



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 332 981**

51 Int. Cl.:
H02M 3/335 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **00403115 .9**
96 Fecha de presentación : **09.11.2000**
97 Número de publicación de la solicitud: **1115195**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.07.2001**

54 Título: **Rectificador síncrono autorregulado.**

30 Prioridad: **03.01.2000 FR 00 00007**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2010

73 Titular/es: **AEG Power Solutions B.V.**
Weerenweg 29
1161 AG Zwanenburg, NL

72 Inventor/es: **Diallo, Almadidi y**
Ceunebrock, Patrick

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Rectificador síncrono autorregulado.

5 La invención se refiere a un rectificador síncrono autorregulado. La invención se refiere en particular a un rectificador síncrono autorregulado utilizado en un convertidor CA/CC o CC/CC.

10 La invención se refiere a un rectificador síncrono, regulado por devanado acoplado, o autorregulado en transferencia directa de energía, simétrico o asimétrico. En lo que sigue del texto, la expresión “rectificador síncrono autorregulado” designa también “rectificador síncrono regulado por devanado acoplado”.

15 Se conocen sistemas de conversión asimétricos que comprenden una fuente de tensión inicial que alimenta a un primario de transformador, montado en paralelo con un interruptor principal. El secundario del transformador está montado en cascada con un rectificador síncrono autorregulado y un filtro. La salida del filtro facilita una tensión continua controlada en una aplicación. En este tipo de cadena de conversión, el rectificador síncrono autorregulado tiene por objeto

- facilitar a la aplicación, a través del filtro, la energía transferida por el transformador en el período conductor del interruptor principal, y
- 20 - bloquear la transferencia en el período no conductor del interruptor principal, siendo alimentada la aplicación por la bobina del filtro durante este período no conductor del interruptor principal.

25 El rectificador síncrono autorregulado está constituido, en asimétrico, por dos MOSFETs dispuestos de manera que aseguren las dos funciones anteriormente citadas. Por ejemplo, el rectificador síncrono autorregulado comprende, en asimétrico

- una primera y una segunda salida de rectificador,
- 30 - un primer transistor MOSFET conectado entre la primera extremidad del secundario del transformador y la primera salida del rectificador, y que tiene una conexión de rejilla con la segunda extremidad del secundario del transformador,
- 35 - un segundo transistor MOSFET conectado entre la primera salida del rectificador y la segunda salida del rectificador, y que tiene una conexión de rejilla con la primera extremidad del transformador.

La tensión en el secundario del transformador es la que regula los dos MOSFETs.

40 Con el deseo de ahorrar, los constructores desean desarrollar convertidores que ofrezcan en el seno de un mismo producto, una amplia franja de tensión de entrada. Esto implica que a su vez el voltaje en el secundario del transformador estará también en una amplia franja de tensión. Ahora bien, el voltaje en el secundario del transformador constituye también la señal de rejilla de los MOSFETs del rectificador. Las tensiones aplicables a las rejillas de los MOSFETs son limitadas. Si se aplica una tensión demasiado elevada a la rejilla de un MOSFET, éste puede quedar destruido. Para proteger los MOSFETs de una sobretensión de rejilla, es conocido montar las conexiones de rejilla en serie con un puente divisor de tensión pasivo. La patente americana US 5.708.571 divulga, por ejemplo, un rectificador 45 síncrono cuyos transistores están provistos de circuitos de protección no controlables. Sin embargo, la presencia de este divisor de tensión constituye una fuente de pérdidas importantes cuando la tensión en el secundario del transformador es demasiado baja o demasiado elevada. La tensión aplicable a la rejilla de los MOSFETs es demasiado baja o demasiado elevada para regular los MOSFETs de modo óptimo, es decir, que ofrezca una dinámica de control óptima y la más económica en pérdidas. Resulta así que para bajas tensiones de salida, la potencia transferida posible es muy 50 baja, y para las tensiones de salida más elevadas, la dinámica de tensión de entrada será reducida.

55 Uno de los objetos de la presente invención es proponer un rectificador síncrono autorregulado que presente una protección de rejilla contra las sobretensiones de rejilla, que permita una gran variación de la tensión de entrada, al tiempo que tenga un rendimiento óptimo para las corrientes y las tensiones de salida.

A tal efecto, la invención se refiere a un rectificador síncrono autorregulado conectado entre un devanado secundario de transformador, y un filtro LC.

60 El citado rectificador síncrono autorregulado comprende dos transistores MOSFET que tienen, cada uno, una conexión de rejilla, estando cada una de las citadas conexiones de rejilla montadas en serie con un circuito de protección de rejilla.

