



408840.

Int. Cl. H02M // H02F

MEMORIA DESCRIPTIVA

=====

Correspondiente a la solicitud de registro de una Patente de In-
vención que, por veinte años se solicita para España, a favor de
la entidad GENERAL ELECTRIC COMPANY, de nacionalidad jurídica es-
tadounidense, domiciliada en SCHENECTADY, N.Y. (EE.UU.) - - - - -

p o r

" MEJORAS EN LA CONSTRUCCION DE CIRCUITOS CICLO-INVERSORES VERSATI
LES CONVERTIDORES DE ENERGIA "

=====

El presente invento se refiere a mejoras en circuitos converti-
dores de energía versátiles en estado sólido con un enlace de alta
frecuencia y un par de circuitos conmutadores coordinados, que
usualmente funcionan como un inversor y como un ciclo convertidor.
5 Estos convertidores de energía usan voltajes de suministro unidi-
reccionales o alternos y producen voltajes de salida polifásicos,
monofásicos y unidireccionales, controlados en voltaje y frecuencia.

Una familia relativamente nueva de circuitos de conversión de
energía de estado sólido con un transformador de alta frecuencia
10 o enlace de capacitor se conoce como los "circuitos transformadores

408840



electrónicos". En su forma básica los circuitos conmutadores del tipo inversor a ambos lados del enlace de alta frecuencia se hacen funcionar en sincronismo para convertir un voltaje de entrada de corriente continua o baja frecuencia (por ejemplo, 0,400 Hz) en una onda de alta frecuencia (por ejemplo, 10 kHz) que se reconstruye a la salida con la misma baja frecuencia. A causa del enlace de alta frecuencia sólo se requiere un pequeño transformador. Las patentes de Estados Unidos núms. 3.564.390; 3.517.300; y 3.487.289 se refieren a versiones de corriente continua y monofásicas usando una variedad de dispositivos de energía semiconductores. Los convertidores polifásicos especialmente adecuados para tiristores en serie, conmutados como capacitor, que producen la misma salida de baja frecuencia o una salida rectificada se exponen en la patente de Estados Unidos núm. 3.582.756. Convertidores polifásicos similares accionados por un ordenador de control para seleccionar la próxima combinación de conmutadores laterales de entrada y salida para reducir al mínimo el error neto efectivo entre los voltajes de salida predicho y deseado, se describen en la solicitud de patente de Estados Unidos serie núm. 146.863 por William McMurray, presentada el 26 de mayo de 1.971. Estos circuitos obtienen ventaja

El presente invento se dirige a circuitos del tipo de transformador electrónico conmutados como capacitor paralelo, capaces de flexibilidad funcional no provista por otras clases de circuitos de conversión de energía. En particular, se describen circuitos relativamente simples, que son capaces de funcionamiento polifásico de corriente alterna en una amplia extensión de frecuencia

408840



y voltaje.

Los nuevos circuitos convertidores de energía pueden ser cons-
truidos en una variedad de configuraciones de circuito para con-
vertir energía de entrada de corriente alterna o corriente conti-
5 nua a una deseada forma de onda variable de voltaje de salida de
corriente alterna con un amplio alcance de control. También puede
obtenerse un voltaje de salida ajustable de corriente continua.
En su forma básica los convertidores de energía incluyen un par
de circuitos conmutadores coordinados, que están acoplados opcio-
10 nalmente entre sí por un transformador acoplador de más alta fre-
cuencia. El primer circuito conmutador incluye una pluralidad de
conmutadores de estado sólido, preferentemente tiristores para con-
vertir un potencial eléctrico de entrada a un voltaje de alta fre-
cuencia en comparación con la frecuencia de la deseada forma de
15 onda de salida. Típicamente el primer circuito conmutador es un
inversor o un ciclo convertidor, que funciona a modo de inversor.
El segundo circuito conmutador incluye una pluralidad de conmuta-
dores de estado sólido controlados en fase, tales como un ciclo-
convertidor o un rectificador controlado en fase para convertir
20 la onda de alta frecuencia a la forma de onda de voltaje de sali-
da deseada. Un nuevo circuito de conmutación de capacitor parale-
lo sintonizado para desconectar los apropiados conmutadores de
estado sólido tiene la capacidad de suministrar un importe varia-
ble controlado de energía conmutadora. Este circuito de conmuta-
25 ción resonante paralelo comprende un capacitor de conmutación y
medios de inductancia de conmutación paralela, que pueden procu-
rarse por la inductancia del transformador acoplador, sintonizado
a una frecuencia resonante predeterminada. Circuitos de disparo
o algún otro medio de control accionan al primero y segundi-
30 tos conmutadores en sincronismo a una frecuencia de funcionamien-



408840

to variable por encima de la frecuencia resonante para cambiar por ello la reactancia capacitiva neta del circuito de conmutación, sintonizado como una función de la carga. Por consiguiente, el ángulo conmutador de circuito puede ser incrementado para mayores cargas, simplemente incrementando la frecuencia operativa.

Las principales ejecuciones del invento están en la forma de un circuito de entrada, inversor acoplado de transformador y un circuito de salida de ciclo convertidor de onda completa o media para convertir un montaje de entrada de corriente continua o de corriente alterna a una forma de onda de voltaje de salida polifásico de voltaje variable, de frecuencia variable. Usando un circuito de salida rectificador controlado en fase se obtiene un voltaje ajustable de corriente continua. Otra ejecución no tiene ningún transformador de aislamiento y utiliza circuitos cicloconvertidores, tanto para las conversiones de entrada como de salida. Algunas de las ejecuciones son capaces de flujo de corriente bidireccional y, por consiguiente, pueden usarse para suministrar cargas de tipo regenerativo. Estos convertidores son especialmente adecuados para cargas retardadas, tales como una transmisión de motor de corriente alterna de velocidad variable. Una técnica alternativa para variar la reactancia capacitiva neta del circuito de conmutación, que mejora el factor de potencia general, es hacer funcionar el convertidor a una frecuencia constante y controlando la fase de un inductor conmutador paralelo auxiliar.

En los dibujos:

La figura 1, es un diagrama esquemático de circuito de un convertidor de energía de acuerdo con las enseñanzas del invento incluyendo un circuito de control de inversor de frecuencia variable conmutado como capacitor paralelo y circuitos de salida cicloconvertidores conectados en delta de fase simple a fase simple,

408840



para convertir voltaje de entrada de corriente continua en una forma de onda de salida de frecuencia variable y voltaje polifásico;

Las figuras 2a hasta 2f son diagramas de formas de ondas, útiles para explicar el funcionamiento de la figura 1 y de otros convertidores;

La figura 3, es un diagrama de forma de onda del voltaje de ánodo-cátodo, de un tiristor inversor, ilustrando el ángulo conmutador inversor;

La figura 4, es un convertidor de corriente continua a corriente continua, basado en el circuito de la figura 1 para suministrar una o varias cargas de corriente continua;

La figura 5, es una modificación del convertidor de la figura 1 que usa un circuito de salida de cicloconvertidor, conectado en Y, y tiene conmutadores bidireccionales en el circuito de control inversor para procurar capacidad de flujo de energía inversa;

La figura 6, es una modificación de la figura 5 incluyendo un rectificador de puente convertidor de fase, funcionando desde un suministro de corriente alterna, un inversor de puente de onda completa e inductores de filtro de salida, divididos, que pueden acoplarse de diferentes maneras para producir voltajes de salida;

La figura 7, es un diagrama de circuito esquemático de otra ejecución del invento comprendiendo el circuito de control inversor de la figura 1 y un simple circuito de salida de cicloconvertidor de media onda; y

La figura 8, es un diagrama de circuito esquemático de todavía otra ejecución sin el transformador aislador, que representa circuitos simétricos de inversor y cicloconvertidor, tanto para flujo hacia delante como flujo inverso de energía. El KVA reactivo inversor para conmutación se controla variando la frecuencia de inversor, como en los circuitos precedentes o trabajando a una frecuen-

408840



cia inversora constante y usando el inductor conmutador auxiliar, controlado en fase, ilustrado en líneas rayadas para controlar el KVA reactivo.

En las figuras 1, 5 y 6, a) significa flujo de energía.

5 En la figura 1, en la parte inferior significa c) circuito inversor de paso (frecuencia variable) A-1, B-1, con carga conmutable.

d) significa circuito de paso cicloconvertidor (de frecuencia variable) f_o , γ_o . A'1 ó A'4, A'2 ó A'3, B'1 ó B'4, B'2 ó B'3,
10 C'1 ó C'4, C'2 ó C'3.

La figura 2a significa voltajes de salida de inversor.

La figura 2b significa voltajes de cicloconvertidor.

La figura 2c significa corriente y voltaje de salida (1ø).

La figura 2d significa voltajes de cicloconvertidor, la figura 2e significa voltaje de salida (1ø) y la figura 2f significa voltajes de cicloconvertidor.
15

En la figura 3 significa la coordenada vertical, voltaje de ánodo-cátodo de tiristor inversor, mientras que la coordenada horizontal significa ángulo conmutador, representando la flecha vertical E_{max} .
20

En la figura 5 significan e) A1 ó A2 circuito de paso inversor (frecuencia variable) B1 ó B2, mientras que f) significa circuito de paso cicloinversor (frecuencia variable) A'1 a A'3, A'2 ó A'4, B'1 ó B'3, B'2 ó B'4, C'1 ó C'3, C'2 ó C'4.

