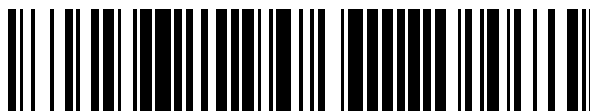


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 657**

51 Int. Cl.:
H02M 7/48

(2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01938332 .2**

96 Fecha de presentación: **23.05.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1287609**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.03.2003**

54 Título: **Dispositivo de multicelda para conversión de energía**

30 Prioridad:
26.05.2000 FR 0006786

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.05.2012

73 Titular/es:
**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (CNRS)
3, RUE MICHEL ANGE
75016 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
**GATEAU, Guillaume;
MEYNARD, Thierry, Antoine y
FOCH, Henri, Simon, Jacques**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 381 657 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 de multicelda para conversión de energía

La presente invención se relaciona con un dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica, entre una fuente de tensión continua y una fuente de corriente.

5 Más particularmente la invención se relaciona con un tal dispositivo que comprende de una parte celdas de conmutación que comprenden cada una dos interruptores, estando cada uno constituido por sí mismo de al menos un componente que forma un interruptor, de otra parte condensadores asociados a las celdas de conmutación y adaptados para mantener entre los bornes homólogos de los dos interruptores de cada celda una tensión de carga igual a una fracción de la tensión de la fuente de tensión, creciente en función de su rango a partir de la fuente de corriente y los bornes homólogos de los interruptores situados en el extremo del dispositivo próximo de la fuente de corriente siendo "cortocircuitable", además de los dispositivos de control conectados cada uno con una celda de conmutación y adaptados para controlar las conmutaciones de los dos interruptores de la celda asegurando etapas opuestas, así como medios de pilotaje de los dispositivos de control adaptados para el suministro de una señal de referencia adaptada con la conversión deseada.

10 15 Un tal dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica se describe en la patente europea publicada bajo el número EP 0 555 432.

Comprende N celdas de conmutación, siendo N un entero cualquiera superior o igual a 2. Cada celda está compuesta por dos interruptores que son controlados para presentar estados complementarios en cualquier instante. Los N interruptores de las N celdas están conectados en serie y constituyen una primera serie del dispositivo, estando conectados los N otros interruptores en serie, formando una segunda serie del dispositivo.

20 Las dos series de interruptores están interconectadas, de una parte, por un extremo común, con una fuente de corriente, y de otra parte, por sus extremos opuestos, a los bornes de una fuente de tensión.

A cada celda de conmutación se asocia un condensador que está conectado entre los bornes simétricos de los dos interruptores de la celda concerniente. La celda más próxima de la fuente de tensión puede estar asociada con un condensador específico bajo la hipótesis de que la fuente de tensión no es una fuente perfecta, con el objetivo de compensar estas imperfecciones.

25 En el caso contrario, la fuente de tensión perfecta, juega el papel de condensador con respecto al de esta celda.

Cada condensador tiene por función mantener en sus bornes una tensión, llamada tensión de carga del condensador.

Una repartición de estas tensiones de cargas V_{ck} proporcional al rango k de cada condensador, $V_{ck} = kV/N$ en donde V es la tensión de los bornes de la fuente de tensión, garantiza para los bornes de los interruptores bloqueados una diferencia de tensión igual a V/N para todos los interruptores bloqueados. Así, cada condensador se escoge para presentar un contenido en tensión en función creciente de su rango, superior al valor kV/N .

30 Por otro lado, los programas de control pueden ser sincronizados de manera que la ondulación de la tensión de salida al dispositivo presenta una amplitud igual a V/N y una frecuencia igual a NF, en donde F es la frecuencia de conmutación de los interruptores de las celdas de conmutación. Esta tensión de salida es la tensión entre el borne de la fuente de tensión situada en el potencial más bajo y el borne de la fuente de corriente conectado al dispositivo de conversión.

35 Sin embargo, se asiste hoy al desarrollo de dispositivos de conversión de energía eléctrica de fuerte potencia, para niveles de tensión de la fuente de tensión más y más elevadas. El aumento de esta tensión implica indirectamente un aumento del tamaño de los condensadores del dispositivo, debiendo estos soportar fracciones de esta tensión de cada vez más importantes. Así hoy, más allá de 6 kV el precio y el volumen del dispositivo tienden a convertirse en prohibitivos.

40 La invención apunta a remediar los inconvenientes del dispositivo clásico descrito precedentemente creando un dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica capaz de extender el campo de utilización de los dispositivos de conversión de potencia fuerte hacia niveles de tensión más y más elevados, permitiendo una reducción importante de su volumen y conservando las propiedades del convertidor descritas en la publicación número EP 0 555 432, anotadas precedentemente.

- La invención tiene por lo tanto por objeto un dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica del tipo precitado, caracterizado porque comprende al menos dos etapas montadas en paralelo que comprenden cada una al menos dos celdas y al menos un condensador, definiendo los dichos estados dos grupos extremos de interruptores y al menos un grupo intermedio de interruptores comunes a dos estados sucesivos, comprendiendo los dos grupos extremos cada uno dos interruptores, conectados en serie, de cada celda que pertenecen respectivamente a la primera y a la segunda etapa, comprendiendo el grupo intermedio pares interruptores, conectados en serie, de celdas que pertenecen a dos etapas vecinas, y porque los condensadores están conectados de manera transversal en serie entre los dos grupos extremos.
- 5
- 10 El dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica según la invención puede además comprender una o varias de las características siguientes:
- el grupo intermedio comprende interruptores, conectados en serie, de celdas que pertenecen alternativamente a dos etapas vecinas, siendo unidireccionales en tensión los dichos interruptores y bidireccionales en corriente;
 - los dos interruptores de cada uno de los dichos pares están conectados en paralelo y son bidireccionales en tensión y unidireccionales en corriente;
- 15
- los componentes que forman los interruptores son todos idénticos y cada interruptor está constituido de componentes conectados en serie cuyo número está en función de la tensión máxima aplicable entre sus bornes;
 - los medios de pilotaje comprenden medios de tratamiento de la señal de referencia para liberar en la salida una pluralidad de signos secundarios de referencia, y medios de transmisión de cada señal secundaria de referencia con todos los dispositivos de control de celda de conmutación de una misma etapa;
- 20
- los medios de tratamiento son adaptados para liberar una pluralidad de signos secundarios de referencia cuya suma de valores en cada instante es proporcional con el valor de la señal de referencia, cada signo secundario de referencia de un estado situado, del lado de la fuente de la tensión, entre dos niveles de potencial dados estando en cada instante del valor superior con el valor de una señal secundaria de referencia de un estado situado, del lado de la fuente de tensión, entre dos niveles de potencial superiores;
- 25
- el dispositivo comprende dos etapas;
 - la parte del dispositivo situado entre los dos condensadores los más próximos de la fuente de corriente y la fuente de corriente comprende dos componentes que forman interruptores conectados en serie en cada uno de los primero y segundo grupos y dos diodos conectados de una parte en un punto situado entre los dichos dos condensadores y de otra parte en un punto situado entre los dichos dos componentes del primer y último grupos respectivamente;
- 30
- cada estado comprende dos celdas de conmutación; y
 - cada estado comprende tres celdas de conmutación.
- La invención será mejor comprendida con la ayuda de la descripción que viene a continuación, dada únicamente a título de ejemplo y hecha con referencia a los dibujos anexos en los cuales:
- 35
- la figura 1 es un esquema eléctrico de principio de un dispositivo de conversión según la invención en el caso más general, en el cual no está representado ningún conjunto de control;
 - la figura 2 es un esquema eléctrico de principio de un dispositivo de conversión según la invención en el caso en donde comprende dos etapas y dos celdas por etapa, que detallan además un conjunto de control de este dispositivo;
 - la figura 3 es un esquema eléctrico que detalla un modo de realización de las celdas de conmutación del dispositivo de conversión representado en la figura 2;
- 40
- la figura 4 representa el aspecto de las señales de referencia de un conjunto de control del dispositivo de conversión representado en la figura 2;
 - la figura 5 representa el aspecto de las señales en la entrada y en la salida de un primer dispositivo de control del dispositivo de conversión representado en la figura 2;
- 45
- la figura 6 representa el aspecto de las señales en la entrada y en la salida de un segundo dispositivo de control del dispositivo de conversión representado en la figura 2;

- la figura 7 representa el aspecto de las señales en la entrada y en la salida de un tercer dispositivo de control del dispositivo de conversión representado en la figura 2;

- la figura 8 representa el aspecto de las señales en la entrada y en la salida de un cuarto dispositivo de control del dispositivo de conversión representado en la figura 2;

5 - la figura 9 representa el aspecto de las corrientes que circulan a través de los dos condensadores del primer y segundo estados respectivos, del dispositivo de conversión representado en la figura 2;

- la figura 10 representa el aspecto de la tensión normalizada de la salida del dispositivo de conversión representado en la figura 2; y

10 - la figura 11 es un esquema eléctrico de un dispositivo de conversión con dos etapas y dos celdas por etapa, según otro modo de realización posible de la invención.

El dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica representado en la figura 1 comprende una fuente de tensión 2 continua que asegura una diferencia de potencial de valor E entre sus bornes y una fuente de corriente 4 que libera una corriente 11 continua o alternativa según la aplicación considerada.

15 Así, por ejemplo, cuando la fuente de corriente libera una corriente alternativa simétrica, el dispositivo de conversión corresponde con un ondulator de tensión o, teniendo en cuenta la reversibilidad, con un redireccionador de corriente. En el curso de la descripción, se colocará siempre en este caso particular.

20 La fuente de tensión está constituida por n fuentes de tensión secundarias $6_1, \dots, 6_n$ conectadas en serie y que definen, cada una entre sus bornes, n etapas $8_1, \dots, 8_n$, sucesivas. Una fuente secundaria cualquiera 6_1 está por ejemplo constituida de un condensador y mantiene una tensión parcial E/n entre sus bornes. En el curso, las etapas están numeradas en el orden creciente de los niveles de potencial a los cuales están conectados del lado de la fuente de tensión.

25 Cada etapa 8_i comprende p celdas de conmutación $10_{i,1}, \dots, 10_{i,p}$. Cada celda de conmutación $10_{i,k}$ está constituida de dos interruptores de $12_{i,k}$ y $14_{i,k}$ mantenidos en los estados opuestos por un dispositivo de control $16_{i,k}$ de sus conmutaciones conectadas con la celda $10_{i,k}$. Los dispositivos de control hacen parte de un conjunto de control que será detallado durante la descripción de la figura 2.

30 Las n etapas que definen así n+1 grupos de interruptores, estando conectado cada uno de los dichos grupos por un extremo a la fuente de corriente y por el otro extremo con uno de los n+1 niveles de potencial de la serie de fuentes secundarias de tensión $6_1, \dots, 6_n$. Como sucede para las etapas, los grupos de interruptores están numerados en el orden creciente de los niveles de potencial a los cuales están conectados del lado de las fuentes secundarias de tensión. Así, el primer grupo se conecta con el borne de la fuente de tensión 2 de potencial el más bajo y el último grupo está conectado con el borne de la fuente de tensión 2 de potencial más elevado.

35 El primer grupo de interruptores está constituido de los interruptores $12_{1,1}, \dots, 12_{1,p}$, de las p celdas de conmutación del primer estado, conectados en serie. El (n+1) de la enésima etapa, conectadas en serie, el i-ésimo grupo de interruptores, con $1 < i \leq n$, está constituido de interruptores $12_{i,1}, \dots, 12_{i,p}$, de las p celdas de conmutación de i-ésimo estado y los interruptores $14_{i-1,1}, \dots, 14_{i-1,p}$, de las p celdas de conmutación del (i-1)-ésimo estado, conectados alternativamente en serie.

De este modo, transversalmente a los n estados, p rangos $18_1, \dots, 18_p$, son definidos, cada rango 18_k comprende n celdas de conmutación, es decir $10_{1,k}, \dots, 10_{n,k}$.

40 Entre dos rangos sucesivos 18_k 18_{k+1} , n condensadores de rangos k, $20_{1,k}, \dots, 20_{n,k}$, están conectados en serie a razón de uno por estado. Así, a la i-ésima etapa, el condensador $20_{i,k}$ está conectado de una parte al i-ésimo grupo de interruptores, de otra parte al (i+1)-ésimo grupo de interruptores. Además, cada condensador está adaptado para mantener entre sus bornes una tensión de carga, función creciente de su rango k y que representa una fracción de la tensión parcial de la fuente de tensión secundaria de la etapa a la cual pertenece. Por ejemplo, una repartición de estas tensiones de carga proporcional al rango de cada condensador $20_{i,k}$ $E_{i,k} = kE/pn$ garantiza a los bornes de los interruptores abiertos una diferencia de tensión inferior o igual a E/pn .

45 El dispositivo de conversión representado en la figura 2 es un caso particular del dispositivo descrito precedentemente, en un modo de realización de la dimensión adaptado para una utilización con una fuente de tensión continua y una fuente de corriente alternativa de frecuencia f_i . Comprende ll etapas 8_1 y 8_2 y dos rangos 18_1 y 18_2 .

E es la tensión de la fuente de tensión continua 2 que carga dos condensadores 6_1 y 6_2 cada una constituyendo una fuente de tensión secundaria para cada etapa, de tensión parcial $E/2$ entre dos rangos 18_1 y 18_2 , dos condensadores $20_{1,1}$ y $20_{2,1}$ están conectados en serie como se describe precedentemente y están dimensionados para soportar una tensión da carga en función de su rango ($k = 1$), de un valor de $E_{1,1}=E_{2,1}=E/4$.

5 El dispositivo comprende igualmente 4 celdas de conmutación $10_{1,1}$, $10_{1,2}$, $10_{2,1}$, $10_{2,2}$ controladas respectivamente por cuatro dispositivos de control $16_{1,1}$, $16_{1,2}$, $16_{2,1}$, $16_{2,2}$. Estos cuatro dispositivos de control están sincronizados y generan signos de control lógico con una frecuencia F , adaptados para asegurar las conmutaciones con las etapas opuestas de los dos interruptores de cada celda.

10 En el modo de realización descrito aquí, la frecuencia F es netamente superior a la frecuencia f_i y se escoge para representar más precisamente un múltiplo de f_i , por razones de simplicidad.

Cada dispositivo de control comprende por ejemplo un comparador cuyo estado lógico a la salida es el resultado de la comparación de las dos señales, de las cuales una es proveniente de un módulo de sincronización 22 y de las cuales el otro es proveniente de un generador de pilotaje 24.

15 El dispositivo de control $16_{i,k}$ provisto por lo tanto a la salida de una señal de control $sc_{i,k}$ cuyo valor determina el estado de la celda de conmutación $10_{i,k}$. Así, por ejemplo, cuando la señal de control $sc_{i,k}$ vale 1, el interruptor $12_{i,k}$ de la celda de conmutación $10_{i,k}$ se bloquea y el interruptor $14_{i,k}$ de esta misma celda pasa. Inversamente, cuando la señal de control es $sc_{i,k}$ vale 0, el interruptor $12_{i,k}$ de la celda de conmutación $10_{i,k}$ pasa y el interruptor $14_{i,k}$ de esta misma celda se bloquea. No se describirá más adelante el control simultáneo de los dos interruptores de una misma celda con dos estados opuesto, considerándose como conocido por el experto en la técnica.

20 El módulo de sincronización 22 comprende medios de generación 26 de señales triangulares alternativas simétricas de frecuencia f así como un circuito de retardo 28, que genera dos señales sd_1 y sd_2 desplazadas de una desviación temporal igual a $1/2F$ y que alimentan respectivamente el dispositivo $16_{1,1}$, $16_{2,1}$ de control del primer rango, y $16_{1,2}$, $16_{2,2}$ del segundo rango.

25 El generador de pilotaje 24 genera en cuanto a sí una señal de referencia sr alternativa simétrica de frecuencia f_i idéntica a la frecuencia de la fuente de corriente 4.

Esta señal de referencia se trata a la salida del generador de pilotaje 24 por dos módulos de tratamiento respectivos 30 y 32 de la primera y segunda etapa, para suministrar respectivamente a la salida dos señales secundarias de referencia sr_1 y sr_2 . Estas dos señales sr_1 y sr_2 alimentan respectivamente los dispositivos de control $16_{1,1}$, $16_{1,2}$ de la primera etapa y $16_{2,1}$, $16_{2,2}$ de la segunda etapa.

30 Para el buen funcionamiento del dispositivo de conversión, las señales sr_1 y sr_2 verifican las dos relaciones siguientes:

$$sr_1 + sr_2 = 2sr \quad sr_1 \geq sr_2$$

Los dos módulos de tratamiento 30 y 32 que permiten suministrar tales señales a partir de la señal de referencia sr , se consideran como clásicos y por lo tanto no serán detallados a continuación.