65 De acuerdo con la invención, cada circuito de protección de rejilla, comprende un puente divisor y, montado en paralelo con el puente divisor, un interruptor que tiene una posición abierta y una posición cerrada. Además, el rectificador comprende un dispositivo de mando de los interruptores, recibiendo el citado dispositivo de mando una señal de entrada proporcional a la tensión en la entrada del rectificador y que emite señales de salida para mandar los interruptores.

ES 2 332 981 T3

En una primera forma de realización asimétrica, el rectificador está conectado entre el devanado secundario de un transformador que tiene una primera y una segunda extremidades de transformador, y el filtro LC que tiene una primera y una segunda entrada de filtro, y comprende:

- 5 - una primera y una segunda entradas de rectificador conectadas respectivamente a la primera y la segunda extremidades de transformador,
- una primera y una segunda salida de rectificador, estando conectada la segunda salida de rectificador a la segunda entrada de rectificador,
- 10 - un transistor MOSFET directo conectado entre la primera entrada de rectificador y la primera salida de rectificador y que tiene una conexión de rejilla conectada a la segunda entrada de rectificador, estando la citada conexión de rejilla montada en serie con el circuito de protección de rejilla,
- 15 - un transistor MOSFET de rueda libre conectado entre la primera salida de rectificador y la segunda salida de rectificador y que tiene una conexión de rejilla conectada a la primera entrada de rectificador, estando la citada conexión de rejilla montada en serie con el circuito de protección de rejilla.

En una segunda forma de realización simétrica, el devanado secundario de transformador comprende un primer y un segundo sub-devanados en oposición de fase, comprendiendo cada sub-devanado una primera y una segunda extremidades de transformador, y el filtro LC tiene una primera y una segunda entrada de filtro.

El rectificador síncrono autorregulado comprende

- 25 - una primera y una segunda entradas de rectificador conectadas respectivamente a las extremidades de transformador del primer sub-devanado que define un primer sub-conjunto,
- una primera y una segunda entradas de rectificador conectadas respectivamente a las extremidades de transformador del segundo sub-devanado que define un segundo subconjunto,
- 30 - una primera y una segunda salida de rectificador, estando conectada la segunda salida de rectificador a la segunda entrada de rectificador del primer subconjunto.

Uno de los transistores MOSFET está conectado entre la primera entrada de rectificador del primer subconjunto y la primera salida de rectificador y tiene una conexión de rejilla conectada a la segunda entrada de rectificador del primer subconjunto, estando la citada conexión de rejilla montada en serie con el circuito de protección de rejilla.

El otro de los transistores MOSFET está conectado entre la primera entrada de rectificador del segundo subconjunto y la primera salida de rectificador y tiene una conexión de rejilla conectada a la segunda entrada de rectificador del segundo subconjunto, estando la citada conexión de rejilla montada en serie con el circuito de protección de rejilla.

En un modo de funcionamiento, el dispositivo de mando genera dos señales de salida independientes una de la otra, mandando cada señal uno de los interruptores.

En otro modo de funcionamiento, el dispositivo de mando genera dos señales de salida dependientes una de la otra, mandando cada señal uno de los interruptores.

El dispositivo de mando comprende medios para generar al menos un valor umbral, y medios de comparación de la señal de entrada proporcional a la tensión de entrada de rectificador con el citado valor umbral, y las señales de salida son función del sentido de la comparación entre la señal de entrada proporcional a la tensión de entrada de rectificador con el citado valor umbral.

El rectificador puede comprender medios de medición de tensión que comprenden un diodo montado en serie con una capacidad de medición, y conectados entre la segunda entrada de rectificador y la primera salida de rectificador, estando tomada la señal de entrada entre el diodo y la capacidad de medición.

Una de las ventajas de la presente invención resulta del control dinámico de la tensión de rejilla que permite, en función de la tensión del secundario del transformador, cortocircuitar o no el puente divisor de tensión. Así, cualquiera que sea la amplitud de la tensión que entra en el rectificador síncrono autorregulado, las tensiones de rejilla de los MOSFETs están optimizadas para limitar las pérdidas y conservar una dinámica de conmutación óptima. Debido a esto, para las grandes variaciones de tensión de entrada, es posible, a igual tensión, y a igual volumen, hacer pasar una mayor potencia a un convertidor que incluye un rectificador de acuerdo con la invención.