25 El sistema seguro de conversión de energía de bajo coste, mostrado en la figura 1, es un convertidor de energía de corriente continua a energía de corriente alterna polifásica, que incluye un ciclo convertidor y un inversor para buen control de la salida de voltaje y frecuencia. El convertidor de energía es especialmente
30 adecuado para cargas inductivas, tales como un motor polifási-

408840



21 1972

co. En el lado de entrada, del convertidor, una batería -11- suministra un voltaje E_g de voltaje de suministro unidireccional, a un inversor -12- de fase simple, conmutado en capacitor paralelo. Un reactor -13- de corriente continua para limitar la corriente durante intervalos conmutadores, está conectado entre el terminal positivo de la batería -11- y los ánodos de un par de tiristores A1 y B1, alternativamente conductores. Los cátodos de los tiristores A1 y B1 están respectivamente conectados a cada extremo del arrollamiento primario -14p- de un transformador -14- acoplador lineal de alta frecuencia, derivado en el centro. La derivación del centro del transformador de acoplamiento está conectada al terminal negativo de la batería -11-. Un circuito conmutador resonante paralelo está conectado entre los cátodos de los tiristores A1 y B1 y comprende un capacitor conmutador -15- y un inductor o reactor inductivo -16- conmutador paralelo. Como se explicará en detalle más tarde, el circuito conmutador resonante paralelo está sintonizado a una frecuencia que es normalmente varias veces más alta que el deseado alcance de frecuencias de salida, y la frecuencia resonante es preferentemente de una altura relativa (por ejemplo, 1.000-2.000 Hz) en comparación con el deseado alcance de frecuencia de salida (por ejemplo, 4-400 Hz). La frecuencia de funcionamiento del circuito -12- de control inversor, es más alta que la frecuencia resonante y es variable para cambiar el ángulo conmutador inversor de acuerdo con las necesidades de la carga.

El circuito conmutador de salida acoplado al transformador, incluye tres circuitos cicloconvertidores de fase simple a fase simple, que están conectados en delta para suministrar una carga trifásica. El transformador -14- acoplador, tiene tres arrollamientos secundarios -14a-, -14b-, y -14c-, uno en cada uno de los circuitos -17a-, -17b- y -17c- de salida de cicloconvertidor de fa

408840



se simple. Cada circuito de salida de cicloconvertidor de fase simple incluye cuatro tiristores, dispuestos como dos pares inversos-paralelos. En el circuito de salida -17a-, la derivación central del arrollamiento -14a- secundario del transformador está

5 conectado al terminal -18- de salida, un extremo del arrollamiento -14a- está acoplado por medio de tiristores A'1 y A'2 inversos paralelos a otro terminal -19- de salida, y el otro extremo del arrollamiento -14a- está acoplado al terminal -19- por medio del

10 segundo par de tiristores A'3 y A'4. El circuito -17a- de salida de fase simple, incluye un inductor -21a- de filtro en serie, preferentemente conectado entre el terminal de salida -19- y los terminales adyacentes de los cuatro tiristores y un capacitor -22a- de filtro de shunt conectado directamente entre los terminales de salida -18- y -19-. Los tiristores del circuito de salida

15 del ciclo-convertidor están selectivamente controlados en fase respecto a la más alta frecuencia inversora para suministrar el deseado voltaje e_o y corriente a la carga -23-. Los elementos de filtro -21a- y -22a- reducen grandemente el rizo de alta frecuencia producido por el ciclo convertidor con pequeño efecto adverso

20 sobre la salida de baja frecuencia. El circuito -17b- de salida de cicloconvertidor está conectado entre terminales de salida -19- y -20- e incluye un arrollamiento -14b- transformador acoplador secundario dispuesto similarmente, tiristores B'1 a B'4, inductor de filtro -21b- y capacitor de filtro -22b-. El tercer

25 circuito -17c- de salida, conectado en delta, está conectado entre terminales de salida -18- y -20- y de manera similar incluye el arrollamiento secundario -14c-, los tiristores C'1 a C'4, inductor de filtro -21c- y capacitor de filtro -22c-.

Un circuito -24- de paso inversor de frecuencia variable su-

30 ministra alternativamente señales de paso a tiristores inversores

408840



Al y Bl a una frecuencia seleccionada por encima de la frecuencia resonante, para obtener el deseado ángulo conmutador inversor. El circuito -24- de paso inversor, es preferentemente un circuito de estado sólido del tipo que suministra impulsos de paso alternos o señales de paso de 180° a los electrodos de paso de los tiristores inversores a una frecuencia dependiente del nivel de corriente continua de una señal de entrada. Adecuados circuitos de paso, que pueden usarse, se describen en el manual SCR, 4ª edición, publicado por el Departamento de Productos semiconductores de la General Electric Company, Electronics Park, Syracuse, New York, copyright 1967. Un circuito -25- de paso cicloconvertidor de frecuencia variable está coordinado con el circuito -24- de paso inversor para funcionar a la misma frecuencia de impulso, aunque la señal de paso suministrada a un tiristor particular de circuito de salida cicloconvertidor está controlado en fase respecto a la frecuencia inversora más alta. El circuito -25- de paso es también preferentemente un circuito de estado sólido, controlado por niveles de señales de corriente continua de entrada, que determinan la frecuencia de impulso, la frecuencia f_o de voltaje de salida y la magnitud de voltaje de salida V_o , de la manera conocida en la técnica cicloconvertidora. Se describen circuitos de paso adecuados que pueden usarse, por ejemplo, en el libro "Thyristor Phase-Controlled Converters and Cicloconverters" por B.R. Pelly, John Wiley and Sons, copyright 1.971. También puede verse la bibliografía del capítulo 11, en el manual SCR. Los circuitos de paso -24- y -25- comprenden los medios de control para hacer funcionar en sincronismo los circuitos conmutadores de entrada y salida. En cada uno de los circuitos de salida cicloconvertidores de fase simple, es necesario suministrar las señales de paso a los tiristores particulares, que se requieren para producir la corriente y el

408840



voltaje de salida deseados. En el circuito -17a- de salida de cicloconvertidor, por ejemplo, el tiristor A'1 o el tiristor A'4 se conecta a paso cuando la corriente de salida fluye desde el terminal -19- hacia el terminal -18-, dependiendo el tiristor particular, que se seleccione, de la polaridad del impulso de voltaje, aplicado entre los terminales -19- y -18-. Similarmente, el tiristor A'2 ó el tiristor A'3 se conecta a paso, para flujo de corriente en la otra dirección desde el terminal -18- hacia el terminal -19-, dependiendo el tiristor particular que se elija, de si el voltaje debe ayudar o debe oponerse a la corriente.

El inversor de control -12- funciona de una manera similar al inversor conmutador de capacitor paralelo ordinario con la importante excepción de que la cantidad de energía conmutadora variable desde el circuito conmutador, que comprende el capacitor -15- conmutador y el inductor -16- conmutador paralelo varía según cambia la frecuencia de funcionamiento del inversor. Despreciando la presencia del inductor -16- conmutador paralelo, por el momento y suponiendo que el tiristor B1 no esté conduciendo, la conexión del tiristor A1 hace que cargue positivamente la placa del capacitor conmutador -15- adyacente a su cátodo. La conmutación del tiristor A1 se inicia conectando el otro tiristor B1 puesto que el voltaje capacitor conmutador procura un voltaje inverso de ánodo-cátodo para desconectar el tiristor A1. En el lado de salida del convertidor, los tiristores son conmutados por el mecanismo de conmutación de línea cuando el voltaje inversor suministrado a un tiristor particular a través del transformador acoplador -14-, cambia de polaridad. Cuando la carga -23- que se está suministrando, es una carga inductiva tal como un motor de corriente alterna, otra función del capacitor conmutador -15- es

408840



5 suministrar corriente a la carga durante aquellas porciones de cada semiciclo, cuando la corriente de carga requerida es mayor que la corriente procurada por el suministro. En los circuitos más prácticos se obtiene una conmutación cuando el capacitor KVA excede de la carga inductiva KVA. Bajo condiciones de carga ligera, tal como una carga de resistencia o un pequeño motor, es suficiente un capacitor conmutador relativamente pequeño, para cubrir las necesidades de voltaje. Por otra parte, una carga relativamente pesada tal como un gran motor o una carga inductiva de factor de potencia relativamente grande, requiere un gran capacitor conmutador. También la forma y magnitud de onda del voltaje de salida, se cambian bastante radicalmente si se separa la carga inductiva mientras se retiene el mismo valor de capacitancia.

15 El efecto de añadir el inductor -16- conmutador paralelo y de hacer funcionar el inversor a una frecuencia mayor que la frecuencia resonante del capacitor conmutador -15- e inductor -16-, es variar el KVA reactivo suministrado por el circuito conmutador. El resultante KVA reactivo de avance es la cantidad correcta para aprovisionar la carga retardada del ciclo convertidor en adición a las necesidades conmutadoras del inversor. La base de esto es que la reactancia capacitiva es igual a la reactancia inductiva a la frecuencia resonante del circuito de conmutación resonante paralelo. A una frecuencia más alta que la frecuencia resonante, sin embargo, la reactancia capacitiva es menor que la reactancia inductiva y la proporción de la reactancia capacitiva respecto a la reactancia inductiva disminuye según se incrementa la frecuencia de impulsión del circuito resonante paralelo. Por lo tanto, la corriente mayor carga el capacitor -15- a un voltaje más alto. El control de la frecuencia de funcionamiento del inversor -12-, por consiguiente varía la cantidad de la energía conmutado-

408840

21



ra disponible desde el circuito conmutador paralelo, puesto que el voltaje, al que se carga el capacitor conmutador -15-, resulta más alto que la frecuencia, por la que se incrementa el funcionamiento y así procura un mayor ángulo conmutador inversor.

5 La frecuencia es un control muy eficaz del KVA reactivo como se ilustra por el siguiente ejemplo simple. Se supone que el cicloconvertidor está funcionando con una carga ligera. La potencia de entrada también es muy pequeña. El KVA capacitivo es pequeño en sus necesidades para el circuito inversor. Bajo esta
10 condición, el circuito -24- de paso inversor, se suministra con una señal de entrada de corriente continua indicativa de un ángulo de conmutación relativamente pequeño e impulsa al inversor -12- a una frecuencia que es siempre ligeramente más alta que la frecuencia resonante del capacitor -15- conmutador e inductor
15 -16-. El KVA capacitivo del capacitor conmutador -15- es solo ligeramente mayor que el KVA inductivo del inductor -16- conmutador de circuito. La diferencia neta suministra las pequeñas necesidades capacitivas de la carga ligera. Cuando la carga se incrementa y se aumentan los requisitos capacitivos del KVA del ciclo
20 convertidor y del inversor, la frecuencia del inversor se incrementa, por ejemplo, de dos a uno. El efecto KVA inductivo del inductor -16- se reduce de dos a uno, mientras que el efecto KVA capacitivo del capacitor -15- se incrementa de dos a uno. Tres
25 cuartos de este régimen de frecuencia más alto del capacitor conmutador -15- están disponibles para aprovisionar los requisitos capacitivos de la carga y para conmutar el inversor. A una carga muy ligera, el inductor -16- conmutador paralelo, es eficaz para hacer circular la corriente capacitiva, que no se necesita por la carga y el inversor. Cuando se necesite más KVA capacitivo,
30 se disminuye la reactancia capacitiva por funcionamiento de más

408840



alta frecuencia, mientras que al mismo tiempo se incrementa la reactancia inductiva. El resultado es un control muy eficaz de las necesidades reactivas de la porción de alta frecuencia del circuito.

