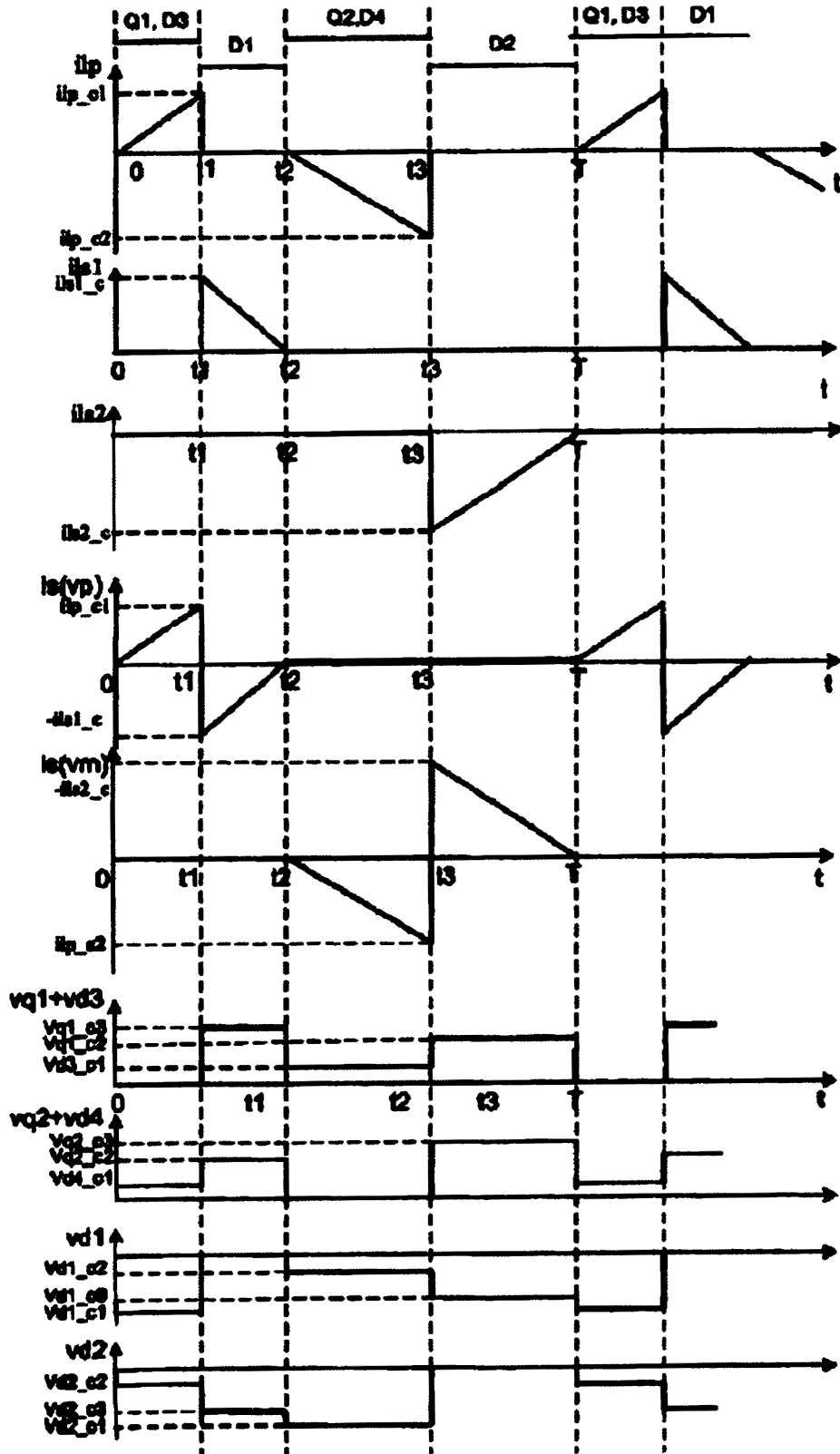


FIG.4E