Otras ventajas y características de la presente invención se deducirán de la descripción que sigue refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es un diagrama esquemático de un rectificador síncrono autorregulado asimétrico de acuerdo con la invención.

ES 2 332 981 T3

- la figura 2 es una representación esquemática de un modo de realización de un rectificador síncrono autorregulado asimétrico de acuerdo con la invención.

5 - la figura 3 es un diagrama esquemático de un rectificador síncrono autorregulado simétrico de acuerdo con la invención.

La invención se refiere a un rectificador síncrono autorregulado 1 simétrico o asimétrico.

10 En el caso asimétrico representado en las figuras 1 y 2, el citado rectificador síncrono autorregulado 1 está montado entre el secundario 2 de un transformador 3 y un filtro LC 4.

15 De modo más particular, el rectificador síncrono autorregulado asimétrico 1 comprende una primera y una segunda entrada de rectificador 26, 27 conectadas a una primera y una segunda extremidades de transformador 5, 6 del devanado secundario 2 del transformador 3 y una primera y una segunda salida de rectificador 9, 10 conectadas a una primera y una segunda entrada de filtro 7, 8 del filtro LC 4, la segunda salida de rectificador 10 está conectada a la segunda entrada de rectificador 27.

El rectificador síncrono autorregulado asimétrico comprende, clásicamente:

20 un transistor MOSFET directo 11 entre la primera entrada de rectificador 26 y la primera salida de rectificador 9; la conexión de rejilla 12 del transistor MOSFET 11 está conectada a la segunda entrada de rectificador 27; esta conexión de rejilla 12 está montada en serie con un circuito de protección de rejilla 28,

25 un transistor MOSFET de rueda libre 14 conectado entre la primera salida de rectificador 9 y la segunda salida de rectificador 10; la conexión de rejilla 15 del transistor MOSFET de rueda libre 14 está conectada a la primera entrada de rectificador 26; estando esta conexión de rejilla 15 montada en serie con un circuito de protección de rejilla 29.

30 De acuerdo con la invención, cada circuito de protección de rejilla 28, 29 comprende, un elemento divisor 13, 16 montado en paralelo con un interruptor 17, 18 que tiene una posición abierta y una posición cerrada.

Este elemento divisor 13, 16 constituye con el condensador intrínseco o la impedancia colocada entre la rejilla y la fuente del MOSFET, un puente divisor no disipativo. En lo que sigue del texto, por comodidad, se atribuirán las referencias 13 y 16 a los puentes divisores.

35 Además, el rectificador 1 comprende un dispositivo de mando 19 de los interruptores 17, 18. Este dispositivo de mando 19 recibe una señal de entrada 20 proporcional a la tensión de entrada del rectificador 1 y emite señales de salida 21, 22 para mandar los interruptores 17, 18.

40 La señal de entrada 20 proporcional a la tensión en la entrada del rectificador 1 es generada por medios de medición de tensión 30.

El dispositivo de mando 19 comprende, además, medios para generar al menos un valor umbral, y medios de comparación de la señal de entrada 20 con el valor umbral. Las señales de salida 21, 22 son función del sentido de la comparación entre la señal de entrada 20 y el valor umbral.

45 El funcionamiento del rectificador dinámico de acuerdo con la invención es el siguiente:

50 La tensión de entrada del rectificador 1 presenta, según las topologías, formas diversas que son asimilables, en la fase directa, por comodidad, a una señal cuadrada VR, de relación cíclica o frecuencia modulable y cuyas amplitudes son variables en función de la gama de voltaje elegida para el convertidor. Esta tensión de entrada del rectificador 1 es, de hecho, la tensión que sale del secundario 2 del transformador 3 y, además del hecho de que ésta alimenta la aplicación, sirve también de señal de control de los MOSFETs 11, 14.

55 En el escalón positivo de la señal cuadrada, el transistor MOSFET directo 11 es el que es mandado para conducir y el transistor MOSFET de rueda libre 14 el que es mandado para no conducir. La señal de entrada 20 proporcional a la tensión en la entrada del rectificador 1 es generada por medios de medición de tensión 30.

60 El dispositivo de mando 19 compara la señal de entrada 20 con el valor umbral 25. Este valor umbral 25 es una tensión de referencia. Esta tensión de referencia puede ser, por ejemplo, una tensión proporcional a la tensión controlada en la salida de la cadena de conversión (salida del filtro). Este valor es elegido en función del nivel de tensión por debajo del cual la tensión de rejilla resultante del paso a través del puente divisor 13 de la tensión de entrada del rectificador 1, es demasiado baja, generando pérdidas importantes y problemas de tensión en dinámica de conmutación de los transistores MOSFET.

