

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

ES

11	NUMERO	487262	10	A1
22	FECHA DE PRESENTACION	26 Diciembre 1.979.		

Dkt. No. 20-TR-1259

PATENTE DE INVENCION

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
31	NUMERO		28 Diciembre 1.978.		Estados Unidos.
	973.973				

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	52	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			H 02 P 7/12		

64	TITULO DE LA INVENCION
	"DISPOSICION DE CONTROL DE POTENCIA ELECTRICA CON CONTROL DE REGIMEN DE TIEMPO".

71	SOLICITANTE (S)
	GENERAL ELECTRIC COMPANY

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	SCHENECTADY, N.Y. 12305 (EE.UU.), River Road, 1

72	INVENTOR (ES)
	Mr. Ronald Barry Bailey

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
	Don Pedro Meliú Mañá

El presente invento se relaciona con una disposi-  
ción de control de potencia para controlar el régimen -  
de tiempo y más particularmente a un sistema de control  
de régimen de tiempo para conmutación controlada de ener-  
5 gia.

Los requisitos de rendimiento para vehículos propul-  
sados eléctricamente, particularmente para los requisi-  
tos de par de fuerzas-velocidad, dictan generalmente el  
uso de motores de corriente continua (d-c). Los motores  
10 de corriente continua pueden ser cualesquiera del bien -  
conocido tipo de motores de corriente continua tales co-  
mo, por ejemplo, con arrollamiento en serie, con arrolla-  
miento compuesto o con excitación separada. Convencional-  
mente el arrollamiento del inducido del motor de corrien-  
15 te continua es energizado por corriente continua, contro-  
lada por resistores en disposición de circuito en serie  
con el motor. Añadiendo o restando selectivamente resis-  
tencia, la cantidad de energía aplicada al motor y así -  
el rendimiento del motor puede controlarse. Como es bien  
20 conocido, tal sistema de control, aunque relativamente -  
simple, adolece de numerosos defectos siendo el más onero-  
so la ineficacia. Por esta razón, los sistemas de con-  
trol de régimen o "choppers" han sido sustituidos por -  
resistores en serie en los sistemas de control de motor  
25 más recientemente desarrollados.

En un sistema de control de chopper en serie un con-  
mutador controlable está colocado entre una fuente de --  
energía de corriente continua y la armadura o inducido -

del motor, remplazando el conmutador controlable, el control de resistor, utilizado anteriormente. Abriendo y cerrando cíclicamente el conmutador, se conducen medidamente al motor, impulsos de corriente. Durante periodos, en que el conmutador está abierto, puede continuar fluyendo corriente de armadura a través de un diodo de conducción libre conectado a través de la armadura. Los arrollamientos de armadura generalmente actúan como una gran carga inductiva y tienden a alisar la corriente pulsante en una corriente de promedio, que determina el par de fuerzas del motor. Para motores de inductancia inferior, un reactor alisador está conectado en serie con el motor. A causa de que el conmutador está o bien abierto o cerrado, el consumo de energía está principalmente en la energía requerida para abrir y cerrar el conmutador y en la energía utilizada por el motor, aunque debería observarse -- que los conmutadores conocidos no son ideales y, por lo tanto, se gasta alguna energía en el conmutador mismo.

En el presente estado de la técnica de los sistemas de control de chopper, el conmutador controlable es comúnmente un tiristor o un rectificador controlado de silicio (SCR). El SCR es un dispositivo de 3 terminales teniendo terminales de ánodo, cátodo y puerta. Cuando el SCR es obligado al avance, es decir que el terminal de ánodo está en potencial positivo respecto al terminal de cátodo, una señal de corriente, aplicada al terminal de puerta, hará que el SCR se conecte a puerta a la conducción y presente una resistencia despreciable de ánodo a

cátodo. Una vez conectado a puerta o disparado de esta manera, el SCR sólo puede ser desconectado reduciendo - subsiguientemente la corriente, a través del dispositivo, a cero y aplicando después una fuerza inversa desde ánodo a cátodo durante un periodo de tiempo suficiente para permitir que el SCR vuelva a obtener su habilidad de bloqueo de voltaje de avance. En aplicaciones prácticas, el SCR puede ser desconectado por medio de un circuito de "conmutación" conectado en paralelo con el mismo. Una descripción detallada de dispositivos SCR, circuitos de chopper y circuitos de conmutación puede obtenerse como referencia por medio de la obra SCR Manual, quinta edición, publicado en 1972 por la General Electric Company, Departamento de Productos Semiconductores, Syracuse, N.Y.

Un típico circuito de conmutación de chopper es un circuito de "campaneo" es decir, el circuito contiene -- componentes inductivos y capacitivos que desarrollan una corriente oscilante o de campaneo. Un circuito de conmutación de chopper puede incluir, por ejemplo, un capacitor, un inductor, varios diodos y un SCR conmutador. La frecuencia de picado se determina por la frecuencia a la que el principal SCR conductivo de corriente de motor y el SCR conmutador se disparan y el factor de cometido se determina por el tanto por ciento de un periodo entre -- disparos consecutivos del SCR principal, que ha transcurrido cuando se dispara el SCR conmutador.

Cada componente en el circuito conmutador tiene que

estar dimensionado o sujeto a régimen, para cumplir los requisitos particulares de corriente de la aplicación - del circuito y también el factor de cometido del circuto de chopper. El régimen actual de cada componente es dependiente de la energía total gastada en el circuito, o más precisamente, el régimen es una función de los vatio-segundos por impulso, multiplicados por la frecuencia o número de impulsos por segundo. El establecimiento de régimen de cada uno de estos componentes determina no sólo el coste del circuito de conmutación, sino - también el peso, la eficacia y el tamaño físico del circuito.

Puesto que la función del circuito de conmutación es desconectar el SCR portador de la corriente de carga principal, es decir, el conmutador controlable, una consideración principal de diseño es asegurar que el circuito de conmutación tenga la capacidad de realizar esta función. La capacidad del circuito de conmutación se mide por la magnitud de corriente que puede suministrar. Con el fin de conmutar un SCR, el circuito de conmutación tiene que ser capaz de suministrar una corriente - de magnitud mayor que la corriente de carga media para un periodo de tiempo suficiente para permitir que el SCR vuelva a ganar su habilidad de bloqueo de avance. La corriente conmutadora de punta puede definirse en forma - matemático como:  $I = E \sqrt{C/L}$  donde I es la capacidad de corriente, E es el voltaje aplicado al capacitor, C representa el tamaño del capacitor en faradios y L repre-

senta el tamaño del inductor en henrios. Puesto que la capacidad de conmutación es proporcional a la corriente conmutadora de punta, resulta evidente que la capacidad de conmutación puede ser variada cambiando el voltaje -  
5 E, la capacitancia C y la inductancia L.

En un sistema de propulsión de motor, la energía -- eléctrica puede ser suministrada por un generador impulsado por un móvil primario a bordo del vehículo o por -- una fuente externa a través de una catenaria, de un ter -  
10 cer carril o de una disposición de cable de arrastre. Ha ciendo caso omiso de la fuente de energía, el voltaje - suministrado por los sistemas del día presente tiende a variar como una función de corriente de carga. Un siste -  
15 ma típico, por ejemplo, puede experimentar una variación de voltaje de 2 a 1 entre condiciones de baja corriente y alta corriente, ocurriendo el voltaje más bajo frecuen -  
temente al tiempo en que la corriente de carga se encuen -  
tra a un máximo. Con el fin de compensar esta variación de voltaje ha sido necesario diseñar un circuito de conmu -  
20 tación para conmutar corriente de carga de régimen al - voltaje esperado más bajo. Tales técnicas de diseño han dado por resultado el uso de componentes de conmutación de circuito de tamaño relativamente grande y el circuito de conmutación tiende a ser tan grande o mayor que los -  
25 componentes transportadores de corriente de carga princi pal. Además, el circuito de conmutación que suministra co rriente de carga de régimen a medio voltaje podría conmu tar dos veces la corriente de carga a pleno voltaje. Por

ejemplo, un circuito de conmutación destinado a conmutar 2.000 Amp. a 1000 V., podría conmutar 4000 Amp. a 2000 V. En el típico sistema de vehículo, el voltaje de fuente de 2000 V podría ocurrir en condiciones de corriente de baja carga es decir cuando el SCR principal está suministrando una corriente de carga media menor de 1000 Amp. De acuerdo con ello, el circuito conmutador también deberá ser capaz de disipar las pérdidas de exceso de energía asociadas con las más altas corriente de circuito de conmutación a 2.000 V.

Es un objeto del presente invento procurar un sistema de control de potencia mejorado, con control de régimen de tiempo.

