



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 339 033**

(51) Int. Cl.:
H02M 5/458 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05354033 .2**

(96) Fecha de presentación : **22.09.2005**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1655827**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **10.05.2006**

(54) Título: **Dispositivo y procedimiento de control de un convertidor de energía eléctrica y convertidor que comprende un dispositivo como éste.**

(30) Prioridad: **27.09.2004 FR 04 10168**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.05.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.05.2010

(73) Titular/es: **MGE UPS Systems**
140, avenue Jean Kuntzmann
ZIRST - Montbonnot Saint Martin
38334 Saint-Ismier Cédex, FR

(72) Inventor/es: **Baudesson, Philippe;**
Bouvet, Francois;
Almeida, Antonio y
Fiorina, Jean-Noel

(74) Agente: **Polo Flores, Carlos**

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 y procedimiento de control de un convertidor de energía eléctrica y convertidor que comprende un dispositivo como éste.

Ámbito técnico

La invención se refiere a un dispositivo de control de un convertidor de energía eléctrica que comprende medios de control de la conducción de brazos de semiconductores, comprendiendo dicho convertidor de energía eléctrica:

- medios de redireccionamiento para recibir una tensión o corriente eléctrica de entrada y para proporcionar una tensión continua en líneas intermedias de tensión continua,
- medios de filtrado de tensión continua conectados en dichas líneas intermedias,
- medios de conversión que tienen al menos dos brazos conectados entre dichas líneas de tensión continua y salidas para convertir dicha tensión continua e tensiones alternas de salida, y
- una unión común de conductor de neutro o tierra o de masa entre una entrada y una salida,

controlando dichos medios de control la conducción de dichos brazos de los medios de conversión y comprendiendo medios de tratamiento para proporcionar señales de modulación de señales de control de dichos brazos.

La invención también se refiere a un convertidor como este que comprende dicho dispositivo de control y a un procedimiento de control de un convertidor como este.

Estado de la técnica

Los convertidores de energía eléctrica conocidos se utilizan sobre todo en las alimentaciones sin interrupción y los variadores de velocidad para motores eléctricos o asociados a generadores de energía para el acoplamiento a una red de distribución. Un convertidor 1 como este representado en la figura 1 comprende generalmente líneas L1 y L2 de tensión continua VDC y un ondulator 2 formado por brazos 2A, 2B, 2C de semiconductores de potencia conectados entre las líneas L1 y L2 para proporcionar en la salida tensiones alternas VO a una carga 3 o a una red de distribución eléctrica. Cuando los brazos se controlan a una frecuencia alta sobre todo en modulación de anchura de impulso se pueden intercalar filtros eléctricos 4 entre las salidas de los brazos 2A, 2B, 2C y la carga 3 o la red. A menudo, un redireccionador 5 conectado entre entradas VI con corriente alterna y las líneas L1 y L2 proporciona la tensión continua VDC. Condensadores C1 y C2 conectados a las líneas L1 y L2 aseguran el filtrado de la tensión continua VDC.

Cuando la carga está desequilibrada, es necesario distribuir un conductor de neutro en la salida para asegurar tensiones correctas. En la figura 2, la carga comprende un conductor de neutro LN conectado a un punto medio de los condensadores de filtrado C1 y C2. Generalmente sus condensadores tienen valores muy elevados para asegurar una buena estabilidad de la tensión incluso con corrientes de neutro muy fuertes. Un dispositivo de control 6 controla los semiconductores de los brazos para proporcionar tensiones alternas referenciadas sobre todo con respecto al conductor de neutro.

Para aumentar el nivel de control de la corriente y de la tensión de neutro, en particular en caso de sobremodulación del control de los brazos del ondulator 2, la línea de neutro LN puede estar conectada a un cuarto brazo 2N del ondulator 2. En la figura 3, el brazo 2N está conectado como los otros brazos entre las líneas L1 y L2 de tensión continua.

La figura 4 muestra un ejemplo de una parte de una unidad de tratamiento 7 de un circuito de control 6 para proporcionar señales de control de los brazos. En este circuito, un regulador 8 permite regular y proporcionar señales de modulación trifásicas en función de consignas reducidas Cd, Cq, Co, sobre todo por una transformación de Park o Concordia en los dominios dqo o $\alpha\beta o$. Estas transformaciones y rotaciones conocidas están calculadas generalmente con la ayuda de matrices denominadas respectivamente de Park y de Concordia. Preferentemente, se utilizan señales MC1 para cada fase en la salida del regulador para una modulación de tipo intersectivo sobre una señal triangular portadora de alta frecuencia que permite una modulación en el ancho de impulso. En el esquema de la figura 4, el regulador 8 proporciona primeras señales MC1 de modulación trifásicas, un módulo 9 determina señales de sobremodulación OM que se han de aplicar a las primeras señales MC1 con operadores 10, un módulo 11 aplica una tensión de referencia V2 a dichas señales MC1 por operadores 12 y un módulo 13 proporciona una señal de alta frecuencia destinada a ser modulada por señales de modulación MC2 modificadas por los operadores 10 y 12. Operadores 14 combinan las señales de modulación MC2 con señales de alta frecuencia F1 preferentemente triangulares para proporcionar señales de control CVA, CVB y CVC de los brazos de ondulator 2A, 2B, 2C al formato de modulación del ancho de impulso. Siendo los controles de los brazos preferentemente binarios en saturación-bloqueo, un circuito de acondicionamiento 16 da forma a las señales de control. Las señales de sobremodulación OM se generan por las señales de modulación MC1 y por el tipo de sobremodulación. La señal de referencia V2 es generalmente representativa de una tensión continua, por ejemplo de la mitad de la tensión VDC de las líneas L1 y L2.

La figura 5 representa un convertidor conocido con neutro común o con neutro de paso. Este convertidor utilizado como una alimentación sin interrupción comprende una batería 17 conectada a través de un adaptador 18 a las líneas L1 y L2 de tensión continua. De manera conocida, este convertidor comprende un redireccionador 19 con tres brazos 19A, 19B y 19C unidos a entradas 20 de tensiones o de corrientes alternas y a las líneas L1 y L2 de tensión continua VDC. Un circuito de control 21 del redireccionador controla los brazos de redireccionador en función de la tensión continua VDC y de las corrientes que se han de extraer en una red conectada en la entrada 20. Los condensadores de filtrado tienen un punto común conectado a la línea LN de neutro de paso. La tensión del punto común de los condensadores es generalmente una media tensión entre las líneas L1 y L2 cuyo valor está regulado por semiconductores de regulación de tensión T1 y T2 controlados por un circuito de control 22 de regulación. En esta figura, un ondulator del mismo tipo que el de la figura 2 está conectado en las líneas L1 y L2 y en el punto medio de los condensadores.

En los convertidores sin punto medio en los condensadores, sobre todo en los convertidores de las figuras 1 y 3 trifásicos o trifásicos más neutro independiente, los condensadores no necesitan ser valores muy elevados. En los convertidores del tipo del de la figura 2, cuando el neutro está unido a un punto común de los condensadores C1 y C2, el valor de los condensadores es elevado para absorber las corrientes de neutro sin perturbar demasiado la tensión continua VDC. No obstante, en convertidores con un neutro de paso LN entre entradas unidas a un redireccionador y salidas de un ondulator como el de la figura 5, el valor y el tamaño de los condensadores de filtrado C1 y C2 pueden volverse muy elevados. Los valores elevados de los condensadores se deben sobre todo al filtrado y a la absorción de las corrientes de neutro de la carga alimentada por el ondulator así como las corrientes de neutro de la fuente que alimenta el redireccionador. Valores elevados de las capacidades de los condensadores permiten en este caso asegurar una independencia entre las estructuras del ondulator y las del redireccionador. Así, fuertes corrientes de neutro por parte de los ondulators tienen pocos efectos perturbadores en el redireccionador o en las corrientes de la fuente.

Los dispositivos conocidos del estado de la técnica con neutro de paso como el de la figura 5 tienen valores de capacidades de condensadores muy elevados que implican costes muy considerables cuando la potencia del convertidor es elevada. Además, en un convertidor como este, el acoplamiento de las corrientes de neutro no permite reducir la potencia en los semiconductores por una sobremodulación en los controles de los brazos del ondulator y del redireccionador cuando se desequilibran las corrientes. La falta de sobremodulación en los controles provoca una pérdida de potencia durante la conmutación de los semiconductores e impone una tensión continua más elevada y un rendimiento eléctrico del convertidor más bajo. La introducción de brazos suplementarios de neutro para el ondulator y el redireccionador con cuatro brazos no es posible con un neutro de paso, ya que los dispositivos de control conocidos no permiten controlar corrientes de neutro del ondulator y del redireccionador de manera suficientemente independiente para limitar el acoplamiento entre el redireccionador, el ondulator y las líneas de tensión continua.