5 Haciendo referencia a las formas de onda de voltaje de salida del inversor, mostradas en la figura 2a, el efecto de añadir el inductor -16- conmutador paralelo al circuito conmutador, es que los voltajes de salida del inversor son semejantes a un seno en lugar de ser cuadrados como en el inversor conmutado en capacitor paralelo ordinario. Los voltajes e_{a-o} y e_{b-o} desarrollados a través de las dos mitades del arrollamiento primario -14p- del transformador -14- acoplador derivado en el centro, están a 180° fuera de fase. La forma de onda es más sinusoidal a frecuencias inferiores con un importe sustancial de tercer armónico y es más cuadrada a frecuencias más altas. La resultante forma de onda com-
10 pleja, aunque no una onda de seno ideal, puede ser controlada en fase por los circuitos -17a- hasta -17c- de salida de cicloconver-
15 tificador para obtener el deseado voltaje de salida de más baja frecuencia.

20 El concepto de variar el ángulo conmutador del inversor, se aclara por la referencia a la figura 3. La figura 3 muestra el voltaje de ánodo-cátodo de uno de los tiristores inversores. Para conmutar desconectando un tiristor, como es bien conocido, se aplica a los dispositivos un voltaje inverso de ánodo-cátodo.
25 El voltaje a través del dispositivo después de haberse retornado la capacidad de bloqueo del voltaje de avance, aumenta a varias veces el voltaje de suministro. Después de haberse hecho conduc-
30 tivo, hay un pequeño descenso de voltaje positivo a través del dispositivo. El ángulo conmutador del inversor es el intervalo de tiempo, que sigue inmediatamente a la conducción cuando apare-

408840



ce a través del tiristor el voltaje negativo de ánodo-cátodo. El ángulo conmutador es aproximadamente igual al ángulo de factor de potencia del circuito. Para una discusión más detallada, se cita como referencia el libro "Principles of Inverter Circuits" por
5 Bedford and Hoft, John Wiley and Sons, Inc., copyright 1.964.

En general, la frecuencia de funcionamiento del inversor se controla para alcanzar undeseable ángulo conmutador en el alcance de 10-30°. Una manera de ajustar el ángulo conmutador automáticamente es con referencia al máximo voltaje ánodo-cátodo E_{max} que
10 es aproximadamente igual de tres a cuatro veces el voltaje de suministro de corriente continua. Se obtiene un ángulo conmutador de alrededor de 30° disparando el otro tiristor aproximadamente a la mitad de E_{max} cuando el voltaje de ánodo-cátodo cae a cero desde su valor máximo. Disparando a un tercio de E_{max} se obtiene
15 un ángulo conmutador de 20°, y disparando a un cuarto de E_{max} se obtiene un ángulo conmutador de 10°. De esta manera puede disponerse el circuito -24- de paso de inversor para disparar a un ángulo seleccionado después de haberse alcanzado el máximo voltaje de ánodo-cátodo. Otra técnica es observar el nivel de corriente
20 continua del voltaje de ánodo-cátodo. Se espera que el ángulo conmutador se ajuste a un valor apropiado conocido para ser adecuado para suministrar la carga, pero también es posible tener una técnica de realimentación, que mida automáticamente el factor de potencia del circuito y ajuste el apropiado ángulo conmutador.
25

Las figuras 2b-2f son formas de ondas ilustrativas del funcionamiento de un circuito de salida cicloconvertidor de fase simple para dos diferentes frecuencias de funcionamiento del inversor de control -12-. Las formas de onda de salida, producidas en
30 los terminales -18- a -20- son voltajes y corrientes convenciona-

408840 21



les de tres fases cuya frecuencia y magnitud puede variarse inde-
pendientemente una de otra, por bien conocidas técnicas de ciclo
convertidor. Una aplicación principal de este tipo de circuito
convertidor de potencia es el control de velocidad variable de
5 máquinas de corriente alterna, tales como un motor de inducción
polifásico, que requiere que se reduzca el voltaje de corriente
alterna cuando se disminuya la frecuencia de la energía suminis-
trada al motor con el fin de suministrar flujo constante a la má-
quina. Como se ha mencionado anteriormente, los voltajes de sali-
10 da del inversor -12- son sinusoidales, como voltajes fuera de fase
por 180°, mostrados en la figura 2a que tienen una frecuencia,
determinada por la frecuencia de los tiristores A1 y B1 conecta-
dos y desconectados. Estos voltajes de alta frecuencia, son aco-
plados a circuitos -17a- hasta -17b- de salida de cicloconver-
15 dor por medio de los respectivos arrollamientos secundarios -14a-
hasta -14c- del transformador -14- aislador. Los conmutadores de
tiristor, en los tres circuitos de salida de cicloconvertidor de
fase simple, se controlan independientemente entre sí para produ-
cir el deseado voltaje y corriente en su respectivo par de termi-
20 nales de salida. Los principios para obtener un voltaje de salida
de fase simple con la seleccionada magnitud de frecuencia y volta-
je controlando los tiristores en un circuito cicloconvertidor de
fase simple, tal como el circuito -17a-, se ilustra en la figura
2b. La figura 2c muestra el voltaje e_o de salida filtrado y la co-
25 rrespondiente corriente de salida i_o . Como se ha mencionado ante-
riormente, los tiristores A'1 y A'4 son usados para obtener una po-
laridad de la corriente de salida mientras los tiristores A'2 y
A'3 obtienen la otra polaridad de corriente de salida. La selec-
ción entre los tiristores A'1 y A'4 y entre los tiristores A'2 y
30 A'3 depende de si el impulso de voltaje de salida debe ayudar a la

403840



corriente o reducir la corriente. En la figura 2b los voltajes disponibles, fuera de fase por 180° (se supone una proporción de vueltas de unidad) a través de las dos mitades de arrollamientos secundarios -14a- se identifican como $e_{a'-o}$ y $e_{b'-o}$. Los ángulos de disparo de los tiristores apropiados están continuamente modulados para obtener el voltaje de salida con la deseada frecuencia y magnitud. En correspondientes semi-ciclos de voltajes $e_{a'-o}$ y $e_{b'-o}$ los segmentos secuenciales negativos y positivos de voltaje, que se producen, se ilustran como áreas sombreadas.

El voltaje neto producido después de filtrar por componentes de filtro -21a- y -22a- es la diferencia entre las dos zonas sombreadas. La diferencia neta correspondiente al voltaje de salida e_o disminuye de izquierda a derecha, para a través de cero después del tercer semi-ciclo completo y después se hace crecientemente más negativa cuando el voltaje de salida se hace más negativo. El control de la magnitud del voltaje de salida, se obtiene modulando los ángulos de disparo, más o menos alrededor del punto de 90° en cada semi-ciclo. El control de la frecuencia y de la magnitud del voltaje de salida, son independientes entre sí. En la figura 2d la frecuencia operativa del inversor -12- es la misma que en la figura 2b pero la modulación de los ángulos de disparo de los tiristores apropiados se varía para producir el voltaje de salida de frecuencia más baja mostrado en la figura 2e. En la figura 2f la frecuencia operativa del inversor -12- es de dos veces la mostrada en la figura 2b pero la modulación de los ángulos de disparo de los tiristores apropiados se varía para producir el mismo voltaje de salida que se muestra en la figura 2c.

El convertidor de energía de corriente continua a corriente alterna de la figura 1, es un sistema de conversión de energía de bajo coste, de confianza, que ofrece un amplio alcance de control



408840

con elevada eficacia. Según se compara con otros convertidores de energía que obtienen un voltaje de salida de frecuencia y magnitud variables, se requiere solo un número relativamente pequeño de tiristores. La salida puede ser usada para hacer funcionar mo-
5 tores de corriente alterna sobre un amplio alcance, tanto de velocidad como de par de fuerzas de torsión. Cuando se carga ligeramente, la habilidad para conmutar grandes cargas se mantiene en reserva en un circuito muy eficaz . Un circuito de control simple, deja disponible esta habilidad conmutadora de reserva para incre-
10 mentos de carga rápidos. El circuito de control rápido también limita el voltaje cuando la carga es repentinamente incrementada. El factor de energía general, es mejorado lo mismo que la eficacia, puesto que la energía conmutadora es una función de la carga en lugar de serlo al nivel requerido para la carga máxima. Esta
15 ejecución del convertidor de energía es adecuada para flujo de energía en sólo una dirección desde la fuente en la dirección de la carga. Aunque aquí se ilustran como equipados de tiristores, más particularmente rectificadores controlados de silicio, pueden usar se una variedad de dispositivos conmutadores de estado sólido.
20 El circuito puede ser construido con una variedad de diferentes tipos de tiristores, tales como el triac o el diac y también es útil con transistores de potencia, puesto que se ha encontrado que puede obtenerse funcionamiento más eficaz por el uso de un adecuado circuito de conmutación.
25 Es evidente, con referencia a la figura 1, que se consigue un convertidor de corriente continua a energía de corriente alterna de fase simple, usando sólo uno de los circuitos de salida, cicloconvertidores de fase simple a fase simple. La modificación de la figura 1 mostrada en la figura 4, es un convertidor de corriente
30 te continua a corriente continua teniendo uno o más circuitos de

408840

21



salida de rectificador controlado para suministrar voltaje ajustable de corriente continua a una o varias cargas de corriente continua. En el circuito conmutador de entrada, el inversor -12'- conmutado como capacitor paralelo, es similar al inversor -12- (figura 1) con la excepción de que el transformador -14- acoplador de alta frecuencia, tiene la doble función de ser el transformador aislador y también de procurar la inductancia conmutadora paralela para el circuito conmutador resonante paralelo. Así, se elimina el inductor -16- conmutador paralelo separado.