65 Para tensiones de entrada del rectificador 1 superiores a este valor umbral, el dispositivo de mando 19 manda el interruptor 17 a la posición abierta, siendo limitada la tensión de rejilla por el puente divisor 13.

ES 2 332 981 T3

Para tensiones de entrada del rectificador 1 inferiores a este valor umbral, el dispositivo de mando 19 manda el interruptor 17 a la posición cerrada, la tensión de entrada del rectificador 1 se aplica entonces directamente a la rejilla del transistor MOSFET directo 11.

5 Durante el escalón positivo de la señal cuadrada VR, la rejilla del transistor MOSFET de rueda libre 14 ve una tensión negativa igual a la caída de tensión en los bornes del transistor MOSFET directo 11. La rejilla del transistor MOSFET de rueda libre 14 quede así protegida en tensión inversa y el interruptor 18 puede permanecer abierto, cualquiera que sea la amplitud de la tensión de entrada del rectificador, durante la conducción del transistor MOSFET directo 11. Para asegurarse de que la tensión de rejilla en valor absoluto permanece por debajo del umbral de destrucción del MOSFET, el interruptor 18 permanece abierto, cualquiera que sea la amplitud de la tensión de entrada del rectificador.

10 Durante el escalón negativo de la señal cuadrada, el transistor MOSFET de rueda libre 14 es el que es mandado para conducir y el transistor MOSFET directo 11 es el que es mandado para no conducir. La rejilla del transistor MOSFET de rueda libre 14 ve por tanto una tensión positiva. El funcionamiento descrito durante el escalón positivo es entonces invertido entre transistor MOSFET directo 11 y el transistor MOSFET de rueda libre 14. Puede haber aquí varios valores umbral 25 diferentes, por ejemplo un valor dedicado al transistor MOSFET directo 11 y un valor dedicado al transistor MOSFET de rueda libre 14 y esto para optimizar las pérdidas de cada transistor MOSFET del rectificador según la tensión de entrada.

20 Las señales de control 21, 22 pueden ser generadas de modo dependiente, o por circuitos de control independientes.

25 En la forma de realización representada en la figura 2, los medios de medición de tensión 30 comprenden un diodo 23 montado en serie con una capacidad de medición 24, y conectados entre la segunda entrada de rectificador 27 y la primera salida de rectificador 9. La señal de entrada 20 es tomada entre el citado diodo 23 y la citada capacidad de medición 24.

30 El diodo 23 es pasante durante el escalón positivo, y alimenta la capacidad de medición 24 que genera la señal de entrada 20 proporcional a la tensión en la entrada del rectificador. Durante el escalón negativo, el valor 20 medido durante el escalón positivo es el que se utilizará entonces para mandar el interruptor 18 del transistor MOSFET de rueda libre 14.

35 La figura 3 es un diagrama esquemático de un rectificador síncrono autorregulado simétrico de acuerdo con la invención. Esta vez, los dos transistores MOSFET 11, 14 aseguran la transferencia directa de energía. El principio de funcionamiento del rectificador es aquél de los sistemas simétricos de transferencia directa de energía conocidos por el especialista en la técnica. Los principios de detección y protección de rejilla descritos para el sistema asimétrico son íntegramente aplicables.

40 En esta forma de realización simétrica el devanado secundario 2 de transformador 3 comprende un primer y un segundo sub-devanados 2a, 2b en oposición de fase, comprendiendo cada sub-devanado una primera y una segunda extremidades de transformador 5a, 6a; 5b, 6b y un filtro LC 4 que tiene una primera y una segunda entrada de filtro 7, 8.

45 El rectificador síncrono autorregulado simétrico comprende:

- una primera y una segunda entrada de rectificador 26a, 27a conectadas respectivamente a las extremidades de transformador 5a, 6a del primer sub-devanado 2a que define un primer subconjunto,
- una primera y una segunda entrada de rectificador 26b, 27b conectadas respectivamente a las extremidades de transformador 5b, 6b del segundo sub-devanado 2b que define un segundo subconjunto,
- una primera y una segunda salida de rectificador 9, 10, estando conectada la segunda salida de rectificador 10 a la segunda entrada de rectificador 27a del primer subconjunto,
- uno 11 de los transistores MOSFET 11, 14 que está conectado entre la primera entrada de rectificador 26a del primer subconjunto y la primera salida de rectificador 9 y que tiene una conexión de rejilla 12 conectada a la segunda entrada de rectificador 27a del primer subconjunto, estando la citada conexión de rejilla 12 montada en serie con el circuito de protección de rejilla 28,
- el otro 14 de los transistores MOSFET 11, 14 que está conectado entre la primera entrada de rectificador 26b del segundo subconjunto y la primera salida de rectificador 9 y que tiene una conexión de rejilla 15 conectada a la segunda entrada de rectificador 27b del segundo subconjunto, estando la citada conexión de rejilla 15 montada en serie con el circuito de protección de rejilla 29.