Como ha sido cierto también en los sistemas de la técnica anterior, el sistema del invento comprende un circuito conmutador de tiristor controlado de régimen de tiempo, incluyendo un circuito de conmutación, conectado para controlar la corriente media en un motor de tracción eléctrico de corriente continua. El circuito de conmutación incluye un capacitor de conmutación, que suministra la energía requerida para efectuar la conmutación del tiristor transportador de la corriente de carga principal. El circuito del motor, que es necesariamente inductivo, está conectado en un camino de corriente de carga para el capacitor de conmutación. El circuito inductivo fuerza corriente de carga a continuar fluyendo aún cuando el voltaje a través del capacitor resulte mayor que el voltaje de fuente disponible. Un conmutador controlable es-

tá conectado en paralelo con el circuito inductivo y se cierra cuando el voltaje del capacitor alcanza un valor deseado. El cierre del conmutador procura un camino de baja impedancia y así termina la carga del capacitor -- conmutador.

5 De acuerdo con el invento, el diodo de marcha libre, normalmente formando puente sobre el motor, se reemplaza por un tiristor. Un circuito regulador vigila el voltaje desarrollado a través del capacitor conmutador y da paso al tiristor a conducción cuando el voltaje -- del capacitor alcanza una magnitud deseada. Preferentemente, esta magnitud es variada como una función de corriente de motor, por lo que corrientes excesivas se -- evitan durante condiciones de carga ligera, mientras que procura adecuada conmutación de corriente de carga pesada con voltaje de línea bajo. El circuito regulador incluye medios para comparar el voltaje de capacitor a una señal representativa de corriente de motor y para procurar una señal de paso de puerta al tiristor cuando el --

10

15

20

25

voltaje del capacitor alcanza un nivel suficiente para conmutar aquella magnitud de corriente de motor medida. Características protectoras adicionales se incorporan en el circuito regulador para retrasar el paso de puerta del tiristor hasta después de que el voltaje de capacitor llegue por lo menos a ser tan grande como el voltaje de fuente disponible, para asegurar por ello que -- el tiristor se obligue al avance al tiempo en que ocurre el paso de puerta. Otra característica protectora --

se incorpora para forzar al regulador a producir una señal de paso de puerta siempre que el voltaje de capacitor exceda de un voltaje máximo predeterminado. Se procura inmunidad de ruido por el establecimiento del intervalo de tiempo relativamente breve predeterminado durante el que puede aceptarse señales de apertura de puerta.

#### Descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de los objetos y características de este invento, puede hacerse referencia a la siguiente descripción tomada en conjunción con los dibujos adjuntos, en que:

La figura 1, es un diagrama esquemático simplificado de un circuito de potencia de control de régimen de tiempo y sistema de motor de tracción eléctrico incorporando el presente invento;

La figura 2, es un diagrama esquemático simplificado de una ejecución preferida del presente invento; y

La figura 3, es un diagrama esquemático detallado de un complemento preferido del circuito de control que forma una parte del presente invento. En esta figura 3, COMM significa señal de puerta conmutadora.

Haciendo ahora referencia a la figura 1, en la misma se ilustra un diagrama esquemático simplificado de una forma del presente invento según se aplica a un circuito de potencia controlado en régimen de tiempo o picador o chopper -11-, que está conectado para regular la aplicación de energía a un motor -10- de tracción --

eléctrica de corriente continua. El motor -10- de tracción eléctrica de corriente continua está ilustrado como un motor arrollado en serie, teniendo una armadura -20- y un arrollamiento -22- de campo conectado en serie. Un dispositivo conmutador controlado, ilustrado como un rec  
5 tificador controlado de semiconductor (SCR) -24-, un reac  
tor conmutador -26- y un reactor -28- de motor, conectan un terminal de armadura -20- o inducido a una borna -30- de energía de corriente continua. Una fuente -32- de corriente continua suministra energía de corriente conti--  
10 nua a la borna -30- a través de un interruptor S y un --  
reactor de filtro -34-. El circuito de potencia se completa por la conexión desde el terminal inferior del --  
arrollamiento -22- de campo a una borna -36- de energía  
15 negativa, que se conecta a la fuente -32- de corriente --  
continua. Un capacitor -38- de filtro está conectado entre la borna -30- y la borna -36- para alisar los voltajes transientes que aparecen sobre la borna -30- como un resultado de la acción conmutadora del SCR -24-.

20 Conectado en disposición de circuito paralelo con --  
el SCR -24- y el reactor conmutador -26- se encuentra un  
circuito conmutador -40-. El circuito conmutador -40- com  
prende un capacitor -42- conmutador, un inductor -44- con  
mutador y un SCR conmutador -46-. En adición se ha previs  
25 to un diodo -48-. que forma puente sobre el SCR -46-, que  
procura un camino de corriente inversa para permitir que  
el SCR -46- sea desconectado. Otro diodo -50- conecta el  
circuito conmutador -40- al terminal de cátodo del SCR --  
-24-. Los SCR-s -24- y -46- son controlados por el circui

to -52- de control chopper, que suministra señales de --  
apertura de puerta a terminales de puerta de los dos SCR-s  
de una manera para controlar el ciclo de tarea del SCR --  
-24- y así para regular la corriente media, que fluye a -  
5 través del inducido -20- del motor. Un diodo -56- de mar-  
cha libre está conectado en disposición de circuito en pa-  
ralelo con el motor -10- y el reactor -28-, para procurar  
un camino de corriente de motor cuando el circuito -11- -  
chopper es no conductivo.

10 El circuito -52- de control chopper es de un -- .  
tipo bien conocido en la técnica, que responde a una se--  
ñal  $I_c$  de mando de corriente y a una señal  $I_a$  de realimen-  
tación de corriente para regular el ciclo de tarea de SCR  
-24- de una manera que reduzca al mínimo la diferencia en  
15 tre la señal de corriente mandada y la señal de realimen-  
tación de corriente actual. Una descripción más detallada  
del circuito de control de chopper puede obtenerse hacien-  
do referencia a la Patente de EE.UU. nº 3.866.098 de Wei-  
ser, concedida el 11.2.1975 y transferida a la General --  
20 Electric Company. En el caso presente la señal  $I_a$  de rea-  
limentación de corriente se suministra por un dispositivo  
-54- medidor de corriente, conectado en el circuito de co-  
rriente de inducido. El dispositivo medidor de corriente  
puede ser cualesquiera de un número de bien conocidos dis-  
25 positivos medidores de corriente contínuas, tales como, por  
ejemplo, un dispositivo de efecto de Hall, un puente de -  
corriente o un reactor medidor de corriente incluyendo los  
circuitos adecuados para transmitir una señal representa-

tiva de corriente. La señal  $I_c$  de mando de corriente se suministra desde un control del operador (no ilustrado) como una función de la salida de energía deseada o velocidad del motor -10-.

5            Como es bien conocido, la corriente media que fluye a través del inducido -20- y del arrollamiento de campo -22- es proporcional al factor de tarea o tanto por ciento de tiempo de SCR/<sup>-24-</sup>y la velocidad de rotación del motor. Dejando que  $T_{on}$  sea igual al tiempo o al tiempo de conducción del SCR -24- y  $T_{off}$  igual al tiempo de desconexión o tiempo no conductor, el factor de tarea se define como  $T_{on} / (T_{on} + T_{off})$ . Con el fin de iniciar el tiempo de conexión del SCR -24-, se suministra un impulso de apertura de puerta al terminal de puerta del SCR

10            -24- por el circuito -52- de control chopper. Con el fin de terminar el tiempo de conexión, se suministra un impulso de puerta desde el circuito -52- de control chopper a un terminal de puerta SCR -46-. Puesto que es innecesario para una explicación y comprensión del presente invento, varios elementos bien conocidos en la técnica han sido omitidos del circuito de motor ilustrado. En particular, los elementos necesarios para complementar el frenado eléctrico o para complementar el debilitamiento del campo han sido omitidos. Para una descripción

15            más detallada de circuito de motor eléctrico arrollado en serie de corriente continua puede hacerse referencia a la patente de EE.UU. nº 3.525.027 de Weiser, concedida el 18 de Agosto de 1.970 y transferida a la General

20

25

Electric Company.