5

10 El primer circuito -27a- de salida de rectificador de fase controlada, comprende solamente los dos tiristores A'2 y A'3 similarmente empalmados a polo, conectados entre ambos extremos del arrollamiento secundario -14a- de transformador y el terminal adyacente del inductor de filtro -21a-. Un diodo -28- de impulsión es adicionalmente conectado entre la derivación central del arrollamiento secundario -14a- y el mismo terminal del inductor de filtro -21a-. Este diodo procura un camino para la descarga de energía inductiva y consigue una reducción sustancial en KVA reactivo cuando el circuito de salida es controlado para bajo voltaje de salida. Controlando alternativamente en fase los tiristores A'2 y A'3 por importes variables, se produce un voltaje de corriente continua ajustable E_0 entre los terminales de salida -29- y -30-. El circuito de salida -27b- de rectificador, controlado con fase controlada independientemente es idéntico al circuito de salida -27a- y es capaz de producir un diferente voltaje de salida de corriente continua E_0 , entre los terminales -29'- y -30'-.

15

20

25

30 El inversor -12'- de control de alta frecuencia en la figura 4, es accionado a una frecuencia variable, como se ha explicado anteriormente, para controlar el ángulo conmutador y el KVA reactivo para fines de conmutación. Aumentando la frecuencia de funcio-

408840



namiento se produce un mayor ángulo conmutador y un mayor importe de KVA capacitivo. El uso de un ángulo conmutador mayor, también incrementa el voltaje inversor. El voltaje de salida está ampliamente controlado por el control de fase de los circuitos rectificadores de salida, sin embargo, el ángulo conmutador inversor puede aumentarse por encima de lo normal para obtener algún incremento en el voltaje de salida de corriente continua. El flujo de energía en la otra dirección desde la carga hacia la fuente es posible invirtiendo la polaridad de ambos voltajes, de entrada y de salida de corriente continua.

La ejecución del nuevo convertidor de energía, ilustrado en la figura 5 está equipada de flujo de energía en ambas direcciones y tiene un circuito de salida con tres unidades de cicloconvertidor de fase simple a fase simple que están conectadas en Y para suministrar una carga trifásica de cuatro alambres de baja frecuencia. El inversor -12"- de control de alta frecuencia, es idéntico al inversor -12- en la figura 1, con la excepción de que están conectados respectivamente tiristores adicionales inversores A2 y B2 en sentido inverso-paralelo con los tiristores A1 y B1. Estos permiten flujo de corriente inversa a través del inversor a modo de rectificador. En el circuito conmutador de salida de tres fases, un solo arrollamiento -14s- secundario de transformador, derivado en el centro, suministra voltaje a los circuitos -17a'- hasta -17c'- cicloconvertidores de fase simple a fase simple. Cada una de estas unidades de salida de cicloconvertidor es funcionalmente equivalentes a los circuitos de salida de cicloconvertidor mostrados en la figura 1 e incluyen cuatro tiristores dispuestos en dos pares anti-paralelos, un inductor de filtro de serie y un capacitor de filtro de shunt, identificados por los mismos números. La derivación central del arrollamiento secundario -14s- de transformador, está conectado

408840



al terminal -31- de salida neutro, y los capacitores de filtro -22a- hasta -22c- están más particularmente conectados entre las respectivas líneas de salida A', B' y C' y el terminal N. El funcionamiento del convertidor de energía para procurar flujo de corriente de avance, a través del circuito para suministrar la carga -23'- desde la fuente -11-, es virtualmente idéntico al funcionamiento del circuito de la figura 1/^yno necesita repetirse.

5
10
15
20
25
30

Quando la carga -23'- es una carga regenerativa, tal como un motor de tracción o de elevación o un motor de vehículo bajando una cuesta, la carga genera energía, que es devuelta a la fuente. En este caso, se requiere capacidad de flujo de corriente inversa. Es bien conocido que el cicloconvertidor controlado en fase, es capaz de funcionamiento en cuatro cuadrantes y tiene la propiedad inherente de ser capaz de manejar cargas de cualquier factor de potencia. La energía está libre de fluir en cualquier dirección a través del cicloconvertidor y así es posible el funcionamiento con cargas, tanto pasivas, como regenerativas. Cuando se invierte el flujo de energía, los tiristores del cicloconvertidor funcionan como un inversor respecto al circuito normal de salida. Esta acción inversora predomina cuando la carga realimenta energía al circuito de suministro de corriente continua. Haciendo referencia al circuito -17a'- de cicloconvertidor, los tiristores A'2 y A'4 son accionados alternativamente a modo de inversor cuando el voltaje inverso en la línea A'tiene una polaridad positiva, y se usan los otros dos tiristores para voltaje inverso de polaridad negativa. Energía conmutadora para los tiristores cicloconvertidores se suministra por el capacitor conmutador -15- por medio del transformador acoplador -14-. La frecuencia de funcionamiento de los tiristores de cicloconvertidor, cuando se hacen funcionar de un modo inversor, durante el flujo de corriente inversa, es controlada de la misma ma-



408840

nera para obtener el deseado ángulo conmutador y para controlar el KVA reactivo neto en la acción del inversor del circuito. De la misma manera que anteriormente el inductor conmutador paralelo -16- hace circular exceso de corriente suministrado por el capacitor conmutador -15-. Como se ha mencionado, los tiristores extra A2 y B2 en el circuito -12"- inversor de control, funcionan como un rectificador controlado en fase en el modo de flujo de corriente inversa. De esta manera se retorna energía a la batería -11-. Naturalmente, el circuito de paso inversor -24- y el circuito -25- de paso cicloconvertidor están equipados para hacer funcionar sus respectivos circuitos de la manera modificada para flujo de corriente inverso después de tantear una carga generadora de energía.

La figura 6 es una modificación del convertidor de energía de la figura 5 e ilustra algunas de las otras opciones que son posibles respecto al suministro de corriente continua, el inversor de control de alta frecuencia y el circuito de salida de cicloconvertidor. Los inductores de filtro en los circuitos de salida de cicloconvertidor están dispuestos para obtener ondas de corriente rectangulares cuando la frecuencia de funcionamiento de inversor es solo un poco más alta que la frecuencia de salida deseada. El suministro de corriente continua comprende un rectificador -32- de puente polifásico teniendo líneas de entrada A, B, y C conectadas a una fuente disponible de voltaje de corriente alterna polifásica. El rectificador -32- es controlado en fase para ajustar el voltaje de entrada de corriente continua al circuito y funciona a modo de flujo de corriente inversa para hacer retornar energía a la fuente. El inversor de control -12a- está construido en la configuración de puente de onda completa e incluye los dos tiristores extra A2 y B2 para capacidad de flujo, de ener

408840



5
gía inversa. En la dirección de flujo de corriente de avance, el circuito se hace funcionar como un inversor dando paso simultáneamente a los tiristores A1 y B2 y dando paso alternativamente a los tiristores B1 y A2. Este circuito también puede funcionar como un rectificador controlado en fase cuando se hace retornar energía a la fuente.

10
Los circuitos de salida -17a'- hasta -17c'- de cicloconvertidor de fase simple a fase simple son idénticos a aquellos mostrados en la figura 5 con la excepción de la disposición de inductores de filtro. Los reactores -33a- de filtro de salida, hasta -33f-, incluyen un total de seis arrollamientos y el acoplamiento de estos arrollamientos puede destinarse a varios modos de funcionamiento. En el circuito de salida -17a'-, los inductores de filtro -33a- y -33b- cada uno está conectado entre la línea de salida A' y los respectivos pares de tiristores que están conectados a polo en la misma dirección. Cuando sólo los dos arrollamientos conectados a una línea de salida están próximamente acoplados, los circuitos pueden hacerse funcionar para suministrar ondas de corriente cuadradas de 180° a las líneas de salida. Cuando los seis arrollamientos están acoplados en dos grupos de tres arrollamientos, los circuitos pueden usarse para suministrar ondas de corriente cuadradas de 120° a las líneas de salida. Esta disposición es conveniente, como se ha mencionado anteriormente, cuando la frecuencia de funcionamiento del inversor -12a- es solo algo más alta que la frecuencia de salida. Las necesidades de KVA reactivo del inversor, se reducen cuando el control de fase no es usado por la mayor cantidad de control de voltaje que se requiere para producir un acercamiento próximo a una onda de seno. La disposición de los inductores de filtro y el control de fase de estos cicloconvertidores, puede destinarse a cubrir las necesidades de la aplicación particular.

15
20
25
30



408840

La ejecución del invento mostrada en la figura 7 es un convertidor de energía de corriente alterna a energía de corriente alterna con un muy simple circuito de salida cicloconvertidor de media onda. Este circuito de energía es adecuado para aplicaciones de pequeños motores y es así útil cuando la frecuencia de funcionamiento del inversor es relativamente alta en comparación con el alcance deseado de frecuencias de salida. Se suministra un constante voltaje de suministro de corriente continua E_s al inversor -12- por un rectificador -32'- de puente de diodo de onda completa, conectado a una fuente, comercialmente disponible, de voltaje de corriente alterna polifásico. El inversor -12- de control es idéntico al inversor ilustrado en la ejecución de la figura 1, sin embargo, el transformador -14- acoplador de alta frecuencia sólo tiene un único arrollamiento secundario -14s- que no está derivado del centro. El circuito -35'- de salida de ciclo convertidor de media onda, trifásico, usa sólo seis tiristores controlados en fase y está conectado en Y para suministrar una carga de tres fases, de cuatro alambres, de baja frecuencia. El arrollamiento -14s- de transformador secundario, está conectado entre la derivación central de un reactor -36'- circulante de corriente y el terminal N de salida neutra. El primer grupo de tiristores A'1, B'1 y C'1 están conectados entre un extremo del reactor -36'- circulante de corriente y las respectivas líneas de salida A', B', y C'. El otro grupo de tiristores A'2, B'2 y C'2 está conectado a polo en la dirección opuesta y análogamente conectados entre las respectivas líneas de salida y el otro terminal del reactor -36'- circulante de corriente. Los capacitores de filtro en shunt separados -22a'- hasta -22c'- están previstos pero el reactor -36'- tiene la doble función de ser un inductor de filtro puesto que no está previsto en este circuito un inductor separado de filtro de

408640



salida.