35 Como se representa en la figura 3 los interruptores de los convertidores son todos del mismo tipo, es decir bidireccionales en corriente y unidireccionales en tensión y están constituidos por transistores IGBT asociados cada uno con un diodo antiparalelo. Cada uno de estos transistores IGBT puede ser remplazado según las aplicaciones por un transistor bipolar Darlington, MOST, GTO, etc.

40 En este modo de realización, se resalta que los cuatro interruptores del primer y segundo grupos son susceptibles de soportar una tensión el doble de la soportada por los cuatro interruptores del segundo grupo. Esto expone un problema de dimensionamiento heterogéneo de los interruptores del dispositivo de conversión. Para resolver este problema, es preferible reemplazar cada uno de los cuatro interruptores del primer y segundo grupos por dos interruptores idénticos montados en serie y posicionados en el mismo estado en cada instante, lo que no modifica en nada el funcionamiento del dispositivo.

45 La figura 4 representa el aspecto de la señal de referencia sr y las señales secundarias de referencias sr_1 y sr_2 , en el modo de realización escogido, es decir para una fuente de tensión continua y una fuente de corriente alternativa de frecuencia f_i .

La señal sr está aquí representada sin unidades, como la suma de una señal continua de valor 0,5 y de una señal sinusoidal de amplitud sensiblemente inferior a 0,5 y de frecuencia f_i normalizada con 1. La señal sr_1 es entonces

definida por la relación siguiente:

$$\begin{cases} sr_1 = 2 \times sr & , & \text{si } sr \leq 0,5 \\ sr_1 = 1 & , & \text{si } sr \geq 0,5 \end{cases}$$

La señal sr_2 es en cuanto a sí definida por la relación

$$\begin{cases} sr_2 = 0 & , & \text{si } sr \leq 0,5 \\ sr_2 = 2 \times sr - 1, & \text{si } sr \geq 0,5 \end{cases}$$

5 Se verifica fácilmente que así, en cualquier instante, se verifican las dos condiciones $sr + sr_2 = 2sr$ y $sr_1 \geq sr_2$.

La figura 5 representa de una parte el aspecto de las dos señales sr_1 y sd_1 provistas en la entrada del dispositivo de control $16_{1,1}$ y de otra parte por el aspecto de la señal de control $sc_{1,1}$ provista a la salida del mismo dispositivo de control $16_{1,1}$ en función de las señales provistas en la entrada.

10 La señal sd_1 es una señal triangular de amplitud variante entre 0 y 1 y de frecuencia F que vale aquí $20 f_i$. La señal $sc_{1,1}$ que resulta es una señal en almena, de valor nulo cuando se verifica la relación $sd_1 > sr_1$ y de valor unitario cuando se verifica la relación $sd_1 < sr_1$.

La figura 6 representa de una parte el aspecto de las dos señales sr_1 y sd_2 provistas en la entrada del dispositivo de control $16_{1,2}$ y de otra parte el aspecto de la señal de control $sc_{1,2}$ provista a la salida del mismo dispositivo de control $16_{1,2}$, en función de las señales provistas a la entrada.

15 La señal sd_2 es una señal triangular de amplitud que varía entre 0 y 1 y de frecuencia F , desplazada de una desviación temporal igual a $1/2F$ con respecto a la señal sd_1 . La señal $sc_{1,2}$ es entonces una señal en almena, de valor nulo cuando se verifica la relación $sd_2 > sr_1$ y de valor unitario cuando se verifica la relación $sd_2 < sr_1$.

20 La figura 7 representa de una parte el aspecto de las dos señales sr_2 y sd_1 provistas en la entrada del dispositivo de control $16_{2,1}$ y de otra parte por el aspecto de la señal de control $sc_{2,1}$ provista a la salida del mismo dispositivo de control $16_{2,1}$, en función de las señales provistas a la entrada.

La señal $sc_{1,1}$ es entonces una señal en almena, de valor nulo cuando se verifica la relación $sd_1 > sr_2$ y de valor unitario cuando se verifica la relación $sd_1 < sr_2$.

25 La figura 8 representa de una parte el aspecto de las dos señales sr_2 y sd_2 provistas en la entrada del dispositivo de control $16_{2,2}$ y de otra parte el aspecto de la señal de control $sc_{2,2}$ provista a la salida del mismo dispositivo de control $16_{2,2}$, en función de las señales provistas de control $16_{2,2}$, en función de las señales provistas a la entrada.

La señal $sc_{2,2}$ es entonces una señal en almena, de valor nulo cuando se verifica la relación $sd_2 < sr_2$.

La figura 9 presenta el aspecto de las corrientes $i_{1,1}$ y $i_{2,1}$ que atraviesan respectivamente los dos condensadores $20_{1,1}$ y $20_{2,1}$.

30 El valor de estas corrientes está directamente ligado con la sincronización de los dispositivos de control tal como se describe precedentemente, y es controlado así para presentar un valor medio nulo en un periodo $1/F$ de manera que asegure una tensión media constante de $E/4$ con los bornes de los condensadores $20_{1,1}$ y $20_{2,1}$.

La figura 10 presenta el aspecto de la tensión normalizada de salida V_s del dispositivo de conversión. Ésta se mide entre el nivel de potencial al más bajo de la fuente de tensión 2 y el borne de la fuente de corriente 4 conectada con el dispositivo de conversión de energía.

35 La tensión de salida posee una ondulación de frecuencia $2F$ y de amplitud $E/4$: estas dos condiciones facilitan la filtración de esta tensión.

Un dispositivo de conversión de energía con dos rangos y dos estados según otro modo de realización posible de la invención se representa en la figura 11.

Los interruptores del primer y tercer grupo comprenden cada uno dos componentes que forman interruptores. Por el contrario, el grupo intermedio de los interruptores no aparece más que en el segundo rango. En el primer rango 18₁, un primer diodo 34 se conecta, de una parte con un punto situado entre los dos componentes 38 y 40 del primer grupo y del primer rango, y de otra parte con un punto situado entre los dos condensadores 20_{1,1} y 20_{2,1}.

5 Igualmente, se conecta un segundo diodo 36, de una parte con el punto situado entre los dos condensadores 20_{1,1} y 20_{2,1} y de otra parte con un punto situado entre los dos componentes 42 y 44 del tercer grupo y del primer rango.

10 Este modo de realización comprende un conjunto de control sensiblemente diferente del conjunto de control descrito precedentemente, y porque se relaciona con el control del primer rango 18₁. Pero este nuevo conjunto de control puede ser deducido de manera clásica del descrito precedentemente en la figura 2 con la ayuda de una simple combinación de los dispositivos de control 16_{1,1} y 16_{2,1} de las celdas de conmutación del primer rango 18₁.

Para el buen funcionamiento del dispositivo, el componente 38 situado en el primer grupo entre el condensador 20_{1,1} y el diodo 34, recibe en la entrada una señal de control igual a $sc_{1,1}$, complemento a una de las señales $sc_{1,1}$ en donde $sc_{1,1}$ es la señal representada en la figura 5.

15 El componente 40 situado en el primer grupo, entre el diodo 34 y la fuente de corriente 4 recibe en la entrada una señal de control igual a $(sc_{1,1}+sc_{2,1})$ en donde $sc_{2,1}$ es la señal representada en la figura 7 y en donde el símbolo "+" representa la operación lógica "o".

El componente 42, situado en el tercer grupo, entre el condensador 20_{2,1} y el diodo 36 recibe en la entrada una señal de control igual a $sc_{2,1}$.

20 El componente 44, situado en el tercer grupo, entre el diodo 36 y la fuente de corriente 4, recibe en la entrada una señal de control igual a $(sc_{1,1}+ sc_{2,1})$.

De este modo, hay equivalencia entre este dispositivo de conversión y el representado en la figura 3, siendo idéntico su funcionamiento para todas las configuraciones posibles de las señales de control $sc_{1,1}$ y $sc_{2,1}$ del primer rango 18₁.

25 En efecto, para el dispositivo de conversión representado en la figura 3, cuando $sc_{1,1}=0$ y $sc_{2,1}=0$, el interruptor 12_{1,1} pasa, el interruptor 14_{1,1} se bloquea, el interruptor 12_{2,1} pasa y el interruptor 14_{2,1} se bloquea. Así, en el primer rango 18₁ la corriente circula a través del primer grupo de interruptores, que une directamente la fuente de corriente 4 con el borne de potencial inferior del condensador 20_{1,1}.