Antes de continuar la descripción del circuito de control según el invento, ahora se detallará el funcionamiento del circuito de motor descrito. Con el interruptor S cerrado, está disponible energía entre la borna -30- y la borna -36- para aplicación al motor -10-. Una señal de disparo aplicada al terminal de puerta del SCR -24- por el circuito -52- de control de chopper, dispara el SCR -24- a conducción y permite que fluya corriente desde la borna -30- a través del reactor conmutador -26-, SCR -24-, reactor de motor -28-, inducido -20- del motor y arrollamiento de campo -22-, a la borna -36-, creando un par de fuerzas y correspondiente rotación del inducido -20-. Después de un intervalo de tiempo predeterminado como por ejemplo, 0.001 segundo, se aplica una señal de disparo al SCR -46- abriendo la puerta de este SCR a conducción. La energía almacenada en el capacitor -42- conmutador se descarga a través del inductor conmutador -44- y SCR -46-. El efecto reactivo de la combinación oscilatoria del capacitor -42- e inductor -44- da por resultado una carga inversa, que se acumula sobre el capacitor -42- y en un intervalo de tiempo relativamente corto el potencial en la juntura intermedia entre el diodo -50- y el SCR -24- sube a una magnitud más positiva que el potencial sobre la borna -30-. Debido a este potencial más alto en el cátodo SCR -24-, se imprime un voltaje negativo o inverso a través del inductor -26- y un flujo de corriente comienza a transferirse desde el camino del SCR -24- al ca-

mino que incluye el diodo -50-. En el plazo de algunos microsegundos ha sido transferida corriente completamente al diodo -50-, y el SCR -24- ha cesado de conducir y es obligado a invertir. Al final de un intervalo de tiempo determinado por los valores relativos del inductor -44- y capacitor -42-, la corriente que fluye a través del inductor -44- invierte la dirección y se forma un camino de corriente a través del capacitor -42-, diodo -48- e inductor -44-. El flujo de corriente a través del diodo -48- obliga a invertir el SCR -46- haciéndole que cese de conducir. La corriente de carga a la armadura -14- continúa fluyendo a través del capacitor -42- y diodo -50-, hasta que el capacitor -42- se haya recargado a una magnitud de voltaje igual al voltaje entre las bornas -30- y -36-. En este tiempo, el potencial en el terminal de cátodo del SCR -24- es esencialmente igual a aquel en la boma -36-. Después de ello, a causa de que la reactancia inductiva del inducido del motor -20- y del arrollamiento de campo -22- junto con el reactor -28- de motor, continúa corriente fluyendo a través del capacitor -42-, diodo -50-, inducido -20- y arrollamiento de campo -22-, y el capacitor -42- es ulteriormente cargado. Esta acción da por resultado que el potencial en el terminal de cátodo del SCR -24- caiga a una magnitud más negativa que el potencial sobre la boma -36-. Ahora la corriente del motor comienza a transferirse al lazo comprendiendo el diodo de marcha libre -56-, el reactor -28- de motor, el inducido -20- y el arrollamiento

to de campo -22-. En este tiempo, la corriente se ha trans-  
ferido completamente al lazo incluyendo el diodo -56- de -  
marcha libre, el capacitor -42- alcanzando una condición -  
de exceso de carga. Este voltaje de exceso de carga sobre  
5 el capacitor -42- es directamente proporcional a la corrien-  
te de carga y a la inductancia de circuito e inversamente -  
proporcional a la capacitancia del capacitor -42-. Sin embar-  
go, se limita generalmente a un valor dentro de algunos vol-  
tios del voltaje sobre la boma -36-, puesto que el diodo  
10 -56- comienza a conducir tan pronto como resulta obligado  
al avance. Después de algunos milisegundos, dependiendo de  
la salida de energía deseada del motor -10-, se aplica de  
nuevo un impulso de apertura de puerta al SCR -24- y se re-  
pite el ciclo arriba descrito.

15 Como resulta evidente de la discusión arriba descrita,  
el SCR -24- se abre en puerta periódicamente a conducción  
para aplicar por ello impulsos de corriente desde la fuente  
-32- al inducido/<sup>-20-</sup>del motor y al arrollamiento de campo --  
-22-. También es evidente que los componentes del circuito  
20 conmutador tienen que ser capaces de suministrar suficien-  
te energía para (1) forzar transferencia de corriente des-  
de el SCR -24- al capacitor -42-, (2) aplicar una obliga-  
ción inversa al SCR -24- durante suficiente tiempo para --  
que el SCR recupere su capacidad de bloqueo de voltaje de  
25 avance y (3) todavía tenga suficiente energía restante en -  
el capacitor -42- para hacer flujo de corriente a través -  
del diodo -48- con el fin de aplicar una obligación inver-  
sa al SCR -46- durante un tiempo suficiente para que el --

mismo recupere su capacidad de bloqueo de voltaje de --  
avance. Si el circuito conmutador fuese incapaz de sumi-  
nistrar este importe de energia, dará por resultado una  
condición de "cierre" en que se aplica continuamente un  
5 máximo voltaje disponible al motor -10-, bien sea a tra-  
vés del SCR -24- ó del SCR -46-. De acuerdo con ello, el  
ir incorporando suficiente capacidad de energia conmuta-  
dora en el diseño del circuito conmutador es una preocu-  
pación principal en sistemas de control de chopper.

10 De la discusión arriba citada resultará evidente -  
que el capacitor conmutador -42- tiene que ser capaz de  
suministrar una corriente de punta considerablemente en  
exceso de la corriente de motor media que se suministra  
por el SCR -24-. En general, corriente conmutadora de -  
15 punta tiene que ser aproximadamente dos veces la magni-  
tud de la corriente de carga de punta. A causa de que -  
la fuente -32- de corriente continua típica no es capaz  
de suministrar un voltaje constante para todos los nive-  
les de corriente, el voltaje sobre la borna -30- tiende  
20 a disminuir con corriente de motor creciente. En una --  
aplicación típica de motor de tracción, el voltaje so--  
bre la borna -30- puede variar en un alcance de 2 a 1, es  
decir, un voltaje de fuente nominal de 2.000 V puede de-  
caer hasta tan bajo como 1.000 V bajo condiciones de --  
25 plena carga. Puesto que la cantidad de energia, que pue-  
de suministrar el capacitor -42- conmutador, es una fun-  
ción del tamaño del capacitor y del voltaje desarrolla-  
do a través del mismo, resultará evidente que, con el -

fin de suministrar la máxima energía conmutadora al volta  
je de suministro más bajo, el capacitor tiene que ser di-  
señado alrededor de estos criterios. En particular, puede  
demostrarse que para un circuito oscilatorio con una fre-  
5 cuencia resonante constante, la capacitancia tiene que --  
ser duplicada y la inductancia dividida a la mitad con el  
fin de tener suficiente energía conmutadora, cuando el vol  
taje sobre la borna de suministro haya caído a la mitad -  
del valor. A voltaje de régimen esto dá por resultado que  
10 la capacidad conmutadora es doble de la necesaria para --  
conmutación apropiada.

El presente invento procura un procedimiento y un --  
aparato para reducir significativamente el tamaño del cir-  
cuito conmutador mientras que todavía procura suficiente  
15 energía para conmutar, tanto el SCR transportador de la -  
corriente principal, como el SCR conmutador incluso bajo  
condiciones de energía máxima y bajo voltaje de línea. Co  
mo se ilustra en la figura 1, en una ejecución del presen  
te invento, un circuito inductivo está conectado entre el  
20 ánodo del diodo -50- y la borna -36- de suministro negati  
va. El circuito inductivo comprende la combinación en se-  
rie de diodo -58- e inductor -60- con un tiristor conecta  
do en paralelo inverso o SCR -62- conectado a través del  
inductor -60-. El diodo -68- e inductor -60- procuran un  
25 camino de corriente de carga alterno para el capacitor --  
-42- y permite que el capacitor sea sobrecargado a un va-  
lor controlable significativamente mayor que el voltaje de  
suministro disponible. El funcionamiento del circuito chop

per es esencialmente el arriba descrito; sin embargo, --  
cuando comienza a descargarse el voltaje del capacitor -  
-42-, es decir cuando su terminal inferior resulta posi-  
5 tivo respecto a la borna -36-, el diodo -58- resulta for-  
zado hacia adelante y fluye corriente a través del mismo  
y el inductor -60- conectado en serie. Durante el ciclo  
de recarga como el voltaje a través del capacitor -42- --  
comienza a aumentar en la dirección de avance, fluye co-  
rriente no solo a través del diodo -50- y circuito de mo-  
10 tor -10-, sino también a través del diodo -58- e inductor  
-60-. Cuando el voltaje en el terminal de cátodo del SCR  
-24- alcanza el valor del voltaje en la borna -36-, co--  
mienza a fluir corriente de motor a través del diodo -56-  
y el diodo -50- es obligado a invertirse. Sin embargo, la  
15 reactancia inductiva del inductor -60- fuerza a que con-  
tinúe corriente fluyendo a través del capacitor -42-, dí-  
o -58- e inductor -60- a la borna negativa -36-. Este -  
flujo de corriente continuará tirando del terminal infe-  
rior del capacitor -42- hacia un valor negativo, que se-  
20 rá sustancialmente menor que el voltaje sobre la borna -  
negativa -36-. Dada reactancia apropiada en el inductor  
-60-, el voltaje sobre el capacitor -42- puede obligarse  
a alcanzar un valor, que puede dar por resultado una in-  
terrupción en los dispositivos de semiconductor, conecta-  
25 dos en circuito con el capacitor. Sin embargo, antes de  
alcanzar este voltaje puede aplicarse una señal de puer-  
ta al SCR -62- para poner en cortocircuito el inductor --  
-60- y permitir que circule corriente a través de aquel

inductor a través del camino cerrado, formado por el SCR -62-. En efecto, el inductor -60- y el SCR -62- procuran el medio para regular la magnitud del voltaje para que se acumule sobre el capacitor -42-.