El funcionamiento del inversor -12- es idéntico al ya explicado respecto a la figura 1. La forma de onda de salida, producida por este convertidor, depende de la configuración del filtro. El control de la frecuencia de salida y la magnitud del voltaje de salida polifásico se obtiene de la misma manera que para los circuitos de salida cicloconvertidores de onda completa, modulando los ángulos de disparo de los tiristores controlados en fase. Cada grupo de tres tiristores puede funcionar sólo en medio ciclo del voltaje que aparece a través del arrollamiento -14s- secundario de transformador. Este circuito es adecuado para aplicaciones de pequeña energía, donde la simplicidad de unos pocos conmutadores de estado sólido de salida, es más importante que el filtro extra, requerido para separar el gran rizo desde el circuito de salida. Los requisitos de filtros no son excesivos cuando la frecuencia operativa de inversor relativamente alta respecto a la frecuencia de salida. Sólo es posible una única dirección de flujo de energía con este circuito en la dirección para suministrar la carga desde la fuente.

La ejecución de la figura 8, es simétrica para flujo de energía en cualquier dirección. Esta forma de convertidor de energía tiene idénticos circuitos conmutadores de entrada y salida, del tipo ilustrado en el circuito -35'-, de salida, de cicloconvertidor de media onda en la figura 7 y no usa ningún transformador de aislamiento -14- entre la porción inversora del circuito y el circuito de salida cicloconvertidor. El ángulo conmutador de inversor, está controlado como se ha explicado hasta ahora, variando la frecuencia de funcionamiento de la porción inversora de circuito, o la frecuencia inversora puede permanecer constante mientras la inductancia conmutadora paralela es cambiada usando el circuito

403840



inductor controlado en fase, mostrado en líneas de puntos. Este
circuito también es adecuado para aplicaciones de menor energía.
Como se ha mencionado, el circuito -35'- conmutador de salida es
idéntico al circuito de salida de la figura 7. El circuito -35-
5 conmutador de entrada, es la imagen reflejada del circuito con-
mutador de salida e incluye el primer grupo de tiristores A1, B1
y C1 y el segundo grupo de transistores A2, B2 y C2 conectados
a polo opuestamente, con un reactor -36- de doble función de cir-
culación de corriente y de filtro, conectado entre los cátodos de
10 un grupo de tiristores y los ánodos del otro grupo. El circuito
conmutador resonante paralelo, comprendiendo el circuito conmuta-
dor -15- y el inductor conmutador paralelo -16-, está conectado
directamente entre las derivaciones centrales de los dos reacto-
res -36- y -36'- y el terminal N de salida neutro. El circuito
15 -35- conmutador de entrada incluye además los tres capacitores
-22a- hasta -22c- de filtro de entrada de shunt conectados entre
las líneas de entrada A, B y C, y el terminal N de salida neutro.

En el modo de funcionamiento usual, en que se suministra
energía a la carga, el circuito conmutador de entrada -35- es ac-
20 cionado como un inversor de frecuencia variable. La placa del ca-
pacitor conmutador -15-, conectada a la derivación central del
reactor -36- está conectada alternativamente a una línea de en-
trada, que va hacia positivo y a una línea de entrada, que va ha-
cia negativo. Al analizar el funcionamiento del circuito de entra-
25 da -35- como un inversor, se reconocerá que éste es otro modo de
establecer un rectificador de puente de onda completa convencional,
tal como un rectificador -32- en la figura 6 con el reactor -36-
entre los dos terminales de corriente continua. El modo común de
funcionamiento, un tiristor en el grupo primero de tiristores,
30 cuyo ánodo está conectado a una línea de entrada, que va a positi-



372

408840

vo, se hace funcionar conjuntamente con uno de los tiristores en el segundo grupo de tiristores, cuyo cátodo está conectado a una línea de entrada, que va a negativo. La conmutación forzada para un tiristor conductor por la técnica de conmutación de capacitor paralelo, utilizando el voltaje sobre el capacitor -15- conmutador, todavía se requiere, puesto que la frecuencia de funcionamiento del inversor es relativamente alta en comparación con la frecuencia del voltaje de suministro de corriente alterna polifásica. El circuito -35'- de salida cicloconvertidor, es accionado de la misma manera que en el circuito de la figura 7 para producir una salida polifásica con la deseada frecuencia y voltaje. Para funcionamiento del flujo de corriente inversa, es obvio, en vista de la simetría del convertidor de energía, que el circuito conmutador -35'- se acciona como un inversor de frecuencia variable, mientras que el circuito conmutador -35- es ahora accionado como un circuito de salida de cicloconvertidor.

La modificación, ilustrada en líneas punteadas en la figura 8, controla el ángulo conmutador inversor accionando el inversor a una frecuencia constante e insertando un importe variable de inductancia conmutadora auxiliar, en paralelo con el existente inductor -16- conmutador paralelo. Esto varia el importe total de la inductancia conmutadora paralela y consigue el control de KVA reactivo para fines de conmutación de la misma manera que cambiando la frecuencia operativa del inversor. A este objeto, se inserta a través del inductor conmutador -16-, el circuito en serie comprendiendo un inductor -16'- conmutador auxiliar y un par de tiristores -37- y -38- inversos-paralelos. Controlando en fase los tiristores -37- y -38- en sincronismo con el voltaje del circuito conmutador, la inductancia efectiva inserta en paralelo con el inductor -16-, se ajusta. Un incremento en la reactancia induc

408840



5 tiva del circuito conmutador, reduce el ángulo conmutador inver-
sor. El circuito conmutador -35- ó -35'- funcionando como un in-
versor, puede hacerse funcionar como un inversor de conmutación
simple cuando la frecuencia de funcionamiento es igual a la fre-
cuencia resonante del circuito resonante paralelo, comprendiendo
10 el capacitor conmutador -15- y el inductor conmutador -16-. En
este modo de funcionamiento, uno de los tiristores conectados
a una línea de entrada o salida dirigida hacia positivo, se co-
necta a intervalos de 180° de la frecuencia del circuito conmuta-
dor resonante paralelo. Las ventajas particulares de las confi-
guraciones de convertidor de energía de la figura 8, son que el
transformador -14- acoplador de alta frecuencia no es requerido
y que el circuito es completamente simétrico para el flujo de
energía en cualquier dirección usando un número relativamente
15 pequeño de conmutadores en estado sólido. Este circuito es venta-
joso para aplicaciones de motores pequeños.

Aunque no se ha ilustrado aquí, pueden construirse otras eje-
cuciones del convertidor de energía de estado sólido con circui-
tos de entrada y salida de cicloconvertidor de onda completa ba-
20 sados en el circuito de salida de cicloconvertidor, mostrados en
la figura 1. Tal convertidor utiliza tres transformadores acopla-
dores de alta frecuencia en lugar de un transformador acoplador
como se ilustra en la figura 1, y todos los circuitos de unidad
de cicloconvertidor a ambos lados son idénticos, excepto que en
25 cada lado de una unidad se incluye un capacitor conmutador para-
lelo. De manera similar los cicloconvertidores del lado de entra-
da y salida, pueden tener la forma mostrada en la figura 5 en cu-
yo caso solo se necesita un único transformador acoplador. La in-
ductancia conmutadora paralela puede ser provista por el trans-
30 formador acoplador si se desea.

408840



En resumen, una nueva familia de convertidores de energía de enlace de alta frecuencia se caracteriza por circuitos conmutadores paralelos, conmutados como capacitor, que se accionan para variar la energía conmutadora, disponible como una función de la carga.

5 Los convertidores pueden usarse, bien sea con energía de entrada de corriente continua o con energía de entrada de corriente alterna y pueden producir voltaje de salida variable de corriente continua o voltaje de salida de corriente alterna controlada monofásica o polifásica. Los voltajes de salida de corriente alterna son

10 controlables en un amplio alcance respecto a frecuencia, magnitud y forma de onda. El circuito conmutador de entrada es más comunmente con la configuración de inversor, mientras que el circuito conmutador de salida tiene una configuración de cicloconvertidor.

Otros convertidores de energía, sin embargo, tienen circuitos de

15 entrada y salida del tipo de cicloconvertidor mientras que el convertidor para producir un voltaje de salida de corriente continua incluye un circuito de salida de rectificador controlado en fase. Algunos de los convertidores de energía permiten flujo de energía en ambas direcciones y pueden usarse con cargas regenerativas. Los

20 nuevos circuitos de energía son de confianza y de coste relativamente bajo. Cuando están cargados ligeramente, la habilidad para conmutar grandes cargas se mantiene en reserva en un circuito conmutador muy eficaz. Además, se mejora el factor de energía general, así como la eficacia, puesto que la energía conmutadora disponible

25 es una función de la carga en lugar de estar al nivel requerido para la carga máxima. Estos convertidores son especialmente adecuados para aplicaciones de motor de corriente alterna de velocidad variable.

Mientras el invento ha sido mostrado y descrito particularmente con referencia a varias ejecuciones preferidas del mismo, se

30

408840²



comprenderá por los expertos en la técnica que lo que antecede y otros cambios, en forma y detalles pueden introducirse sin apartarse de la idea y del alcance del invento.

N O T A

5 EN RESUMEN: la presente Patente de Invención que por veinte años se solicita para España, ha de recaer sobre las siguientes reivindicaciones:

10 1ª.- Mejoras en la construcción de circuitos ciclo-inversores versátiles convertidores de energía, caracterizadas porque el circuito convertidor comprende un primer circuito conmutador incluyen
15 do una pluralidad de conmutadores de estado sólido para convertir un potencial eléctrico a una onda de voltaje de frecuencia más alta, un segundo circuito conmutador incluyendo una pluralidad de conmutadores de estado sólido controlados en fase, para convertir
20 la onda de voltaje de frecuencia más alta a una deseada forma de onda de voltaje de salida, medios de circuito de conmutación, sintonizados como capacitor paralelo para suministrar un importe variable controlado de energía de conmutación para desconectar algunos conmutadores seleccionados entre dichos conmutadores de estado
25 sólido, comprendiendo dichos medios de circuito de conmutación un capacitor de conmutación y medios de inductancia conmutadora paralela sintonizados a una frecuencia resonante predeterminada y medios de control para hacer funcionar dichos primero y segundo circuitos conmutadores en sincronismo.

