

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 344**

51 Int. Cl.:

H02M 7/487 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2010** **E 10354063 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017** **EP 2320553**

54 Título: **Dispositivo conversor y alimentación ininterrumpida equipada con tal dispositivo**

30 Prioridad:

06.11.2009 FR 0905336

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

02.11.2017

73 Titular/es:

**MGE UPS SYSTEMS (100.0%)
140, avenue Jean Kuntzmann Zirst de
Montbonnot
38330 Montbonnot-Saint-Martin, FR**

72 Inventor/es:

**RIZET, CORENTIN y
LACARNOY, ALAIN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 640 344 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

Dispositivo conversor y alimentación ininterrumpida equipada con tal dispositivo

Sector técnico de la invención

5 La invención se engloba en el campo de los convertidores tales como los onduladores, por ejemplo, los utilizados en los sistemas de alimentación ininterrumpida, en particular en los sistemas de alimentación ininterrumpida de gran potencia, es decir, cuya potencia está generalmente comprendida entre aproximadamente 100 y 500 kVA.

10 La invención se refiere de manera más particular, a un dispositivo conversor que permite suministrar una tensión y una corriente alternas por filtrado de pulsos obtenidos en una salida de señal modulada, a partir de tres tensiones sustancialmente continuas, disponibles en una línea de tensión de referencia y en dos entradas de tensión de signos opuestos, comprendiendo dicho dispositivo dos unidades de conmutación conectadas entre dicha línea de tensión de referencia y respectivamente una y otra de dichas entradas, comprendiendo cada unidad de conmutación, unos primeros medios de conmutación conectados entre la entrada a la que dicha unidad de conmutación está conectada y una salida de conmutación de dicha unidad de conmutación para suministrar unos pulsos con el mismo signo que el de la tensión disponible en dicha entrada por las principales conducciones y bloqueos de dichos primeros medios de conmutación, comprendiendo dicho dispositivo para cada unidad de conmutación, unos segundos medios de conmutación asociados a dicha unidad de conmutación y conectados entre dicha unidad de conmutación y dicha salida de señal modulada y unos primeros medios de control que actúan sobre dichos segundos medios de conmutación para establecer una conducción de dichos segundos medios de conmutación cuando el signo de dicha tensión alterna es el mismo que el de la tensión en la entrada a la que dicha unidad de conmutación está conectada.

20 La invención se refiere, asimismo, a una alimentación ininterrumpida que comprende una entrada de alimentación en la que se aplica una tensión de entrada alterna, un rectificador conectado a dicha entrada, dos líneas de tensión sustancialmente continua de signos opuestos conectadas a la salida de dicho rectificador, un ondulator conectado a dichas líneas de tensión, de tensión sustancialmente continua y que consta de una salida destinada a suministrar una tensión de seguridad.

Estado de la técnica

25 Los sistemas de alimentación ininterrumpida se han desarrollado para mejorar su rendimiento y reducir las molestias sonoras engendradas por las frecuencias de corte, a menudo bajas, del orden de miles de hertzios. En este contexto, se ha demostrado que resulta interesante utilizar sistemas de alimentación ininterrumpida que presenten topologías a varios niveles, por lo general tres niveles, utilizando unos componentes más eficientes que permitan mejorar los problemas anteriormente mencionados. En los documentos WO2009/124564, US5274542 y US6353547 se describen unos dispositivos con topologías a varios niveles. El documento US5274542 desvela un dispositivo conversor según el preámbulo de la reivindicación 1.

30 Con referencia a la figura 1, tal alimentación ininterrumpida 11 comprende una entrada 12 de red a la que está conectada una red eléctrica de alimentación y que permite aplicar a dicha alimentación ininterrumpida 11 una tensión de entrada variable, casi siempre alterna. La alimentación ininterrumpida comprende, asimismo, una salida 13 de red a la que están conectadas unas cargas y que permite suministrar una alimentación eléctrica denominada alimentación asegurada, es decir una alimentación eléctrica para la que la tensión y la frecuencia están controladas. La alimentación ininterrumpida 11 comprende un rectificador o un conversor CA/CC 15 conectado a la entrada de la red 12, unas líneas 16, 17 de tensiones sustancialmente continuas y una referencia de tensión 18 conectada a la salida del rectificador. La alimentación ininterrumpida 11 comprende, asimismo, un conversor CC/CC 19 que comprende unos medios de almacenamiento de energía eléctrica 20, estando dicho conversor y dichos medios de almacenamiento conectados a las líneas 16, 17 de tensión sustancialmente continua. La alimentación ininterrumpida 11 comprende además unos condensadores de desacople 21, 22 conectados entre la referencia de tensión 18 y las líneas 16, 17 de tensión sustancialmente continua, así como un ondulator o conversor CC/CA 23 reversible conectado entre dichas líneas 16, 17 y la salida de red 13. El conversor 23 de alimentación ininterrumpida 11, comprende seis celdas de conmutación. Más concretamente, el conversor 23 consta de dos celdas de conmutación para cada una de las tres fases, una dedicada a las alternancias positivas y la otra dedicada a las alternancias negativas. Como puede verse en la figura 1, la alimentación ininterrumpida 11 presenta una topología a tres niveles, es decir, el rectificador 15 suministra una tensión sustancialmente continua en tres niveles, a saber, un nivel positivo en la línea 16, un nivel negativo en la línea 17 y un nivel de referencia en la referencia de tensión 18. En paralelo, el conversor CC/CA 23 suministra una tensión alterna a partir de estos tres niveles de tensión continua. Los niveles positivo y negativo presentan, por lo general, un mismo potencial eléctrico de valor absoluto, sustancialmente igual a la mitad de la tensión U entre las líneas 16 y 17.

55 Con referencia a la figura 2, se han representado dos celdas del conversor CC/CA 23 para una fase dada. El dispositivo conversor representado parcialmente de este modo, permite suministrar una tensión VS y una corriente IS alternas en una línea de fase. La tensión VS y la corriente IS alternas se obtienen por filtrado de pulsos obtenidos en una salida de señal modulada SM a partir de tres niveles de tensiones sustancialmente continuas $-U/2$, UREF, $U/2$ disponibles en una línea de tensión de referencia REF y en dos entradas de tensión P, N de signos opuestos. Los

medios de filtrado utilizados constan de una inductancia L conectada entre la salida de señal modulada SM y la salida de tensión VS y de corriente IS alternas. Los medios de filtrado constan además de un condensador C conectado entre dicha salida de tensión VS y de corriente IS alternas y un punto de referencia de tensión que presenta un mismo potencial eléctrico que la línea de tensión de referencia REF.

5 El dispositivo conversor, representado en la figura 2, comprende dos unidades de conmutación UC1, UC4 controladas por medio de una unidad de control CD1 representada por separado en la figura 3. Las unidades de conmutación UC1, UC4 están conectadas entre la línea de tensión de referencia REF y respectivamente una y otra de dichas entradas P, N. Cada unidad de conmutación UC1, UC4 comprende unos primeros medios de conmutación, en este caso un transistor T1, T4, conectado entre la entrada de tensión P, N a la que dicha unidad de conmutación está conectada y una salida de conmutación S1, S4 de dicha unidad de conmutación. Los transistores T1, T4 también pueden denominarse transistores principales. Gracias a este montaje, los pulsos en la salida de señal modulada SM se obtienen mediante una sucesión de conducciones y de bloqueos principales de los transistores T1, T4 realizados por medio de la unidad de control CD1. Durante la conducción principal del transistor T1, T4 de una unidad de conmutación UC1, UC4, la tensión en la salida de conmutación S1, S4 de dicha unidad de conmutación es igual a la tensión continua $-U/2$, $U/2$ de la entrada de tensión P, N a la que dicha unidad de conmutación está conectada. Cada unidad de conmutación UC1, UC4 comprende, además, un diodo DC2, DC3 conectado entre la línea de tensión de referencia REF y la salida de conmutación S1, S4 de dicha unidad de conmutación, para establecer en dicha salida de conmutación, durante el bloqueo principal, una tensión igual a dicha tensión de referencia UREF. De esta forma, los transistores T1, T4 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 permiten suministrar, en sus salidas de conmutación S1, S4 respectivas, unos pulsos con el mismo signo que el de la tensión disponible en la entrada de tensión P, N de dicha unidad de conmutación.

Como puede verse en la figura 3, los transistores T1, T4 se controlan a partir de las señales de control F1, F2. Estas últimas se obtienen a partir de la tensión alterna VS utilizando técnicas bien conocidas de modulación de ancho de pulso.

25 Más concretamente, la señal de control F1, respectivamente F2 se aplica a la entrada de control del transistor T1, respectivamente T4. Cuando la amplitud de la señal de control F1, F2 aplicada en la entrada de control de un transistor T1, T4 es igual a cero, dicho transistor está bloqueado, y cuando dicha amplitud es igual a la unidad, dicho transistor conduce. Cuando la tensión alterna VS es positiva, o respectivamente negativa, la conducción principal del transistor T1, respectivamente T4, permite suministrar en la salida de conmutación S1, respectivamente S4, una tensión cuya amplitud es igual a la tensión continua positiva $+U/2$, o respectivamente negativa $-U/2$. De la misma manera, cuando la tensión alterna VS es positiva, o respectivamente negativa, el bloqueo principal del transistor T1, respectivamente T4, permite que el diodo DC2, respectivamente DC4, se vuelva pasante, lo que permite suministrar en la salida de conmutación S1, respectivamente S4, una tensión cuya amplitud es igual a cero. Esta sucesión de conducciones y bloqueos principales aplicados en el transistor T1, respectivamente T4, permite obtener así en la salida de conmutación S1, respectivamente S4, unos pulsos de ancho variable con una amplitud sustancialmente igual a la tensión continua $U/2$ y con un signo positivo, respectivamente negativo.

El dispositivo de conversión representado en la figura 2 comprende, además, para cada unidad de conmutación UC1, UC4, unos segundos medios de conmutación, en este caso unos transistores T2, T3 conectados entre dicha unidad de conmutación y la salida de señal modulada SM. Los transistores T2, T3 permiten conectar la unidad de conmutación UC1, UC4 a la salida de señal modulada SM en función del signo de la tensión alterna VS, en este caso, conectar la salida de conmutación S1, S4 de dicha unidad de conmutación UC1, UC4 a la salida de señal modulada SM.

45 Como puede verse en la figura 3, la señal de control F1, respectivamente F2, se ha invertido con ayuda de unos primeros medios de control, en este caso un inversor 52, respectivamente 51. La señal a la salida del inversor 52, respectivamente 51, se aplica a la entrada de control del transistor T3, respectivamente T2. Cuando la tensión alterna VS es positiva, o respectivamente negativa, la señal de control F2, respectivamente F1, es igual a cero y la señal a la salida del inversor 51, respectivamente 52, es, por tanto, igual a la unidad. De ello se deduce que cuando la tensión alterna VS es positiva, el transistor T2 conduce, de manera que la salida de conmutación S1 de la unidad de conmutación UC1 está conectada a la salida de señal modulada SM. De la misma manera, cuando la tensión alterna VS es negativa, es el transistor T3 el que conduce, de manera que la salida de conmutación S4 de la unidad de conmutación UC4 está conectada a la salida de señal modulada SM. Gracias a estos primeros medios de control 51, 52, es posible suministrar en la salida de señal modulada SM, unos pulsos de ancho variable con una amplitud sustancialmente igual a la tensión continua $U/2$ y con un signo idéntico al signo de la tensión alterna VS. En otras palabras, los primeros medios de control 51, 52 permiten conectar la salida de conmutación S1, S4 de la unidad de conmutación UC1, UC4 a la salida de señal modulada SM cuando el signo de la tensión alterna VS es el mismo que el de la tensión disponible en la entrada de tensión de dicha unidad de conmutación. El filtrado consecutivo de estos pulsos en la salida de señal modulada SM, por medio de la inductancia L y de la capacidad C, permite así suministrar la tensión alterna VS.

60 Como se ha descrito anteriormente, el dispositivo conversor representado en la figura 2 permite el funcionamiento durante las fases activas, es decir, cuando la tensión VS y la corriente IS alternas son del mismo signo. Durante las fases activas, los pulsos de tensión en las salidas de conmutación S1, S4 se obtienen por tanto con ayuda de las

unidades de conmutación UC1, UC4 descritas anteriormente. Este mismo dispositivo conversor comprende asimismo unos medios complementarios, descritos más adelante que permiten funcionar durante las fases reactivas, es decir, cuando la tensión VS y la corriente IS alternas son de signos opuestos.

5 En el dispositivo conversor representado en la figura 2, los medios que permiten funcionar durante las fases reactivas comprenden unos diodos referenciados como D1, D2, D3, D4 montados en paralelo con los transistores referenciados respectivamente T1, T2, T3, T4. Más concretamente, cada diodo presenta un cátodo y un ánodo conectados respectivamente al emisor y al colector del transistor del que está montado en paralelo. Estos diodos D1, D2, D3, D4 con frecuencia se califican como diodos antiparalelos.