65 Naturalmente, la invención no está limitada a los modos de realización descritos y representados, sino que, sin separarse de la invención, es susceptible de numerosas variantes accesibles para el especialista en la materia.

ES 2 332 981 T3

La invención incluye, en particular, todos los medios conocidos que permiten medir la tensión de entrada del rectificador o un equivalente, todos los medios conocidos que permiten comparar este valor medido con un valor de referencia, y todos los medios conocidos que permiten cortocircuitar el puente o los puentes divisores del rectificador de acuerdo con reglas preestablecidas en función del sentido de la comparación.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Rectificador síncrono autorregulado conectado entre un devanado secundario (2) de transformador (3), y un filtro LC (4), comprendiendo el citado rectificador síncrono autorregulado

- dos transistores MOSFET (11, 14) que tienen, cada uno, una conexión de rejilla (12, 15), estando cada una de las citadas conexiones de rejilla (12, 15) montadas en serie con un circuito de protección de rejilla (28, 29)

caracterizado porque, cada circuito de protección de rejilla (28, 29), comprende un puente divisor (13, 16) y, montado en paralelo con el puente divisor (13, 16), un interruptor (17, 18) que tiene una posición abierta y una posición cerrada, y porque el rectificador (1) comprende un dispositivo de mando (19) de los interruptores (17, 18), recibiendo el citado dispositivo de mando (19) una señal de entrada (20) proporcional a la tensión en la entrada del rectificador (1) y emitiendo señales de salida (21, 22) para mandar los interruptores (17, 18).

2. Rectificador síncrono autorregulado de acuerdo con la reivindicación 1 conectado entre el devanado secundario (2) de transformador (3) que tiene una primera y una segunda extremidades de transformador (5, 6) y el filtro LC (4) que tienen una primera y una segunda entrada de filtro (7, 8), **caracterizado** porque el citado rectificador síncrono autorregulado comprende

- una primera y una segunda entrada de rectificador (26, 27) conectadas respectivamente a la primera y la segunda extremidades de transformador (5, 6),
- una primera y una segunda salida de rectificador (9, 10), estando conectada la segunda salida de rectificador (10) a la segunda entrada de rectificador (27),
- el transistor MOSFET directo (11) que está conectado entre la primera entrada de rectificador (26) y la primera salida de rectificador (9) y que tiene una conexión de rejilla (12) conectada a la segunda entrada de rectificador (27), estando la citada conexión de rejilla (12) montada en serie con el circuito de protección de rejilla,
- el transistor MOSFET de rueda libre (14) que está conectado entre la primera salida de rectificador (9) y la segunda salida de rectificador (10) y que tiene una conexión de rejilla (15) conectada a la primera entrada de rectificador (26), estando la citada conexión de rejilla (15) montada en serie con el circuito de protección de rejilla.

3. Rectificador síncrono autorregulado de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el devanado secundario (2) de transformador (3) un primer y un segundo sub-devanados (2a, 2b) en oposición de fase, comprendiendo cada sub-devanado una primera y una segunda extremidades de transformador (5a, 6a; 5b, 6b), y un filtro LC (4) que tiene una primera y una segunda entrada de filtro (7, 8), **caracterizado** porque el citado rectificador síncrono autorregulado comprende

- una primera y una segunda entrada de rectificador (26a, 27a) conectadas respectivamente a las extremidades de transformador (5a, 6a) del primer sub-devanado (2a) que define un primer subconjunto,
- una primera y una segunda entrada de rectificador (26b, 27b) conectadas respectivamente a las extremidades de transformador (5b, 6b) del segundo sub-devanado (2b) que define un segundo subconjunto,
- una primera y una segunda salida de rectificador (9, 10) estando conectada la segunda salida de rectificador (10) a la segunda entrada de rectificador (27a) del primer subconjunto,
- uno (11) de los transistores MOSFET (11, 14) que está conectado entre la primera entrada de rectificador (26a) del primer subconjunto y la primera salida de rectificador (9) y que tiene una conexión de rejilla (12) conectada a la segunda entrada de rectificador (27a) del primer subconjunto, estando la citada conexión de rejilla (12) montada en serie con el circuito de protección de rejilla (28),
- el otro (14) de los transistores MOSFET (11, 14) que está conectado entre la primera entrada de rectificador (26b) del segundo subconjunto y la primera salida de rectificador (9) y que tiene una conexión de rejilla (15) conectada a la segunda entrada de rectificador (27b) del segundo subconjunto, estando la citada conexión de rejilla (15) montada en serie con el circuito de protección de rejilla (29).