30 2ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracterizadas porque dicho medio de control acciona dichos circuitos conmutadores y dichos medios de conmutación de capacitor paralelos, sintonizados a una frecuencia de funcionamiento seleccionada mayor que la frecuencia resonante para incrementar por ello la cantidad de energía conmutadora cuando se incrementa la frecuencia de funcionamiento.

408840

21 193



5 3ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracterizadas por que dicho medio de control hace funcionar dichos circuitos conmutadores y dichos medios sintonizados de circuito de conmutación de capacitor paralelo a una frecuencia de funcionamiento sustancialmente constante, e incluyendo dicho medio de circuito de conmutación, unos medios variables de inductancia conmutadora paralela auxiliar para controlar la cantidad de energía conmutadora disponible desde dicho medio de circuito de conmutación.

10 4ª.- Mejoras según la reivindicación 3ª, caracterizadas por que dichos primero y segundo circuitos conmutadores son circuitos de configuración de cicloconvertidor y dicho medio de circuito de conmutación está acoplado entre ellos.

15 5ª.- Mejoras según la reivindicación 3ª, caracterizadas por que dichos primero y segundo circuitos conmutadores son circuitos cicloconvertidores polifásicos y dicho circuito de conmutación está acoplado entremedias, siendo operativo dicho circuito convertidor de energía para convertir un potencial eléctrico polifásico a una forma de onda de salida de frecuencia variable y voltaje variable.

20 6ª.- Mejoras según las reivindicaciones precedentes, caracterizadas porque el circuito convertidor de energía comprende un primer circuito conmutador incluyendo una pluralidad de conmutadores de estado sólido para convertir un potencial eléctrico a una onda de voltaje de alta frecuencia según se compara con la
25 frecuencia de una deseada forma de onda de voltaje de salida, un segundo circuito conmutador incluyendo una pluralidad de conmutadores de estado sólido controlados en fase para convertir la onda de voltaje de alta frecuencia a la deseada forma de onda de voltaje de salida, medios de circuito de conmutación de capacitor paralelo, sintonizado para suministrar un importe variable
30

AG

408340



5 controlado de energía conmutadora para desconectar algunos seleccionados de dichos conmutadores de estado sólido, comprendiendo dichos medios de circuito de conmutación un capacitor de conmutación y medios de inductancia conmutadores paralelos sintonizados a una frecuencia resonante predeterminada y medios de control para accio
nar dichos circuitos conmutadores en sincronismo con una frecuencia accionadora variable, mayor que dicha frecuencia resonante para variar por ello la reactancia capacitiva neta de dichos medios de circuito de conmutación.

10 7ª.- Mejoras según la reivindicación 6ª, caracterizadas porque dicho circuito convertidor de energía incluye además un transformador acoplador para acoplar la onda de voltaje de alta frecuencia a dicho segundo circuito conmutador.


15 8ª.- Mejoras según la reivindicación 7ª, caracterizadas porque dicho medio de inductancia conmutador paralelo es procurado por la inductancia de dicho transformador acoplador.

20 9ª.- Mejoras según la reivindicación 6ª, caracterizadas porque dicho primer circuito conmutador es un inversor y dicho segundo circuito conmutador es un cicloconvertidor, para producir una forma de onda de salida de frecuencia variable y voltaje variable.

25 10ª.- Mejoras según la reivindicación 9ª, caracterizadas porque dicho inversor es un inversor de fase simple, conectado a una fuente de voltaje unidireccional y dicho cicloconvertidor comprende una pluralidad de circuitos cicloconvertidores de fase simple a fase simple para producir una onda de salida polifásica de frecuencia variable y voltaje variable.

30 11ª.- Mejoras según la reivindicación 6ª, caracterizadas porque dicho primer circuito conmutador es un inversor de fase simple conectado a una fuente de voltaje unidireccional y dicho segundo circuito conmutador comprende por lo menos un rectificador contro-

408840 21 MAR 1972



lado en fase para producir un voltaje de salida unidireccional variable.

12^a.- Mejoras según la reivindicación 11^a, caracterizadas porque dicho circuito convertidor de energía incluye además un transformador acoplador de alta frecuencia para acoplar la onda de voltaje de alta frecuencia producido por dicho inversor de fase simple a dicho rectificador controlado en fase y porque dicho segundo circuito conmutador incluye adicionalmente un segundo rectificador controlado en fase acoplado a dicho transformador acoplador de alta frecuencia para producir otro voltaje de salida unidireccional variable independientemente.

13^a.- Mejoras según la reivindicación 6^a, caracterizadas por que dichos primero y segundo circuitos conmutadores son circuitos cicloconvertidores polifásicos para convertir un potencial eléctrico polifásico a una forma de onda de salida de frecuencia variable y voltaje variable.

14^a.- Mejoras según la reivindicación 13^a, caracterizadas porque ambos circuitos cicloconvertidores son circuitos cicloconvertidores de media onda simétricos.

15^a.- Mejoras según las reivindicaciones precedentes, caracterizadas porque el circuito convertidor de energía comprende un transformador acoplador lineal de alta frecuencia teniendo un arrollamiento primario y medios de arrollamiento secundario acoplados inductivamente incluyendo un circuito inversor de fase simple, acoplado a dichos arrollamientos primarios, una pluralidad de conmutadores de estado sólido para convertir un potencial eléctrico a una onda de voltaje de alta frecuencia, un circuito cicloconvertidor acoplado a dicho medio de arrollamiento secundario, incluyendo una pluralidad de conmutadores de estado sólido para convertir la onda de voltaje de alta frecuencia a una deseada forma de

408840




5 onda de voltaje de salida, polifásico, de baja frecuencia, medios de circuito de conmutación de capacitor paralelos sintonizados para suministrar una cantidad variable controlada de energía conmutadora para desconectar algunos seleccionados de dichos conmutadores de estado sólido, comprendiendo dicho medio de circuito de conmutación, un capacitor de conmutación y medios de inductancia de conmutación en paralelo, sintonizados a una frecuencia resonante predeterminada y medios de control para accionar dichos circuitos de inversor y ciclo-inversor en sincronismo a una frecuencia variable de funcionamiento, mayor que la frecuencia resonante, para controlar por ello la reactancia capacitiva neta de dichos medios de circuito de conmutación, de acuerdo con las necesidades de carga.

15 16ª.- Mejoras según la reivindicación 15ª, caracterizadas porque dichos medios de inductancia conmutadora están provistos por la inductancia de dicho transformador acoplador de alta frecuencia, y dicho capacitor de conmutación está conectado por lo menos a través de una porción de su arrollamiento primario.

20 17ª.- Mejoras según la reivindicación 15ª, caracterizadas porque dicho circuito inversor de fase simple incluye conmutadores adicionales de estado sólido conectados para obtener capacidad de flujo de corriente inversa.

25 18ª.- Mejoras según la reivindicación 15ª, caracterizadas porque dicho circuito inversor de fase simple está construido en la plena configuración de circuito de puente y dicho medio de circuito de conmutación está conectado por lo menos a través de una porción del arrollamiento primario, de dicho transformador acoplador de alta frecuencia.

30 19ª.- Mejoras según la reivindicación 15ª, caracterizadas porque el medio de arrollamiento secundario de dicho transforma-

4088402 

5 dor acoplador de alta frecuencia comprende tres arrollamientos secundarios derivados en el centro, y dicho circuito cicloconvertidor comprende tres circuitos cicloconvertidores de fase simple a fase simple, conectados en delta, cada uno acoplado a uno de dichos arrollamientos secundarios.

10 20ª.- Mejoras según la reivindicación 19ª, caracterizadas porque cada circuito cicloconvertidor de fase simple a fase simple, comprende conmutadores de estado sólido conductores, bidireccionales conectados a cada extremo de su respectivo arrollamiento secundario, medios de inductor de filtro y medios de capacitor de filtro de shunt.

15 21ª.- Mejoras según la reivindicación 15ª, caracterizadas porque el medio de arrollamiento secundario de dicho transformador acoplador de alta frecuencia comprende un arrollamiento secundario con derivación central y dicho circuito cicloconvertidor comprende tres circuitos cicloconvertidores de fase simple a fase simple, conectados en Y, cada uno acoplado a dicho arrollamiento secundario.

20 22ª.- Mejoras según la reivindicación 21ª, caracterizadas porque cada circuito cicloconvertidor de fase simple a fase simple, comprende conmutadores de estado sólido conductores bidireccionales, conectados a cada extremo de dicho arrollamiento secundario, medios de inductor de filtro en serie y medios de capacitor de filtro de shunt.

25 23ª.- Mejoras según la reivindicación 15ª, caracterizadas porque el medio de arrollamiento secundario de dicho transformador acoplador de alta frecuencia comprende un solo arrollamiento secundario, y dicho circuito cicloconvertidor es un circuito trifásico cicloconvertidor de media onda.

30 24ª.- Mejoras según la reivindicación 23ª, caracterizadas porque dicho circuito trifásico cicloconvertidor de media onda

408840



comprende un reactor derivado en el centro, conectado con su derivación central a dicho arrollamiento secundario, primeros y segundos grupos de dichos conmutadores de estado sólido respectivamente conectados entre cada terminal de salida a cualquier extremo de dicho reactor y medios de capacitor de filtro.

25^a.- Mejoras según las reivindicaciones precedentes, caracterizadas porque el circuito comprende un circuito cicloconvertidor primero incluyendo una pluralidad de conmutadores de estado sólido para convertir un potencial eléctrico polifásico de baja frecuencia a una onda de voltaje de alta frecuencia, un segundo circuito cicloconvertidor incluyendo una pluralidad de conmutadores de estado sólido para convertir la onda de voltaje de alta frecuencia a una deseada forma de onda de voltaje de salida polifásico de baja frecuencia, un circuito de conmutación de capacitor paralelo sintonizado, acoplado entre dichos primero y segundos circuitos de cicloconvertidor para suministrar una cantidad variable controlada de energía conmutadora para desconectar algunos seleccionados de dichos conmutadores de estado sólido, comprendiendo dicho circuito de conmutación sintonizado, un capacitor de conmutación y un inductor conmutador paralelo, sintonizado a una frecuencia resonante pre determinada, y medios de control para accionar dichos primero y segundos circuitos cicloconvertidores en sincronismo a una frecuencia operativa variable, mayor que la frecuencia resonante para controlar por ello la reactancia capacitiva neta de dicho circuito de conmutación sintonizado de acuerdo con los requisitos de la carga.