10 Cuando la tensión alterna VS es positiva y la corriente alterna IS es negativa, la conmutación se hace con ayuda, por una parte, de los segundos medios de conmutación asociados con la unidad de conmutación UC4, es decir, el transistor T3 y, por otra parte, unos diodos D1, D2 montados en paralelo a unos primeros y unos segundos medios de conmutación asociados a la célula de conmutación UC1, es decir, montados en paralelo a los transistores T1 y T2 respectivamente. Cuando la tensión alterna VS es negativa y la corriente alterna IS es positiva, la conmutación se hace con ayuda, por una parte, de los segundos medios de conmutación asociados con la unidad de conmutación UC1, es decir, el transistor T2 y, por otra parte, unos diodos D4, D3 montados en paralelo a unos primeros y unos segundos medios de conmutación asociados a la unidad de conmutación UC1, es decir, montados en paralelo a los transistores T4 y T3 respectivamente.

15 Más concretamente, cuando el transistor T3, respectivamente T2, conduce, la corriente alterna IS pasa por dicho transistor y el diodo DC3, respectivamente DC2. De ello se deduce que la tensión en la salida de la señal modulada SM es sustancialmente igual a la tensión de referencia REF. A la inversa, cuando el transistor T3, respectivamente T2, está bloqueado, la corriente alterna IS pasa por los diodos D2, D1, respectivamente los diodos D3, D4, y de ello se deduce que la tensión en la salida de señal modulada SM es sustancialmente igual a la tensión continua U/2, respectivamente -U/2.

20 De este modo, durante las fases activas, para establecer unos pulsos en la salida de señal modulada SM se utiliza esencialmente los primeros medios de conmutación T1, T4 de las unidades de conmutación UC1, UC4. Durante las fases reactivas, para el establecimiento de los pulsos en la salida de señal modulada SM se utiliza esencialmente los segundos medios de conmutación T3, T2 asociados a las unidades de conmutación UC4, UC1.

25 Durante la utilización de la alimentación ininterrumpida 11 representada en la figura 1, concretamente del dispositivo conversor representado en las figuras 2 y 3, las velocidades de conmutación de los transistores T1 a T4 y las fuertes corrientes que circulan por ellos imponen unas limitaciones estructurales muy importantes. De ello se deduce que las pérdidas en conmutación en estos componentes activos de electrónica de potencia, limitan el aumento de la frecuencia de corte. Un problema técnico consiste en limitar estas pérdidas en conmutación durante las fases activas de funcionamiento del dispositivo conversor, a la vez que se garantiza un buen funcionamiento durante las fases reactivas.

35 **Descripción de la invención**

La invención pretende aportar una solución a los problemas de los dispositivos convertidores de la técnica anterior, proponiendo un dispositivo conversor que permite suministrar una tensión y una corriente alternas por filtrado de pulsos obtenidos en una salida de señal modulada a partir de tres tensiones sustancialmente continuas disponibles en una línea de tensión de referencia y en dos entradas de tensión de signos opuestos, comprendiendo dicho dispositivo dos unidades de conmutación conectadas entre dicha línea de tensión de referencia y respectivamente una y otra de dichas entradas, comprendiendo cada unidad de conmutación unos primeros medios de conmutación conectados entre la entrada a la que dicha unidad de conmutación está conectada y una salida de conmutación de dicha unidad de conmutación para suministrar unos pulsos que tienen el mismo signo que el de la tensión disponible en dicha entrada por las principales conducciones y bloqueos de dichos primeros medios de conmutación, comprendiendo dicho dispositivo para cada unidad de conmutación, unos segundos medios de conmutación asociados a dicha unidad de conmutación y conectados entre dicha unidad de conmutación y dicha salida de señal modulada, y unos primeros medios de control que actúan sobre dichos segundos medios de conmutación para establecer una conducción de dichos segundos medios de conmutación cuando el signo de dicha tensión alterna es el mismo que el de la tensión en la entrada a la que dicha unidad de conmutación está conectada, estando dicho dispositivo caracterizado porque comprende para cada unidad de conmutación, un circuito de ayuda a la conmutación de dicha unidad de conmutación conectado entre la entrada a la que dicha unidad de conmutación está conectada y la salida de conmutación de dicha unidad de conmutación para establecer, antes de cualquier conducción principal de los primeros medios de conmutación de dicha unidad de conmutación, una tensión de conmutación de dichos primeros medios de conmutación sustancialmente igual a cero, y porque dicho dispositivo comprende para cada unidad de conmutación unos segundos medios de control que actúan sobre los segundos medios de conmutación asociados a la unidad de conmutación que está conectada a la entrada de tensión del mismo signo que el de la tensión alterna para establecer, cuando dicha tensión alterna y dicha corriente alterna son de signos opuestos, un bloqueo de dichos segundos medios de conmutación.

En las reivindicaciones se define un dispositivo según la invención.

5 La invención se refiere asimismo a una alimentación ininterrumpida que comprende una entrada de alimentación en la que se aplica una tensión de entrada alterna, un rectificador conectado a dicha entrada, dos líneas de tensión sustancialmente continua de signos opuestos conectadas a la salida de dicho rectificador, un ondulator conectado a dichas líneas de tensión, de tensión sustancialmente continua y que consta de una salida destinada a suministrar una tensión de seguridad, estando dicha alimentación caracterizada porque dicho ondulator es un dispositivo conversor tal como el descrito anteriormente y suministra a partir de tensiones sustancialmente continuas, una tensión alterna de seguridad.

Breve descripción de las figuras

10 Otras ventajas y características se pondrán más claramente de manifiesto tras la siguiente descripción de unos modos de realización particulares de la invención, que se aportan a modo de ejemplo no limitativo y que se han representado en las figuras adjuntas.

La figura 1 representa una alimentación ininterrumpida según la técnica anterior.

La figura 2 representa un dispositivo conversor de una tensión continua en tensión alterna según la técnica anterior

15 La figura 3 representa la unidad de control del dispositivo conversor representado en la figura 2.

La figura 4 representa esquemáticamente un dispositivo conversor según la invención.

La figura 5 representa la unidad de control que puede aplicarse en el dispositivo conversor representado en la figura 4, así como en los dispositivos conversores representados en las figuras 6 y 7.

20 La figura 6 representa un modo de realización de un dispositivo conversor según la invención en el que se utiliza la unidad de control representada en la figura 5.

La figura 7 representa otro modo de realización de un dispositivo conversor según la invención en el que se utiliza la unidad de control representada en la figura 5.

25 Las figuras 8A a 8H son unos cronogramas que ilustran el funcionamiento del dispositivo conversor representado en la figura 6 o 7, cuando la tensión y la corriente alterna son de signos opuestos, y en el caso particular en el que se utiliza una unidad de control según la técnica anterior, tal y como se ha representado en la figura 3.

Las figuras 9A a 9H son unos cronogramas que ilustran el funcionamiento del dispositivo conversor representado en la figura 6 o 7 con una unidad de control según la invención, tal y como se ha representado en la figura 5, y cuando la tensión y la corriente alterna son de signos opuestos.

30 Las figuras 10A a 10L son unos cronogramas que ilustran el funcionamiento del dispositivo conversor, según la invención, representado en la figura 6 o 7, cuando la tensión y la corriente alterna son del mismo signo.

Las figuras 11A a 11K son unos cronogramas que ilustran el funcionamiento en modo rectificador del dispositivo conversor, según la invención, representado en la figura 6 o 7, cuando la tensión y la corriente alterna son del mismo signo, al principio y al final de una alternancia de dicha tensión alterna.

La figura 12 representa una alimentación ininterrumpida según la invención.

35 **Descripción detallada de un modo de realización**

40 Con referencia a la figura 4, el dispositivo conversor comprende, un gran número de elementos ya descritos anteriormente y que se encuentran bajo las mismas referencias. El dispositivo conversor comprende, además, para cada unidad de conmutación UC1, UC4, un circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 de dicha unidad de conmutación conectado entre la entrada de tensión P, N a la que dicha unidad de conmutación está conectada y la salida de conmutación S1, S4 de dicha unidad de conmutación. Estos circuitos de ayuda a la conmutación A1, A4 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 permiten establecer, antes de la conducción principal, una tensión de conmutación de los primeros medios de conmutación T1, T4 de dicha unidad de conmutación sustancialmente igual a cero.

45 En lo sucesivo, la conducción de medios de conmutación podrá asimismo calificarse de cebado de dichos medios de conmutación. El término "principal", asociado a los términos conducción, cebado o bloqueo, puede utilizarse en referencia a conmutaciones de los primeros medios de conmutación T1, T4 con los que los circuitos de ayuda a la conmutación interactúan para suavizar las conmutaciones. El término "principal", permite asimismo distinguir las conmutaciones de los primeros medios de conmutación T1, T4 con respecto a las de los segundos medios de conmutación T2, T3 o a las de los medios de conmutación auxiliares TX1, TX4.

50 En general, para establecer unos pulsos en la salida de señal modulada SM, las conmutaciones que conllevan pérdidas en los segundos medios de conmutación T2, T3 son menos frecuentes que las conmutaciones de los

primeros medios de conmutación T1, T4. Los circuitos de ayuda a la conmutación están concebidos, por tanto, para establecer una tensión de conmutación sustancialmente igual a cero únicamente para la conmutación de los primeros medios de las conmutaciones T1, T4, es decir, durante las fases activas de funcionamiento.

5 Para establecer una tensión de conmutación sustancialmente igual a cero antes de la conducción o del cebado principal, el circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 de la unidad de conmutación UC1, UC4, considerado comprende en general unos medios para desviar una corriente IRP, IRN de la salida de conmutación S1, S4 de dicha unidad de conmutación y para establecer una resonancia de esta corriente. Puede ocurrir que estos circuitos de ayuda a la conmutación A1, A4, generalmente concebidos para las fases activas de funcionamiento, puedan interactuar de manera desfavorable con los segundos medios de conmutación T3, T2, durante las fases reactivas de funcionamiento.

10 Por ejemplo, como se describe en lo sucesivo de manera detallada, los circuitos de ayuda a la conmutación A1, A4 puedan constar de unos medios de acumulación de energía que actúen, durante las fases reactivas de funcionamiento, sobre la corriente que circula por los segundos medios de conmutación T2, T3. Más concretamente, estos medios de acumulación de energía, por lo general se disponen de manera que, durante la conducción de los segundos medios de conmutación T2, T3 se produzca una descarga de dichos medios de acumulación de energía a través del conjunto de dichos segundos medios de conmutación, lo que precisa un sobredimensionamiento de estos segundos medios de conmutación y de los medios de acumulación de energía.

15 Se ha descubierto que modificando la unidad de control CD1, era posible utilizar un circuito de ayuda a la conmutación evitando cualquier sobredimensionamiento de los segundos medios de conmutación T2, T3. Para ello, se han añadido unos segundos medios de control, que se describen más adelante de manera detallada, a la unidad de control CD1 para actuar sobre los segundos medios de conmutación T2, T3 asociados a la unidad de conmutación UC1, UC4 que está conectada a la entrada P, N. Estos segundos medios de control permiten así establecer, cuando la tensión alterna VS y la corriente alterna IS son de signos opuestos, es decir, durante las fases reactivas, un bloqueo de los segundos medios de conmutación T2, T3 asociados a la unidad de conmutación UC1, UC4 que está conectada a la entrada de tensión de signo opuesto con respecto al signo de dicha tensión alterna. En otras palabras, cuando la tensión alterna VS y la corriente alterna IS son de signos opuestos, los segundos medios de control actúan sobre los segundos medios de conmutación T2, T3 asociados a la unidad de conmutación UC1, UC4 que está conectada a la entrada P, N con el fin de proteger dicha unidad de conmutación de la salida de señal modulada SM.

20 En la figura 5, se ha representado una unidad de control modificada CD2 que incluye los segundos medios de control. Como en la unidad de control CD1 representada en la figura 3, el control de cada unidad de conmutación se realiza con la ayuda de una señal de control F1, F2 de modulación de ancho de pulso de dicha unidad de conmutación. Como ya se ha descrito anteriormente, la amplitud de la señal de control F1, F2 de una unidad de conmutación UC1, UC4 se mantiene igual a cero, cuando el signo de la tensión alterna VS es opuesto con respecto al signo de la tensión en la entrada P, N a la que dicha unidad de conmutación está conectada. En otras palabras, la amplitud de la señal F1 se mantiene igual a cero cuando el signo de la tensión alterna VS es negativo y la amplitud de la señal F2 se mantiene igual a cero cuando el signo de la tensión alterna VS es positivo. Como en la unidad de control CD1 representada en la figura 3, los primeros medios de control que actúan sobre los segundos medios de conmutación T2, T3 asociados a una de las unidades de conmutación UC1, UC4 constan de un inversor 51, 52 conectado entre la entrada de control de dichos segundos medios de conmutación y un punto de entrada de la señal de control F2, F1 de la otra unidad de conmutación UC4, UC1.

25 La unidad de control CD2, comprende además, para cada unidad de conmutación, unos segundos medios de control que actúan, asimismo, sobre los segundos medios de conmutación T2, T3 asociados a la unidad de conmutación UC1, UC4 que está conectada a la entrada de tensión del mismo signo que el de la tensión alterna VS para establecer, cuando dicha tensión alterna VS y dicha corriente alterna IS son de signos opuestos, un bloqueo de dichos segundos medios de conmutación. En otras palabras, los segundos medios de control actúan sobre los segundos medios de conmutación T2, respectivamente T3, asociados a la unidad de conmutación UC1, respectivamente UC4 para establecer, cuando la corriente alterna IS es negativa, respectivamente positiva, un bloqueo de dichos segundos medios de conmutación.

