

385 103

P.- 45.213

WE 41077-A

385 103

13 ENE.



**Memoria descriptiva**

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
CLASE <u>B 61</u>
SUBCLASE <u>H</u>

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania,  
Estados Unidos de América

por: "UN APARATO PARA CONTROLAR LA DISPOSICION DE LA CO-  
RRIENTE ELECTRICA PRODUCIDA POR UN MOTOR QUE FUNCIO  
NA EN EL MODO DE FRENADO"

(Clase Internacional G05f)

BAD ORIGINAL



El invento consiste en un aparato para controlar la disposición de la corriente eléctrica generada - por un motor en el modo de frenado.

5 La técnica actual para frenar en vehículos - de ferrocarril de tránsito rápido consiste casi totalmente en el frenado dinámico, una forma de frenado eléctrico. Esto lleva consigo el disipar la corriente eléctrica generada por un motor en el modo de frenado en una impedancia, generalmente en forma de una resistencia -  
10 conectada a través del circuito de inducido del motor. Debe apreciarse que en el caso de un motor en serie de corriente continua, el circuito de inducido incluye también el devanado de campo. La fig. 1A muestra un esquema de frenado dinámico que utiliza resistencias conmutadas, mientras que la fig. 1B muestra un esquema de frenado -  
15 dinámico empleando un ondulator de corriente continua.

Otra forma de frenado eléctrico, el frenado - regenerativo, hace pasar la corriente eléctrica generada por el motor al sistema de alimentación de corriente  
20 para el motor. Regenerar la energía de frenado con ayuda de onduladores de corriente continua es bien conocido y se ha utilizado con vehículos operados por baterías que llevan su propia alimentación de corriente por baterías. Tal esquema se ilustra en la fig. 1C, y en él, un  
25 ondulator C cortocircuita el motor para incrementar la corriente. Cuando se desconecta el ondulator, la inductancia del circuito hace que la corriente del motor - vuelva a la batería. Un esquema de esta clase permite - que la regeneración sea baja a muy bajas velocidades -  
30 del vehículo.



Se presentan serios problemas si se aplica -  
el esquema de la fig. 1C a un sistema de alimentación  
de un motor que puede no recibir la corriente regenera-  
da. Por ejemplo, el ondulator C podría ser sometido a  
5 tensiones disruptivas indeseablemente elevadas. Existen  
muchas formas de hacer no receptores a los sistemas de  
tránsito rápido, tales como separación entre carriles,  
cambios bruscos de la corriente de colector, corriente  
suministrada por rectificadores, etc. Si las condicio-  
10 nes de la línea son no receptoras, entonces deben pro-  
verse medios en el vehículo para proteger al ondulator -  
de las tensiones elevadas. Tales medios deben ser de -  
acción rápida, ya que los espacios entre carriles repre-  
sentan una pérdida instantánea de la recepción de la -  
15 línea. Una línea puede ser sólo parcialmente receptora.  
Por ejemplo, con subestaciones rectificadoras variará  
el grado de receptividad, dependiendo de la demanda de  
otros trenes que estén acelerando en las proximidades.

El frenado regenerativo ofrece considerables  
20 ventajas para ciertos tipos de sistemas de tránsito rá-  
pido, especialmente para sistemas de ferrocarril sub--  
terráneo. Cuando la distancia entre estaciones es nor--  
malmente corta, por ejemplo en un área urbana, la mar--  
cha entre estaciones consiste principalmente en acele--  
25 ración y deceleración, por lo que la clase de operación  
por frenado regenerativo resulta en una reducción sus-  
tancial de la corriente utilizada. Otras desventajas ta-  
les como pérdidas de calor debido al frenado dinámico,  
hacen muy deseable el empleo del frenado regenerativo -  
30 al más alto nivel compatible con la receptividad de la



13 EN

línea.

Es, por tanto, el objeto principal del presente invento crear un aparato que permita el frenado regenerativo de vehículos que reciben corriente desde una línea de alimentación de corriente y que permita -  
5 devolver la corriente regenerada a la línea.