26^a.- Mejoras según la reivindicación 25^a, caracterizadas porque dichos primero y segundo circuitos cicloconvertidores son simétricos y ambos son circuitos cicloconvertidores de media onda.

30 *hey* 27^a.- Mejoras según la reivindicación 26^a, caracterizadas por-

408840



que cada uno de los circuitos cicloconvertidores de media onda incluye dos grupos de conmutadores de estado sólido, conectados a polo opuestamente, conectados respectivamente entre un terminal de circuito y cualquier extremo de un reactor derivado en el centro e incluye además medios de capacitor de filtro, estando conectado dicho circuito de conmutación entre un terminal de circuito neutro y la derivación del centro de cada reactor.

28ª.- Por último se reivindica como objeto sobre el que ha de recaer la presente Patente de Invención que por veinte años se solicita registrar para España, - - - - - .

p o r

" MEJORAS EN LA CONSTRUCCION DE CIRCUITOS CICLO-INVERSORES VERSATILES CONVERTIDORES DE ENERGIA "

Todo conforme queda expresado en la presente Memoria Descriptiva que consta de treinta y seis hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara y planos que se acompañan. -

Madrid, 21 NOV. 1972

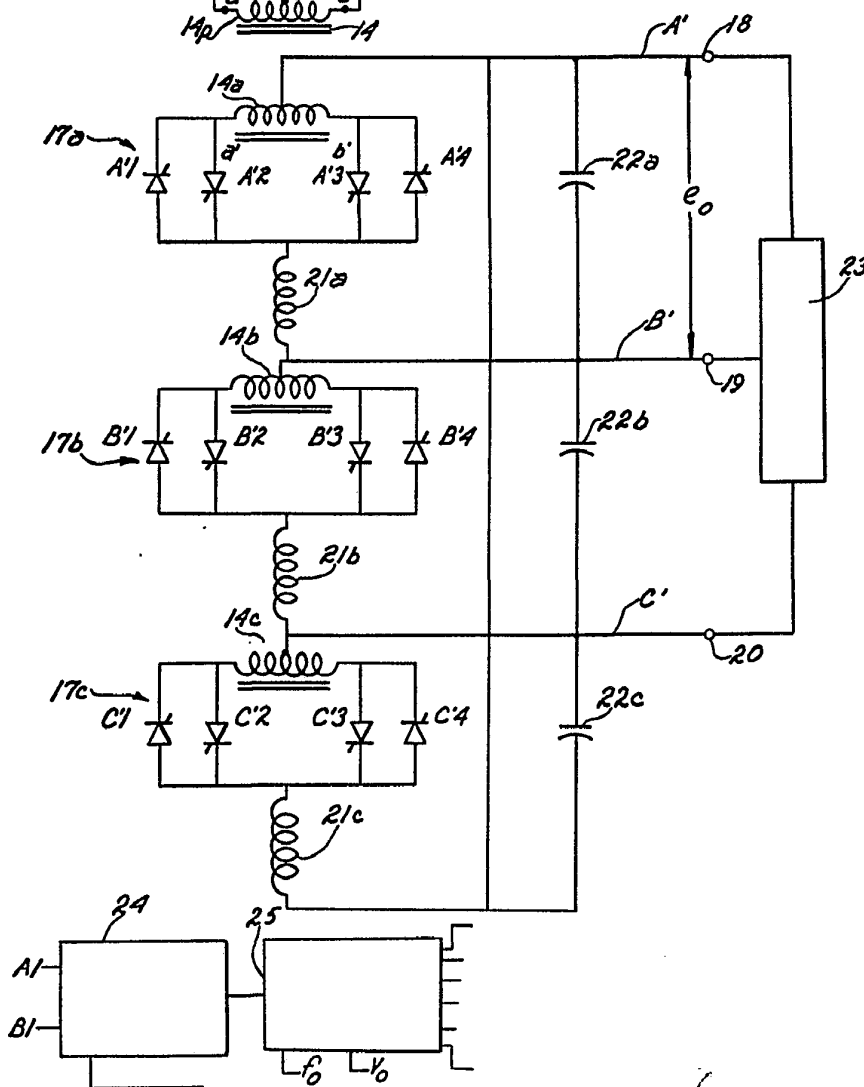
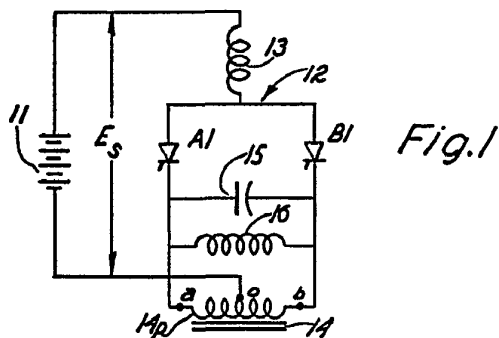
P.A.,

PEDRO FELIPE MANGU
P.F.

pe

408840

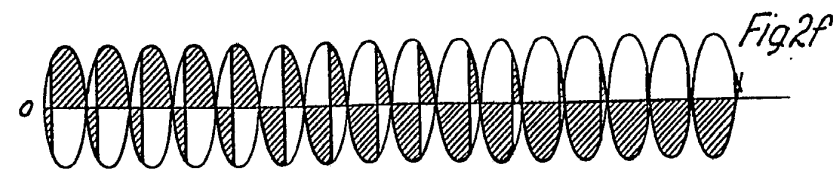
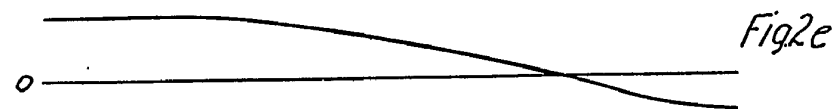
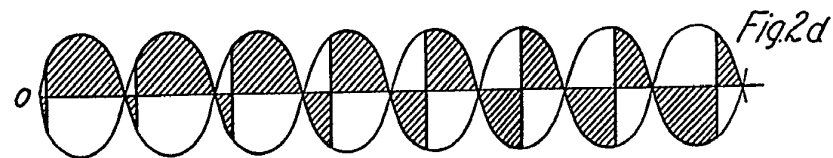
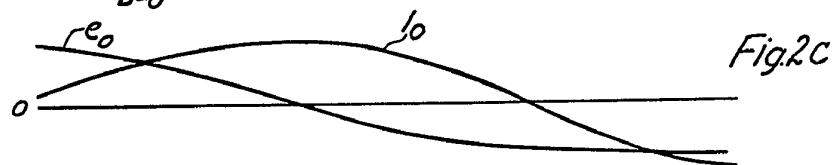
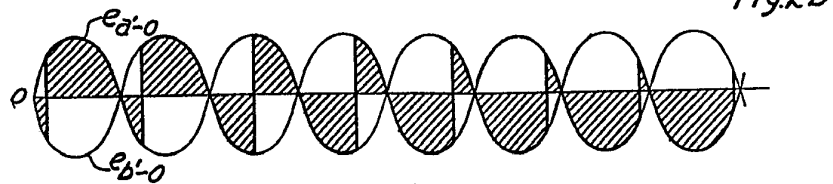
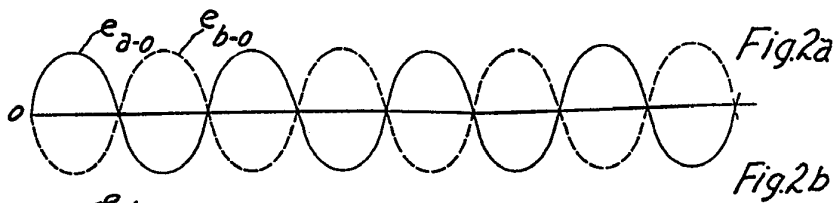
21 NOV 1972
21 NOV 1972



Madrid, 21 NOV. 1972
 P. A.,
 PEDRO FELIX MANA
 A. P.

Escala variable

408840



Madrid, 21 NOV. 1972

P. A. PEDRO FELIX MARRA P. P.

[Handwritten signature]

Escala variable

408840



Fig. 3

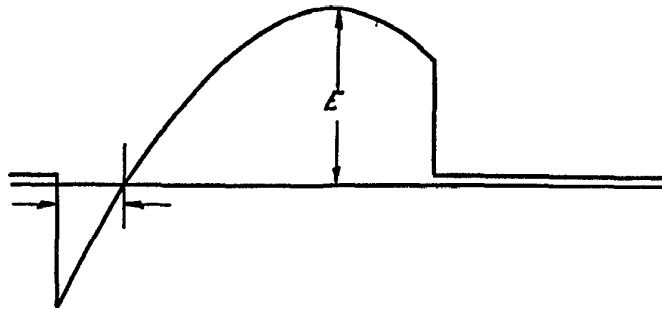
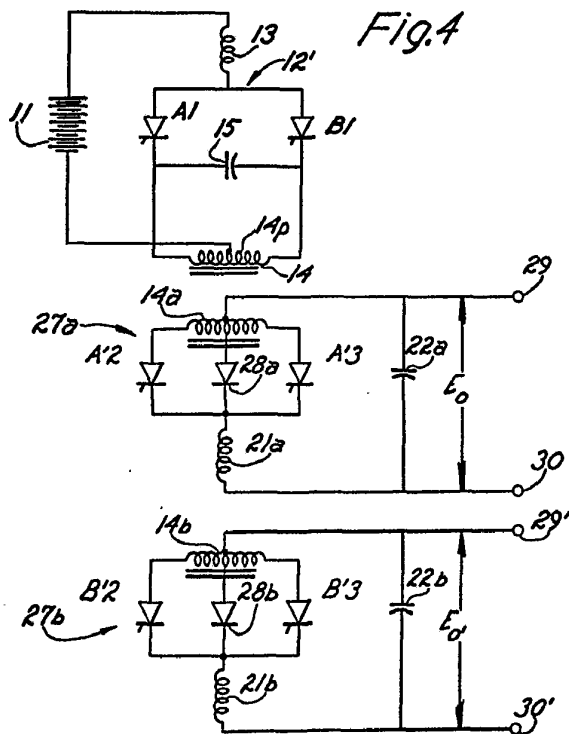


Fig. 4



Madrid, 21 Nov. 1972
P.A.
PEDRO FELIPE MARI
R.F.