El documento US 20030155893 A1 describe un dispositivo de control para convertidor con neutro común.

Exposición de la invención

La invención se refiere a un convertidor que comprende un dispositivo de control según la reivindicación 1 y un procedimiento de control según la reivindicación 13.

La invención tiene por objeto un dispositivo y un procedimiento de control de un convertidor de energía eléctrica y un convertidor que comprende un dispositivo como este que permite resolver los problemas de los convertidores con neutro de paso del estado de la técnica.

En un dispositivo de control según la invención dichos medios de control controlan un brazo común que comprende componentes electrónicos de potencia conectados entre dichas líneas intermedias de tensión intermedias de tensión continua y de unión común, controlando dichos medios de tratamiento dicho brazo común en función de una señal de modulación de dicho brazo común determinada con una consigna de tensión de referencia que tiene un valor representativo de una tensión entre dichas líneas intermedias.

En un modo de realización preferido:

- los medios de control controlan brazos de los medios de conversión, brazos de los medios de redireccionamiento y el brazo común,

- los medios de tratamiento que proporcionan señales de modulación para cada brazo en función de señales representativas de una consigna de tensión de referencia y

- dichas señales de modulación que modulan señales portadoras de la misma naturaleza para cada brazo.

Preferentemente, las señales representativas de tensión de referencia son las mismas para la determinación de las señales de modulación de cada brazo modulado del convertidor y las señales portadoras son las mismas para la determinación de las señales de control de cada brazo del convertidor.

Ventajosamente, los medios de tratamiento comprenden medios de determinación de una componente general de control para el tratamiento de una sobremodulación, estando determinada dicha componente general de control en función de primeras señales de modulación de los brazos de los medios de conversión y una señal representativa de la

ES 2 339 033 T3

componente general de control se utiliza para tratar señales de modulación de los brazos de los medios de conversión y una señal de modulación del brazo común.

Ventajosamente, los medios de tratamiento utilizan una señal representativa de la componente general de control para tratar señales de modulación de los brazos de los medios de redireccionamiento.

En un modo de realización particular, los medios de tratamiento comprenden medios de corrección para corregir dicha componente general de control en función de señales representativas de saturación de primeras señales de modulación de los medios de redireccionamiento.

Ventajosamente, los medios de corrección comprenden medios de previsión de valores de saturación y medios de reducción de una señal representativa de la componente general de control en función de dichos valores de saturación.

Un convertidor de energía eléctrica según un modo de realización de la invención comprende:

- medios de redireccionamiento para recibir una tensión o una corriente eléctrica en entradas y para proporcionar una tensión continua en líneas intermedias de tensión continua,

- medios de filtrado de tensión continua conectados en las líneas intermedias,

- medios de conversión que tienen al menos dos brazos, conectados entre dichas líneas de tensión continua y salidas, para convertir dicha tensión continua en tensiones alternas de salida,

- una unión común de conductor de neutro, de masa o de tierra entre una entrada y una salida, medios de control para controlar la conducción de los brazos de dichos medios de conversión y que comprende medios de tratamiento para proporcionar señales de modulación de señales de control de dichos brazos y

- un brazo común que comprende componentes electrónicos de potencia conectados entre dichas líneas intermedias de tensión continua y la unión común y un dispositivo de control tal y como se ha definido anteriormente para controlar dicho brazo común en función de una señal de modulación de dicho brazo común determinado con una consigna de tensión de referencia.

Ventajosamente, dichos medios de tratamiento proporcionan señales de modulación de los brazos de los medios de conversión representativos de tensiones diferentes de las tensiones correspondientes de las tensiones de entrada de los medios de redireccionamiento.

Ventajosamente, dichos medios de tratamiento proporcionan señales de modulación de los brazos de los medios de conversión que tienen una frecuencia fundamental de frecuencia diferente de la frecuencia fundamental de la tensión de entrada de los medios de redireccionamiento.

Ventajosamente, dichos medios de tratamiento proporcionan señales de modulación de los brazos de los medios de conversión que tienen fases diferentes de las fases de la tensión de entrada de los medios de redireccionamiento.

Ventajosamente, dichos medios de control del dispositivo de control controlan la conducción de los brazos de dichos medios de conversión y de los brazos de medios de redireccionamiento de manera reversible, salidas hacia una carga que se convierten en entradas de energía, convirtiéndose los medios de conversión en medios de redireccionamiento y convirtiéndose las entradas en salidas para proporcionar energía eléctrica con corriente alterna.

Un procedimiento de control según la invención de un convertidor de energía eléctrica que comprende:

- medios de redireccionamiento para recibir una tensión o una corriente eléctrica de entrada y para proporcionar una tensión continua en las líneas intermedias de tensión continua,

- medios de filtrado de tensión continua conectados en las líneas intermedias,

- medios de conversión que tienen al menos dos brazos conectados entre dichas líneas de tensión continua y salidas para convertir dicha tensión continua en tensiones alternas de salida,

- una unión común de conductor de neutro, de masa o de tierra entre una entrada y una salida,

- un brazo común que comprende componentes electrónicos de potencia conectados entre dichas líneas intermedias de tensión continua y la unión común y

- medios de control que controlan la conducción de los brazos de dichos medios de conversión y que comprenden medios de tratamiento para proporcionar señales de modulación de señales de control de dichos brazos,

comprende una primera etapa de determinación de primeras señales de modulación para el control de brazos de los medios de conversión y una primera etapa de aplicación para aplicar una consigna de tensión de referencia a una señal de modulación del brazo común y a señales de modulación para el control de brazos de los medios de conversión.

Preferentemente, el procedimiento comprende una segunda etapa de determinación de un valor de componente general de control y una segunda etapa de aplicación para aplicar dicha componente general de control a dichas señales de modulación.

5 Preferentemente, el procedimiento comprende una tercera etapa de aplicación para aplicar a señales de modulación para el control de brazos de los medios de redireccionamiento una consigna de tensión de referencia y del valor de la componente general de control.

10 Ventajosamente, el procedimiento comprende una etapa de detección de saturación de señales de modulación de control de brazos de los medios de redireccionamiento y una etapa de corrección del valor de la componente general de control en función de la detección de saturación de señales de modulación de brazos de los medios de redireccionamiento.

Breve descripción de los dibujos

15 Otras ventajas y características se desprenderán más claramente de la descripción que viene a continuación de modos particulares de realización de la invención dados a título de ejemplos no limitativos y representados en los dibujos anejos, en los que:

20 las figuras 1 a 3 representan esquemas de convertidores con onduladores de tipos conocidos;

la figura 4 representa un esquema de bloque de un dispositivo de control de tipo conocido;

25 la figura 5 representa un esquema de un convertidor con neutro de paso de tipo conocido;

la figura 6 representa un esquema de un convertidor según un modo de realización de la invención;

30 las figuras 7 a 9 representan esquemas de bloque de variantes de una unidad de tratamiento de dispositivos de control según modo de realización de la invención;

la figura 10 representa un esquema de bloque de un módulo de corrección de una componente general de control para un dispositivo de control según un modo de realización de la invención;

35 la figura 11 representa un organigrama según un ejemplo de un procedimiento según la invención;

la figura 12 ilustra un tipo de señal de sobremodulación aplicable a una componente general de control;

40 las figuras 13A a 13C representan señales de modulación que comprenden una componente general de control en un dispositivo de control según un modo de realización de la invención;

la figura 14 representa señales de saturación del control de brazos de un redireccionador; y

45 las figuras 15A a 15C, 16A a 16C y 17A a 17C ilustran ejemplos de señales que muestran la corrección de la componente general de control.

Descripción detallada de modos de realización preferidos

El convertidor de energía eléctrica representado en la figura 6 comprende:

50 - un redireccionador 19 para recibir una tensión VI o una corriente eléctrica en entradas 20 y para proporcionar una tensión continua VDC en líneas intermedias L1 y L2 de tensión continua,

- condensadores de filtrado C1 y C2 de tensión continua conectados en las líneas intermedias,

55 - medios de conversión tal y como un ondulator 2 que tienen al menos dos brazos 2A, 2B y 2C conectados entre dichas líneas L1 y L2 de tensión continua y salidas 30 para convertir dicha tensión continua en tensiones alternas VO de salida,

60 - una unión común LN de conductor de neutro N o de referencia y

- un dispositivo de control 31 que controla la conducción de los brazos 2A, 2B, 2C de dichos medios de conversión 2 y que comprenden un circuito de tratamiento 7 para proporcionar señales de modulación MC2 de señales CVA, CVB, CVC de control de dichos brazos.