30 Los segundos medios de control que actúan sobre los segundos medios de conmutación T2, T3 asociados a una primera unidad de conmutación UC1, UC4 constan entre la entrada de control de dichos segundos medios de conmutación T2, T3 y el punto de entrada de la señal de control F2, F1 de la otra unidad de conmutación UC4, UC1:

- unos medios de prueba 61, 62 del signo de la corriente alterna IS con respecto al de la tensión en la entrada P, N a la que dicha primera unidad de conmutación UC1, UC4 está conectada, y
- 55 - un operador booleano "Y" lógico 65, 66 provisto de dos entradas conectadas a una salida del inversor 51 de unos primeros medios de control de dichos segundos medios de conmutación T2, T3 y a una salida de dichos medios de prueba 61, 62, y de una salida para establecer un bloqueo de dichos segundos medios de conmutación cuando dicha corriente alterna IS es de signo opuesto con respecto al de la tensión en la entrada a la que dicha primera unidad de conmutación está conectada.

En la figura 6 se ha representado un ejemplo de circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 que puede aplicarse para cada unidad de conmutación UC1, UC4. El dispositivo conversor representado en la figura 6, consta de cierto número de los elementos ya descritos anteriormente e indicados con las mismas referencias. Como en las figuras 2 y 4, solo se han representado las dos unidades de conmutación asociadas a una de las tres fases.

5 Con referencia a la figura 6, el circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 consta de unos medios inductivos, unos medios de derivación de una corriente IRP, IRN de la salida de conmutación S1, S4 para derivar dicha corriente hacia dichos medios inductivos antes del cebado principal, y un condensador C2, C3 montados en paralelo en el diodo DC2, DC3 de dicha unidad de conmutación para establecer una resonancia de dicha corriente IRP, IRN en dichos medios inductivos antes del cebado principal.

10 Los medios inductivos del circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 están constituidos esencialmente por un transformador TP, TN conectado a la salida de conmutación S1, S4 de dicha unidad de conmutación y que consta de arrollamientos bobinados a la inversa. En otras palabras, los dos arrollamientos del transformador están conectados directamente a la salida de conmutación S1, S4. En el dispositivo conversor representado en la figura 6, el transformador TP, TN está conectado directamente a la salida de conmutación S1, S4 de dicha unidad de conmutación. Debido al hecho de que los medios inductivos de cada circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 están esencialmente constituidos por un transformador, y que este último está directamente conectado a la salida de conmutación S1, S4, la topología del dispositivo conversor y de sus circuitos de ayuda a la conmutación se simplifica.

20 Los medios de derivación del circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 constan, en cuanto a ellos, de unos medios de conmutación auxiliares, en este caso de transistores auxiliares TX1, TX4, directamente conectados entre el transformador TP, TN y la entrada de tensión P, N a la que dicha unidad de conmutación está conectada. Por directamente conectado, se entiende que los medios de conexión entre el transistor auxiliar y la entrada de tensión P, N, y entre este mismo transistor auxiliar y el transformador TP, TN, están esencialmente constituidos por conductores eléctricos. Los transistores auxiliares TX1, TX4 participan en el establecimiento, antes del cebado, de una derivación de la corriente alterna IS en el transformador TP, TN.

25 Más concretamente, el transformador TP, TN del circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 consta de un primer arrollamiento 71, 72 conectado entre la salida de conmutación S1, S4 de dicha unidad de conmutación y los medios de derivación TX1, TX4 de dicho circuito de ayuda a la conmutación. El transformador TP, TN consta de un segundo arrollamiento 73, 74 acoplado magnéticamente al primer arrollamiento 71, 72 y conectado entre la salida de conmutación S1, S4 y la línea de tensión de referencia REF a través del diodo DA2, DA3. Por otra parte, este segundo arrollamiento 73, 74 está bobinado a la inversa con respecto al primer arrollamiento 71, 72.

30 Esta configuración del transformador TP, TN permite, cuando los transistores auxiliares TX1, TX4 están cebados, desviar más corriente a cada uno de los arrollamientos del transformador TP, TN. En efecto, gracias al bobinado invertido de los arrollamientos y a la conexión de los extremos contiguos de dichos arrollamientos en la entrada de alimentación, la corriente alterna IS se desvía para repartirse por cada uno de los arrollamientos. De este modo, la corriente de entrada IRP, IRN está ampliada por inducción mutua. Esto permite una reducción del calibre de corriente del transistor auxiliar TX1, TX4. Tras el bloqueo del diodo DC2, DC3, la tensión V2, V3 en los bornes del transistor principal T1, T4 decrece hasta un valor sustancialmente igual a cero y el diodo D1, D4 se vuelve pasante, lo que permite cebar dicho transistor principal bajo una tensión nula.

35 En el modo de realización representado en la figura 6, el circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 consta de un primer diodo antirretorno DX2, DX3 conectado entre el primer arrollamiento 71, 72 y la línea de tensión de referencia REF. Cuando el transistor auxiliar TX1, TX4 está bloqueado, este diodo DX2, DX3 permite el paso de la corriente en el primer arrollamiento 71, 72 en un único sentido. Este diodo permite asimismo limitar la tensión en los bornes del transistor auxiliar TX1, TX4.

40 En el modo de realización representado en la figura 6, el circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 consta, además, de un segundo diodo antirretorno DA2, DA3 conectado entre el segundo arrollamiento 73, 74 y la línea de tensión de referencia REF. Este diodo permite el paso en un único sentido en este segundo arrollamiento. La presencia de estos diodos DA2, DA3 impide cualquier funcionamiento reversible de los circuitos de ayuda a la conmutación y permite la desmagnetización del transformador TP, TN. Este funcionamiento unidireccional del circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 es interesante puesto que limita el tiempo de funcionamiento de dicho circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 y limita, por tanto, las pérdidas en dicho circuito.

45 Esta configuración del circuito de ayuda a la conmutación A1, A4 permite, una vez que el transistor principal T1, T4 está cebado, desmagnetizar el transformador TP, TN, es decir, que ninguna corriente circule ya por los arrollamientos del transformador. Esto permite evitar una acumulación de energía en el transformador que acabaría por destruir el dispositivo conversor. Esta desmagnetización se vuelve posible gracias al diodo DX2, DX3, que permite aplicar la tensión de referencia en el arrollamiento 71, 72, cuando el transistor auxiliar TX1, TX4 está bloqueado y cuando dicho diodo se vuelve pasante y gracias al diodo DA2, DA3 que soporta la tensión repercutida en el arrollamiento 73, 74.

5 El transformador TP, TN presenta, en general, fugas magnéticas en cada uno de los arrollamientos que generalmente no se pueden despreciar. De este modo puede definirse una inductancia equivalente creada por las fugas y vincular esta inductancia a una inductancia de resonancia equivalente. Esta inductancia de resonancia determina la pendiente de subida y bajada de corriente en los arrollamientos del transformador. Ventajosamente, el transformador TP, TN consta de un material eléctricamente aislante que separa los arrollamientos. Una elección del grosor de este material aislante, permite, entre otras cosas, regular la inductancia de fuga del transformador y por tanto la pendiente de la corriente.

10 La relación cíclica para generar las señales de control F1, F2 generalmente se elige tomando en consideración el tiempo de desmagnetización del transformador TP, TN, que generalmente es del orden de la mitad del tiempo de cebado. Esto permite evitar una salutación de estos transformadores.

En el modo de realización representado en la figura 6, los segundos medios de conmutación T2, T3 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 se disponen entre la salida de conmutación S1, S4 de dicha unidad de conmutación y la salida de señal modulada SM

15 En el modo de realización representado en la figura 7, el dispositivo conversor consta de un cierto número de elementos ya descritos anteriormente e indicados con las mismas referencias. Al contrario que el dispositivo conversor de la figura 6, la salida de conmutación S1, S4 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 está conectada a la salida de señal modulada SM. Además, los segundos medios de conmutación T2, T3 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 están dispuestos en serie entre el diodo DC2, DC3 y la salida de señal modulada SM. Este modo de realización funciona esencialmente de la misma manera que el de la figura 6 utilizando la unidad de control CD2 representada en la figura 5.

Los dispositivos conversores representados en las figuras 6 o 7 generalmente pueden utilizarse de manera reversible. En otras palabras, el dispositivo conversor puede funcionar en un modo rectificador que permite obtener una tensión sustancialmente continua en las entradas de tensión continua P, N a partir de la tensión alterna VS, es decir, como un conversor CA/CC.

25 En los modos de realización representados en las figuras 6 y 7, el transistor T1, T4 de cada unidad de conmutación UC1, UC4 puede utilizarse en modo de tiristor dual, es decir, que el cebado se hace de manera natural. En general, el cebado principal se hace de manera natural cuando la tensión de conmutación se vuelve sustancialmente igual a cero y el diodo antiparalelo D1, D4 se vuelve pasante. Para ello, la unidad de control CD2 representada en la figura 5, consta de un comparador 81, 82 que permite detectar el paso por cero de la tensión en los bornes de los primeros medios de las conmutaciones T1, T4. La salida de este comparador 81, 82 está conectada a una entrada de un primer operador booleano de tipo "Y" lógico, con la referencia 83, 84. Por operador booleano de tipo "Y" lógico, se entiende, asimismo, un producto de entradas lógicas o un operador binario conjuntivo, pudiendo ser cada una de dichas entradas lógicas igual a cero o a la unidad. Otra entrada de este operador está conectada al punto de entrada de la señal de control F1, F2. De este modo, el paso por cero de la tensión en los bornes del transistor T1, T4 y la presencia simultánea de un pulso de la señal de control F1, F2 permite activar la salida de este operador booleano 83, 84 y cebar el transistor T1, T4.

40 No obstante, en el modo rectificador y en el caso en el que la intensidad de la corriente alterna IS sea demasiado baja, es decir, para una amplitud de la corriente alterna IS inferior a aproximadamente 10 % de su valor máximo, lo que corresponde en general al principio o al final de la alternancia de dicha corriente, la tensión en la salida de conmutación S1, S4 no tiene tiempo de alcanzar el valor de la tensión de la línea P, N contemplada y el cebado natural de los principales transistores T1, T4 no es posible. En efecto, en ese caso, los condensadores CR2, CR3 no tienen tiempo de cargarse y es difícil obtener una resonancia de la corriente que entra en los medios inductivos que anulan la tensión en los bornes de los transistores T1, T4 principales.

45 Para remediar este inconveniente, la unidad de control CD2 representada en la figura 5, consta de un módulo de retardo 91, 92 concebido para forzar un cebado principal retardado tras una duración superior a una duración predeterminada TMAX. Este modo de funcionamiento forzado se aplica en el modo inverso, principalmente cuando se produce el inicio y el fin de la alternancia de la tensión alterna VS, cuando el valor de la corriente alterna IS no es suficiente para cargar los condensadores CR2, CR3. La salida del operador 83, 84 está conectada a un segundo operador booleano de tipo "O" con la referencia 93, 94 cuya la salida está conectada a la entrada de control del transistor principal T1, T4. Por operador booleano de tipo "O" lógico, se entiende asimismo un operador binario disyuntivo, pudiendo ser cada una de dichas entradas lógicas igual a cero o a la unidad. De este modo, en funcionamiento normal, cuando la salida del operador "Y" 83, 84 está activada, la salida del operador 93, 94 está activa igualmente, lo que permite controlar el cebado del transistor principal T1, T4 en el momento en el que la tensión en los bornes de dicho transistor pasa por cero.

55 La unidad de control CD2 representada en la figura 5, consta, además, de un módulo 95, 96 que permite cebar el transistor auxiliar TX1, TX4 durante una duración predeterminada TMAX'. Esta duración discurre a partir del frente ascendente de la señal de control F1, F2. En funcionamiento normal y durante esta duración TMAX', el transistor auxiliar TX1, TX4 puede, por tanto, cebarse, lo que permite anular la tensión de conmutación para cebar el transistor principal T1, T4.

5 Con referencia a las figuras 8A a 8H y a modo de comparación con el dispositivo conversor según la invención, el funcionamiento del dispositivo conversor representado en la figura 6 asociado a la unidad de control CD1 representada en figura 3 (técnica anterior) se describe en lo que sigue, en el caso en el que la tensión alterna VS sea positiva y la corriente alterna IS sea negativa. Cabe destacar que la descripción de este funcionamiento se aplica asimismo al dispositivo conversor representado en la figura 7.

En tanto que la señal de control F1 es igual a la unidad, el transistor T1 conduce y el transistor T3 se mantiene bloqueado gracias al inversor 51. La corriente alterna IS circula por los diodos D1 y D2 (figuras 8E y 8G). En cuanto a la tensión VCR2 en los bornes del condensador CR2, es igual a la tensión U/2 en la entrada P.

10 En un tiempo t1, la señal de control F1 pasa de la unidad a cero, el transistor T1 está bloqueado y el transistor T3 se vuelve pasante. Cabe destacar, que el transistor T2 se mantiene pasante durante toda la alternancia positiva gracias a la presencia del inversor 52 y debido al hecho de que la señal de control F2 en la entrada de dicho inversor se mantiene igual a cero durante toda la alternancia positiva. De ello se deduce que la tensión VCR2 en los bornes del condensador CR2 se anula por descarga de dicho condensador CR2 a través del transistor T2. Debido a este hecho, el valor de la corriente IT3 y IT2 que circula por el transistor T3 y T2 se vuelve muy importante (figura 8C) lo que puede perjudicar su integridad. El transistor T2 es pasante durante toda la duración en la que la corriente alterna IS es negativa y la tensión alterna VS es positiva, la tensión VD1 en los bornes de D1 se mantiene igual a la tensión U/2 en la entrada P (figura 8D). Por lo tanto, es el diodo D1 el que soporta la totalidad de la tensión U/2 de la entrada P. La corriente circula, por tanto, por el transistor T3 (figura 8C) y por el diodo DC3.