Teniendo en cuenta este objeto, el presente invento reside en un aparato para controlar la disposición de la corriente eléctrica producida por un motor  
10 que funciona en el modo de frenado, y que tiene un circuito de motor que incluye primero y segundo terminales de conductores de corriente, entre los que está conectado el motor y medios de resistencia dispuestos en el -  
circuito para disipar la corriente generada en el modo  
15 de frenado, caracterizado por unos medios que respondan a un circuito de receptividad de corriente de dichos -  
conductores de corriente para distribuir la corriente eléctrica generada por el motor a dichos conductores y  
medios de resistencia de acuerdo con una relación de di-  
20 visión entre los medios de resistencia y los conductores que varía en función de dicha receptividad de corriente.

De acuerdo con una realización del invento, un sistema de frenado de un motor incluye un ondulator controlado por señales y un circuito de frenado dinámico  
25 conectado en paralelo a través del circuito de inducido del motor. El circuito de frenado dinámico incluye, en serie, una resistencia disipadora de corriente y un conmutador controlado por señales. Un par de conductores  
30 de corriente están conectados a extremos opuestos del -



circuito de inducido a través de una disposición unidireccional, por lo que se bloquea la corriente en el sentido de accionamiento como motor. (La corriente de motor es aquella que pasa por el motor cuando éste está accionando una carga mecánica). Se aplican señales respectivas de CONEXION y DESCONEXION al ondulator para hacerle funcionar en los modos respectivos de CONEXION y de DESCONEXION en una proporción deseada de tiempo de CONEXION a tiempo de DESCONEXION. Debe comprenderse que el término "tiempo de CONEXION" se refiere a la duración del modo de CONEXION, mientras que el término "tiempo de DESCONEXION" se refiere a la duración del modo de DESCONEXION. Una disposición de control puede funcionar en respuesta a la tensión a través de los conductores de corriente que excede de un cierto valor, para operar el conmutador de estado sólido en el modo de CONEXION durante el tiempo de DESCONEXION del ondulator durante un tiempo de CONEXION que es función del grado de receptividad de corriente de los conductores de corriente.

El presente invento proporciona un sistema de frenado de un motor en el que el frenado dinámico y el frenado regenerativo pueden combinarse automáticamente en una relación deseada que proporciona el máximo frenado regenerativo compatible con la capacidad de las líneas de alimentación para aceptar la corriente regenerativa.

El invento será evidente más fácilmente a partir de la siguiente descripción de una preferida de sus realizaciones mostrada, a modo de ejemplo solamente,

9.1.1971



13 LINE

en los dibujos adjuntos, en los que:

las figs. 1 (a), (b) y (c) ilustran formas -  
de sistemas de frenado de la técnica anterior.

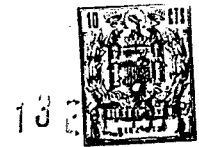
5 La fig. 2 es un diagrama de un sistema de -  
control de un motor para un vehículo de ferrocarril -  
autopropulsado, que ilustra una realización preferida  
del invento;

10 la fig. 3 es un diagrama de un controlador -  
por ondulator que puede emplearse para controlar el -  
ondulador en la fig. 2; y

la fig. 4 es un gráfico de curvas correlati-  
vas que puede utilizarse para comprender el funciona-  
miento del invento.

15 Refiriéndonos ahora a la fig. 2, en ella se  
muestra un sistema 10 de motor de tracción llevado -  
por un coche de ferrocarril 11 alimentado desde una lí-  
nea aérea 12 y un carril del sistema de vías sobre el  
que se mueve el vehículo. El contacto con la línea aé-  
rea 12 y el carril 14 se realiza a través de colectores  
20 de corriente 16 y 18 llevados por el coche de ferroca-  
rril. Las líneas de salida de corriente continua 20 y  
22 de una subestación de corriente 24 están conectadas  
a la línea aérea 12 y al carril 14 para suministrar -  
corriente a los coches de ferrocarril que se aplican a  
25 estos elementos.

El sistema de control 10 del motor incluye un  
circuito de corriente de motor 26 controlado por ondu-  
lador que puede funcionar en cualquiera de los modos  
de tracción (funcionando como motor) o de frenado (fun-  
30 cionando como generador) y un circuito de control 27 --



combinador para controlar el circuito controlado por -  
el motor en el modo de frenado para proporcionar una -  
división entre el frenado dinámico y el frenado regene-  
rativo de acuerdo con una proporción que es función de  
5 la receptividad de corriente del sistema de alimenta-  
ción.