65 En este convertidor de energía eléctrica según un modo de realización de la invención, el convertidor comprende un brazo común 32 que comprende componentes electrónicos 32A y 32B de potencia conectados entre dichas líneas intermedias L1 y L2 de tensión continua VDC y la unión común LN de neutro. El brazo común suplementario 32 permite controlar las corrientes de neutro permitiendo un nivel de control suplementario con el fin de disminuir el

tamaño de los condensadores. Ventajosamente, las corrientes de neutro que pasan por este brazo suplementario permiten también poder introducir una sobremodulación controlada y reducir la tensión de la línea de tensión continua para reducir pérdidas por conmutación. El dispositivo de control 31 controla dicho brazo común 32 en función de una señal de modulación MCom de dicho brazo común determinada con una consigna de tensión de referencia V2. La señal de modulación MCom del brazo común modula una señal portadora F1 que está preferentemente cerca o se parece a una señal F1 portadora utilizada para el control de los brazos del ondulator y de los brazos del redireccionador.

La consigna de tensión de referencia V2 para señales de modulación del brazo común está preferentemente cerca o se parece a consignas de tensión de referencia V2 para señales de modulación de los brazos del ondulator 2 y de los brazos del ondulator 19.

Así, el control del brazo común, el control de los brazos del ondulator y el control de los brazos del redireccionador tiene las mismas bases de señal portadora F1 y de consigna de tensión de referencia V2. Con unas bases como estas, las señales de modulación representativas de las tensiones de entrada de redireccionador y de salida del ondulator pueden ser independientes, ya que las corrientes de neutro que pueden circular por el brazo común están sincronizadas por la señal portadora F1. En este caso, incluso con un neutro de paso, las características de las tensiones y corrientes de la red de entrada pueden ser diferentes de las características de las tensiones de salida del ondulator. Por ejemplo, la tensión de salida VO del ondulator puede tener un valor de tensión diferente de la tensión VI de la red de entrada, pero también una fase diferente o una frecuencia diferente.

En un modo de realización particular, este convertidor con neutro de paso puede funcionar también de manera reversible. En este caso, el dispositivo de control controla la conducción de los brazos del ondulator y de los brazos del redireccionador de manera reversible. Salidas hacia una carga se convierten entonces en entradas de energía, el ondulator se convierte en un redireccionador y las entradas se convierten en salidas para proporcionar energía eléctrica con corriente alterna.

La figura 7 representa un esquema de bloque de una unidad de tratamiento 7 de un circuito de control 31 de un dispositivo de control según un modo de realización de la invención. El dispositivo de control está destinado sobre todo a controlar la conducción de brazos de semiconductores de un convertidor de energía eléctrica según la figura 6.

El circuito de control controla la conducción de los brazos 2A, 2B, 2B del ondulator y comprende una unidad de tratamiento 7 para proporcionar señales de modulación MC2A, MC2B y MC2C de señales de control CVA, CVB, CVC de dichos brazos.

Según un modo de realización de la invención, el circuito de control controla un brazo común 32 que comprende componentes electrónicos de potencia 32A y 32B conectados en serie entre dichas líneas intermedias L1 y L2 de tensión continua VDC y conectados a la unión común de neutro LN por su punto medio común. La unidad de tratamiento modula dicho brazo común en función de una señal de modulación MCom determinada con una consigna de tensión de referencia V2. La señal de modulación MCom del brazo común se combina en un operador 33 para modular una señal portadora de F1.

En el esquema de la figura 7, un regulador 8 proporciona primeras señales MC1A, MC1B y MC1C trifásicas de modulación del ondulator 2 y un segundo regulador 34 proporciona primeras señales MR1A, MR1B, MR1C trifásicas de modulación del redireccionador 19. Las primeras señales de modulación del ondulator se combinan en operadores 12 con una consigna de tensión de referencia V2 para proporcionar segundas señales de modulación del ondulator modificadas respectivamente MC2A, MC2B, MC2C. Las primeras señales de modulación del redireccionador se combinan en operadores 35 con una consigna de tensión de referencia V2 para proporcionar segundas señales de modulación modificadas respectivamente MR2A, MR2B, MR2C del redireccionador. Las señales de modulación modificadas MR1A, MR1B, MR1C y MC2A, MC2B, MC2C se combinan en operadores respectivamente 14 y 36 para modular señales portadoras F1. Para la modulación de los brazos del ondulator, del redireccionador y del brazo común la consigna V2 aplicada a los operadores 12, 35, 33 tiene la misma naturaleza y la portadora F1 aplicada a los operadores 14, 36 y 33 tiene la misma naturaleza. Ventajosamente, una misma tensión V2 se aplica a los operadores 12, 35 y 33 y/o una misma señal portadora F1 se aplica a los operadores 14, 36 y 33. Señales CVA, CVB, CVC moduladas se destinan al control de los brazos del ondulator, señales CRA, CRB, CRC moduladas se destinan al control de los brazos del redireccionador y una señal Ccom se destina al control del brazo común. La modulación de las señales es preferentemente modulación del ancho de impulso modulado por ejemplo en los operadores 14, 36 y 33 según un método denominado interseactivo.

La figura 8 representa un esquema de bloque de un circuito de control 31 de un dispositivo de control con una función de sobremodulación. En este esquema un módulo 9 recibe las primeras señales de modulación del ondulator MC1A, MC1B, MC1C proporcionados por el regulador y determina una componente general de control OM que comprende señales de sobremodulación y de control del brazo común 32. Este componente OM se combina con las primeras señales de modulación del ondulator MC1A, MC1B, MC1C en operadores 10 y se combina con la señal de consigna de tensión de referencia V2 en un operador 37 para proporcionar una señal de modulación MCom del brazo común.

Para evitar perturbaciones de las corrientes de neutro, una señal representativa de la componente general de control también se aplica para el tratamiento de las señales de modulación del redireccionador. Pero, ya que las tensiones, las

frecuencias y las fases pueden ser diferentes entre la entrada y la salida del convertidor y que la tensión de la tensión continua intermedia debe permanecer limitada para no aumentar la potencia disipada, existe un riesgo de saturación de las señales de control de los brazos. Así, el dispositivo de control de la figura 9 comprende un módulo 38 de detección de saturación. El módulo 38 recibe las primeras señales de modulación MR1A, MR1B, MR1C de los brazos del redireccionador y una primera señal de componente general de control OM0. El módulo 38 detecta el riesgo de una saturación y corrige la señal de componente general de control OM0 en función de una superación de un valor límite de saturación. En la salida del módulo 38, una nueva señal de componente general OM1 corregida se combina con las primeras señales de modulación de los brazos del ondulator en operadores 10, con las primeras de modulación MR1A, MR1B, MR1C de los brazos de redireccionador en operadores 39 y con la señal de tensión de referencia V2 en un operador 37 para el control del brazo común. Preferentemente, las señales de modulación de los brazos del ondulator se combinan también en operadores 12 con la señal V2 de tensión de referencia y en operadores 14 con una señal portadora F1 y las señales de modulación de los brazos del redireccionamiento también se combinan en operadores 35 con la señal de tensión de referencia V2 y en operadores 36 con una señal portadora F1. El operador 37 proporciona una señal MCom de modulación del brazo común que resulta de la componente general de control corregida OM1 y de la señal de tensión de referencia V2. La señal MCom se combina con la señal portadora en el operador F1.

La figura 10 representa un ejemplo de esquema de bloque de un módulo 38 de corrección de una componente general de control. Dicha componente general de control se corrige en función de señales representativas de saturación de las señales de modulación de los medios de redireccionamiento. El módulo 38 comprende módulos 41, 42, 43 de determinación del valor de saturación respectivamente SA, SB, SC para cada señal de modulación de los brazos de redireccionamiento. Los módulos 41, 42, 43 reciben en la entrada las primeras señales de modulación respectivamente MR1A, MR1B, MR1C del redireccionador y la primera señal de la componente general de control OM0 y proporcionan en la salida señales de valor de saturación respectivamente SA, SB, SC. Si se detecta un riesgo de saturación, la primera señal de componente general de control y las señales de valor de superación de saturación SA, SB, SC se combinan en un operador 44 para corregir la primera señal de componente general de control y para proporcionar una nueva señal o un nuevo valor OM1 de una componente general de control. Por ejemplo, los módulos 41, 42 y 43 determinan o prevén valores de saturación SA, SB, SC y el operador 44 reduce una señal representativa de la componente general de control OM1 en función de dichos valores de saturación.