20 En un tiempo t2, la señal de control F1 pasa de cero a la unidad, el transistor T1 se vuelve pasante y el transistor T3 se bloquea. De ello se deduce que la corriente se deriva hacia el condensador CR2 a través del diodo D2 (figura 8G), lo que ralentiza la subida de la tensión VT3 en los bornes del transistor T3 (figura 8B).

En un tiempo t3, el condensador CR2 está cargado y presenta una tensión VCR2 en sus bornes igual a la tensión U/2 en la entrada P. La corriente alterna IS circula por los diodos D1 y D2 (figuras 8E y 8G).

25 Con referencia a las figuras 9A a 9H, a continuación, se describe el funcionamiento del dispositivo conversor, representado en la figura 6, asociado a la unidad de control CD2, representada en la figura 5, siempre en el caso en el que la tensión alterna VS sea positiva y la corriente alterna IS sea negativa, es decir, durante las fases reactivas. Este funcionamiento se puede transponer al caso en el que la tensión VS es negativa y la corriente IS es positiva, T2 funcionando entonces como T3 en lo sucesivo y a la inversa. Cabe destacar que la descripción de este funcionamiento se aplica asimismo al dispositivo conversor representado en la figura 7.

30 En tanto que la señal de control F1 es igual a la unidad, el transistor T1 conduce y el transistor T3 se mantiene bloqueado gracias al inversor 51. La corriente alterna IS circula por los diodos D1 y D2 (figuras 9E). En cuanto a la tensión VCR2 en los bornes del condensador CR2 es igual a la tensión U/2 en la entrada P (figura 9G).

35 En el tiempo t1, la señal de control F1 pasa de la unidad a cero, el transistor T1 está bloqueado y el transistor T3 se vuelve pasante como en el caso anterior. Por otra parte, la salida del inversor 52 se mantiene igual a la unidad debido al hecho de que, durante toda la alternancia positiva de la tensión VS, la señal de control F2 se mantiene igual a cero. En paralelo, el signo de la corriente alterna permite mantener la salida del comparador 61 a cero. De ello se deduce que la salida del operador booleano "Y" lógico 65 es igual a cero y el transistor T2 está bloqueado. Los segundos medios de control 61, 65 permiten, por tanto, bloquear el transistor T2, lo que impide la circulación de la corriente procedente de la descarga del condensador CR2. El condensador CR2 permanece, por tanto, cargado (figura 9G) y la tensión en los bornes del diodo D1 se mantiene igual a cero (figura 9E). Es, por tanto, el diodo D2 el que soporta el conjunto de la tensión U/2 de la entrada P cuando el transistor T3 es pasante (figura 9F).

Al igual que antes, en el tiempo t2, la señal de control F1 pasa de cero a la unidad, el transistor T1 se vuelve pasante y el transistor T3 se bloquea. La corriente se deriva al diodo D2.

En el tiempo t2, la corriente alterna IS circula por los diodos D1 y D2 (figuras 9E).

45 La utilización de la unidad de control CD2 representada en la figura 5, en particular de los segundos medios de control 61, 62, 65, 66 de dicha unidad de control, permite limitar la corriente IT3, IT2 que circula por el transistor T3, T2 impidiendo la descarga del condensador CR2, CR3. Debido a este hecho, no es necesario que el transistor T3 esté sobredimensionado para soportar una corriente a la que se añadiría una corriente de descarga del condensador CR2, CR3.

50 Con referencia a los cronogramas de las figuras 10A a 10L, a continuación, se describe el funcionamiento del dispositivo conversor representado en la figura 6 o en la figura 7. Cabe destacar, que estos cronogramas se extienden durante una duración en la que la tensión y la corriente alterna VS, IS pueden considerarse continuas. La siguiente descripción se limita al funcionamiento durante unas alternancias positivas de la tensión alterna VS, es decir, esencialmente al funcionamiento de la unidad de conmutación UC1 y del circuito de ayuda a la conmutación AI. El funcionamiento del dispositivo conversor durante las alternancias negativas de la tensión alterna VS es fácil de derivar para el experto en la materia. La siguiente descripción se ha realizado para el caso en el que la tensión alterna VS y la corriente alterna IS son del mismo signo, es decir, cuando el circuito de ayuda a la conmutación se

utiliza para obtener una conmutación suave de los transistores principales T1, T4. Es más, la siguiente descripción se aplica al modo rectificador del dispositivo conversor, es decir, al modo de funcionamiento CC/CA, y esto en el caso en el que la intensidad de la corriente alterna IS sea suficiente para obtener una conducción natural de los transistores T1, T4. En otras palabras, el funcionamiento descrito en lo sucesivo excluye, en cierta medida, el modo rectificador para el principio y final de las alternancias de la tensión alterna VS.

En el arranque, el transistor principal T1 está en un estado cebado o pasante, lo que viene indicado por la presencia de un trazo grueso en la figura 10B. En cuanto al transistor auxiliar TX1 está en un estado bloqueado, lo que se indica con la ausencia de un trazo grueso en la figura 10C. Como puede verse en la figura larga, el diodo DC2 está bloqueado. El transistor T1 ve pasar una corriente IT1, representada en la figura 10F, sustancialmente igual a la corriente alterna IS. La tensión V1 en los bornes del transistor T1 es, de hecho, sustancialmente igual a cero y la tensión VCR2 en los bornes del condensador CR2 es sustancialmente igual a la tensión U/2 en la entrada P (figura 10E). El diodo DA2 no ve pasar ninguna corriente, como se ha representado en la figura 10H y se encuentra en un estado bloqueado. La tensión VDA2 en sus bornes, representada en la figura 10I, es, por tanto, sustancialmente igual al valor de la tensión U/2 en la entrada P.

En el tiempo t1, el transistor T1 está bloqueado (figura 10B), la corriente alterna IS está derivada al condensador CR2. La tensión V1 en los bornes del transistor principal T1 comienza a aumentar progresivamente, descargando el condensador CR2, como puede verse en la figura 10E. El diodo DA2 siempre está en estado bloqueado y la tensión VDA2 en sus bornes comienza a disminuir (figura 10I) hasta alcanzar un valor nulo. Al mismo tiempo, como puede verse en la figura 10L, la tensión VTX1 en los bornes del transistor auxiliar TX1 aumenta hasta el valor de la tensión U/2 en la entrada P.

En el tiempo t2, la tensión VCR2 en los bornes del condensador CR2 alcanza el valor de la tensión de referencia (figura 10E) y el diodo DC2 se pone a conducir una corriente IDC2 cuyo valor es sustancialmente igual al valor de la corriente IS representada en figura 10G.

En el tiempo t3, el transistor auxiliar TX1 está cebado (figura 10C), lo que va a conllevar un decrecimiento de la corriente IDC2 en el diodo DC2 (figura 10G) que está desviada hacia el transistor auxiliar TX1 que se ha vuelto pasante. Como puede verse en la figura 10J, el transistor auxiliar TX1 ve, por tanto, una corriente ITX1 que aumenta progresivamente. De este modo, la corriente IRP en el transformador TP, representada en la figura 10D, va a aumentar a la vez que disminuye la corriente IDC2. Después del cebado del diodo DA2, esta corriente IRP es el resultado de la suma de la corriente ITX1 en el primer arrollamiento 71 del transformador TP (figura 10J) y de la corriente IDA2 en el segundo arrollamiento 73 de ese mismo transformador TP (figura 10H). En cuanto el diodo DA2 está cebado, la tensión U/2 en la entrada P se aplica a los dos arrollamientos 71, 73 del transformador TP. A causa de las fugas magnéticas de este transformador, el arrollamiento 73 se someterá a una tensión en sus bornes sustancialmente igual a la tensión U/2 en la entrada P. Al estar la relación de transformación del transformador TP muy próxima a la unidad, la corriente ITX1 en el arrollamiento 71 representada en la figura 10J y la corriente IDA2 en el arrollamiento 73 representado en la figura 10H son sustancialmente iguales a la mitad del valor de la corriente IRP entrante en el transformador TP, es decir, iguales a la mitad de la corriente alterna IS.

En el tiempo t4, ya no circula ninguna corriente por el diodo DC2, lo que conlleva su bloqueo (figura 10G). La tensión V2 en los bornes del condensador CR2 (figura 10E), comienza, por tanto, a aumentar por un fenómeno de resonancia con el transformador TP. Al mismo tiempo, como puede verse en las figuras 10D, 10H y 10J, la corriente IRP en la entrada del transformador TP así como las corrientes IDA2 e ITX1 en cada arrollamiento van a aumentar. De esta forma, la corriente IRP en el transformador va a entrar en resonancia. En efecto, en el tiempo t4, el condensador CR2 que está descargado va a cargarse a medida que la tensión V2 aumenta en sus bornes hasta la tensión de la entrada P.

Entre los tiempos t4 y t5, cuando la tensión V2 en los bornes del condensador CR2 es sustancialmente igual a la mitad de la tensión U/2 en la entrada P, la corriente IRP que entra en el transformador TP va a alcanzar un pico de resonancia (figuras 10D y 10E). Durante este lapso de tiempo, la tensión en los bornes del arrollamiento 71 del transformador TP va a disminuir y la tensión en los bornes del arrollamiento 73 de ese mismo transformador va a aumentar. En otras palabras, a causa de la variación de la tensión V2, la tensión U/2 en la entrada P va a bascular simultáneamente del arrollamiento 71 al arrollamiento 73.

En el tiempo t5, cuando la tensión V2 en los bornes del condensador CR2 es igual a la tensión U/2 en la entrada P (figura 10E), va a circular una corriente débil por el diodo D1 montado a la inversa paralelamente al transistor T1. Esto puede verse en la figura 10F que representa la corriente IT1 que circula por el módulo constituido por el transistor principal T1 y el diodo D1. El transistor principal T1 se ceba entre el tiempo t5 y el tiempo t6, con una tensión en sus bornes que es, por tanto, sustancialmente igual a cero (figura 10E). De este modo, la energía disipada durante este cebado se ve minimizada.

En el tiempo t6, la corriente IT1 en el transistor principal T1 aumenta progresivamente (figura 10F), al mismo tiempo, la intensidad de las corrientes ITX1 y IDA2 respectivamente, en el primer y el segundo arrollamiento 71, 73 disminuye (figuras 10J y 10H).