5           Un circuito -63- lógico de control adaptivo para regular la magnitud del voltaje, que debe desarrollarse sobre el capacitor -42-, comprende una pluralidad de medios de comparación para vigilar la magnitud del voltaje sobre el capacitor y para compararlo a un valor de referencia  
10 deseado. Como se ilustra en la figura 1, un primer amplificador -64- aislante tiene terminales primero y segundo de entrada, conectados respectivamente a placas opuestas del capacitor -42-. El amplificador aislante -64- procura una señal de salida  $V_c$  que es representativa del voltaje desarrollado a través del capacitor. Como resultará  
15 evidente, a fines de ilustración, los circuitos ilustrados en la figura 1 se simplifican a la extensión en que varios elementos resistivos, normalmente asociados con un circuito, han sido omitidos en tal ambiente. Un terminal de salida o amplificador -64- está conectado a un --  
20 primer terminal de entrada de un comparador -66-. Un segundo terminal de entrada de comparador -66- está conectado a un terminal de salida del dispositivo -54- medidor de corriente. El comparador -66- compara la señal  $V_c$  representativa de voltaje desde el amplificador -64-, con  
25 la señal  $I_a$  representativa de corriente, desde el dispositivo -54- medidor de corriente y procura una señal de salida, cuando la proporción del voltaje de capacitor de

conmutación a corriente de motor es apropiada para un régimen de equipo dado. Los expertos en la técnica de electrónica reconocerán que pueden utilizarse elementos resistivos para ajustar las amplitudes de las respectivas señales, para acomodarse a cualquier régimen deseado de proporción. La proporción apropiada entre el voltaje sobre el capacitor -42- a la corriente a través del motor -10- asegurará que el capacitor -42- tenga suficiente energía disponible para conmutar el SCR -24-.

5  
10  
15  
20  
25

Un segundo amplificador aislante -67- está conectado para vigilar el voltaje sobre el capacitor de filtro -38- y para procurar una señal  $V_f$  proporcional al voltaje de filtro. La señal de voltaje  $V_f$  se suministra a un primer terminal de un segundo comparador -68-, cuyo comparador tiene un segundo terminal de entrada, conectado al terminal de entrada del amplificador -64-. El comparador -68- procura una señal de habilitación siempre que el voltaje a través del capacitor -42- exceda del voltaje de filtro sobre la borne -30-. Esta señal es utilizada para retardar la apertura de puerta del SCR -62- hasta que se obligue al avance, puesto que una señal de puerta antes de -- aquel tiempo no hará que el SCR -62- resulte conductivo. Una señal de salida del comparador -68- se conecta a un primer terminal de entrada y un circuito -70- lógico AND. Un segundo terminal de entrada del circuito lógico -70- se conecta a un terminal de salida del comparador -66-. El circuito lógico -70- procurará una señal de salida sólo si sus dos señales de entrada están en el estado apropiado.

Así, no se procurará ninguna señal desde el circuito lógico -70-, a no ser que el voltaje sobre el capacitor -42- sea mayor que el voltaje sobre la borna -30- y solo si el voltaje sobre el capacitor -42- excediese de la proporción apropiada de la magnitud de corriente que fluye en el motor -10-.

En algunos casos es posible que el sistema adaptivo, siendo responsable de la magnitud de la corriente de carga, intente exigir una carga que se acumule sobre el capacitor -42-, que sea más alta de lo que actualmente se requiere para conmutación. Por ejemplo, en respuesta a una corriente de falta que pudiera haber alcanzado varios millares de amperios en magnitud, el sistema adaptivo reclamará una magnitud equivalente de carga, que se acumule sobre el capacitor -42-. De acuerdo con ello, se incorpora una característica protectora en el sistema para asegurar que el capacitor -42- no resulte cargado a un nivel, que dé por resultado un derrumbamiento de voltaje de los componentes de semiconductor en el circuito de conmutación -chopper. Esta característica protectora se complementa en una disposición, que sobrepasa el sistema adaptivo y obliga a que se suministra una señal de apertura de puerta al tiristor -62- siempre que el potencial sobre el capacitor -42- exceda de una magnitud de voltaje máxima predeterminada y también exceda del voltaje sobre el capacitor -38-.

Haciendo referencia a la figura 1, la antes mencionada característica protectora se complementa comparando la señal de voltaje  $V_c$  representativa del potencial sobre el

capacitor -42-, a la señal de referencia de voltaje  $V_m$  -  
representativa del voltaje deseable máximo en un tercer  
comparador -74-. De acuerdo con ello, el terminal de sa-  
lida del amplificador -64-, al que se produce el  $V_c$ , se  
5 conecta a un primer terminal de entrada del comparador -  
-74-. La señal  $V_m$  de referencia de voltaje se acopla a -  
un segundo terminal de entrada del comparador -74- desde  
una fuente de voltaje que se describirá aquí posterior--  
mente. El comparador -74- generará una señal de habilita-  
10 ción (una señal lógica -1- en la ejecución ilustrativa) -  
siempre que la magnitud de  $V_c$  exceda de aquella de  $V_m$ . La  
señal de habilitación es acoplada desde un terminal de sa-  
lida del comparador -74- a un primer terminal de entrada  
de un circuito -75- AND lógico. Un segundo terminal de -  
15 entrada del circuito -75- AND se conecta a un terminal -  
de salida del comparador -68- por lo que el circuito -75-  
AND producirá una señal de salida lógica -1- cuando el po-  
tencial sobre el capacitor -42- exceda de la magnitud de  
referencia establecida por la señal de referencia  $V_m$ , pero  
20 solo si el potencial sobre el capacitor -42- excediese del  
potencial sobre el capacitor de filtro -38-.

Un terminal de salida del circuito lógico -75- AND -  
está conectado a un primer terminal de entrada de un cir-  
cuito lógico -76-OR. Un segundo terminal de entrada del -  
25 circuito OR -76- se conecta a un terminal de salida del -  
circuito -70- AND por lo que el circuito OR -76- produci-  
rá una señal lógica -1- que responde a cualesquiera de --  
las condiciones establecidas por el circuito -70- AND o -

el circuito -75- AND.

Aunque la señal desarrollada por el circuito lógico -76- podría ser utilizada para disparar directamente el SCR -62-, se ha encontrado que voltajes de ruido transiente, que aparecen en las señales de realimentación pudieran dar origen a disparo indeseado del SCR -62-. De acuerdo con ello, se ha procurado otra función de inhibición con un circuito lógico adicional -72-. Este circuito lógico tiene como una primera señal de entrada, la deseada señal de disparo desarrollada por el circuito lógico -76- y, como segunda señal de entrada, una señal de reloj regulada en tiempo o señal de ventana  $T_w$ , es decir una señal que está presente sólo durante un periodo de tiempo específico durante cada ciclo de funcionamiento del circuito picador o de chopper. Preferentemente la señal de ventana  $T_w$  se iniciaría al comienzo del ciclo de conmutación y duraría durante algún periodo de tiempo predeterminado, suficiente para asegurar que el capacitor -42- haya alcanzado una carga adecuada.

La señal desarrollada por el circuito -72- AND se aplica a través del circuito lógico OR -78- a un circuito -80- disparador de SCR. El circuito -80- disparador puede ser de un tipo bien conocido en la técnica, que procura suficiente energía de impulsión a la señal lógica desde el circuito OR -78- para forzar a conducción al SCR -62-. El circuito OR -78- es utilizado para procurar dos impulsos de disparo consecutivos al SCR -62-. Tal doble disparo procura mayor seguridad de que el SCR será conectado a

puerta a conducción. En la ejecución ilustrada, se procura doble disparo, conectando el terminal de salida del circuito AND -72- a un circuito -82- de retardo de tiempo, que después de ello procura una señal retardada a un segundo terminal de entrada del circuito OR -78-. Puesto que el circuito -78- OR procura una señal de salida siempre que alguno de sus terminales de circuito esté excitado, así se producirán dos señales y se suministrarán al circuito -80- de disparo de SCR.