El circuito de motor 26 incluye varios elemen-  
tos conmutadores y varios otros componentes cuyas in-  
terconexiones pueden controlarse mediante los elementos  
10 conmutadores para proporcionar bien una configuración -  
de circuito de accionamiento o una configuración de -  
circuito de frenado. Los elementos conmutadores inclu-  
yen los interruptores T1, T2 y T3, que pueden denominar-  
se colectivamente interruptores T, y los interruptores  
15 B1, B2, B3 y B4, que pueden denominarse colectivamente  
interruptores B. A partir de la siguiente descripción  
se verá que para el funcionamiento en el modo de trac-  
ción, los interruptores T deben estar cerrados mientras  
los interruptores B están abiertos, y para el funciona-  
20 miento en el modo de frenado, los interruptores B de-  
ben estar cerrados mientras los interruptores T están -  
abiertos.

Los otros componentes del circuito de motor  
26 incluyen un motor M, un ondulator 30, un controlador  
25 de ondulator 32, un dispositivo unidireccional 34, una  
resistencia 36, una inductancia L1, elementos de cir-  
cuito 38 y 40 de freno dinámico, elementos conductores  
42 y 44, un acumulador 46, y los conductores de co-  
rriente 28 y 29. El motor M, que se muestra a modo de  
30 ejemplo como un motor en serie de corriente continua, -

9.1.1971

7-  
385 103



5           está provisto de un devanado de inducido A y un devanado de campo F. Los elementos conductores 42 y 44 pueden ser alambres, terminales, puntos de unión, etc. El elemento de frenado dinámico 38 es un elemento disipador de corriente, por ejemplo una resistencia, como se muestra. El elemento 40 de frenado dinámico es un dispositivo conmutador operado por señales, por ejemplo un tiristor. El acumulador 46 puede ser cualquier acumulador de corriente o dispositivo de almacenamiento de energía adecuado tal como una batería de acumuladores o un condensador, como se ilustra. El motor M está acoplado a través de un acoplamiento mecánico 47 a una rueda de tracción 48 del coche de ferrocarril 11 que lleva el sistema 10.

15                       Con los interruptores T cerrados y los interruptores B abiertos el circuito de motor 26 está en el modo de motor y puede seguirse como a continuación se indica. Desde el colector 16 a través de los conductores de corriente 28, interruptor T1, inductancia L1, 20   devanado de inducido A, interruptor T3, devanado de campo F, interruptor T2, ondulator 30, elemento conductor 44, y conductor de corriente 29 hasta el colector 18. Un dispositivo unidireccional 34 que puede ser un diodo, según se ilustra, está conectado como un diodo "de rueda libre" a través del circuito de inducido del motor, 25   mediante los interruptores T1 y T2. Un condensador 46 está conectado entre una unión 49 y el elemento conductor 44. El condensador 46 está conectado también a través del "extremo de motor" de los conductores de corriente 28 y 29. Puede observarse que los extremos opuestos

30



13 ENE 1971

de los conductores 28 y 29 pueden denominarse "extremos de alimentación" porque están conectados a las líneas de alimentación 12 y 14 a través de colectores 16 y 19. Así, en el modo de tracción, el devanado de inducido del motor y el ondulator 30 están en serie a través de las líneas de alimentación 12 y 14, por lo que el ondulator está en posición de controlar la alimentación de corriente al motor de acuerdo con los dictados del controlador de ondulator 32.