En un dispositivo según un modo de realización de la invención, la componente general de control, la señal portadora y/o la señal de tensión de referencia son comunes al conjunto del tratamiento de los brazos del ondulator, del redireccionamiento y del brazo común.

No obstante, la unidad de tratamiento puede proporcionar señales de modulación de los brazos del ondulator que tienen tensiones diferentes de las tensiones correspondientes de las tensiones de entrada del redireccionador y/o señales de modulación de los brazos del ondulator que tienen una frecuencia fundamental de frecuencia diferente de la frecuencia fundamental de la tensión de entrada del redireccionador y/o de las señales de modulación de los brazos del ondulator que tienen fases diferentes de las fases de la tensión de entrada del redireccionador.

La figura 11 representa un ejemplo de organigrama de un procedimiento de control de un convertidor de energía eléctrica según la invención. El procedimiento comprende una primera etapa de determinación 60 de señales de modulación MC1A, MC1B, MC1C para el control de brazos del ondulator. Después, una segunda etapa de determinación 61 determina un valor de componente general de control OM0 en función de las primeras señales de modulación del ondulator y eventualmente del tipo de sobremodulación elegido. En una etapa 62, se aplica un valor representativo de dicha componente general de control a dichas señales de modulación del ondulator y del brazo común. Una etapa 63 permite aplicar a las señales de modulación MC1A, MC1B, MC1C de los brazos del ondulator y a una señal de modulación MCom del brazo común una consigna de tensión de referencia V2. Una tercera etapa de determinación 64 determina señales de modulación para el control de brazos del redireccionador en función de una consigna de tensión de referencia V2 y de un valor de componente general de control OM.

En este organigrama, una fase de gestión de saturación 65 comprende etapas de corrección de la componente general de control en caso de riesgos de saturación del control de los brazos del redireccionador. En esta fase, una etapa de detección 66 detecta un riesgo de saturación de señales de modulación de control de brazos del redireccionador, una etapa 67 determina un valor de superación de saturación Vsat evaluando dicha superación de un primer valor de la componente general de control OM0 con un valor límite de saturación Vmáx. Después, una etapa de corrección 68 corrige el valor de componente general de control OM en función de la detección de saturación Vsat de señales de modulación de brazos del redireccionador. Si no se detectan saturaciones, la componente general de control OM no se corrige y una etapa 69 aplica la primera de la componente general de control OM0 a la componente OM.

La figura 12 representa un tipo de señales de modulación de brazos de ondulator y de sobremodulación aplicables a una componente general de control. Las señales MCA, MCB, MCC son señales trifásicas que comprenden una sobremodulación 70 plana en la cresta de la senoide. La señal de la componente general de control OM se determina en función de las señales de modulación MCA, MCB, MCC. En este caso, esta componente general OM compensa la sobremodulación para restituir una forma sinusoidal por una modulación de bajo nivel en los otros brazos.

La figura 13A muestra señales de modulación MC2A, MC2B, MC2C para modular el control de brazos de un ondulator. La figura 13B muestra señales de componente general de control OM generadas en función de las señales de modulación del ondulator que son prioritarias. La figura 13C representa señales de modulación MR2A, MR2B, MR2C

de brazos de un redireccionador que comprende también una sobremodulación pero cuyas formas de las tensiones no están sincronizadas con las del ondulator. En las señales de modulación del redireccionador no prioritario y sin entrar en la constitución de la componente general de control pueden aparecer saturaciones 71.

La figura 14 representa señales que muestran un ejemplo de saturación del control de brazos de un redireccionador. Las señales de modulación MR2A, MR2B y MR2C son representativas también de las señales de entrada de tensión del redireccionador. Cuando las señales de modulación sobrepasan un valor límite de saturación $V_{\text{máx}}$ un riesgo de saturación 71 es posible. La tensión $V_{\text{máx}}$ también es representativa o depende de la tensión de las líneas de tensión continua VDC o de la tensión de referencia V2. Se pueden definir valores de saturación por la diferencia entre el valor límite $V_{\text{máx}}$ y los valores de las primeras señales de modulación M11A, MR1B, MR1C de los brazos del redireccionador.

Para reducir o eliminar este riesgo de saturación, la componente general de control puede corregirse ventajosamente sobre todo en función de los valores de saturación. La figura 15A muestra una primera componente general de control de OM0 determinada en función de primeras señales de modulación MC1A, MC1B, MC1C de un ondulator. La figura 15B muestra un ejemplo de señales de valores de saturación V_{sat} determinadas en función de la primera componente general de control OM0 y de las primeras señales de modulación MR1A, MR1B y MR1C de brazos de redireccionador. La figura 15C muestra una segunda señal de control general OM1 corregida en función de las señales de valores de saturación.

La figura 16A muestra señales de modulación MC2A, MC2B, MC2C de brazos de ondulator que comprenden una sobremodulación corregida con una segunda señal de componente general de control OM1 corregida. Un ejemplo de forma de una segunda señal corregida de una componente general de control OM1 se representa en la figura 16B. La figura 16C muestra señales de modulación MR2A, MR2B, MR2C de corregido y limitadas a un valor máximo $V_{\text{máx}}$ en función de la corrección de la componente general de control. Las figuras 17A a 17C representan señales equivalentes a las señales de las figuras 16A a 16C correspondientes. En la figura 17A, la señal MC2A comprende una parte recortada 75 correspondiente a la corrección de la componente general de control OM1. En la figura 17B, la señal de la componente general de control OM1 comprende una parte recortada 76 correspondiente a la corrección para eliminar o disminuir los efectos de los riesgos de saturación. La figura 17C muestra detalladamente una parte limitada de la señal de modulación MR2A de un brazo de redireccionador.

Dispositivos de conversión según los modos de realización pueden ser sobre todo alimentaciones sin interrupción, variadores de velocidad, convertidores de energía unidireccionales o bidireccionales entre dos redes de distribución eléctricas que pueden tener características eléctricas muy diferentes o convertidores de frecuencia. La línea de neutro común LN puede estar unida a un conductor de tierra según los tipos de redes o de protecciones de instalación. Esta unión LN puede ser ella misma un conductor de masa o de tierra o una línea común de referencia entre la entrada y la salida del convertidor.

Los semiconductores de estos convertidores son ventajosamente transistores de puerta aislada denominados IGBT pero se pueden utilizar otros tipos de semiconductores. Los brazos pueden comprender varios semiconductores conectados en serie y/o en paralelo en función de las tensiones, de las corrientes o de las potencias eléctricas utilizadas. Por ejemplo, las tensiones de entrada o de salida pueden ser desde algunas decenas de voltios a mil voltios para aplicaciones en redes de baja tensión o tener tensiones de varios miles de voltios sobre todo en aplicación de media tensión. Las corrientes de entrada o de salida pueden ser desde varios amperios a más de mil amperios.

Otra aplicación de un convertidor según la invención puede ser la transformación de energía eléctrica, sobre todo para la sustitución de transformador de media tensión - baja tensión, baja tensión - baja tensión o media tensión - media tensión.

Referencias citadas en la memoria descriptiva

Este listado de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto gran cuidado en compilar las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones, y la Oficina Europea de Patentes rechaza toda responsabilidad a ese respecto.