10 Como se apreciará de la descripción dada arriba, el SCR -62- está normalmente en una condición no conductiva y se lleva a puerta a conducción siempre que la carga sobre el capacitor -42- alcance una magnitud, determinada por la corriente de carga o siempre que la carga alcance un valor  
15 máximo predeterminado. Como puede observarse, el comparador -66- responde a la magnitud actual de la corriente que fluye en el motor -10- y así varía eficazmente la regulación de tiempo de la señal de disparo al SCR -62- de una manera que ajuste adaptivamente la energía de conmutación a un valor  
20 ideal, proporcional a la corriente de carga. La cantidad de energía de exceso, que ordinariamente se disiparía en el circuito de conmutación de chopper se reduce por ello al mínimo.

25 La ejecución de la figura 1 requiere la adición de un inductor -60-, un SCR -62- y un diodo -58- para realizar la función deseada. Sin embargo, cuando la carga aplicada al circuito chopper es un motor de tracción eléctrica de corriente continua y particularmente uno que requiera reactancia de motor adicional, tal como se ilustra en -28-, se ha encontra-

do que la reactancia de motor y el motor mismo pueden utilizarse en lugar del inductor -60-.

Haciendo ahora referencia a la figura 2, en la misma se ilustra otra ejecución del presente invento, en que los elementos adicionales han sido eliminados y el diodo de --  
5 marcha libre ha sido remplazado con un tiristor o SCR -84-. El circuito lógico -63- para controlar la conducción del SCR -84- es el mismo circuito de control ilustrado en la figura 1 para controlar el SCR -62-. Así, la única diferen-  
10 cia entre el circuito de la figura 1 y aquel de la figura 2 se encuentra en la sustitución del diodo -56- de marcha libre por el SCR -84- y la consiguiente eliminación del -- diodo -58-, inductor -60- y SCR -62-. El funcionamiento del circuito de la figura 2, es sustancialmente el mismo que se  
15 ha descrito respecto a la figura 1. En la figura 2, sin embargo, la carga sobre el capacitor -42- se fuerza a acumularse en virtud de la corriente de carga, que fluye a través del motor -10-. Aunque éste tiende a tirar del voltaje en el cátodo del SCR -24- a un valor sustancialmente inferior, el  
20 voltaje inferior no tiene ningún efecto significativo sobre el funcionamiento del circuito chopper en tanto que el voltaje a través del circuito chopper no exceda del voltaje de ruptura hacia arriba de los semiconductores en el circuito. El circuito de protección, descrito anteriormente, asegura  
25 que la apertura de puerta del SCR -84- ocurra antes de que se alcance el voltaje de subida de ruptura, es decir, que la referencia de voltaje  $V_m$  asegurará que la señal de disparo se procure para abrir la puerta del SCR -84- a conducción si el voltaje desarrollado sobre el capacitor -42- al-

canzase el voltaje permisible máximo y si fuese de magnitud mayor que el voltaje sobre el capacitor -38-.

5 La ejecución ilustrada en la figura 2, es una ejecución preferida del circuito de energía, puesto que reduce al mínimo claramente el número de componentes, requerido para controlar un motor de tracción de corriente continua. Sin embargo, otros complementos de este concepto de energía adaptiva son posibles, tales como, por ejemplo, procurando una borna de potencia adicional, a la que podría conectarse un terminal del capacitor por un elemento conmutador controlable, permitiendo así que el capacitor -42- sea cargado a una fuente de voltaje separada.

10

Haciendo ahora referencia a la figura 3, en la misma se ilustra una ejecución preferida del circuito -63- lógico de control adaptivo para controlar la magnitud del voltaje desarrollado sobre el capacitor -42-. El circuito de aislamiento -64-, que reduce la magnitud del voltaje sobre el capacitor -42- a un nivel lógico usual, mientras que establece una impedancia de fuente baja y menos susceptibilidad de ruido, se ilustra como comprendiendo un par de amplificadores -65- y -88- diferenciales, conectados en serie. El terminal superior del capacitor -42- está conectado a un terminal de entrada inversor del amplificador diferencial -65- a través de un resistor en serie -84-. Similarmente, el terminal inferior del capacitor -42- está conectado al terminal de entrada no inversor del amplificador -65- a través de un resistor en serie -86-. Tanto el resistor -84-, como el resistor -86- son de valor relativamente grande, con el

15

20

25

fin de aislar el amplificador -65- de grandes voltajes -- que aparecen sobre el capacitor -42-. En el complemento - ilustrado en la figura 3, el segundo amplificador diferencial -88- está conectado en serie con el amplificador -65- para aislar ulteriormente la señal de voltaje, desarrollada sobre el capacitor -42-, antes de convertirla en una señal de voltaje referida a potencial de tierra. El amplificador -65- incluye un resistor -90- de realimentación estabilizador, que interconecta su terminal de salida y su terminal de entrada inversor. Un divisor de voltaje comprendiendo resistores -92- y -94-, está conectado en serie entre una fuente de voltaje + V y potencial de tierra. El punto intermedio entre los resistores -92- y -94- está conectado a través de otro resistor -96- al terminal de entrada no inversor del amplificador -65-. Un voltaje proporcional al voltaje se desarrolla en la juntura entre medias de los resistores -92- y -94-. El terminal de salida del amplificador -65- se conecta a través de un resistor -98- al terminal de entrada inversor del amplificador -88-. La juntura entre los resistores -92- y -94- se conecta a través de un resistor -100- al terminal de entrada no inversor del amplificador -88-. El amplificador -88- está conectado como un amplificador operacional diferencial e incluye un resistor de realimentación -102-, conectado entre su terminal de entrada inversor y su terminal de salida. Un resistor adicional -104- está conectado entre su terminal de entrada no inversor y potencial de tierra. El amplificador -88- procura la señal  $V_c$  de referencia de voltaje, representativa del -

voltaje sobre el capacitor -42- con referencia a potencial de tierra.

La señal  $V_f$  de voltaje de filtro se deriva de una manera similar a aquella para derivar la señal de voltaje  $V_c$ . El circuito -67- de aislamiento de voltaje es idéntico al circuito -64- y, por lo tanto se ilustra sólo en forma de bloque. El voltaje desarrollado sobre el capacitor de filtro -38-, cuyo voltaje representa el voltaje de fuente disponible, se vigila por el circuito -67-, cuyo circuito produce la señal  $V_f$  representativa de la magnitud del voltaje de filtro.

La señal  $I_a$  del dispositivo -54- medidor de corriente, se aplica a un terminal de entrada no inversor del comparador -66- a través de un resistor en serie -106-. La señal  $V_c$  de referencia de voltaje del circuito -64-, se aplica al mismo terminal de entrada no inversor a través de un resistor -108- en serie. Por lo tanto, las dos señales, es decir, la señal  $I_a$  y la señal de referencia de voltaje  $V_c$  se suman en el terminal de entrada no inversor del comparador -66-. El terminal de entrada inversor del comparador -66- se refiere a tierra a través del resistor -110-. Con el fin de asegurar conmutación rápida del comparador -66- se ha previsto también un camino de realimentación positivo desde su terminal de salida a su terminal de entrada no inversor a través de un resistor -112- en serie. Un resistor de tracción ascendente -114- conecta el terminal de salida del comparador -66- a una fuente de voltaje + V. En adición está conectado un capacitor de filtro

de ruido -116- entre el terminal de entrada no inversor y potencial de tierra. El amplificador -66- está dispuesto para procurar una señal de salida lógica -1- (una señal de voltaje positivo) cuando el voltaje sobre el capacitor --

5 -42- excede de un valor predeterminado, que varía como una función de la corriente a través del motor -10-.

La señal  $V_c$  de referencia de voltaje desde el circuito -64- también se aplica a través de un resistor -118- al terminal de entrada no inversor del comparador -74-. El comparador -74- está conectado esencialmente en la misma configuración que el comparador -66-, es decir, un resistor de resalimentación positivo -120- está conectado entre su terminal de salida y su terminal de entrada no inversor y un resistor -122- de tracción ascendente está conectado entre

10 la fuente de voltaje + V y el terminal de salida del amplificador. Además, un capacitor de filtro de ruido -124- está conectado entre el terminal no inversor y potencial de tierra. La señal representativa del voltaje máximo permisible  $V_m$  sobre el capacitor -42- se suministra por un divisor de

15 voltaje, que comprende resistores -126- y -128- , que están conectados en serie entre la fuente + V y potencial de tierra. El voltaje  $V_m$  se desarrolla en la juntura entre los --

20 dos resistores -126- y -128- cuya juntura está conectada al terminal de entrada inversor del comparador -74-. El comparador -74- así procura una señal de salida lógica -1-, siempre que el voltaje sobre el capacitor -42- exceda del voltaje máximo predeterminado permisible sobre el capacitor, como se establece por la señal  $V_m$ .