- 5 En el tiempo t_7 , ya no circula ninguna corriente por el diodo DA2 y por el segundo arrollamiento 73 del transformador TP (figura 10H), lo que conlleva el bloqueo de dicho diodo. Una corriente de baja intensidad IMAG representada en la figura 10J, debido a la magnetización del transformador TP, sigue circulando por el transistor TX1 así como por el primer arrollamiento 71 de dicho transformador. Entre el tiempo t_7 y el tiempo t_8 , al ser las tensiones en los bornes de los arrollamientos 71, 73 del transformador TP sustancialmente igual a cero, el valor de esta corriente IMAG permanece sustancialmente constante.
- 10 En el tiempo t_8 , el transistor TX1 está controlado en un estado bloqueado (figura 10C) y el diodo DX2 permite evacuar completamente la corriente de magnetización IMAG que circula por el primer arrollamiento 71. Así se produce una desmagnetización completa del transformador TP antes del bloqueo principal del transistor principal T1. Como puede verse en la figura 10L, el valor de la tensión en los bornes del transistor TX1 es sustancialmente igual a la tensión $U/2$ en la entrada P. Como puede verse en la figura 10I, en cuanto a la tensión en los bornes del diodo DA2, es sustancialmente igual a dos veces el valor de la tensión $U/2$ en la entrada P. De este modo, durante la desmagnetización del transformador TP, la tensión VTX1 en los bornes del transistor auxiliar TX1 es dos veces más débil que la tensión VDA2 en los bornes del diodo DA2. Es por tanto el diodo DA2 el que encaja una tensión de desmagnetización importante en lugar del transistor auxiliar TX1, lo que permite elegir un transistor TX1 de menos calibre, por lo tanto, menos caro y que funciona con un menor consumo energético.
- 15 En el tiempo t_9 , el transformador TP está completamente desmagnetizado, es decir, que el valor medio de la tensión en sus bornes es nulo. Debido a este hecho, la corriente IMAG se vuelve nula y el diodo DX2 se bloquea. De este modo se vuelve a la situación inicial que precede al tiempo t_1 .
- 20 Con referencia a los cronogramas de las figuras 11A a 11K, a continuación, se describe el funcionamiento en modo rectificador del dispositivo conversor representado en la figura 6 o en la figura 7, es decir, el modo de funcionamiento CC/CA de dicho conversor, en el caso en el que la intensidad de la corriente alterna IS no sea suficiente para obtener una conducción natural de los transistores T1, T4. El funcionamiento descrito a continuación, es, por tanto, aplicable al principio y al final de la alternancia de la corriente alterna IS. Cabe destacar, que estos cronogramas se extienden durante una duración en la que la tensión y la corriente alterna VS, IS pueden considerarse continuas. La siguiente descripción se limita al funcionamiento durante unas alternancias positivas de la tensión alterna VS, el funcionamiento durante las alternancias negativas de dicha tensión alterna VS es fácil de derivar para el experto en la materia.
- 25 En el arranque, el transistor T1 está cebado o es pasante, como puede verse en la figura 11A. El transistor T1 conduce una corriente IT1 representada en la figura 11E cuyo valor es sustancialmente igual al de la corriente alterna IS. Como puede verse en las figuras 11D y 11F, el valor de la tensión VCR2 en los bornes del condensador CR2 es prácticamente nulo y el diodo DC2 está en un estado bloqueado.
- 30 En el tiempo t_1 , el transistor principal T1 pasa del estado pasante al estado bloqueado (figura 11A) y la corriente alterna IS se deriva al condensador CR2. La tensión VCR2 en los bornes del condensador CR2 comienza a disminuir progresivamente descargando el condensador CR2 y la tensión V1 en los bornes del transistor principal T1 aumenta progresivamente, como puede verse en la figura 11D. Al ser la intensidad de la corriente alterna IS demasiado débil, la tensión V1 en los bornes del transistor T1 aumenta muy lentamente y no llega a alcanzar el valor de la tensión $U/2$ en la entrada P. Debido a este hecho, el diodo DC2 no puede cebarse y, por tanto, no conduce (figura 11F).
- 35 En el tiempo t_2 , el transistor auxiliar TX1 está cebado (figura 11B). Como puede verse en la figura 11I, el transistor auxiliar TX1 ve, por tanto, una corriente ITX1 que aumenta progresivamente. De la misma manera, la corriente IRP en el transformador TP (figura 11C) y la corriente IDA2 en el diodo DA2 (figura 11 G) aumentan. La corriente IRP en el transformador TP va a entrar a continuación en una fase de resonancia. En efecto, el condensador CR2 que está cargado inicialmente va a descargarse a medida que la tensión V1 en los bornes del transistor principal T1 disminuye hasta cero. La corriente IRP en el transformador TP va a alcanzar a continuación, un pico de resonancia (figura 11C), que va a ir seguido de una bajada. Como puede verse en las figuras 11C, 11D, 11G, 11H, 11I y 11K, la fase de resonancia se traduce en unas oscilaciones sin que la tensión V1 en los bornes del transistor principal T1 pueda anularse. El transistor T1 no puede cebarse, por tanto, debido al hecho de que las salidas del comparador 81 y del operador booleano "Y" lógico 83 de la unidad de control CD2 permanecen en un estado inactivo.
- 40 En el tiempo t_3 , tras el lapso de tiempo TMAX definido por el módulo de retardo 91 de los medios de control CD2, se ceba el transistor principal T1 automáticamente (figura 11 A), debido al hecho de que la salida del operador booleano "O" lógico 93 pasa a un estado activo. Al mismo tiempo, la tensión V1 en los bornes del transistor principal T1 se lleva brutalmente hacia cero (figura 11D), lo que genera un pico de corriente en el transistor principal T1 (figura 11 E). La corriente IRP decrece (figura 11C) y el diodo DA2 se encuentra en un estado bloqueado (figura 11G). Solo, una corriente magnetizadora IMAG circula por el transistor TX1 (figura 11I).
- 45 En el tiempo t_4 , tras una duración TMAX' definida por el módulo 95 de la unidad de control CD2 y habitualmente superior al tiempo TMAX, el transistor auxiliar TX1 está bloqueado (figura 11B). El diodo DX2 permite obtener una desmagnetización completa del transformador TP en el tiempo t_5 (figuras 11H, 11I y 11 J).

En el tiempo t_5 , el transformador TP está completamente desmagnetizado. Debido a este hecho, la corriente IMAG se vuelve nula y el diodo DX2 se bloquea (figura 11J). De este modo se vuelve a la situación inicial que precede al tiempo t_1 .

5 Los dispositivos conversores descritos anteriormente pueden utilizarse en una alimentación ininterrumpida 501 tal y como se ha representado en la figura 12. Esta alimentación ininterrumpida comprende una entrada de alimentación 502 en la que se aplica una tensión de entrada variable de una primera red trifásica. La alimentación ininterrumpida comprende un rectificador 503, estando dicho rectificador conectado entre, por un lado, la entrada de alimentación 502 y, por otro lado, dos líneas de salida 504 o bus de tensión sustancialmente continua. La alimentación
10 ininterrumpida comprende un ondulator 506 correspondiente a uno de los dispositivos conversores descritos anteriormente, estando dicho ondulator conectado entre las líneas de salida 504 y una salida 507 destinada a suministrar una tensión alterna trifásica asegurada a una carga 508. El bus de tensión continua 504 está asimismo conectado a una batería 509 por mediación de un convertor CC/CC 510.

15 Como puede verse en la figura 12, unos contactores estáticos 511 y 512 que permiten seleccionar entre la entrada de alimentación 502 de la primera red trifásica y una entrada de alimentación 513 de una segunda red, también trifásica. De este modo, es posible alimentar la carga por mediación de la primera red asegurada por la alimentación ininterrumpida 501 y en caso necesario, conmutar a la segunda red.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo conversor que permite suministrar una tensión (VS) y una corriente (IS) alternas por filtrado de pulsos obtenidos en una salida de señal modulada (SM) a partir de tres tensiones (-U/2, UREF, U/2) sustancialmente continuas, disponibles en una línea de tensión de referencia (REF) y en dos entradas (P, N) de tensión de signos opuestos,
- comprendiendo dicho dispositivo dos unidades de conmutación (UC1, UC4) conectadas entre dicha línea de tensión de referencia y respectivamente una y otra de dichas entradas, comprendiendo cada unidad de conmutación unos primeros medios de conmutación (T1, T4) conectados entre la entrada a la que dicha unidad de conmutación está conectada y una salida de conmutación (S1, S4) de dicha unidad de conmutación para suministrar unos pulsos que tengan un mismo signo que el de la tensión disponible en dicha entrada por conducciones y bloqueos principales de dichos primeros medios de conmutación,
- comprendiendo dicho dispositivo para cada unidad de conmutación unos segundos medios de conmutación (T2, T3) asociados a dicha unidad de conmutación y conectados entre dicha unidad de conmutación y dicha salida de señal modulada, y unos primeros medios de control (51, 52) que actúan sobre dichos segundos medios de conmutación para establecer una conducción de dichos segundos medios de conmutación cuando el signo de dicha tensión alterna es el mismo que el de la tensión en la entrada (P, N) a la que dicha unidad de conmutación está conectada,
- caracterizado porque** dicho dispositivo comprende para cada unidad de conmutación un circuito de ayuda a la conmutación (A1, A4) de dicha unidad de conmutación conectado entre la entrada a la que dicha unidad de conmutación está conectada y la salida de conmutación de dicha unidad de conmutación para establecer, antes de cualquier conducción principal de los primeros medios de conmutación de dicha unidad de conmutación, una tensión de conmutación de dichos primeros medios de conmutación sustancialmente igual a cero,
- porque** dicho dispositivo comprende, para cada unidad de conmutación, unos segundos medios de control que actúan sobre los segundos medios de conmutación asociados a la unidad de conmutación que está conectada a la entrada de tensión (P, N) del mismo signo que el de dicha tensión alterna, para establecer, cuando dicha tensión alterna y dicha corriente alterna son de signos opuestos, un bloqueo de dichos segundos medios de conmutación,
- porque** cada unidad de conmutación (UC1, UC4) comprende, además, un diodo (DC2, DC3) conectado entre la línea de tensión de referencia (REF) y la salida de conmutación (S1, S4) de dicha unidad de conmutación, para establecer en dicha salida de conmutación, durante el bloqueo principal, una tensión igual a dicha tensión de referencia, y **caracterizado porque** el circuito de ayuda a la conmutación (A1, A4) de cada unidad de conmutación (UC1, UC4) consta de unos medios inductivos, unos medios de derivación de una corriente (IRP, IRN) de la salida de conmutación (S1, S4) para derivar dicha corriente hacia dichos medios inductivos antes de la conducción principal, y unos medios de acumulación de energía (CR2, CR3) montados en paralelo en el diodo (DC2, DC3) de dicha unidad de conmutación para establecer una resonancia de dicha corriente (IRP) en dichos medios inductivos antes de la conducción principal.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los segundos medios de conmutación (T2, T3) de cada unidad de conmutación (UC1, UC4) están dispuestos entre la salida de conmutación (S1, S4) de dicha unidad de conmutación y la salida de señal modulada (SM).
3. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la salida de conmutación (S1, S4) de cada unidad de conmutación (UC1, UC4) está directamente conectada a la salida de señal modulada (SM), y **porque** los segundos medios de conmutación (T2, T3) de cada unidad de conmutación (UC1, UC4) están dispuestos en serie entre el diodo (DC2, DC3) y dicha salida de señal modulada (SM).
4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado porque** cada unidad de conmutación (UC1, UC4) está controlada con la ayuda de una señal de control (F1, F2) de modulación de ancho de pulso cuya amplitud se mantiene en un valor sustancialmente igual a cero cuando el signo de la tensión alterna (VS) es opuesto con respecto al signo de la tensión en la entrada (P, N) a la que dicha unidad de control está conectada, y
- porque** los primeros medios de control que actúan sobre los segundos medios de conmutación (T2, T3) asociados a una de las unidades de conmutación (UC1, UC4) constan de un inversor (51, 52) conectado entre la entrada de control de dichos segundos medios de conmutación (T2, T3) y un punto de entrada de la señal de control (F2, F1) de la otra unidad de conmutación.
5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado porque** los segundos medios de control que actúan sobre los segundos medios de conmutación (T2, T3) asociados a una unidad de conmutación (UC1, UC4) constan entre la entrada de control de dichos segundos medios de conmutación (T2, T3) y el punto de entrada de la señal de control (F2, F1) de la otra unidad de conmutación (UC4, UC1):
- de unos medios de prueba (61, 62) del signo de la corriente alterna (IS) con respecto al de la tensión en la entrada (P, N) a la que está conectada dicha primera unidad de conmutación, y
 - de un operador booleano "Y" lógico (65, 66) provisto de dos entradas conectadas a una salida del inversor (51, 52) de unos primeros medios de control de dichos segundos medios de conmutación y a una salida de dichos medios de prueba (61, 62) y de una salida para establecer un bloqueo de dichos segundos medios de conmutación cuando dicha corriente alterna es de signo opuesto con respecto al de la tensión en la entrada (P, N) a la que está conectada dicha primera unidad de conmutación.

- 5 6. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** los medios inductivos del circuito de ayuda a la conmutación (A1, A4) de cada unidad de conmutación están esencialmente constituidos por un transformador (TP, TN) conectado a la salida de conmutación de dicha unidad de conmutación y constan de unos arrollamientos bobinados a la inversa, y **porque** dichos medios de derivación constan de unos medios de conmutación auxiliares (TX1, TX4) conectados directamente entre dichos medios inductivos y la entrada de tensión (P, N) a la que dicha unidad de conmutación está conectada.
7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el transformador (TP, TN) del circuito de ayuda a la conmutación (A1, A4) de cada unidad de conmutación (UC1, UC4) consta de:
- 10 - un primer arrollamiento (71, 72) conectado entre la salida de conmutación (S1, S4) de dicha unidad de conmutación y los medios de derivación (TX1, TX4) de dicho circuito de ayuda a la conmutación, y
 - un segundo arrollamiento (73, 74) acoplado magnéticamente a dicho primer arrollamiento y conectado entre dicha salida de conmutación y la línea de tensión de referencia (REF).
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado porque** el transformador (TP, TN) presenta una relación de transformación inferior a la unidad.
- 15 9. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado porque** el circuito de ayuda a la conmutación (A1, A4) de cada unidad de conmutación (UC1, UC4) consta al menos de un primer diodo antirretorno (DX2, DX3) conectado entre el primer arrollamiento (71, 72) y la línea de tensión de referencia (REF).
- 20 10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el circuito de ayuda a la conmutación (A1, A4) de cada unidad de conmutación (UC1, UC4) consta de un segundo diodo antirretorno (DA2, D3) conectado entre el segundo arrollamiento (73, 74) y la línea de tensión de referencia (REF).
- 25 11. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado porque** dicho dispositivo consta de terceros medios de control que actúan sobre los primeros medios de conmutación (T1, T4) de cada unidad de conmutación (UC1, UC4), estando dichos terceros medios de control conectados entre el punto de entrada de la señal de control (F1, F2) de modulación de ancho de pulso de dicha unidad de conmutación y la entrada de control de dichos primeros medios de conmutación (T1, T4), permitiendo dichos terceros medios de control controlar una sucesión de conducciones y bloqueos principales de dichos primeros medios de conmutación a partir de dicha señal de control (F1, F2), constando dichos terceros medios de control, de un módulo de retardo (91, 92) concebido para establecer una conducción principal retardada tras una duración superior a una duración predeterminada (TMAX).
- 30 12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado porque** dicho dispositivo consta de cuartos medios de control que actúan sobre los medios de conmutación auxiliares (TX1, TX4) del circuito de ayuda a la conmutación de cada unidad de conmutación (UC1, UC4), estando dichos cuartos medios de control conectados entre el punto de entrada de la señal de control (F1, F2) de modulación de ancho de pulso de dicha unidad de conmutación y la entrada de control de dichos medios de control auxiliares (TX1, TX4), constando dichos cuartos medios de control, de un módulo (95, 96) concebido para establecer una conducción de dichos medios de conmutación auxiliares durante una duración predefinida (TMAX').
- 35 13. Alimentación ininterrumpida (301) que comprende una entrada de alimentación (302) en la que se aplica una tensión de entrada alterna, un rectificador (303) conectado a dicha entrada, dos líneas de tensión sustancialmente continua de signos opuestos conectadas a la salida de dicho rectificador, un ondulator (306) conectado a dichas líneas de tensión, de tensión sustancialmente continua y que consta de una salida (307) destinada a suministrar una tensión de seguridad, **caracterizada porque** dicho ondulator es un dispositivo conversor según una de las reivindicaciones anteriores y suministra a partir de las tensiones sustancialmente continuas una tensión alterna de seguridad.
- 40