Documentos de patente citados en la memoria descriptiva

- US 20030155893 A1 [0010]

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control de un convertidor de energía eléctrica que comprende medios de control (31) de la conducción de brazos (2A, 2B, 2C) de semiconductores, comprendiendo dicho convertidor de energía eléctrica:

- medios de redireccionamiento (19) para recibir una tensión (VI) o una corriente eléctrica de entrada (20) y para proporcionar una tensión continua (VDC) en líneas intermedias (L1 y L2) de tensión continua,
- medios de filtrado (C1, C2) de tensión continua conectados en las líneas intermedias (L1, L2),
- medios de conversión (2) que tienen al menos dos brazos (2A, 2B) conectados entre dichas líneas (L1, y L2) de tensión continua y salidas para convertir dicha tensión continua en tensiones alternas (VO) de salida, y
- una unión común (LN) de conductor de neutro, de masa o de tierra entre una entrada y una salida,

controlando dichos medios de control (31) la conducción de dichos brazos (2A, 2B, 2C) de los medios de conversión (2) y comprendiendo medios de tratamiento (7) para proporcionar señales de modulación (MC1, MC1A, MC1B, MC1C) de señales de control (CVA, CVB, CVC) de dichos brazos,

- dichos medios de control (31) controlan un brazo común (32) que comprende componentes electrónicos (32A, 32B) de potencia conectados entre dichas líneas intermedias (L1, L2) de tensión continua y la unión común (LN), dispositivo de control **caracterizado** porque:

- los medios de tratamiento comprenden medios de determinación (9) de una componente general de control (OM, OMO) para el tratamiento de una sobremodulación de los medios de conversión (2),

controlando dichos medios de tratamiento (7) dicho brazo común (32) en función de una señal de modulación (MCom) de dicho brazo común determinada con una consigna de tensión de referencia que tiene un valor representativo de una tensión entre dichas líneas intermedias y de una señal representativa de dicha componente general (OM, OM1) de control.

2. Dispositivo según la reivindicación 1 **caracterizado** porque:

- los medios de control controlan brazos de los medios de conversión (2), brazos de los medios de redireccionamiento (19) y el brazo común (32),

- los medios de tratamiento (7) que proporcionan señales de modulación (MC2A, MC2B, MC2C, MR2A, MR2B, MR2C, MCom) para cada brazo en función de señales representativas de una consigna de tensión de referencia (V2) y

- dichas señales de modulación (MC2A, MC2B, MC2C, MR2A, MR2B, MR2C, MCom) que modulan señales portadoras (F1) de la misma naturaleza para cada brazo.

3. Dispositivo según la reivindicación 2 **caracterizado** porque las señales representativas de tensión de referencia (V2) son las mismas para la determinación de las señales de modulación de cada brazo modulado (MC2A, MC2B, MC2C, MR2A, MR2B, MR2C, MCom) del convertidor y las señales portadoras (F1) son las mismas para la determinación de las señales de control (CVA, CVB, CVC, CRA, CRB, CRC, CCom) de cada brazo del convertidor.

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 2 ó 3 **caracterizado** porque los medios de tratamiento comprenden medios de determinación (9) de una componente general de control (OM, OM0) para el tratamiento de una sobremodulación, estando determinada dicha componente general de control (OM, OM0) en función de primeras señales de modulación (MC1A, MC1B, MC1C) de los brazos de los medios de conversión y una señal representativa de la componente general de control (OM, OM1) se utiliza para tratar señales de modulación (MC2A, MC2B, MC2C) de los brazos de los medios de conversión y una señal de modulación (MCom) del brazo común.

5. Dispositivo según la reivindicación 4 **caracterizado** porque los medios de tratamiento utilizan una señal representativa de la componente general de control (OM, OM1) para tratar señales de modulación (MR2A, MR2B, MR2C) de los brazos de los medios de redireccionamiento (19).

6. Dispositivo según la reivindicación 5 **caracterizado** porque los medios de tratamiento comprenden medios de corrección (38, 41, 42, 43, 44, 65) para corregir dicha componente general de control (OM, OM0, OM1) en función de señales representativas de saturación (SA, SB, SC) de primeras señales de modulación (MR1A, MR1B, MR1C) de los medios de redireccionamiento.

7. Dispositivo según la reivindicación 6 **caracterizado** porque los medios de corrección comprenden medios de previsión (41, 42, 43) de valores de saturación (SA, SB, SC) y medios de reducción (44) de una señal representativa (OM1) de la componente general de control (OM) en función de dichos valores de saturación.

8. Convertidor de energía eléctrica comprendiendo:

- medios de redireccionamiento (19) para recibir una tensión (VI) o una corriente eléctrica en entradas (20) y para proporcionar una tensión continua (VDC) en líneas intermedias (L1, L2) de tensión continua,

- medios de filtrado (C1, C2) de tensión continua conectados en las líneas intermedias,

- medios de conversión (2) que tienen al menos dos brazos, conectados entre dichas líneas de tensión continua y salidas, para convertir dicha tensión continua en tensiones alternas (VO) de salida,

- una unión común (LN) de conductor de neutro, de masa o de tierra entre una entrada y una salida y

- medios de control (6) para controlar la conducción de los brazos de dichos medios de conversión (2) y que comprende medios de tratamiento (7) para proporcionar señales de modulación (MC1, MC1A, MC1B, MC1C) de señales de control de dichos brazos, convertidor **caracterizado** porque comprende un brazo común (32) que comprende componentes electrónicos (32A, 32B) de potencia conectados entre dichas líneas intermedias (L1, L2) de tensión continua (VDC) y la unión común (LN) y un dispositivo de control según las reivindicaciones 1 a 7 para controlar dicho brazo común (32) en función de una señal de modulación (MCom) de dicho brazo común determinada con una consigna de tensión de referencia (V2).

9. Convertidor según la reivindicación 8 **caracterizado** porque dichos medios de tratamiento proporcionan señales de modulación (MC2A, MC2B, MC2C) de los brazos de los medios de conversión (2) representativos de tensiones diferentes de las tensiones correspondientes de las tensiones (VI) de entrada (20) de los medios de redireccionamiento (19).

10. Convertidor según una de las reivindicaciones 8 ó 9 **caracterizado** porque dichos medios de tratamiento proporcionan señales de modulación (MC2A, MC2B, MC2C) de los brazos de los medios de conversión (2) que tienen una frecuencia fundamental de frecuencia diferente de la frecuencia fundamental de la tensión de entrada (VI) de los medios de redireccionamiento (19).

11. Convertidor según una de las reivindicaciones 8 ó 9 **caracterizado** porque dichos medios de tratamiento proporcionan señales de modulación (MC2A, MC2B, MC2C) de los brazos de los medios de conversión (2) que tienen fases diferentes de las fases de la tensión de entrada (VI) de los medios de redireccionamiento (19).

12. Convertidor según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11 **caracterizado** porque dichos medios de control del dispositivo de control controlan la conducción de los brazos de dichos medios de conversión (2) y de los brazos de medios de redireccionamiento (19) de manera reversible, salidas hacia una carga que se convierten en entradas de energía, convirtiéndose los medios de conversión en medios de redireccionamiento y convirtiéndose las entradas en salidas para proporcionar energía eléctrica con corriente alterna.

13. Procedimiento de control de un convertidor de energía eléctrica comprendiendo:

- medios de redireccionamiento (19) para recibir una tensión o una corriente eléctrica de entrada y para proporcionar una tensión continua en las líneas intermedias (L1, L2) de tensión continua,

- medios de filtrado (C1, C2) de tensión continua conectados en las líneas intermedias,

- medios de conversión (2) que tienen al menos dos brazos (2A, 2B, 2C) conectados entre dichas líneas de tensión continua y salidas para convertir dicha tensión continua (VDC) en tensiones alternas (VO) de salida,

- una unión común (LN) de conductor de neutro, de masa o de tierra entre una entrada y una salida,

- un brazo común (32) que comprende componentes electrónicos (32A, 32B) de potencia conectados entre dichas líneas intermedias (L1, L2) de tensión continua y la unión común (LN) y

- medios de control (31) que controlan la conducción de los brazos de dichos medios de conversión y que comprenden medios de tratamiento (7) para proporcionar señales de modulación de señales de control (MC1, MC1A, MC1B, MC1C) de dichos brazos,

procedimiento **caracterizado** porque comprende una primera etapa de determinación (60) de primeras señales de modulación (MC1A, MC1B, MC1C) para el control de brazos de los medios de conversión y una primera etapa de aplicación (63) para aplicar una consigna de tensión de referencia (V2) a una señal de modulación (MCom) del brazo común y a señales de modulación (MC1A, MC1B, MC1C, MC2A, MC2B, MC2C) para el control de brazos de los medios de conversión,

una segunda etapa de determinación (61) de un valor de componente general de control (OM0) para el tratamiento de una sobremodulación de los medios de conversión (2) y una segunda etapa de aplicación (62) para aplicar dicha componente general de control (OM, OM1) a dicha señal de modulación (MCom) del brazo común y a señales de modulación (MC2A, MC2B, MC2C) para el control de brazos de los medios de conversión.

ES 2 339 033 T3

14. Procedimiento según la reivindicación 13 **caracterizado** porque comprende una tercera etapa de aplicación (64) para aplicar a señales de modulación (MR2A, MR2B, MR2C) para el control de brazos de los medios de redireccionamiento (19) una consigna de tensión de referencia (V2) y del valor de la componente general de control (OM, OM1).