30 Para el dispositivo de conversión representado en la figura 11, cuando $sc_{1,1}=0$ y $sc_{2,1}=0$, $sc_{1,1}=1$ cuyo interruptor 18 pasa, $sc_{1,1}+ sc_{2,1}=1$ cuyo interruptor 40 pasa, $sc_{2,1}=0$ cuyo interruptor 42 se bloquea y $sc_{1,1}+sc_{2,1}=0$ cuyo interruptor 44 se bloquea. Así, igualmente que en el caso precedente, el borne del nivel de potencial inferior del condensador 20_{1,1} se conecta directamente a la fuente de corriente 44 y la corriente circula entre estos dos bornes.

Se resalta que la corriente efectúa el mismo trayecto a través de los dos dispositivos de conversión de energía representados en las figuras 3 y 11, cuando $sc_{1,1}=1$ y $sc_{2,1}=1$.

Se resalta también que la configuración $sc_{1,1}=0$ y $sc_{2,1}=1$ es una configuración imposible puesto que coloca los dos condensadores 20_{1,1} y 20_{2,1} de los dispositivos de conversión de energía de las figuras 3 y 11 en corto circuito.

35 Finalmente, para el dispositivo de conversión de energía representado en la figura 3, cuando $sc_{1,1}=1$ y $sc_{2,1}=0$, el interruptor 12_{1,1} se bloquea, el interruptor 14_{1,1} pasa. El interruptor 12_{2,1} pasa y el interruptor 14_{2,1} se bloquea. Así, la corriente circula a través del segundo grupo en el primer rango 18₁, conectando directamente el punto situado entre los dos condensadores 20_{1,1} y 20_{2,1} y la fuente de corriente 4.

40 Para el dispositivo de conversión representado en la figura 11, cuando $sc_{1,1}=1$ y $sc_{2,1}=0$, $sc_{1,1}=0$ cuyo interruptor 38 se bloquea, $sc_{1,1}+sc_{2,1}=1$ cuyo interruptor 40 pasa, $sc_{1,1}+sc_{2,1}=1$ cuyo interruptor 44 pasa y $sc_{2,1}=0$ cuyo interruptor 42 se bloquea. Así, como precedentemente, en el primer rango 18, la corriente circula entre el punto situado entre los dos condensadores 20_{1,1} y 20_{2,1} y la fuente de corriente 4. Por el contrario, su trayecto es ligeramente diferente del trayecto seguido por la corriente en el dispositivo representado en la figura 3, puesto que pasa a través del diodo 36 y el interruptor 44 cuando circula desde el punto situado entre los dos condensadores 20_{1,1} y 20_{2,1} hacia la fuente de corriente 4 y a través del interruptor cerrado 40 y el diodo 34, cuando circula de la fuente de corriente 4 hacia el punto situado entre los dos condensadores 20_{1,1} y 20_{2,1}.

Esta última configuración muestra que la analogía entre los dos dispositivos no es posible más que porque no es diferente más que por su primer rango 18, para el cual no existe condensador entre el interruptor 14_{2,1} (o el interruptor 12_{1,1}) y la fuente de corriente.

Así, este modo de realización permite reducir más el volumen y sobre todo el costo del dispositivo de conversión, pero la mejora no puede ser aportada más que para el primer rango 18_1 .

5 Aparece claramente que un dispositivo de conversión de energía eléctrica según la invención comprende la ventaja de presentar una obstrucción menos importante que los dispositivos multiceldas clásicos lo que extiende sus campos de utilización hacia niveles de tensión incluso más elevados.

En efecto, un dispositivo clásico con $N=np$ celdas, necesita $np-1$ condensadores antes de ser dimensionados para soportar hasta **$(np-1) E/np$** . Al contrario, un dispositivo según la invención con $N=np$ celdas (n etapas, p rangos) necesita $n(p-1) = np-n$ condensadores dimensionados para soportar una tensión que no puede sobrepasar **$(p-1)E/np$** , lo que es netamente inferior a la carga evocada en el caso precedente.

10 Por consiguiente, un dispositivo según la invención es de volumen y por lo tanto de precio inferior a un dispositivo clásico, con comportamiento equivalente.

Se notará que la invención no está limitada al modo de realización descrito.

15 Así, alternativamente los interruptores de los grupos intermedios de índice i , con $1 < i \leq n$ no están necesariamente conectados en serie alternada como se describe en el modo de realización escogido. Los interruptores 12_{i-k} y 14_{i-1k} del i -ésimo grupo intermediario y del k -ésimo rango pueden ser conectados en paralelo. En este caso los interruptores considerados deben ser bidireccionales en tensión y unidireccionales en corriente.

Como variante igualmente, la frecuencia F no es un múltiplo de f_i y puede ser escogida incluso sensiblemente igual a f_i para algunas aplicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica entre una fuente de tensión (2) continua y una fuente de corriente (4), que comprende de una parte celdas de conmutación(10_{i,k}), que comprenden cada una dos interruptores (12_{i,k},14_{i,k}) estando cada una por sí misma constituida de al menos un componente que forma interruptor, de otra parte de condensadores (20_{i,k}) asociados a las celdas (10_{i,k}) de conmutación y adaptados para mantener entre los bornes homólogos de los dos interruptores de cada celda una tensión de carga igual a una fracción de la tensión de la fuente de tensión (2), decreciente en función de su rango a partir de la fuente de tensión (2) y los bornes homólogos de los interruptores situados en el extremo del dispositivo próximo de la fuente de corriente (4) siendo cortocircuitables, además de dispositivos de control (16_{i,k}) conectados cada uno con una celda de conmutación (10_{i,k}) y adaptados para controlar las conmutaciones de los dos interruptores (12_{i,k},14_{i,k}) de la celda asegurando estados opuestos, así como medios de pilotaje (22, 24, 30, 32) de los dispositivos de control adaptados para el suministro de una señal de referencia adaptada con la conversión deseada, caracterizado porque comprende al menos dos etapas (8_i) montadas en paralelo que comprende cada una al menos dos celdas (10_{i,1}, ... 10_{i,p}) y al menos un condensador (20_{i,1}, ... 20_{i,p-1}), definiendo los dichos estados dos grupos extremos de interruptores (12_{1,1}, ... 12_{1,p} 14_{n,1}, ... 14_{n,p}) y al menos un grupo intermedio de interruptores común a dos estados sucesivos, comprendiendo los dos grupos extremos cada uno dos interruptores, conectados en serie, de cada celda que corresponde respectivamente a la primera y a la segunda etapa, comprendiendo el grupo intermedio pares interruptores (12_{i,k},14_{i-1k}), conectados en serie, de celdas que pertenecen a dos etapas cercanas y porque los condensadores (20_{1,k}, ..., 20_{n,k}) del mismo rango (18_k) están conectados transversalmente en serie entre los dos grupos extremos.
2. Dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica según la reivindicación 1, caracterizado porque el grupo intermedio comprende interruptores (12_{i,k}, 14_{i,k}), conectados en serie, de celdas que pertenecen alternativamente a dos etapas cercanas, siendo unidireccionales los dichos interruptores en tensión y bidireccionales en corriente.
3. Dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica según la reivindicación 1, caracterizado porque los dos interruptores (12_{i,k}, 14_{i,k}), de cada uno de los dichos pares están conectados en paralelo y porque son bidireccionales en tensión y unidireccionales en corriente.
4. Dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los componentes que forman interruptores (12_{i,k}, 14_{i,k}), son todos idénticos y porque cada interruptor está constituido de componentes conectados en serie cuyo número está en función de la tensión máxima aplicable entre sus bornes.
5. Dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los medios de pilotaje (22, 24, 30,32) comprenden medios de tratamiento (30, 32) de la señal de referencia para liberar a la salida una pluralidad de señales secundarias de referencia y medios de transmisión de cada señal secundaria de referencia a todos los dispositivos de control de la celda de conmutación de una misma etapa.
6. Dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica según la reivindicación 5, caracterizado porque los medios de tratamiento (30, 32) están adaptados para liberar una pluralidad de señales secundarias de referencia cuya suma a los valores en cada instante es proporcional con el valor de la señal de referencia, estando cada señal secundaria referencia de una etapa situada del lado de la fuente de tensión (2) entre dos niveles de potencial dados estando en cada instante de valor superior con el valor de una señal secundaria de referencia de una etapa situada, del lado de la fuente de tensión (2) entre dos niveles de potencial superiores.
7. Dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque comprende dos etapas (8₁, 8₂).
8. Dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica según la reivindicación 7, caracterizado porque la parte del dispositivo situada entre los dos condensadores (20_{1,1}, 20_{2,1}) los más próximos de la fuente de corriente (4) y la fuente de corriente (4) comprende dos componentes que forman interruptores (38, 40, 42, 44) conectados en serie en cada uno del primero y último grupos y dos diodos (34, 36) conectados, de una parte, en un punto situado entre los dichos dos condensadores y, de otra parte, en un punto situado entre los dichos dos componente del primero y último grupos respectivamente.
9. Dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica según la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque cada etapa (8₁, 8₂) comprende dos celdas de conmutación.
10. Dispositivo de conversión reversible de energía eléctrica según la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque cada etapa (8₁, 8₂) comprende tres celdas de conmutación.