25

El terminal de circuito -64- también está conectado, a través de un resistor -130-, a un terminal de entrada no inversor del comparador -68-. De nuevo, el comparador -68- es esencialmente igual que los comparadores -74- y -66- e incluye un resistor positivo de realimentación -- -132-, conectado entre su terminal de entrada no inversor y su terminal de salida. Un resistor -134- de tracción as cendente está conectado entre su terminal de salida y una fuente de voltaje + V. Un capacitor -136- de filtro de rui  
do también está conectado entre su terminal de entrada no  
inversor y potencial de tierra para proteger el terminal  
de entrada ante puntas de ruido. Para compensar toleran--  
cias en los circuitos aisladores de voltaje para  $V_c$  y  $V_f$   
y garantizar que  $V_c$  sea mayor que  $V_f$  se ha encontrado ne-  
cesario procurar una ligera desviación en el terminal de  
entrada del comparador -68-. Esta desviación se procura -  
por una señal de voltaje negativa suministrada desde una  
fuente -V de voltaje negativo a través de un resistor -138-  
al terminal de entrada no inversor del comparador -68-. -  
La señal  $V_f$ , es decir, la señal representativa del volta-  
je sobre la boma -30-, se aplica al terminal de entrada  
inversor del comparador -68- a través de un resistor -140-  
conectado en serie. Un capacitor adicional -142- de filtro  
de ruido está conectado entre su terminal de entrada inver-  
sor y potencial de tierra. El comparador -68- está así co-  
nectado para procurar una señal de salida lógica -1- siem-  
pre que el voltaje sobre el capacitor -42- exceda del vol-  
taje sobre el capacitor de filtro -38- por algún nivel pre

determinado.

Como se ha observado previamente, la señal desarro--  
llada en el terminal de salida del comparador -66- se --  
aplica a un primer terminal de entrada de una puerta lógi  
5 ca -70-. Un segundo terminal de entrada de puerta lógica  
-70- se conecta para recibir una señal de habilitación, -  
desarrollada en el terminal de salida del comparador -68-.  
Aunque en la figura 1 la puerta lógica -70- ha sido ilus-  
trada como una puerta AND y puede observarse que la puerta  
10 lógica -70- está complementada preferentemente como una -  
puerta lógica NAND. El uso de una puerta lógica NAND en -  
lugar de puertas lógicas AND o OR se continúa en las fun-  
ciones lógicas adicionales de la ejecución ilustrativa,  
puesto que es más económico obtener puertas lógicas en la  
15 forma NAND. Por lo tanto, los circuitos lógicos -75- y --  
-76- ilustrados en la figura 1 como una puerta AND y una  
puerta OR respectivamente, se complementan a través del -  
uso de dos puertas NAND -144- y -146-. El terminal de sa-  
lida del comparador -74- está conectado a un terminal de  
20 entrada de la puerta NAND -144- y el terminal de salida  
del comparador -68- está conectado a otro terminal de en-  
trada de la puerta NAND -144-. Un terminal de salida de -  
la puerta NAND -144- está conectado a un terminal de en--  
trada de la puerta NAND -146-. Un segundo terminal de en-  
25 trada de la puerta NAND -146- está conectado a un termi--  
nal de salida de la puerta NAND -70-. Como es bien conoci-  
do, la puerta NAND procurará una señal de salida lógica -  
-1- siempre que o bien sus terminales de entrada estén ex

citados por una señal lógica 0. Así, procurando inversión de las señales desarrolladas por los comparadores -66-, -74- y -78-, la puerta NAND -146- funciona esencialmente como un circuito lógico OR.

5           En la ejecución ilustrada en la figura 3, el circuito lógico AND -72- se realiza por un par de multivibradores del tipo de flipflops -148- y -150-. El flipflop -148- tiene su reloj y el terminal de entrada D puestos a tierra y su terminal de entrada SET conectado para recibir una señal de reloj sincronizada a la señal de puerta conmutadora (el impulso COMM) desarrollado por el circuito -52- de control de chopper. La salida Q de flipflop -148- está conectada al terminal de entrada D de flipflop -150-. El terminal de entrada SET del flipflop -150- está puesto a tierra en su terminal de entrada de reloj CLOCK está conectado al terminal de salida de la puerta -146- NAND. Los terminales RESET de reajuste de ambos flipflops -148- y -150- están conectados a un terminal de salida de un circuito de retraso de tiempo -155- para recibir una señal de reajuste, que está retrasada respecto a la señal de ajuste por un periodo de tiempo predeterminado. El periodo de tiempo entre las señales de ajuste y de reajuste a los flipflops -148- y -150- representa la señal de "ventana" descrita con referencia a la figura 1.

25           Según se ilustra en la figura 3, un método preferido para generar una señal de ventana es aplicar la señal de puerta conmutadora (impulso COMM) a través de un capacitor -151- y resistor -153- al terminal SET de ajuste del flip

flop -148- para iniciar el periodo de tiempo de "ventana". La ventana se termina por el retraso del impulso COMM a través del circuito -155- de retraso de tiempo y suministrando el impulso retrasado COMM a los terminales RESET de reajuste de los flípflops -148- y -150-. De esta manera, el flípflop -148- estará "ajustado" siempre que una señal de puerta se aplique al tiristor conmutador -46-. Esta señal, por lo tanto, inicia el periodo de tiempo, durante el que es permisible pasar señales de control para ajustar la magnitud de voltaje sobre el capacitor -42-. La señal de impulso COMM retardada, que ocurre en un periodo de tiempo determinado después del impulso COMM, termina el periodo de tiempo (la "ventana") durante el que los impulsos pueden ser aplicados para controlar el voltaje sobre el capacitor -42-.

Cuando el Flípflop -148- se ajusta por el impulso de la señal COMM, se aplica una señal lógica -1- al terminal de entrada D del flípflop -150- desde el terminal de salida Q del flípflop -148-. Si se aplica una señal lógica -1- al terminal de entrada de reloj del flípflop -150- desde la puerta NAND -146- durante el tiempo, en que el terminal de entrada D está en una lógica -1-, el terminal de salida Q del flípflop -150- pasará en transición a una condición lógica -1-. De esta manera los flípflops -148- y -150- funcionan como un circuito AND para permitir que la señal desde la puerta NAND -146- pase a través si y solamente si ocurre la señal durante un periodo de tiempo predeterminado después de haberse producido la señal de paso de puerta de conmuta-

ción.

El terminal de salida Q del flipflop -150- está conectado a un terminal de entrada de un multivibrador -152- monoestable (de un tiro). El multivibrador -152- es utilizado como un circuito de retraso de tiempo correspondiente a aquel indicado en la figura 1 por el circuito de retraso de tiempo -82-. Como se ha discutido con referencia a la figura 1, el circuito de retardo de tiempo es útil para generar doble pulsación del tiristor -84- de marcha libre. El circuito lógico OR -78- de la figura 1, se realiza por una puerta -154- NAND en la figura 3 puesto que la puerta NAND es más fácilmente disponible en sus funciones. La puerta -154- NAND tiene un primer terminal de entrada conectado al terminal de salida Q del flipflop -150- y un segundo terminal de entrada conectado a un terminal de salida  $\bar{Q}$  del multivibrador -152-. Un terminal de salida de la puerta NAND -154- está conectado a un terminal de entrada de otro multivibrador -156- de un tiro. El multivibrador -156- procura un impulso de puerta al circuito de disparo -80- (véase figura 1) que procura los impulsos de disparo al tiristor de marcha libre. Puesto que el circuito de disparo -80- es de un tipo bien conocido en la técnica, no se ilustra la ejecución detallada de tal circuito.