Escala variable

408840

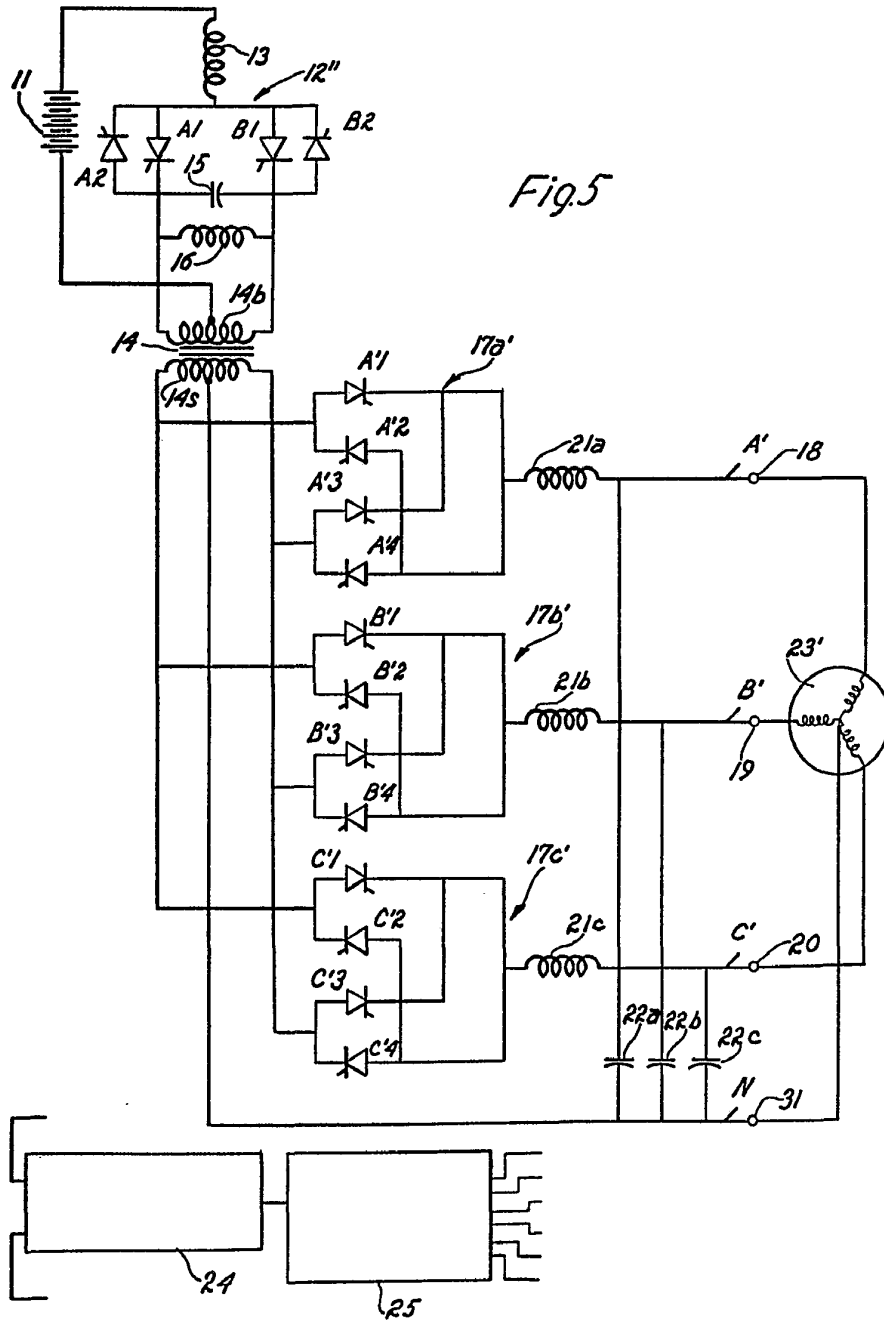


Fig. 5

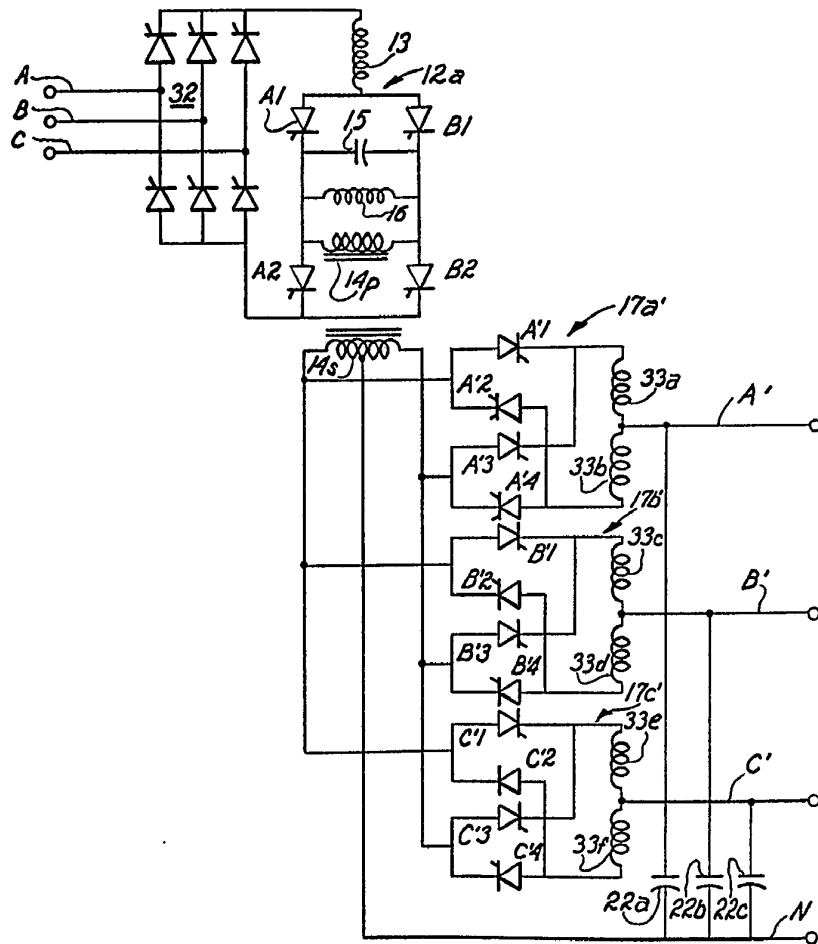
Madrid, 21 NOV. 1972
 P. A.,
 PEDRO FELIX MARRA
 P. E.

Escala variable

408840



Fig.6



Madrid, 21 NOV. 1972

P.A., PEDRO FELIJO MANA P.A.

[Handwritten signature]

Escala variable

408840



Fig.8

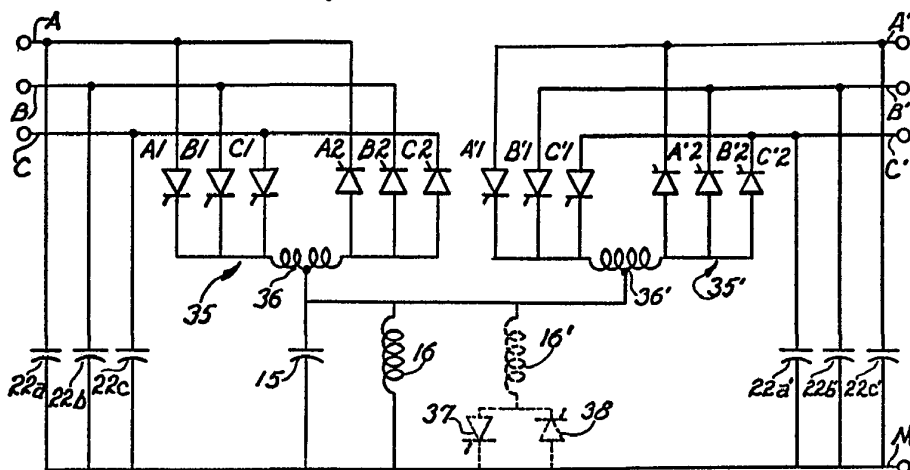
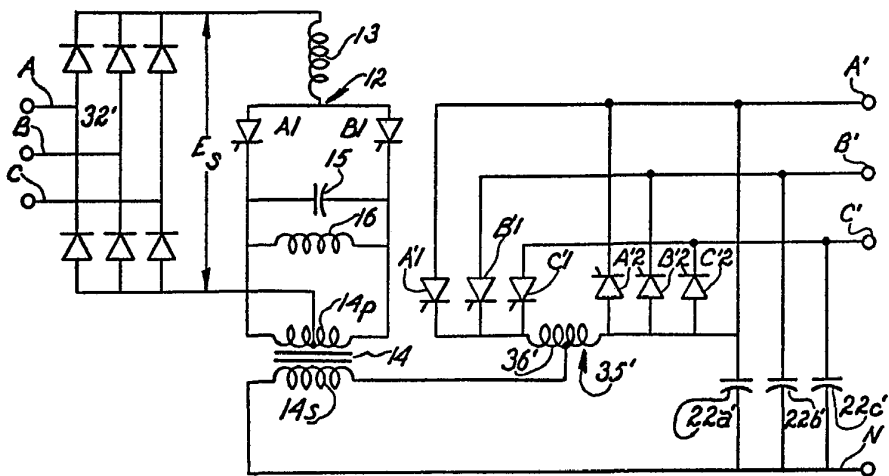


Fig.7



Madrid, 21/10/1972
P. A. I.
PEDRO FELIX MANA
R. P.

Escala variable