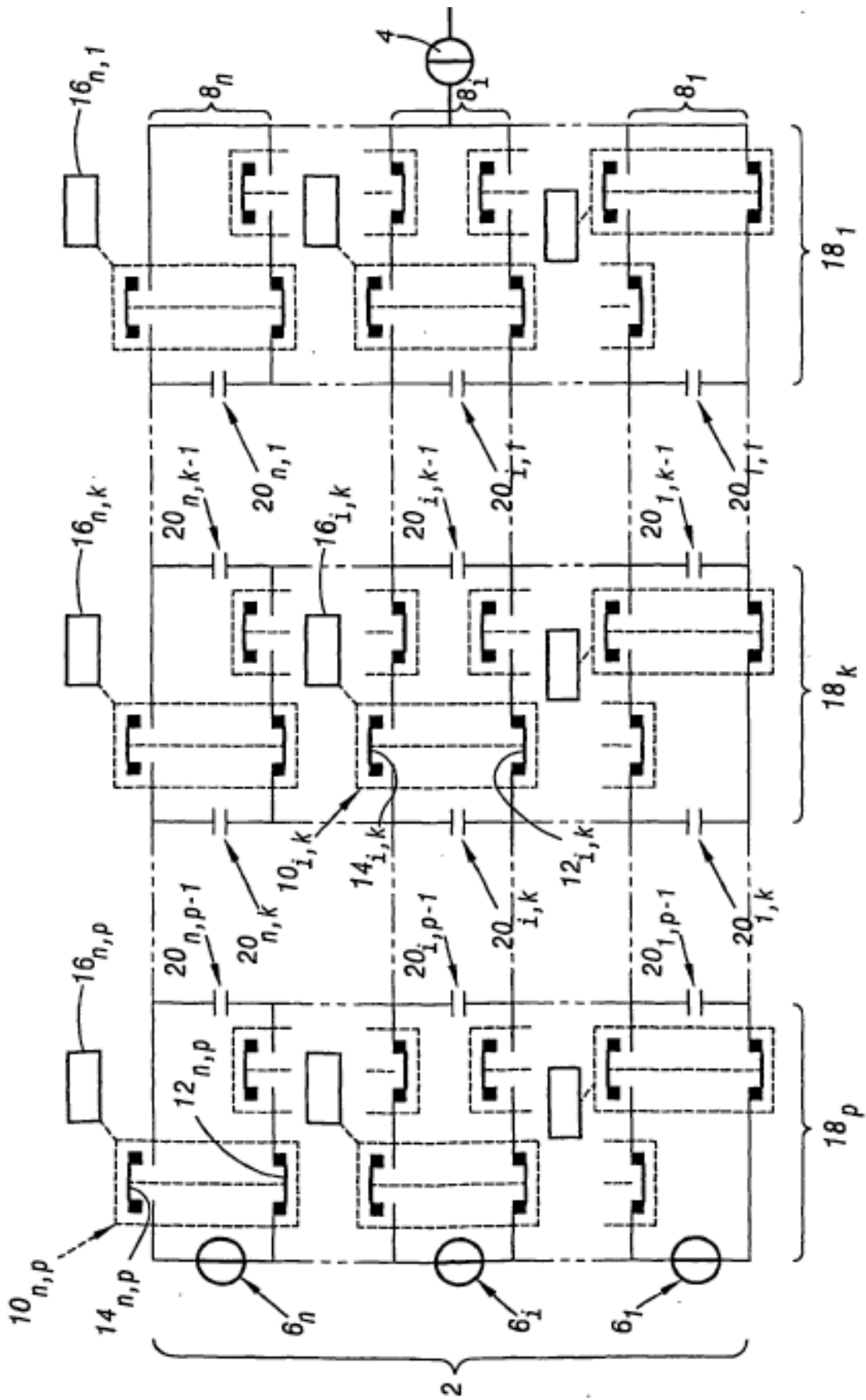


FIG. 1

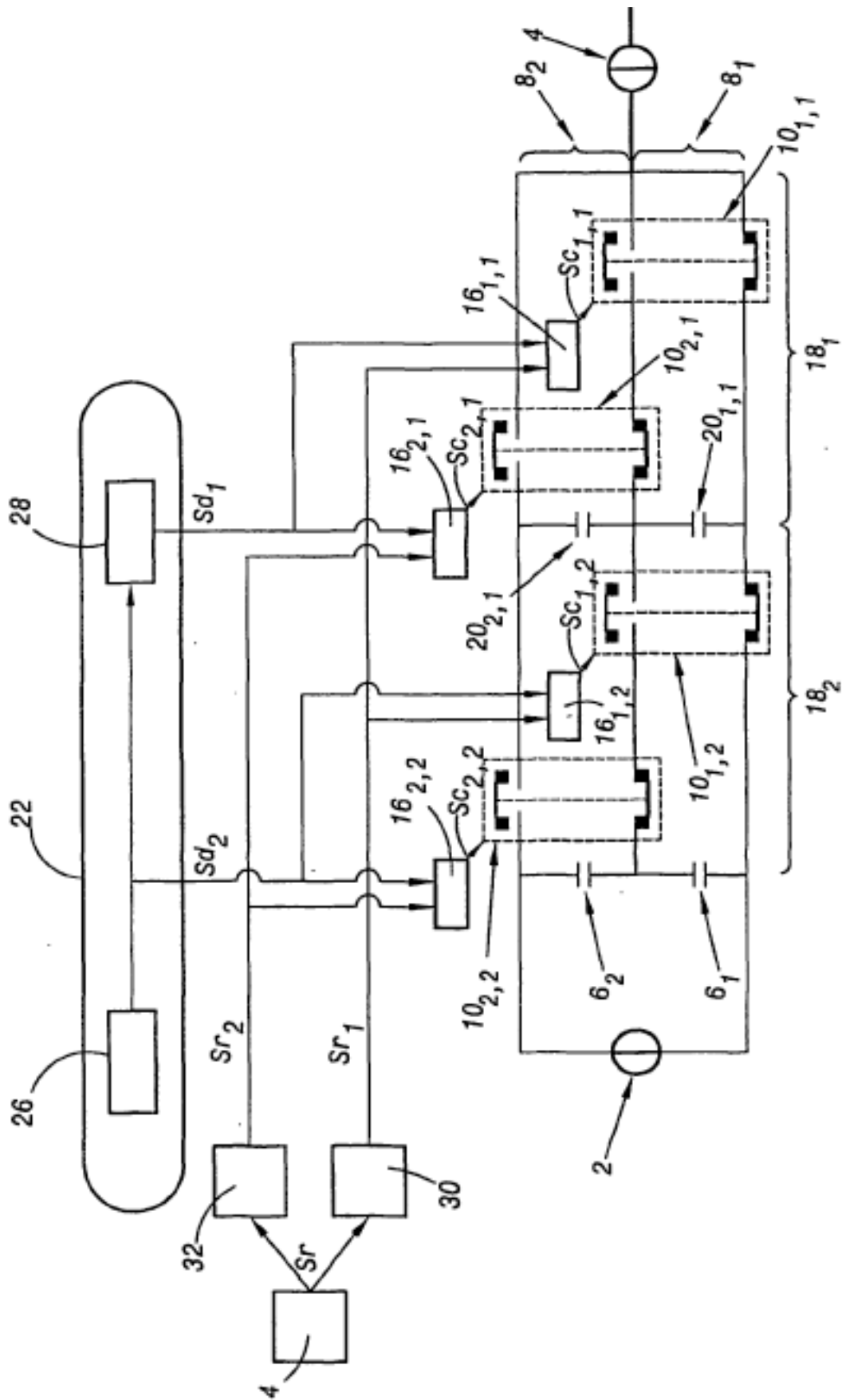


FIG.2

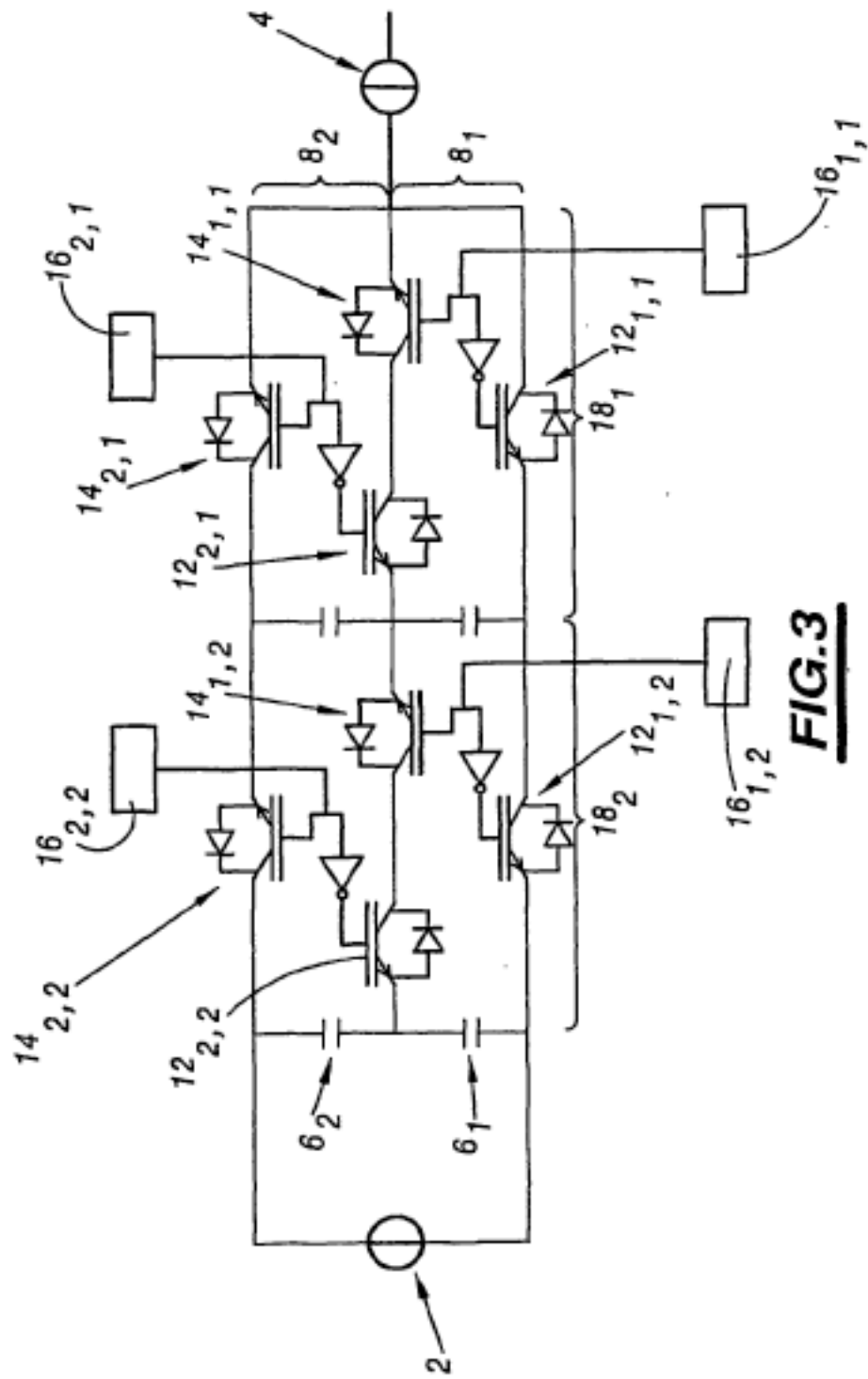