5

15. Procedimiento según la reivindicación 14 **caracterizado** porque comprende:

- una etapa de detección (66) de saturación de señales de modulación (MR1A, MR1B, MR1C) de control de brazos de los medios de redireccionamiento y

10

- una etapa de corrección (68) del valor de la componente general de control (OM) en función de la detección de saturación de señales de modulación de brazos de los medios de redireccionamiento.

15

20

25

30

35

40

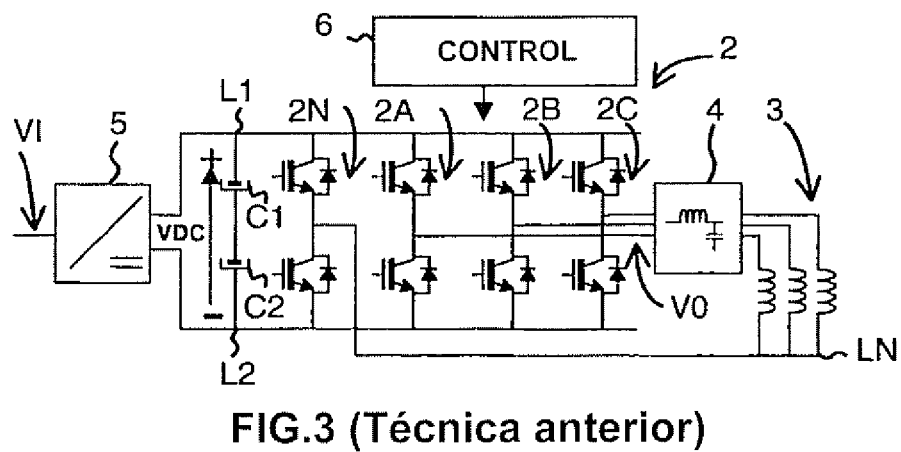
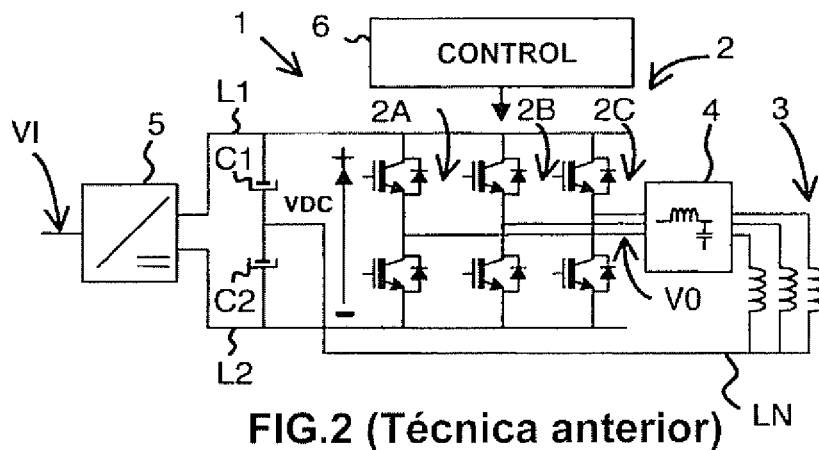
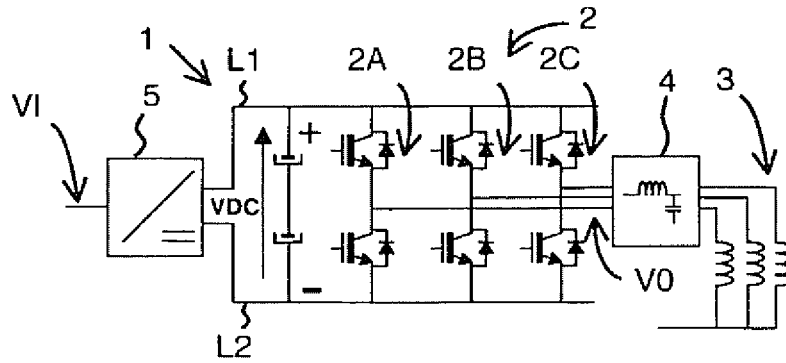
45

50

55

60

65



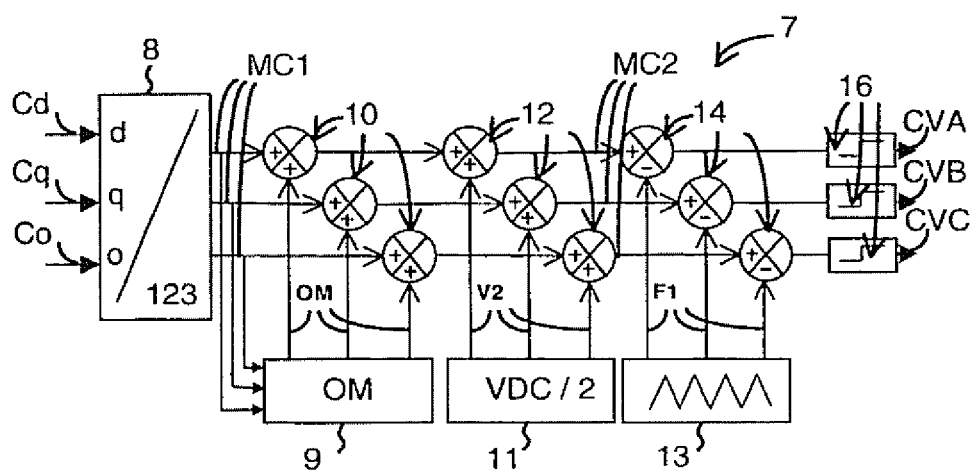


FIG.4 (Técnica anterior)

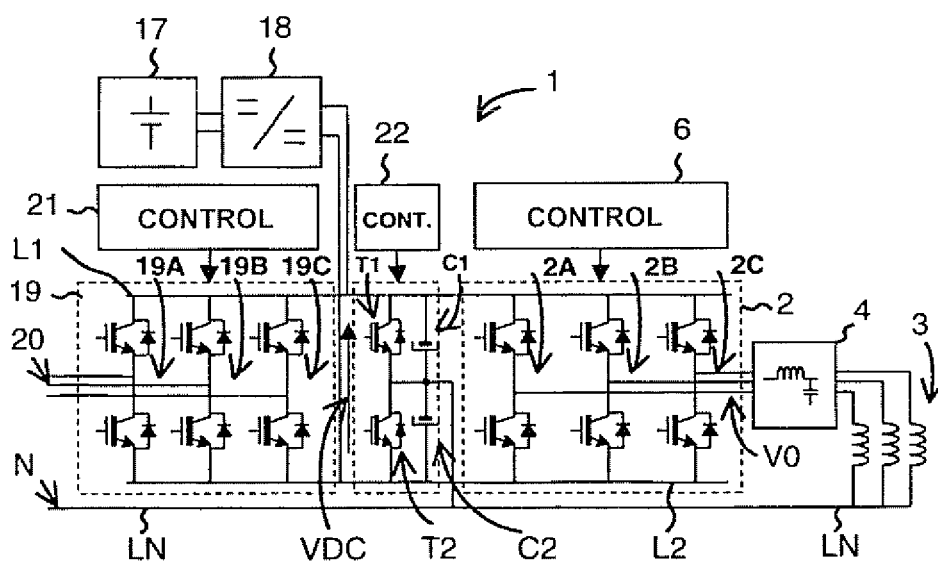


FIG.5 (Técnica anterior)