En el funcionamiento del circuito ilustrado en la figura 3, la señal  $V_c$  es aplicada a los 3 comparadores -66-, -74- y -68-. Cuando  $V_c$  excede de la señal  $I_a$ , el comparador -66- cambiará de estado y procurará una señal de salida lógica -1- al primer terminal de entrada de la puerta NAND --

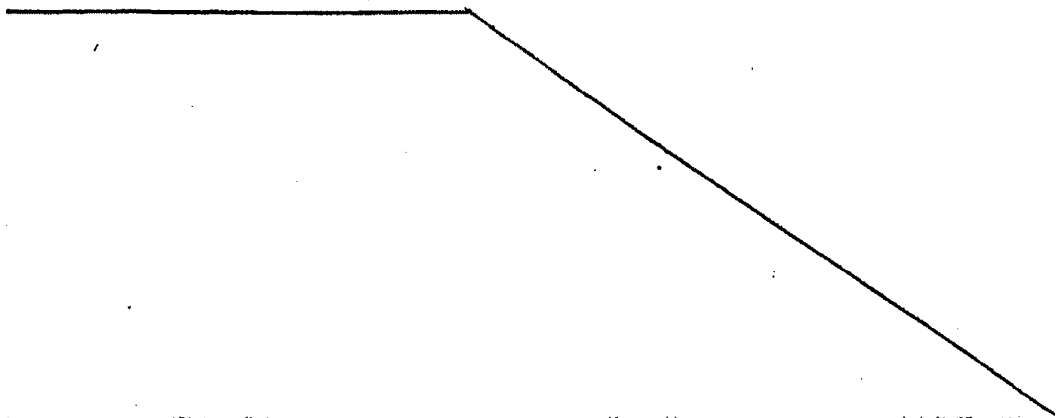
-70-. Sin embargo, a no ser que la señal  $V_c$  haya excedido de la magnitud de la señal  $V_f$ , la puerta -70- NAND no responderá a la señal del comparador -66-, y la señal de salida desde la puerta NAND -70- permanecerá en una condición lógica -1-. Por otra parte, si el comparador -68- ha cambiado de estado, indicando así que el voltaje sobre el capacitor -42- excede del voltaje sobre la borna -30-, se procurará una señal lógica -1- al segundo terminal de entrada de la puerta NAND y su señal de salida entonces pasará en transición a una condición lógica 0. Cuando se aplica una señal lógica 0 al primer terminal de entrada de la puerta NAND -146-, su señal de salida inmediatamente pasa en transición a una señal lógica -1-. Sin embargo, si el voltaje del capacitor -42- hubiera excedido del voltaje  $V_m$  máximo permisible predeterminado y también la magnitud del capacitor -38- en su voltaje, antes de este acontecimiento, los comparadores -68- y -74- hubieran pasado en transición a los estados de salida lógicos -1- que, cuando se aplican a la puerta NAND -144-, hubieran procurado ya una señal de salida lógica 0 al segundo terminal de entrada de la puerta NAND -146-. Esta señal de entrada lógica 0 también forzaría la señal de salida desde la puerta NAND -146- a una transición lógica -1-. De acuerdo con ello, cualquier combinación de los acontecimientos arriba descritos dará por resultado una señal de reloj, que está aplicada al terminal de entrada de reloj del Flipflop -150- desde la puerta -146- NAND. Si la señal de reloj se aplica al flipflop -150- fuera del periodo de tiempo establecido co-

mo periodo de "ventana", tanto el flipflop -148-, como -  
el flipflop -150- estarán en una condición reajustada y  
sus terminales de salida Q estarán en estados lógicos 0.  
Puesto que la señal de reloj solamente puede ajustar a -  
5 reloj la señal sobre el terminal de entrada D al terminal  
de salida Q, resultará evidente que la señal de salida -  
sobre el terminal de salida Q del flipflop -150- permane  
cerá en una condición lógica 0. Sin embargo, si la señal  
de reloj desde la puerta NAND ocurre durante el periodo  
10 predeterminado de "ventana", la señal sobre el terminal -  
de entrada D del flipflop será una lógica -1- y la señal  
de reloj hará que el terminal de salida Q desarrolle una  
señal lógica -1-. La señal lógica -1- desde el terminal -  
de salida Q del flipflop -150- se aplicará al primer ter  
15 minal de entrada de la puerta NAND -154- y también al ter  
minal de entrada del multivibrador de un tiro -152-. El -  
segundo terminal de entrada de la puerta NAND -154- se --  
conecta al terminal de salida invertido del multivibrador  
-152-, de tal modo que una señal lógica -1- se aplique --  
20 normalmente a la puerta NAND -154-. De acuerdo con ello,  
cuando la señal en el terminal de salida Q del flipflop --  
-150- pasa en transición a un estado lógico -1-, los dos  
terminales de entrada de la puerta NAND -154- estarán re  
cibiendo señales lógicas -1- y la señal de salida de la -  
25 puerta NAND -154- pasará en transición al estado lógico 0.  
Esta transición así disparará el multivibrador -156- de -  
un tiro y dará por resultado que se aplique una señal de  
puerta al circuito disparador SCR -80-. Al mismo tiempo,

el multivibrador -152- cambiará de estado en respuesta a la señal desde el flipflop -150- y la señal sobre la segunda entrada de la puerta NAND -154- así se invertirá, en el plazo de microsegundos, volviendo a un estado lógico 0. Esto terminará la señal lógica 0 en el terminal de salida de la puerta NAND -154- para un periodo de tiempo designado en el multivibrador -152-. Siempre que el multivibrador -152- exceda en el tiempo, su terminal  $\bar{Q}$  de salida volverá a una lógica -1- y un segundo impulso de disparo en forma de una lógica -1- a la lógica 0 de transición ocurrirá en el terminal de salida de la puerta NAND -154-. Esto asegurará que el multivibrador -156- de un tiro se dispare de nuevo y se aplique una segunda señal de disparo al circuito disparador SCR -80-.

Se apreciará que el invento arriba descrito procura un medio para regular el voltaje sobre un capacitor de conmutación, en un circuito de conmutación chopper. Esta regulación permite que se reduzca significativamente el tamaño del circuito de conmutación, puesto que ya no se requiere que el circuito de conmutación se diseñe para corriente máxima al voltaje más bajo posible.

La presente Patente de Invención recaerá sobre las reivindicaciones que se indican a continuación.



REIVINDICACIONES

1a.- Disposición de control de potencia eléctrica con control de régimen de tiempo, estando conectado el circuito correspondiente entre una carga eléctrica y un par de bornas de energía de corriente continua de potencial relativamente positivo y negativo, que están adaptadas para ser conectadas a una fuente de energía eléctrica de corriente continua a través de un filtro eléctrico comprendiendo por lo menos un capacitor de filtro, conectado entre las bornas positiva y negativa, incluyendo el circuito de energía un tiristor transportador de corriente de carga principal cíclicamente conectado y un circuito de conmutación operativo para desconectar periódicamente el tiristor principal, incluyendo el circuito de conmutación un capacitor de conmutación, que se descarga durante el proceso de desconexión del circuito de conmutación, conectándose el capacitor de conmutación en un camino que incluye la fuente de corriente continua y que conduce corriente de carga durante intervalos cuando se desconecta el tiristor principal, e incluyendo:

a) como dicha carga, un motor conectado en serie en dicho camino de corriente de carga; b) medios de interruptor controlable, conectados en puente de shunt con dichos medios inductivos y teniendo un estado de bloqueo de alta resistencia y un estado conductivo de relativamente baja resistencia; c) medios conductores unidireccionales, conectados en dicho camino de corriente de carga y conectados a polo para conducir dicha corriente cargadora y ca-

racterizado por comprender d) medios de paso de puerta -  
acoplados a dicho capacitor conmutador y a dichos medios  
interruptores para forzar dichos medios interruptores a  
su estado conductivo, en respuesta al voltaje a través -  
5 de dicho capacitor conmutador, al alcanzar una magnitud  
variable predeterminada, estando acoplados dichos medios  
de paso de puerta para vigilar la magnitud de dicha co--  
rriente de carga principal y para ajustar dicha magnitud  
variable predeterminada como una función directa de la mag-  
10 nitud de dicha corriente de carga principal.

2ª.- Disposición según la reivindicación 1ª, caracte-  
rizada porque dicho medio de paso de puerta incluye me-  
dios acoplados a dicho capacitor de filtro para vigilar  
el voltaje disponible entre dichas bornas de energía posi-  
15 tiva y negativa y medios para retardar el funcionamiento  
de dicho medio interruptor a su estado conductivo hasta -  
que el voltaje sobre dicho capacitor conmutador sea por -  
lo menos tan grande en magnitud como dicho voltaje de ca-  
pacitor de filtro.

3ª.- Disposición según la reivindicación 1ª, caracte-  
rizada porque dicho medio de paso de puerta incluye medios  
para forzar dicho medio interruptor a un estado conducti-  
vo, cuando el voltaje sobre dicho capacitor conmutador al-  
canza una magnitud máxima predeterminada, que es indepen-  
25 diente de dicha magnitud variable predeterminada.