FIG. 3

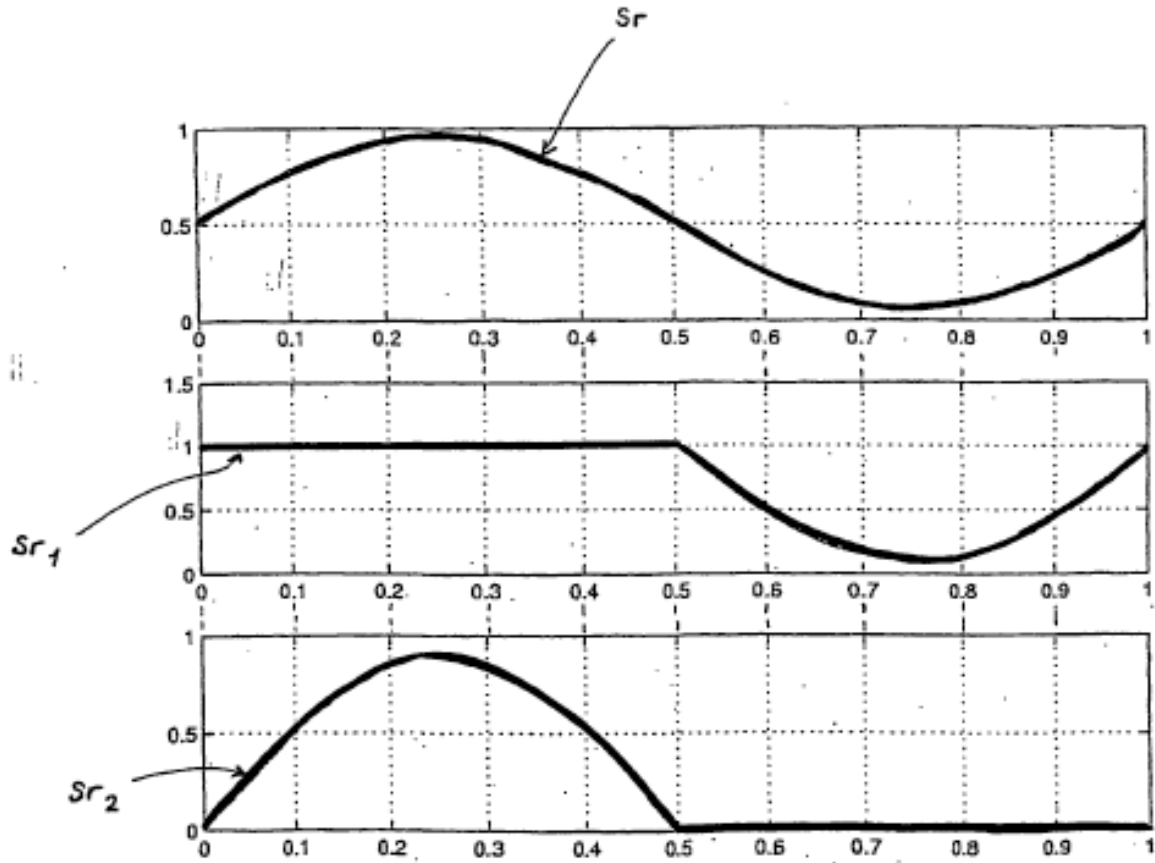


FIG. 4

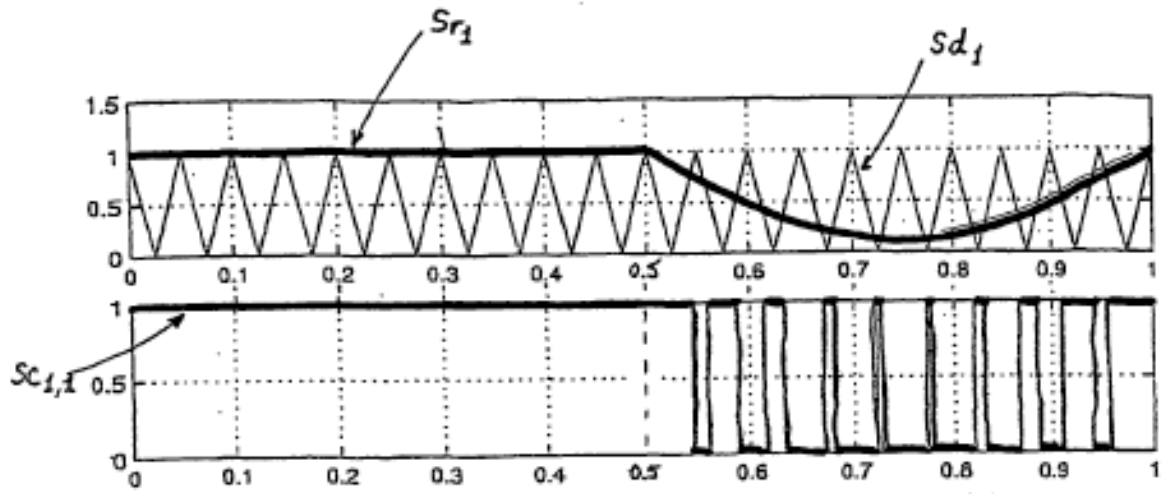


FIG. 5

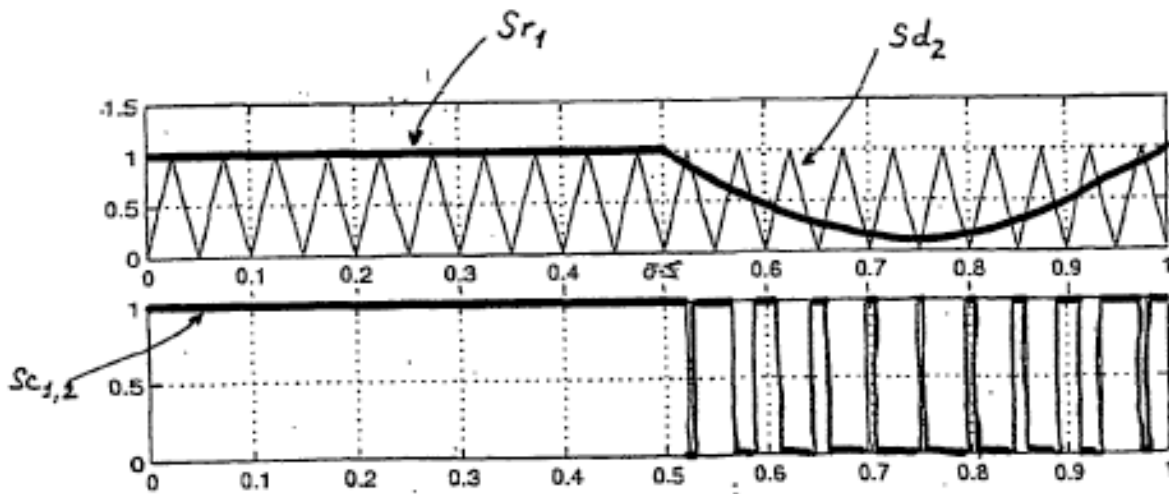