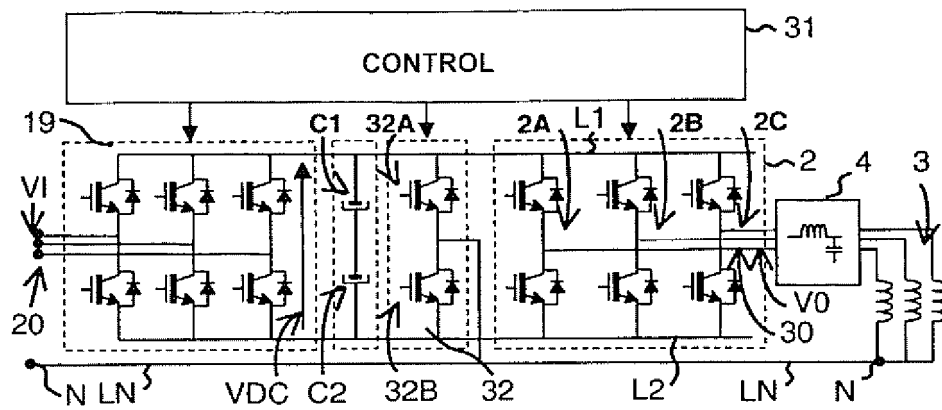


FIG. 6

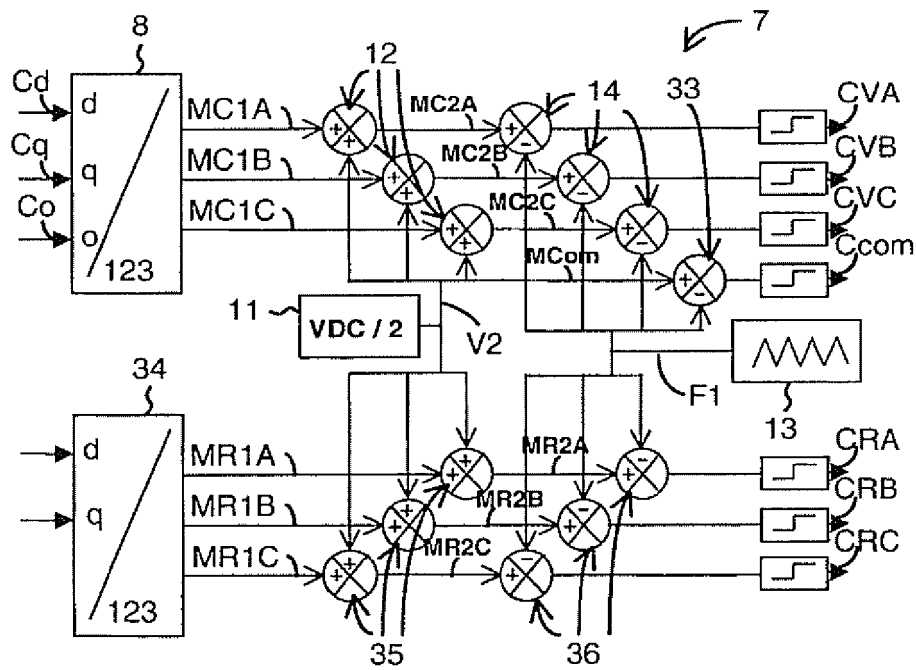
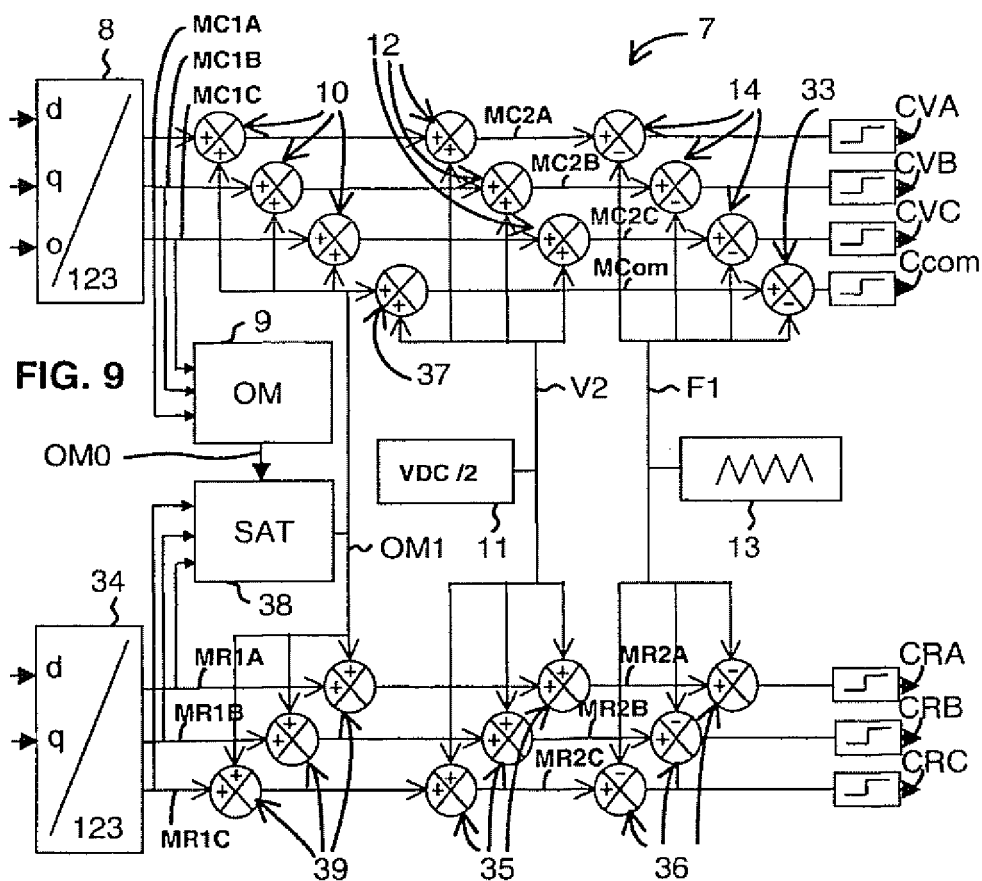
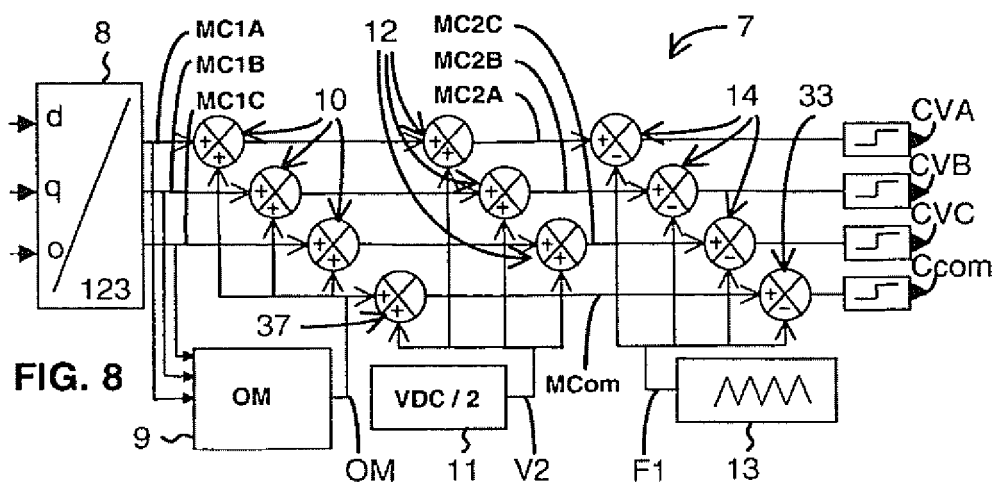