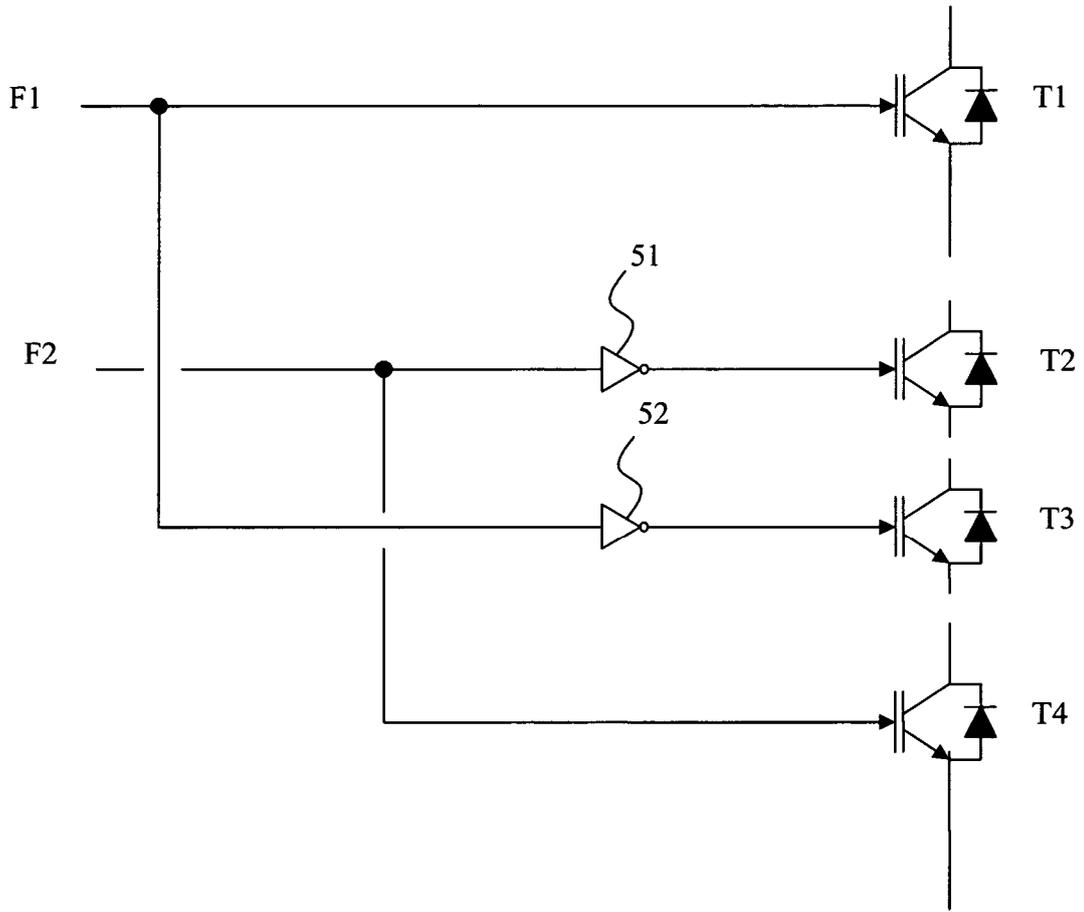


Fig. 3

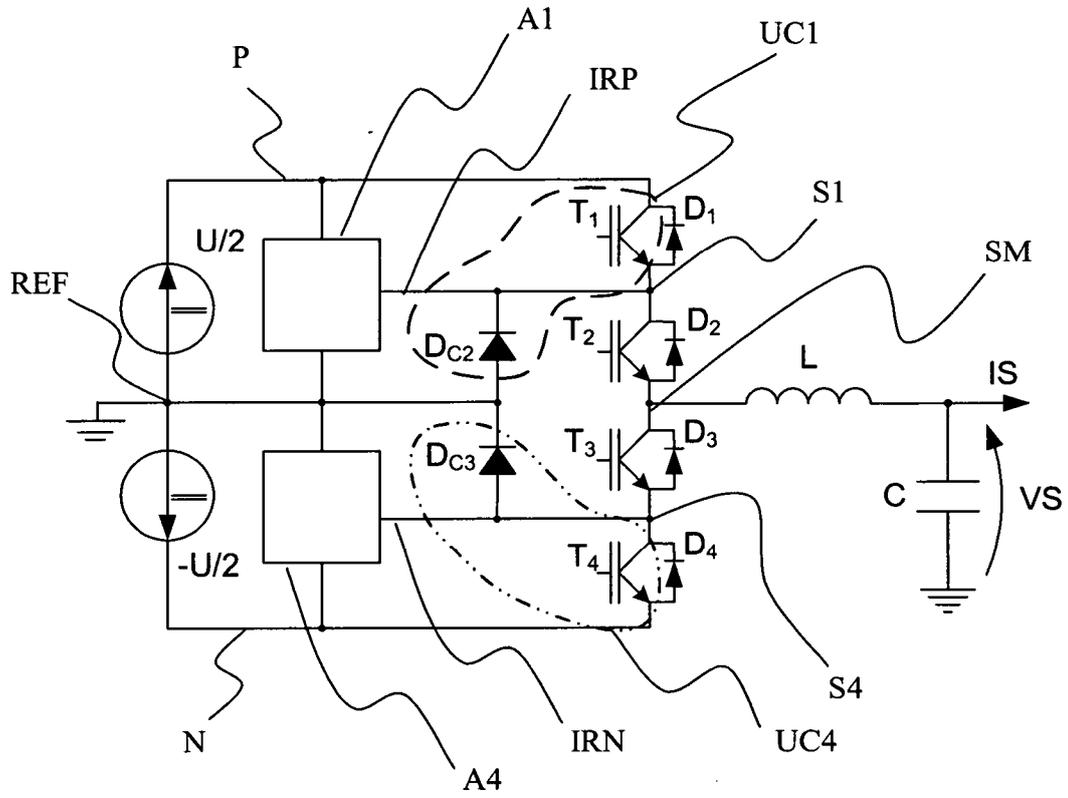


Fig. 4

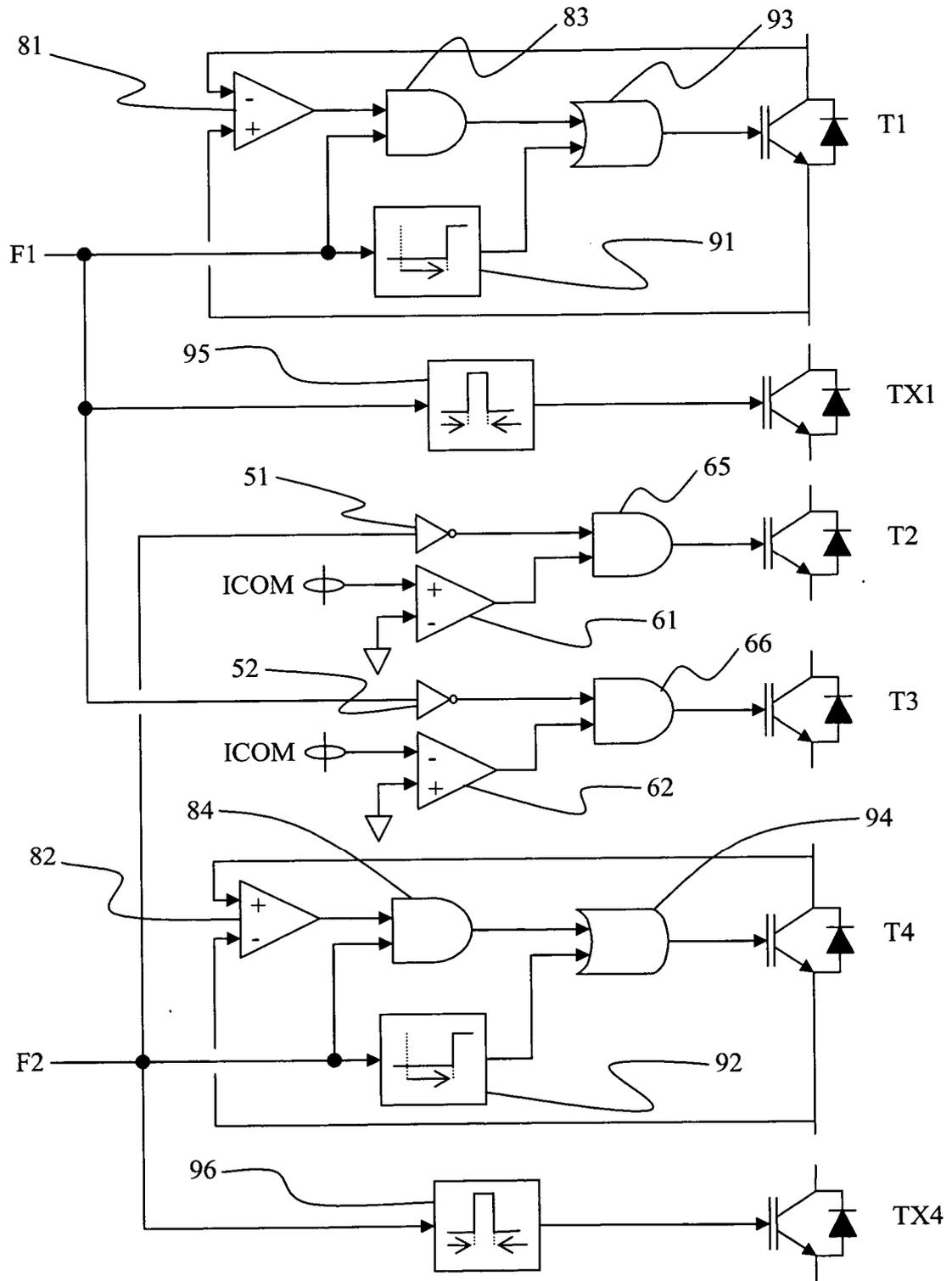


Fig. 5

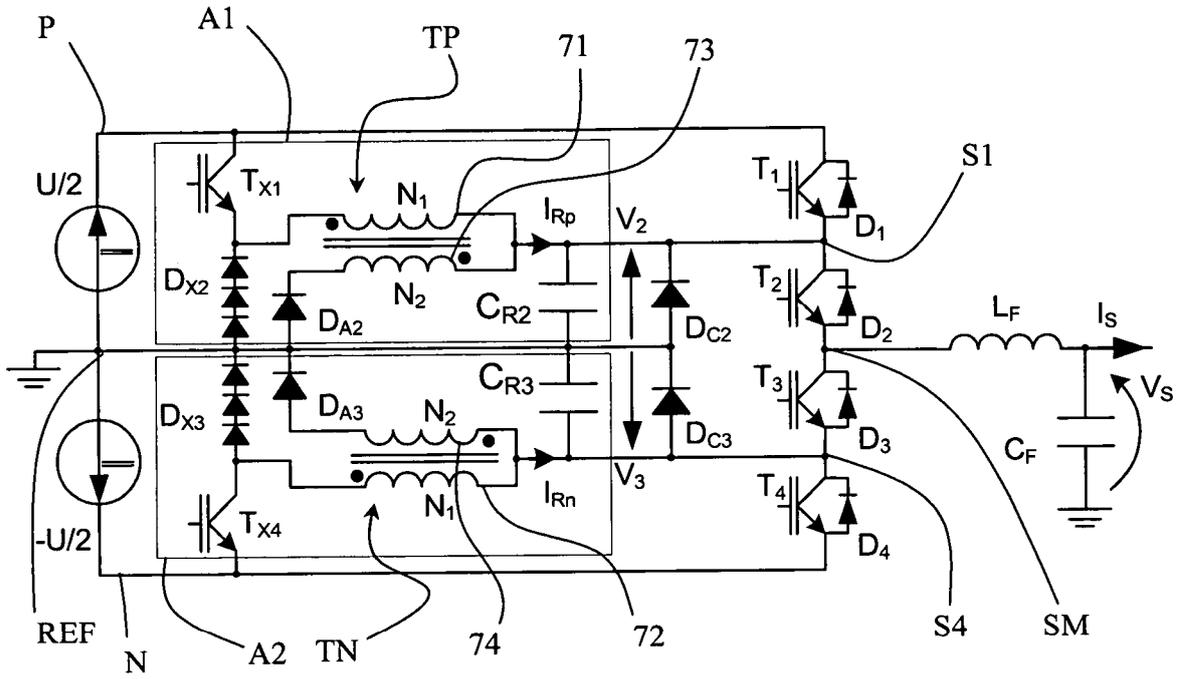


Fig. 6

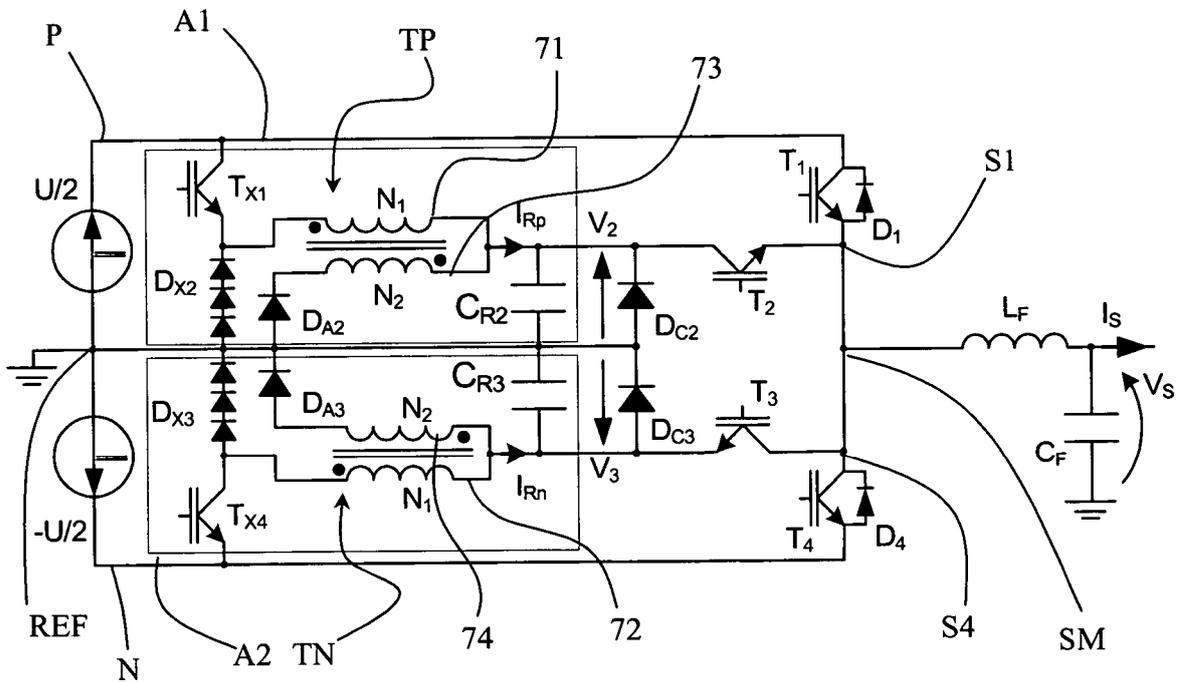


Fig. 7

Fig. 8A

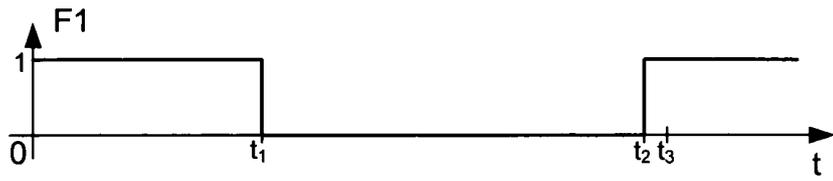


Fig. 8B

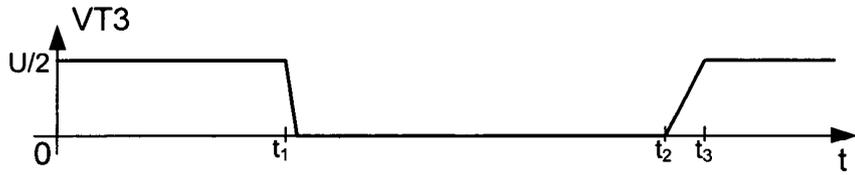


Fig. 8C

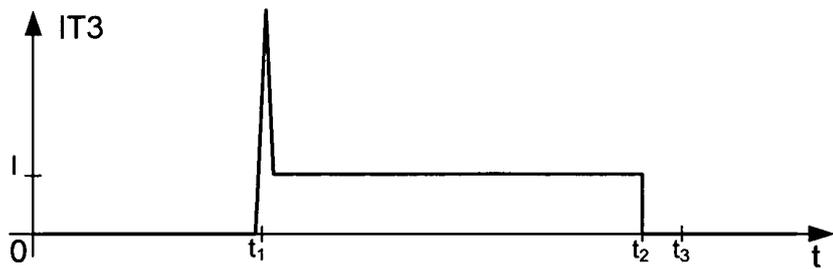


Fig. 8D

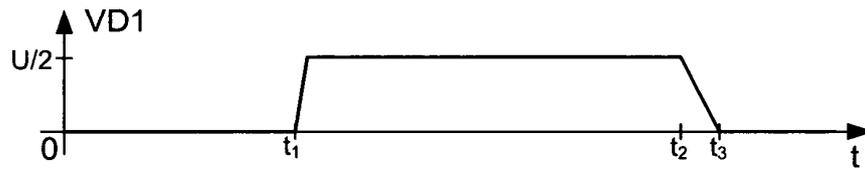


Fig. 8E



Fig. 8F



Fig. 8G

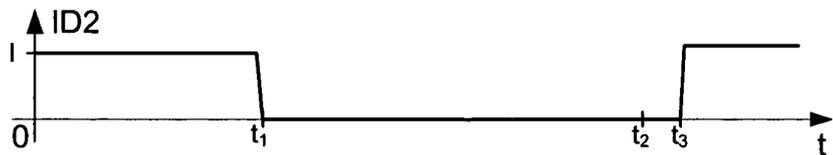


Fig. 8H

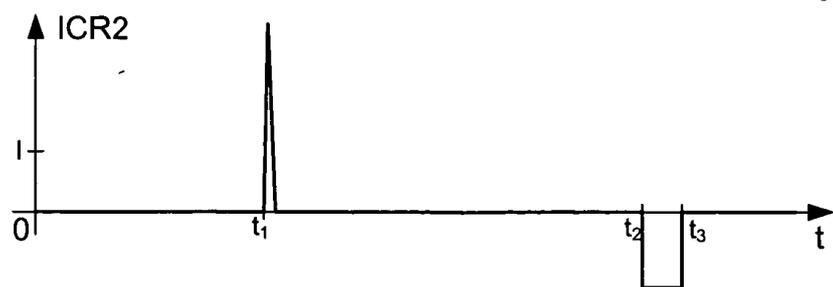


Fig. 9A

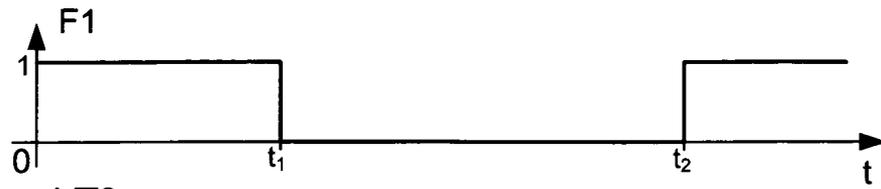


Fig. 9B



Fig. 9C

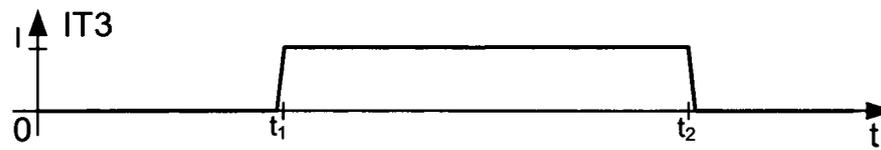