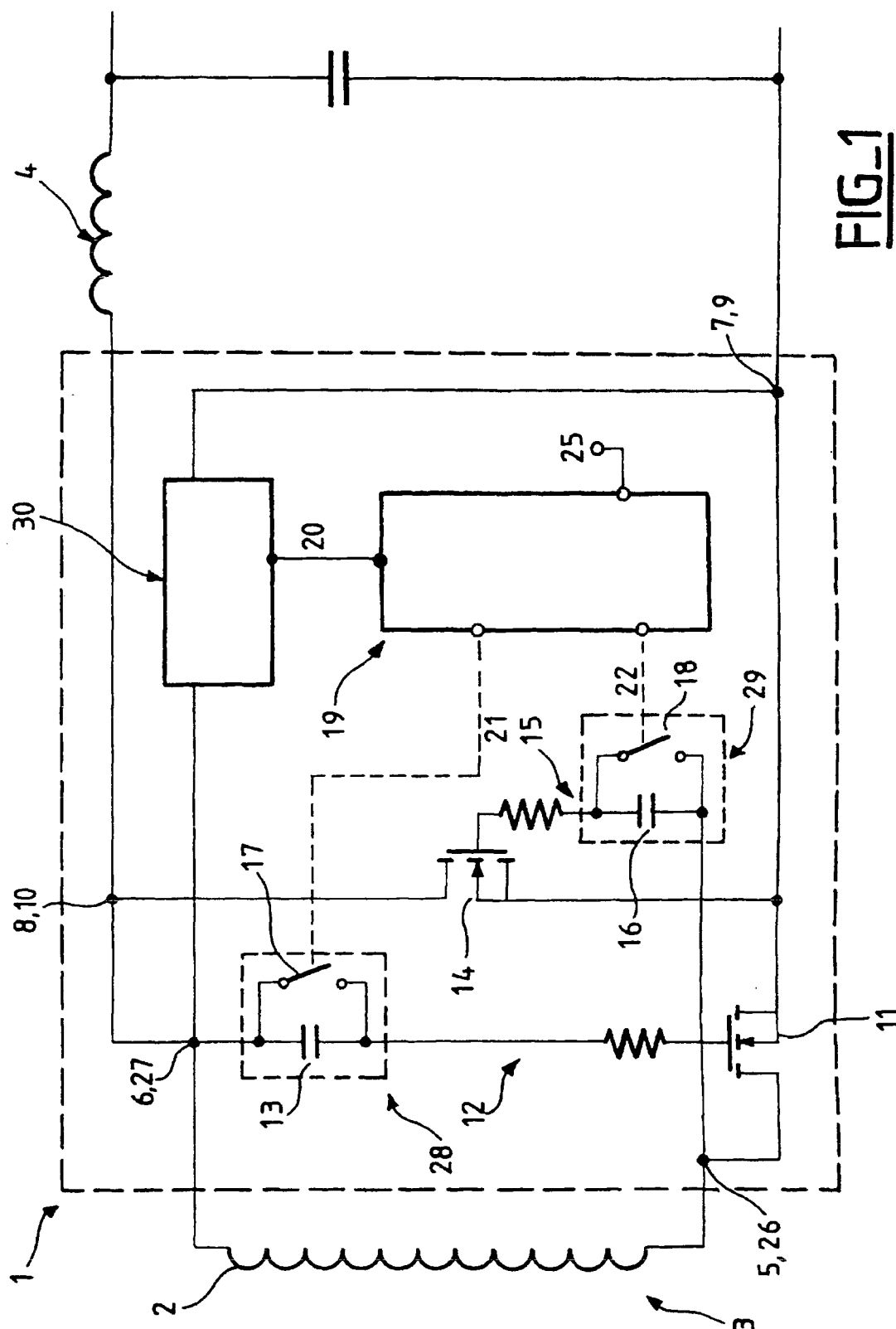
4. Rectificador síncrono autorregulado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 **caracterizado** porque el dispositivo de mando (19) genera dos señales de salida (21, 22) independientes una de la otra, mandando cada señal uno de los interruptores (17, 18).