FIG. 6

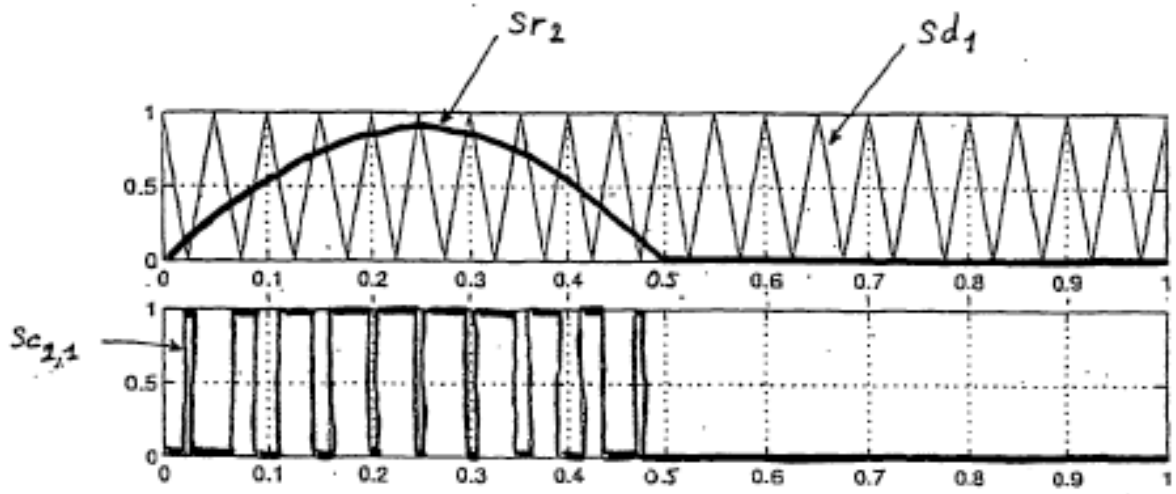


FIG. 7

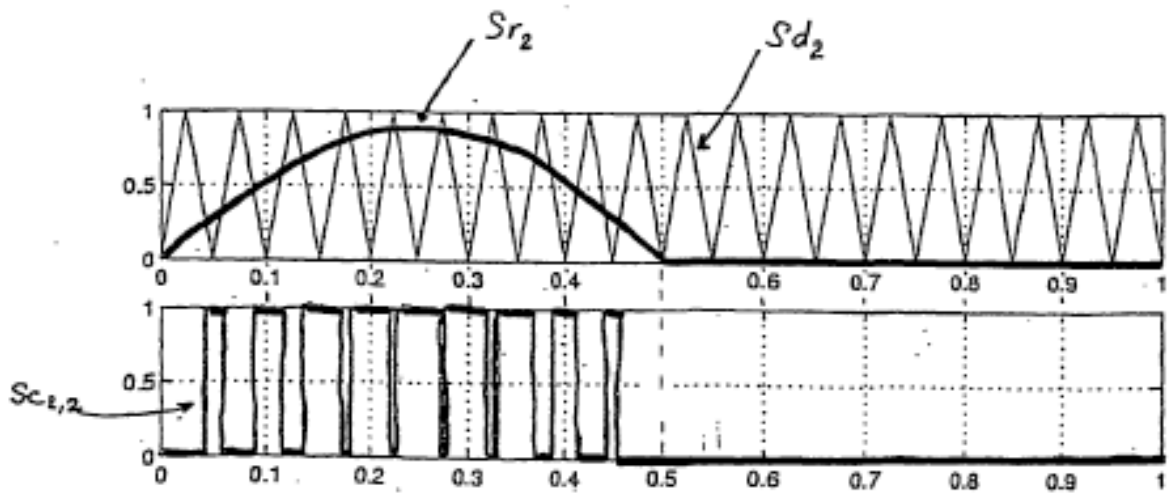


FIG. 8