Fig. 9D



Fig. 9E



Fig. 9F

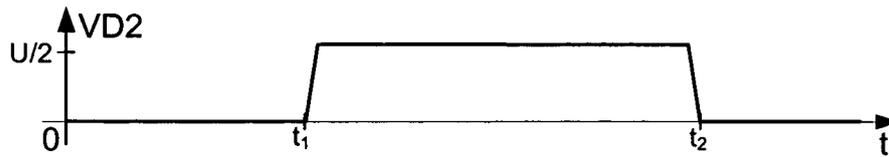


Fig. 9G

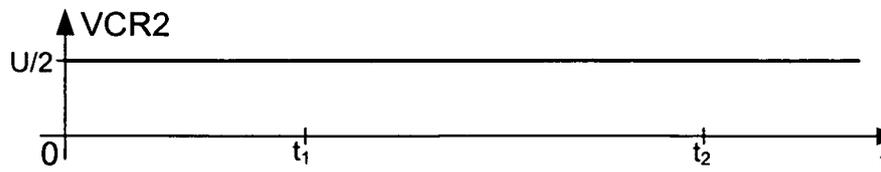


Fig. 9H



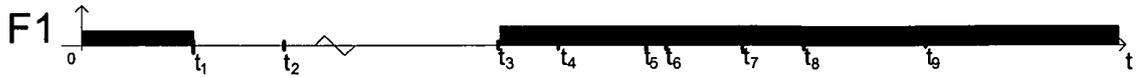


Fig. 10A

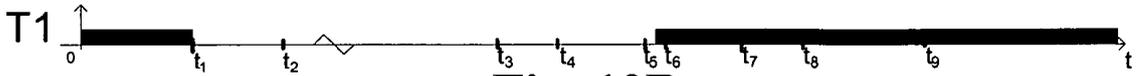


Fig. 10B

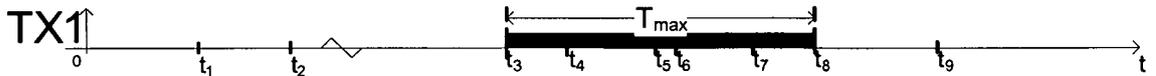


Fig. 10C

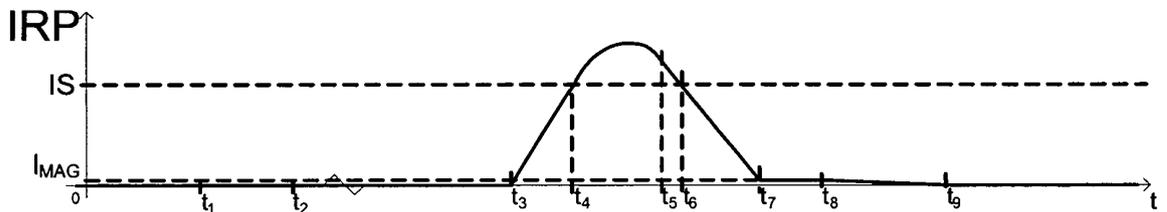


Fig. 10D

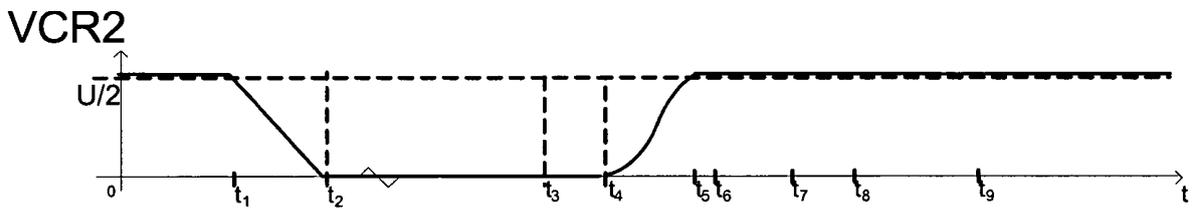


Fig. 10E

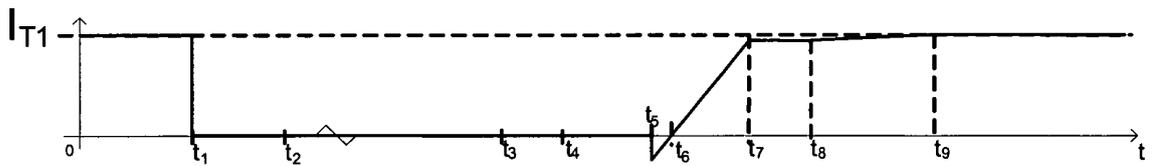


Fig. 10F

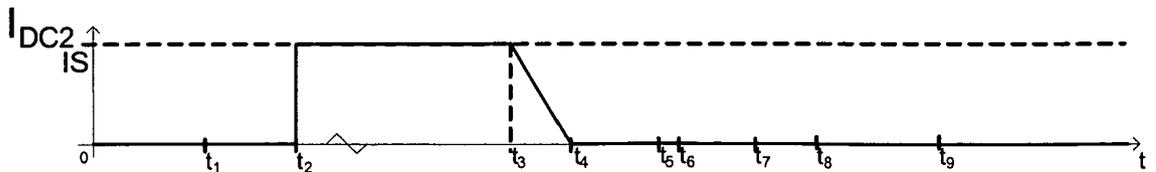


Fig. 10G

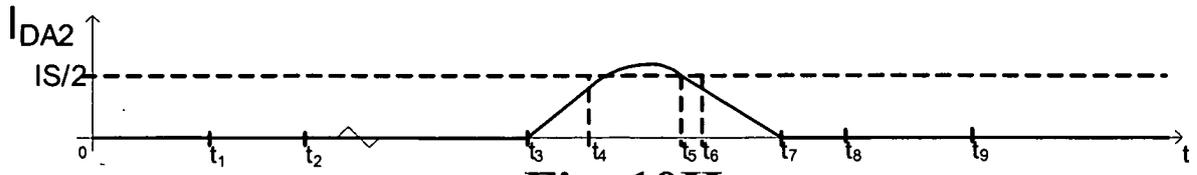


Fig. 10H

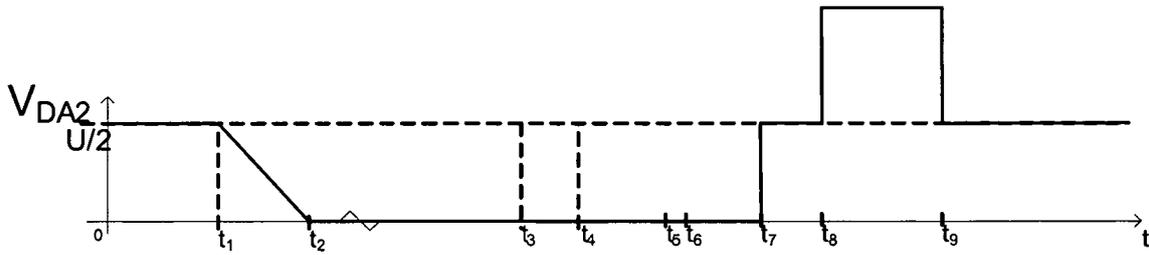


Fig. 10I

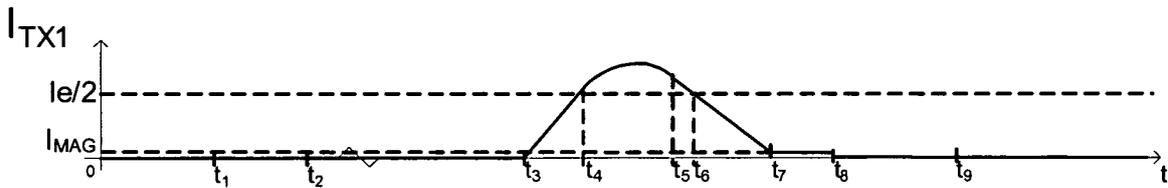


Fig. 10J

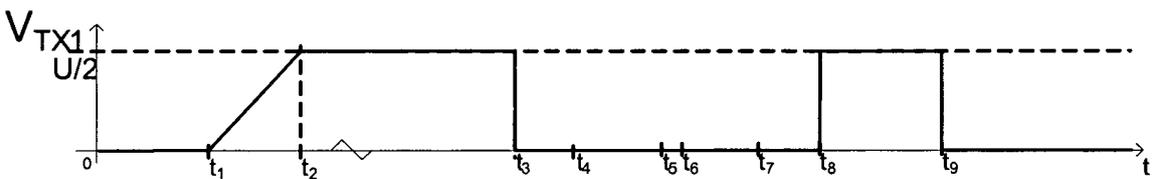