4ª.- Disposición según las reivindicaciones 2ª ó 3ª,  
caracterizada porque dicho medio de paso de puerta es ac-  
cionable para forzar dicho medio interruptor a su estado

conductor sólo durante un intervalo de tiempo limitado, comenzando al principio del proceso de desconexión del - circuito de conmutación.

5 5ª.- Disposición según la reivindicación 6ª, caracterizada porque dicho medio de paso de puerta incluye me  
dios para generar una primera señal de paso de puerta a  
dicho medio interruptor y después de ello una segunda --  
señal de paso de puerta, que es retardada por un interva  
lo de tiempo predeterminado, siendo generada dicha prime  
10 ra señal de paso de puerta en respuesta a dicho voltaje  
de capacitor conmutador al alcanzar por lo menos un valor  
tan grande como dicho voltaje sobre dicho capacitor de -  
filtro y no mayor que la menor de la citada magnitud va-  
riable predeterminada o dicha magnitud máxima predetermi  
15 nada, que excede de la magnitud de dicho voltaje de capa  
citor de filtro.

20 6ª.- Disposición según las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizada por la adición de una inductancia, que es  
tá conectada en disposición de circuito shunt con el mo-  
tor.

25 7ª.- Disposición según alguna de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizada porque dicho medio de interrup  
ción comprende un tiristor de conexión de puerta, coloca  
do a polo para conducir corriente en oposición a dicha co  
rriente cargadora.

8ª.- 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

"DISPOSICION DE CONTROL DE POTENCIA ELECTRICA CON CONTROL  
DE REGIMEN DE TIEMPO"

5 Todo conforme queda expresado en la presente Memoria  
Descriptiva que consta de cuarenta y una hojas foliadas y  
escritas a máquina por una sola cara y planos que se acom-  
pañan.

Madrid, 26 de Diciembre de 1.979.

P.A.,

PEDRO FELIS ALBA  
P.A.



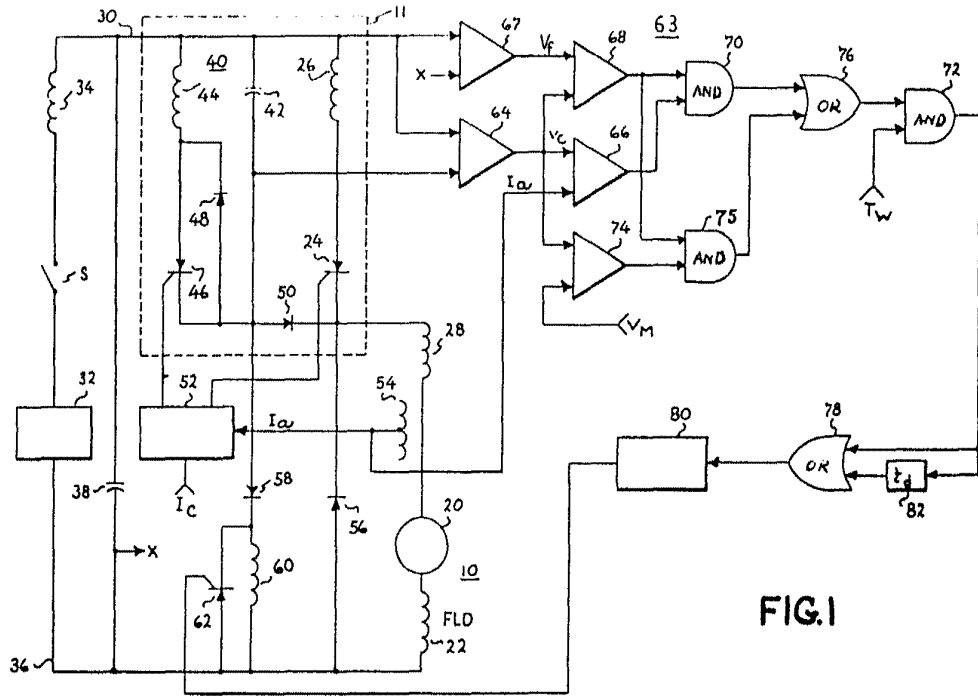


FIG. 1

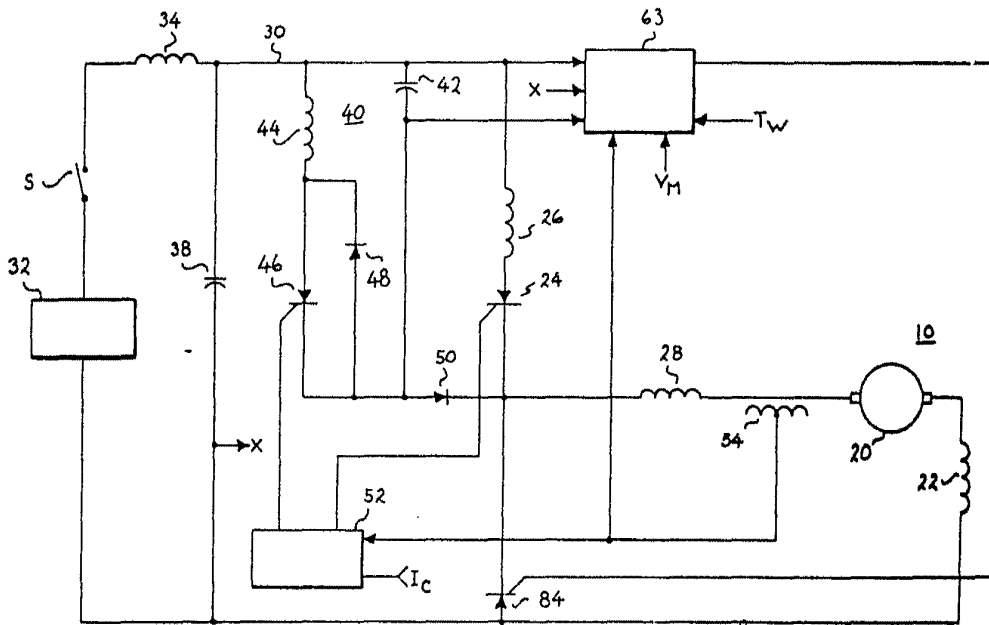


FIG. 2

Madrid, 26 DIC. 1979

P. P. PÉREZ FERRAZ  
P. P.

Escala variable

Escala variable

Madrid, 26 DIC. 1979  
P. R.  
PERDIO FERRAZ MARTIN  
P. R.

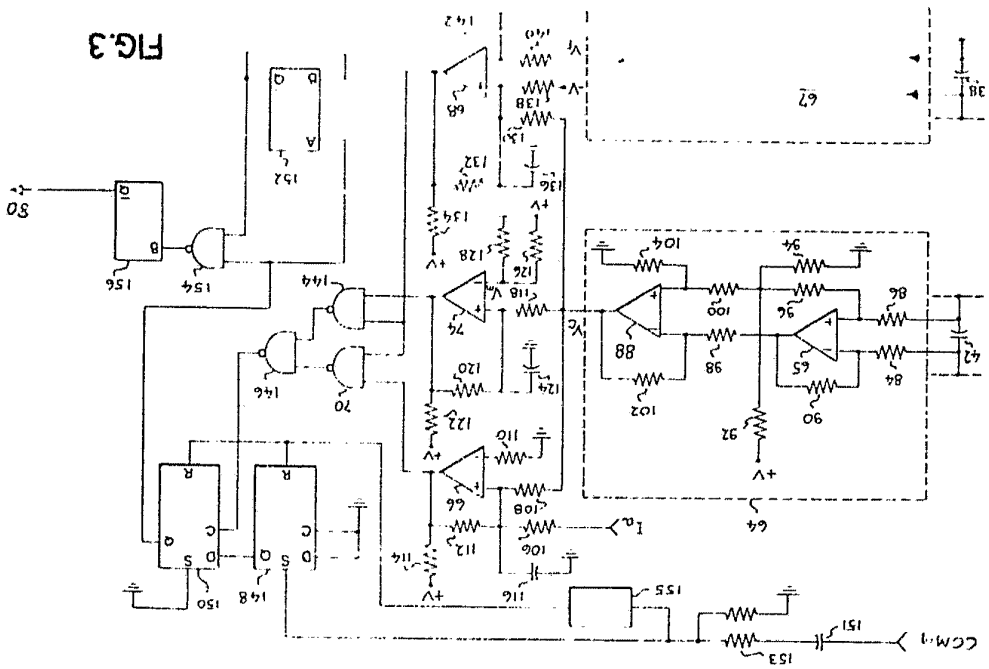


FIG. 3