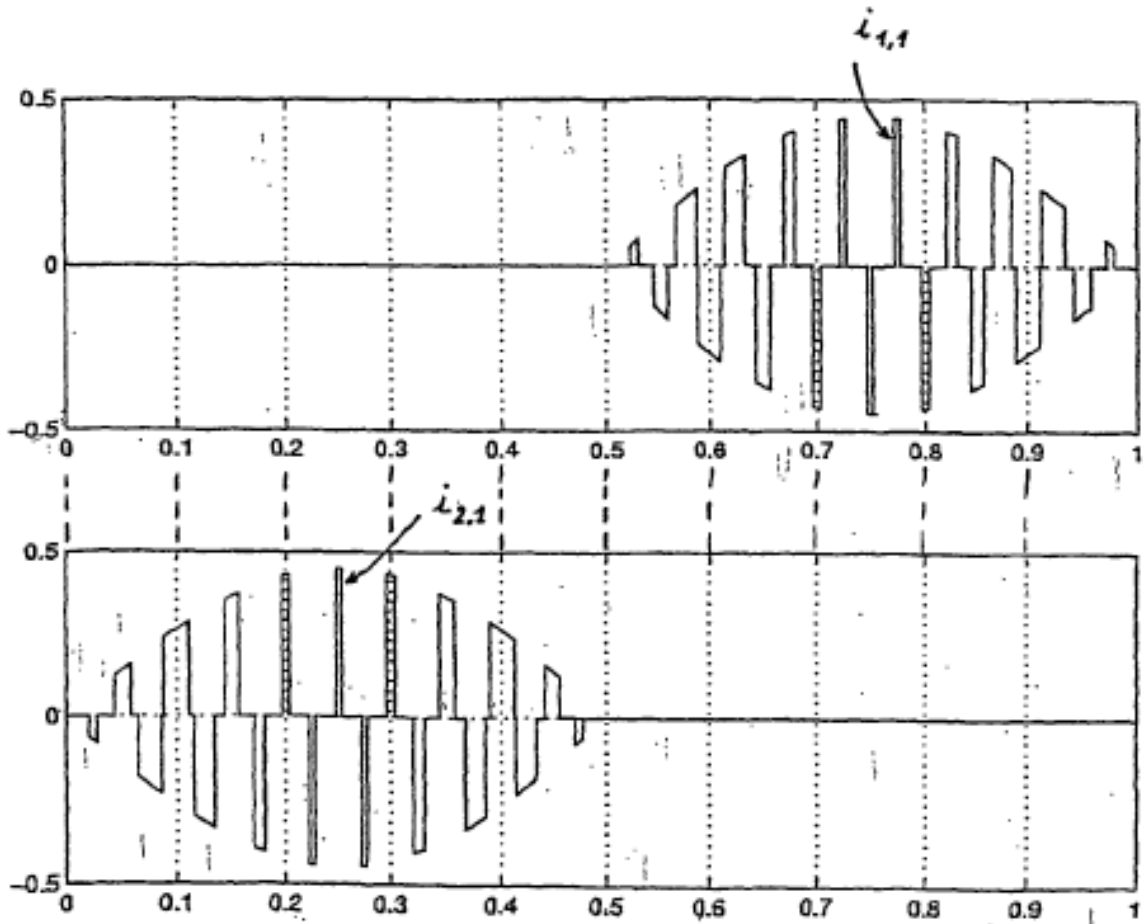


FIG. 9

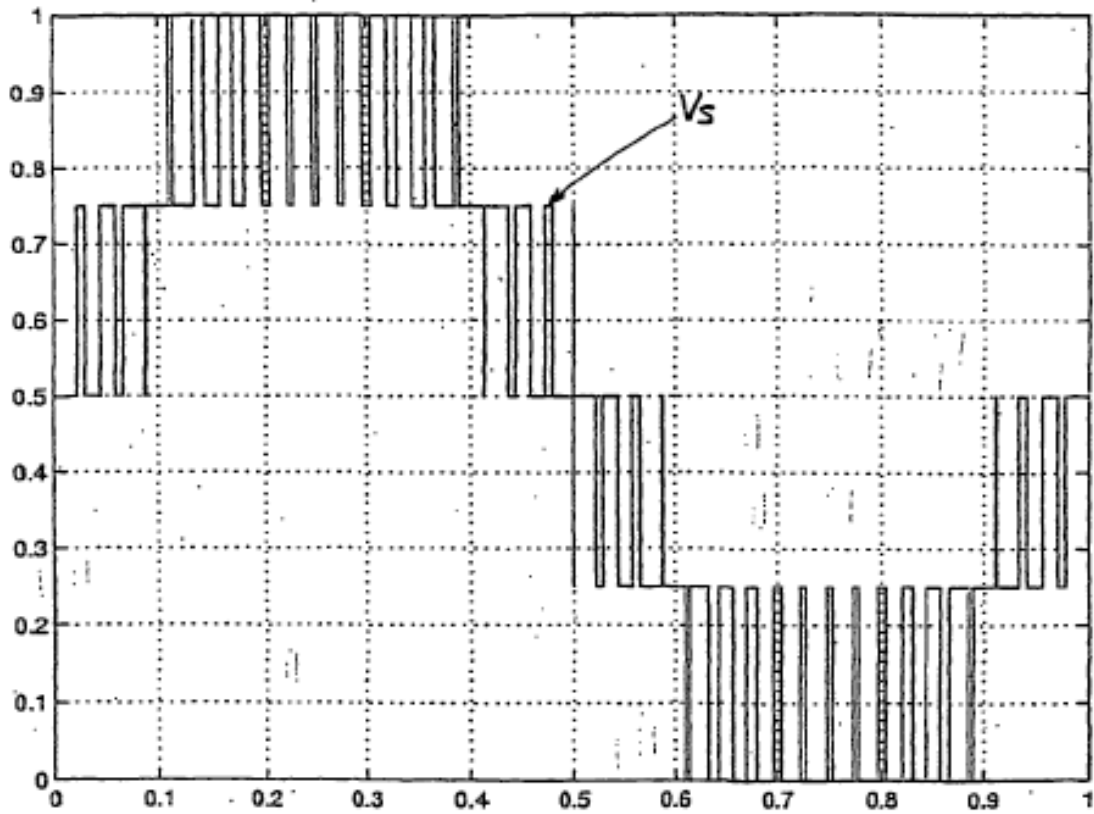


FIG. 10

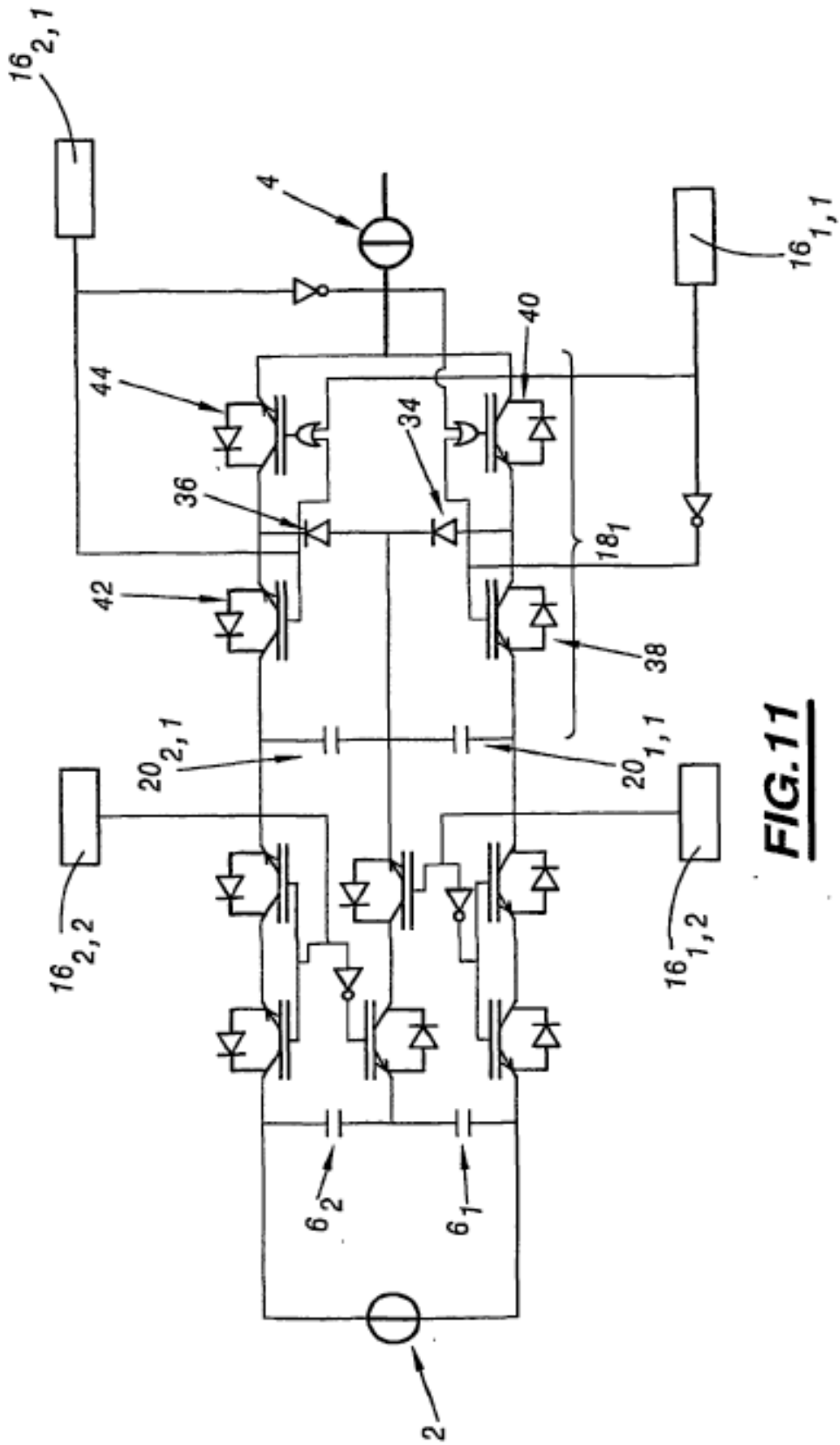


FIG. 11