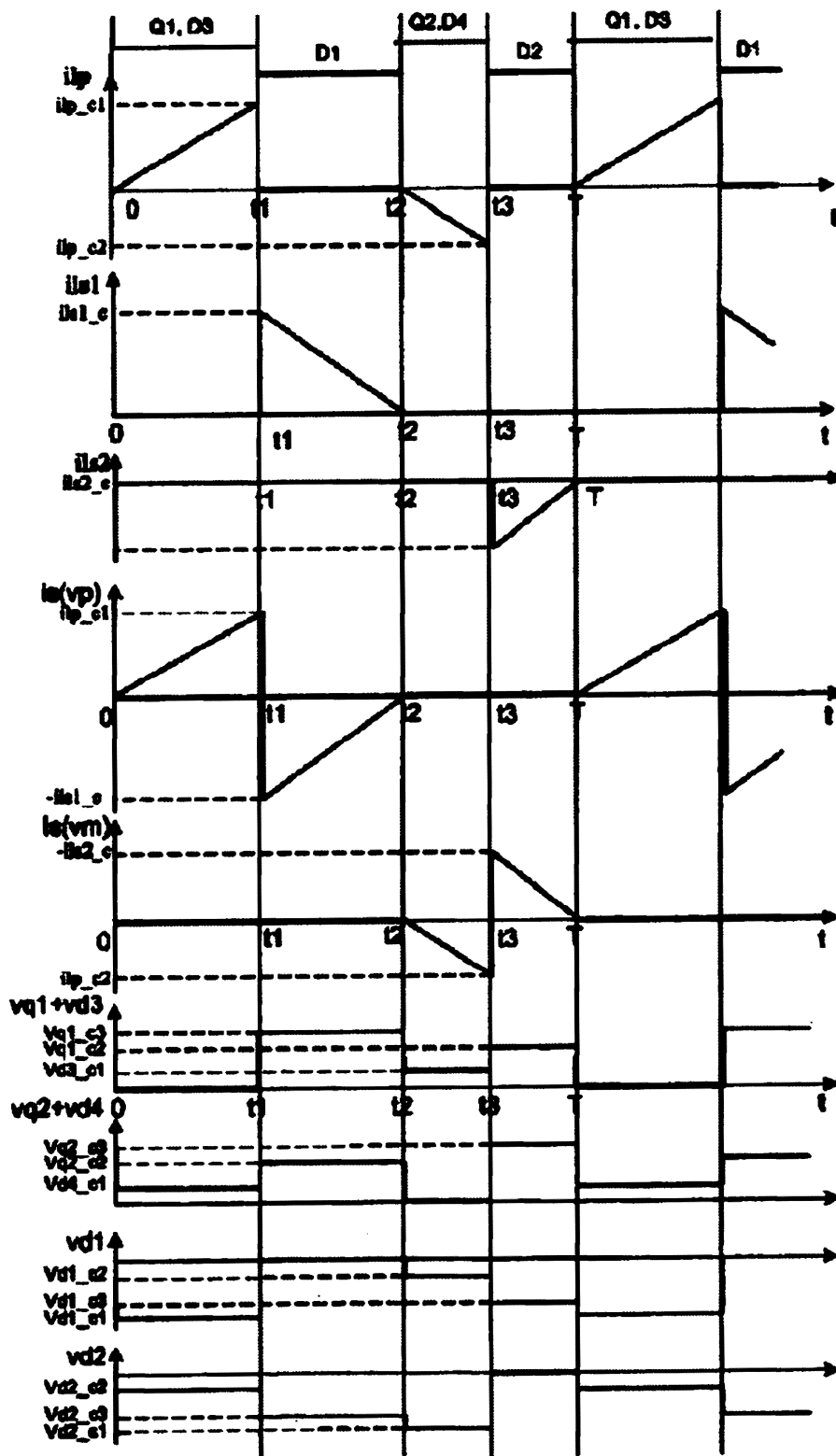


FIG.4F

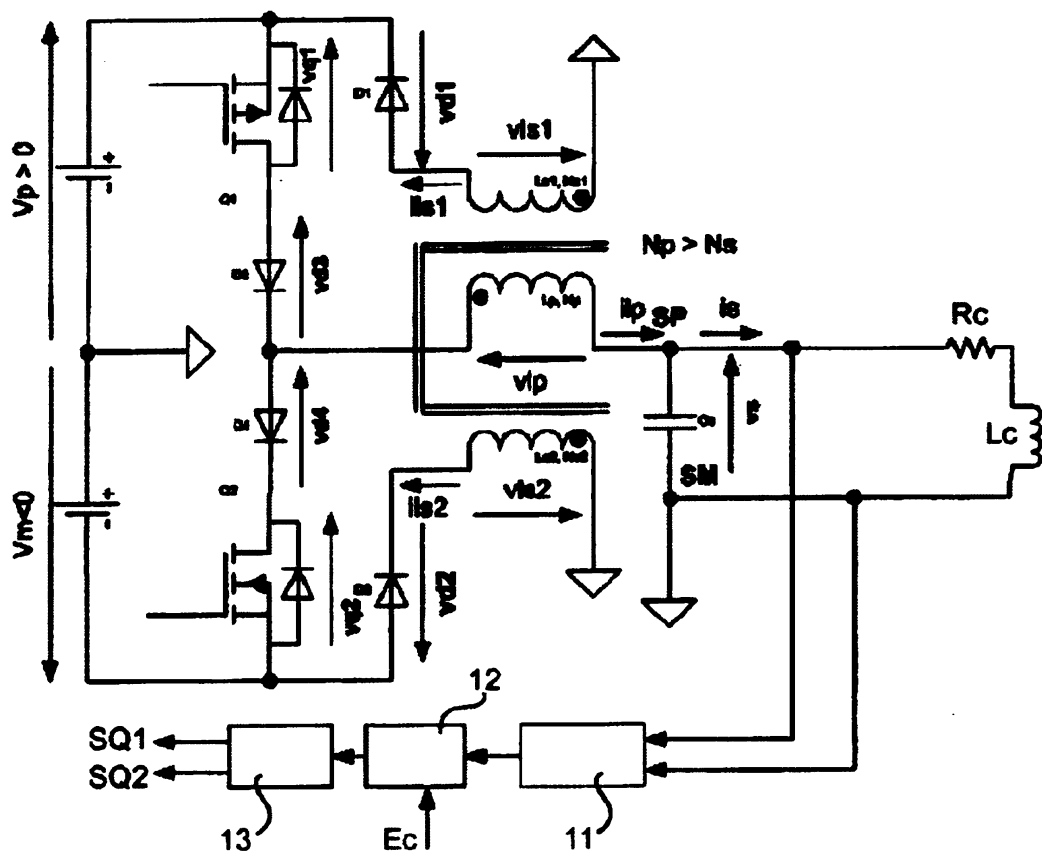