ES 2 332 981 T3

5. Rectificador síncrono autorregulado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 **caracterizado** porque el dispositivo de mando (19) genera dos señales de salida (21, 22) dependientes una de la otra, mandando cada señal uno de los interruptores (17, 18).

5 6. Rectificador síncrono autorregulado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 **caracterizado** porque el dispositivo de mando (19) comprende medios para generar al menos un valor umbral (25), y medios de comparación de la señal de entrada (20) proporcional a la tensión de entrada de rectificador con el citado valor umbral (25), y porque las señales de salida (22, 21) son función del sentido de la comparación entre la señal de entrada (20) proporcional a la tensión de entrada de rectificador con el citado valor umbral (25).

10 7. Rectificador síncrono autorregulado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 **caracterizado** porque comprende medios de medición de tensión (30) que comprenden un diodo (23) montado en serie con una capacidad de medición (24), y conectados entre la segunda entrada de rectificador (27) y la primera salida de rectificador (9), siendo tomada la señal de entrada (20) entre el citado diodo (23) y la capacidad de medición (24).



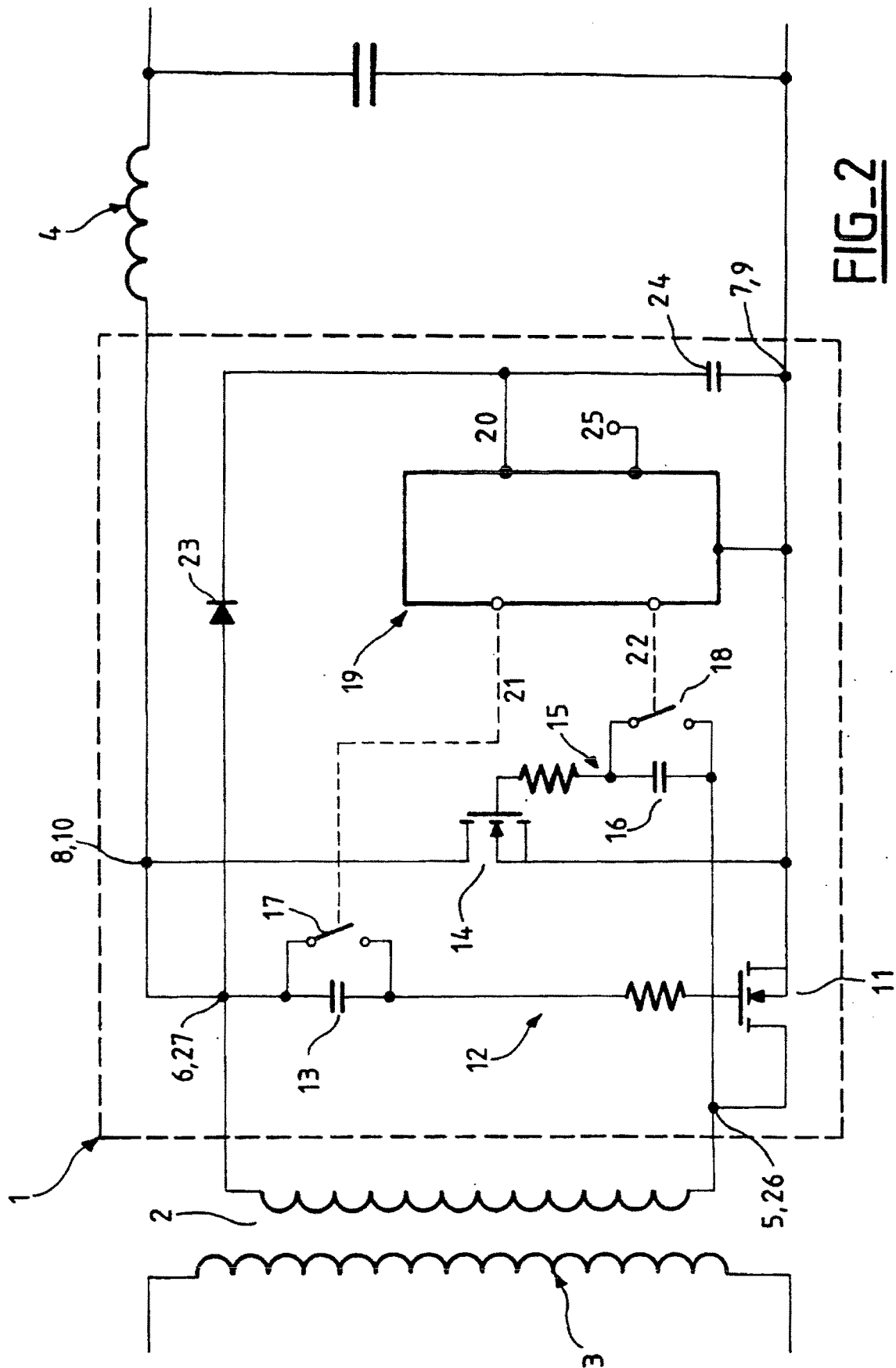
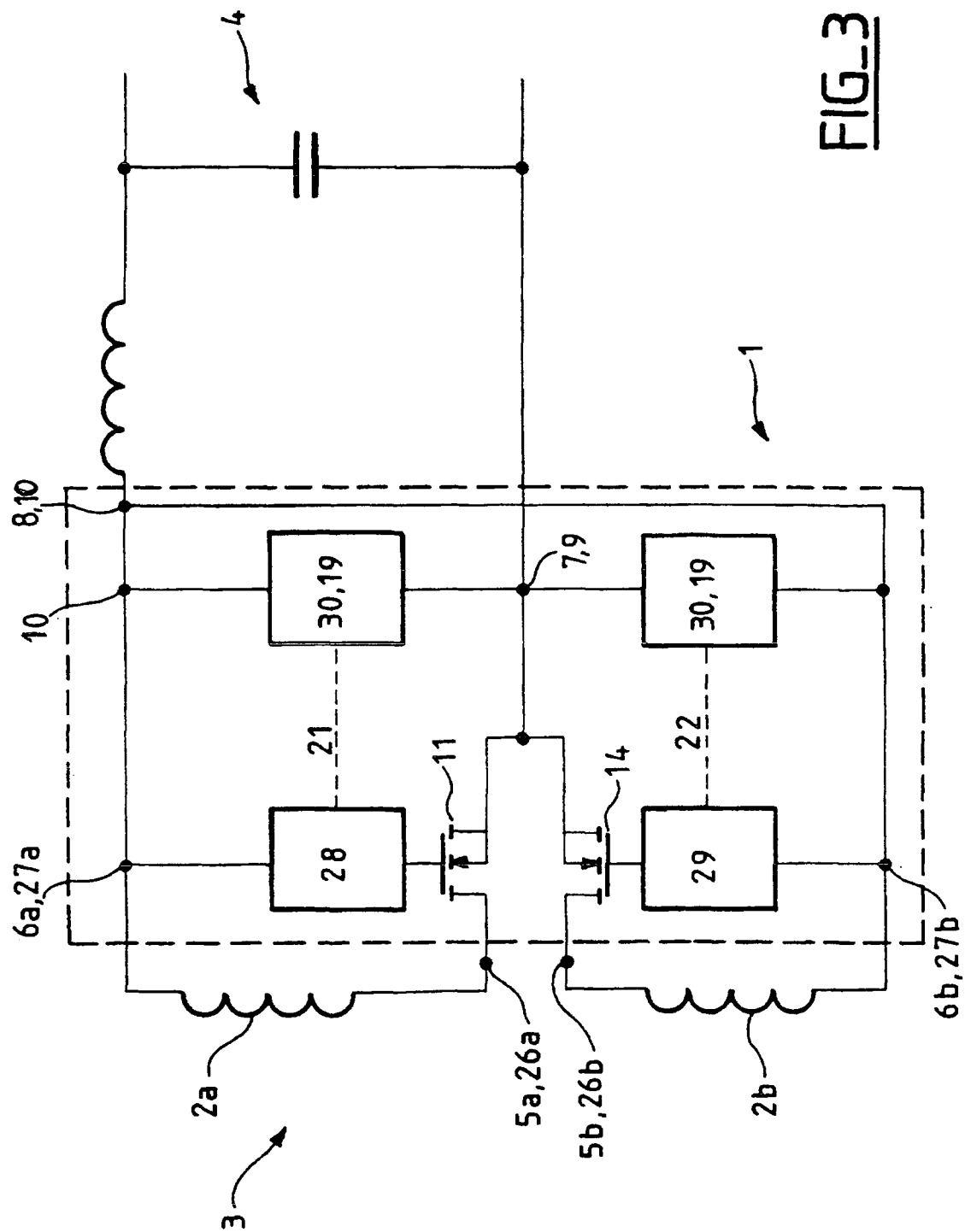


FIG-2



FIG_3