Fig. 10K

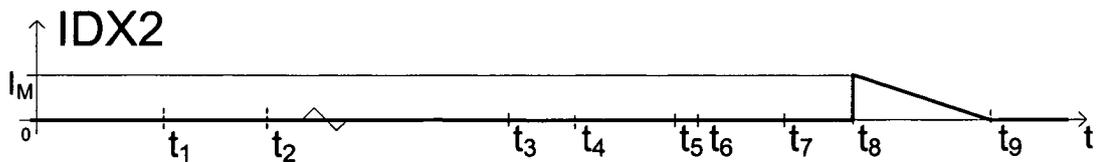


Fig. 10L

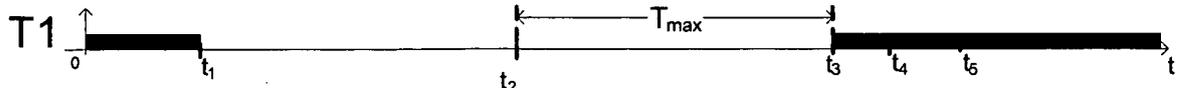


Fig. 11A

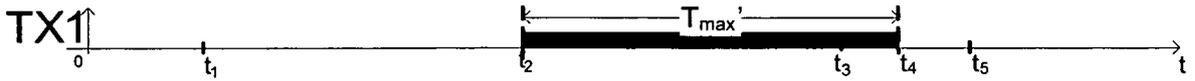


Fig. 11B

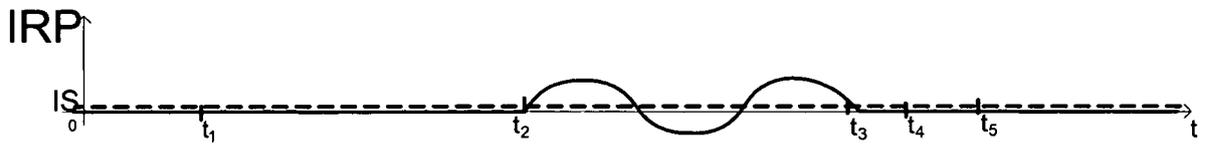


Fig. 11C

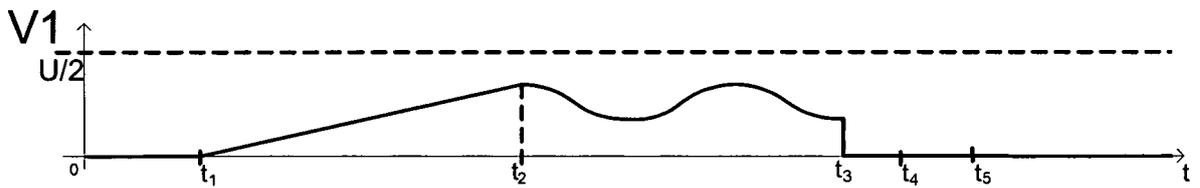


Fig. 11D

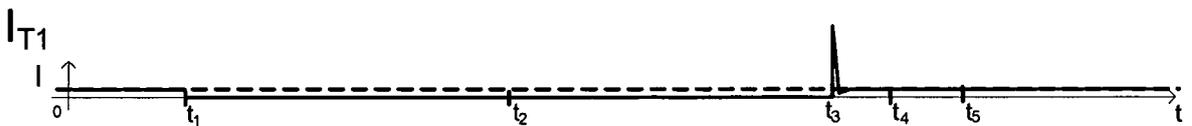


Fig. 11E

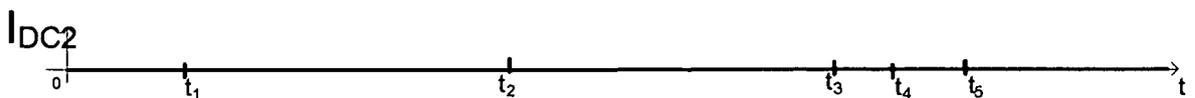


Fig. 11F

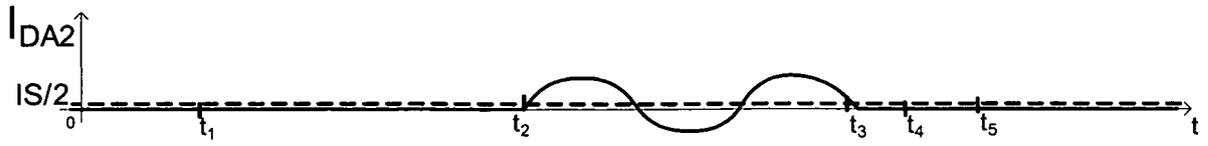


Fig. 11G

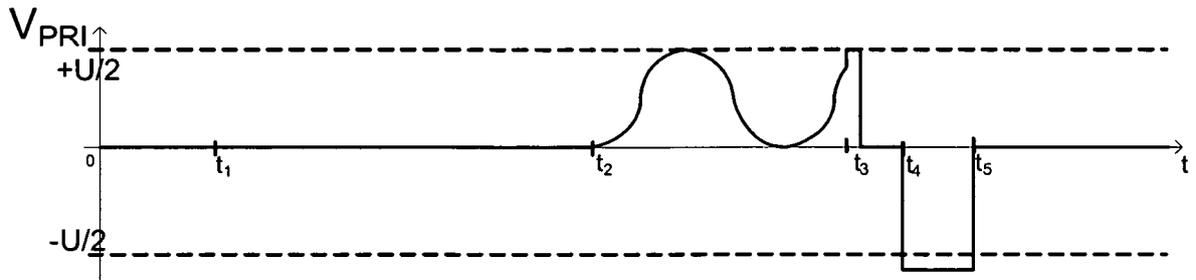


Fig. 11H

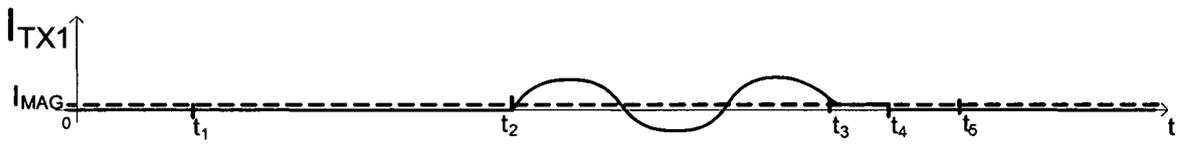


Fig. 11I

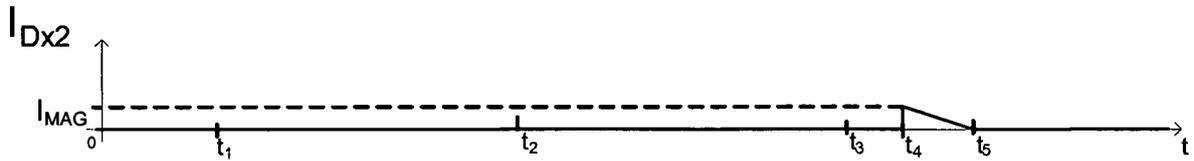


Fig. 11J

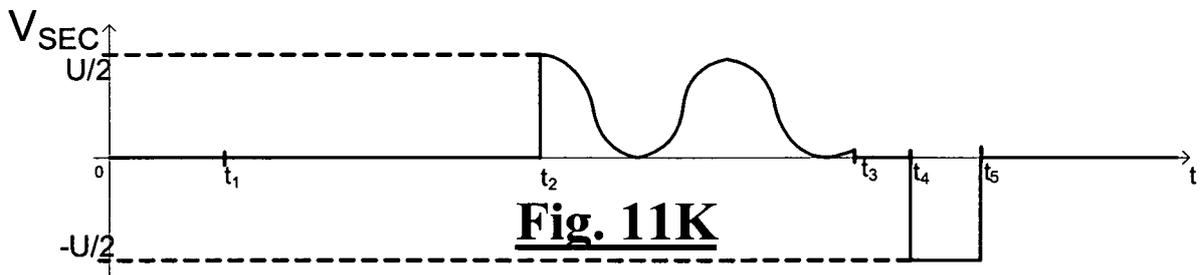


Fig. 11K

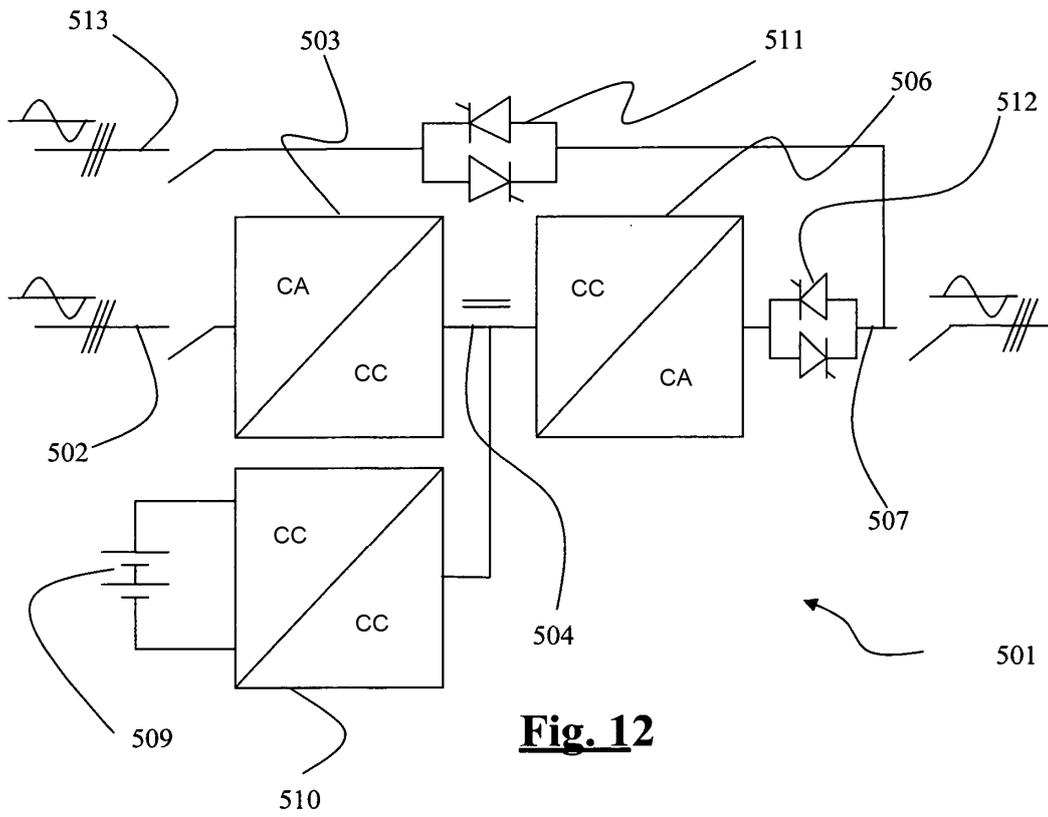


Fig. 12