FIG.5A

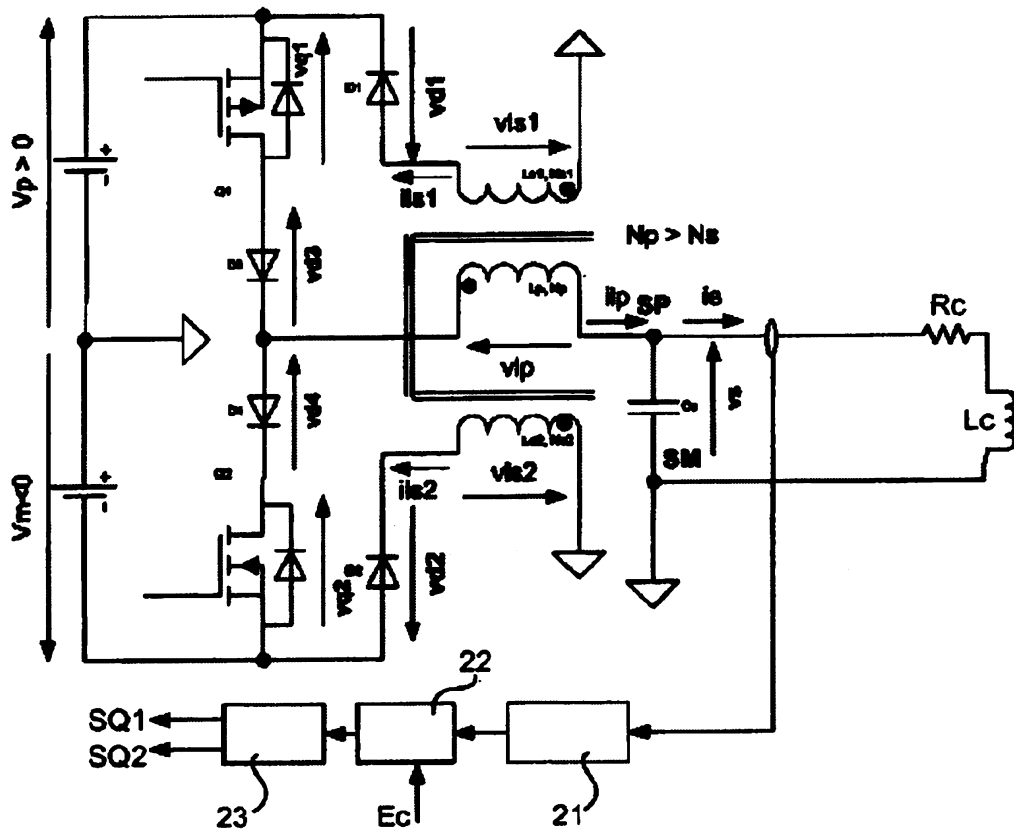


FIG.5B