FIG. 7



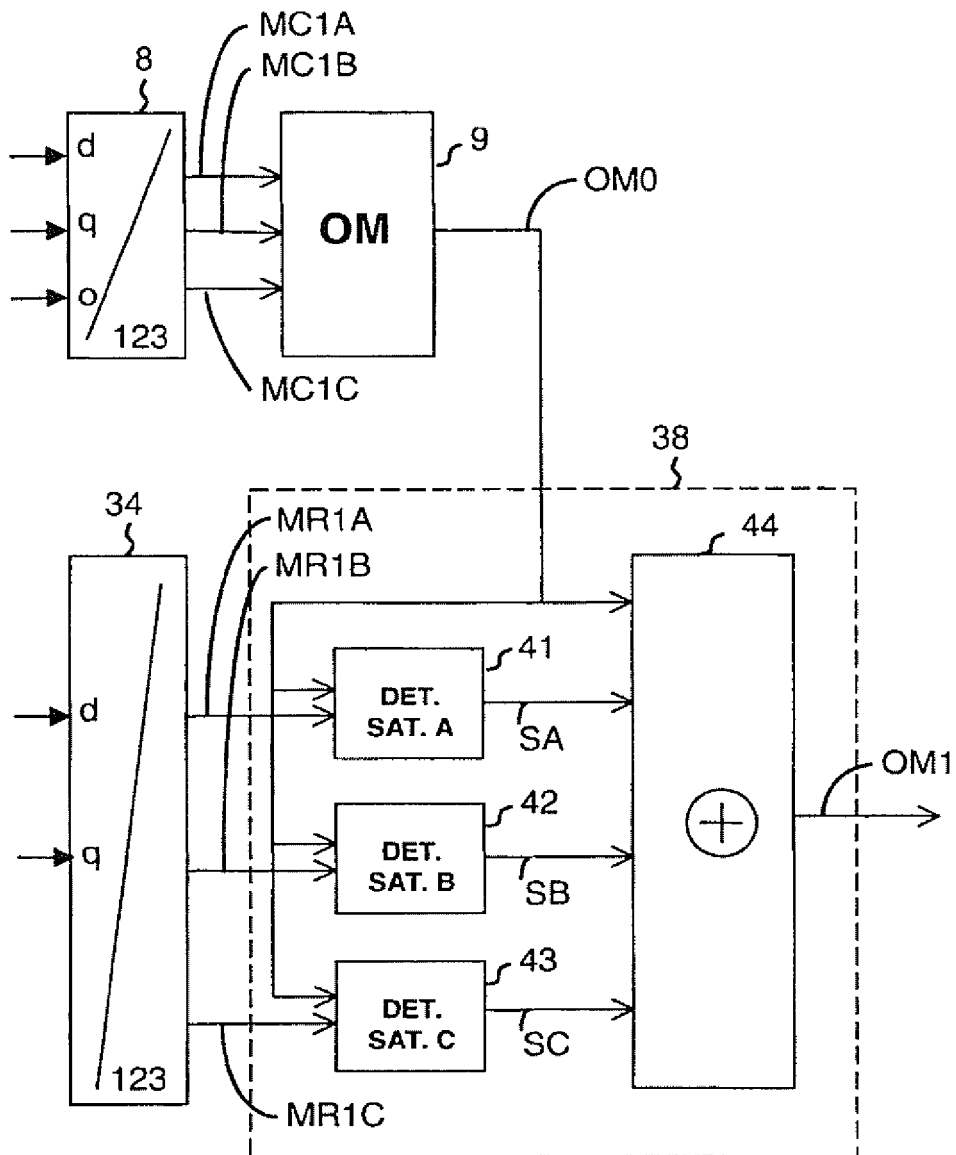


FIG. 10

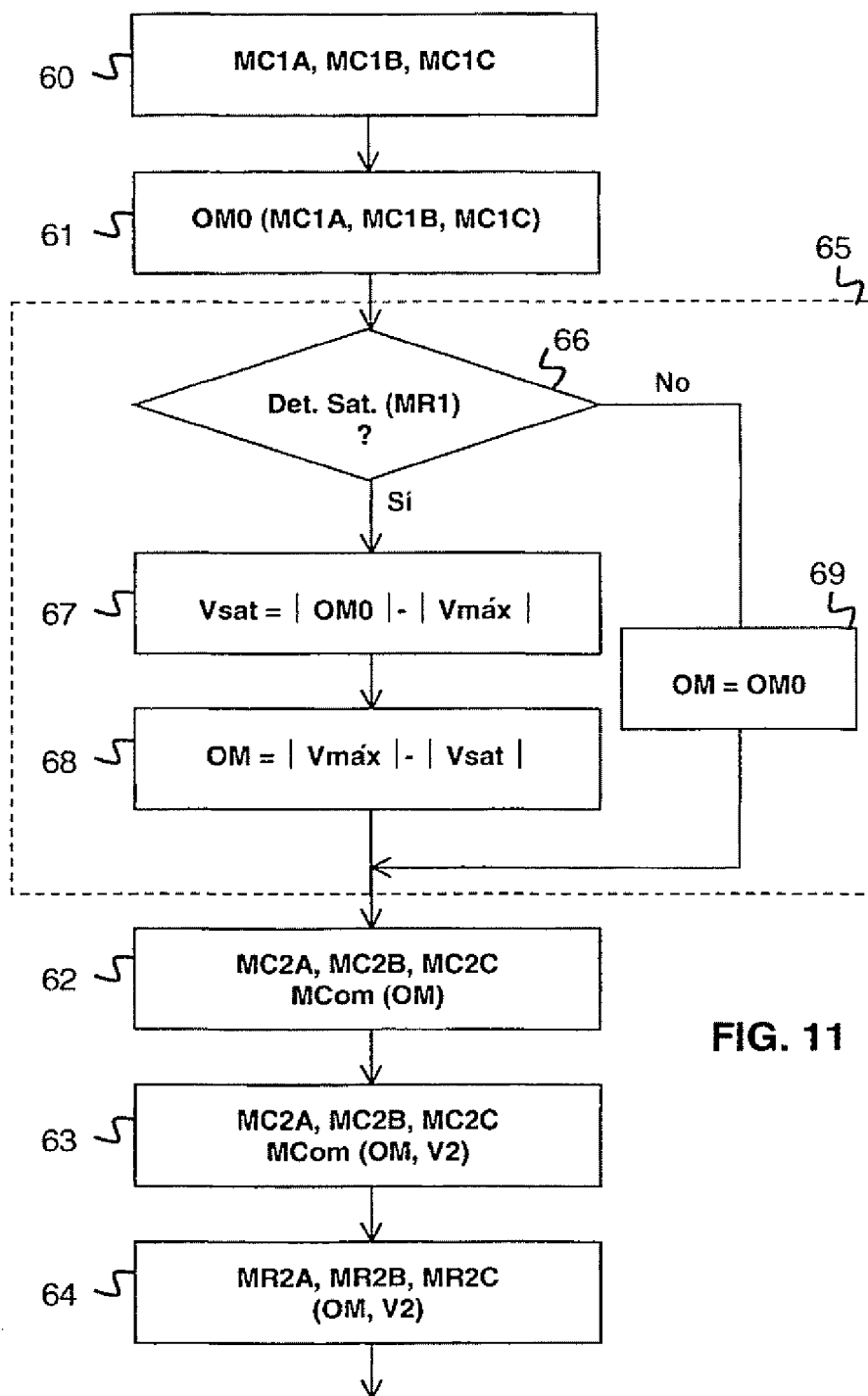


FIG. 11

FIG. 12

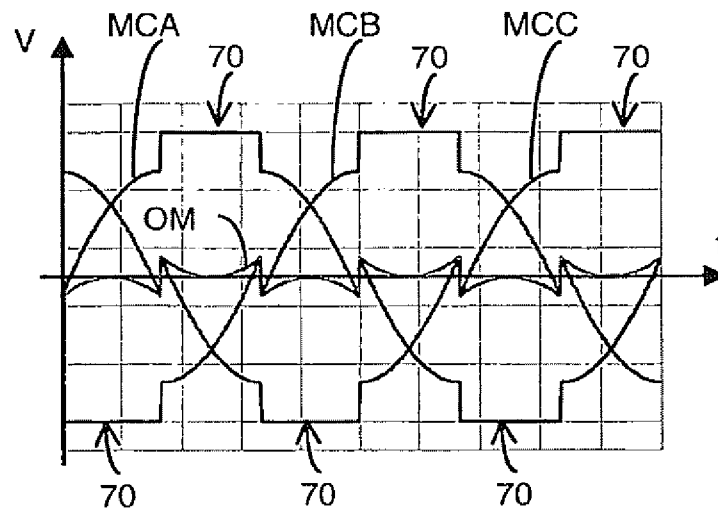


FIG. 13A

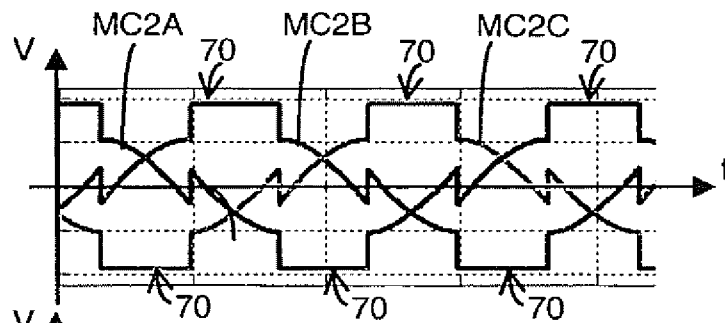


FIG. 13B

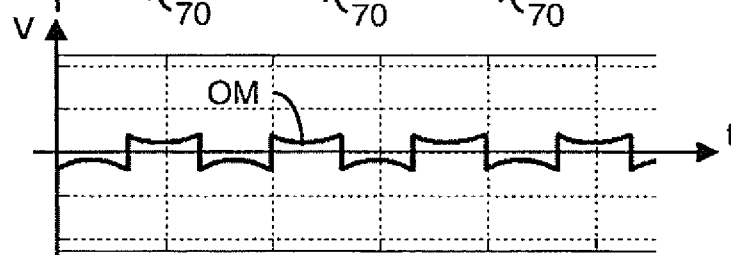


FIG. 13C