Con los interruptores T abiertos y los interruptores B cerrados, es decir, con los interruptores en las posiciones mostradas en la fig. 2, el circuito motor 26 está en el modo de frenado. En la configuración de frenado se encuentran las siguientes relaciones de circuito. Un circuito de inducido 50 está conectado entre los elementos conductores 42 y 44, e incluye, en serie, una resistencia 36, un interruptor 81, una inductancia L1, un devanado de inducido A, un interruptor 82, un devanado de campo F y un interruptor 83. Conectado también entre los elementos conductores 42 y 44 está un circuito 52 que incluye la trayectoria de corriente principal del ondulator 30. Conectado asimismo entre las líneas 42 y 44 hay un circuito 54 de frenado dinámico que incluye en serie el interruptor 84, la resistencia 38 y el interruptor 40. Así, los circuitos 50, 52 y 54 son circuitos en paralelo conectados entre las líneas 42 y 44, es decir, los circuitos 50, 52 y 54, están conectados uno a través de otro y a través de las líneas 42 y 44. La configuración de circuito de frenado incluye además el diodo 34 a través del cual el elemento conductor 42 está conectado al conductor de corriente

9.1.1971

13 ENE 1971



28. De nuevo, un circuito 56 que incluye un condensador 46, está conectado entre los "extremos de motor" de los conductores de corriente 28 y 29. El elemento conductor 44 está conectado al extremo de motor del conductor de corriente 29.

El circuito de frenado dinámico 54 se hace operativo cuando el tiristor 40 es conmutado al modo de CONEXION por el circuito 27 como se describirá en lo que sigue. Con el tiristor 40 en DESCONEXION, el sistema de frenado funciona en el modo regenerativo, es decir, la corriente eléctrica generada por el motor en el modo de frenado es alimentada a los conductores de corriente 28 y 29 que forman parte efectivamente de un sistema de corriente 57 que incluye también el condensador 46, las líneas 12 y 14 y las otras fuentes de carga y de corriente a ellas conectadas.

En el modo de frenado el motor  $M$  es accionado como un generador por las ruedas 43 del coche y la corriente generada circula principalmente a través del circuito de frenado dinámico 54, si esta funcionando, o a través del sistema de alimentación si el circuito de frenado dinámico 54 está inoperante. Para el modo de frenado, el circuito de frenado dinámico 54 es un sistema de absorción de corriente y el sistema de potencia 57 es otro sistema de absorción de corriente. El esfuerzo de frenado viene determinado por la corriente de motor y la energía de frenado es absorbida bien en el circuito de frenado dinámico 54 o bien en el sistema de potencia 57. La absorción de corriente por el circuito de frenado dinámico 54 se denomina convenien-



5 temente como frenado dinámico, mientras que la absor-  
 ción de corriente por el sistema de potencia 57 se de-  
 denomina convenientemente frenado regenerativo. Cuando el  
 motor funciona en el modo de frenado, el sistema de -  
 potencia 57, que normalmente alimenta al motor con co-  
 rriente de tracción, se convierte en un sistema de ab-  
 sorción de corriente para el frenado regenerativo que  
 tiene varios grados de receptividad de corriente, de-  
 pendiendo de la carga del sistema de alimentación en -  
 10 cualquier momento dado.

Como el ondulator 30 está conectado a través  
 de los circuitos de absorción de corriente de freno 54  
 y 57, estos circuitos son shuntados o derivados por la  
 corriente generada por el motor cuando el ondulator 30  
 15 está en conducción, y no son shuntados o están disponi-  
 bles para la corriente generada por el motor cuando el  
 ondulator está fuera de conducción. La corriente de fre-  
 nado media, y consecuentemente el esfuerzo de frenado,  
 están controlados mediante el control tiempo-relación  
 de los periodos de tiempo CONEXION-DESCONEXION del ondu-  
 20 lador, es decir, controlando las duraciones relativas -  
 de los periodos de CONEXION y de DESCONEXION del ondu-  
 lador.

Básicamente, un ondulator es un interruptor -  
 25 que es hecho funcionar rápidamente a DESCONEXION y a -  
 CONEXION (abierto y cerrado). Utilizando un ondulator -  
 como elemento de control, puede controlarse un circuito  
 controlando la relación del tiempo de CONEXION al tiempo  
 de DESCONEXION del ondulator. Así, la corriente media  
 30 en una línea puede controlarse insertando un ondulator -

13 ENZ 3



en serie en la línea y controlando la relación entre -  
las duraciones de los sucesivos periodos de CONEXION y  
DESCONEXION del ondulator.

5 El ondulator particular 30 mostrado a modo de  
ejemplo, está provisto de terminales principales 60 y  
62 e incluye además un tiristor 64 para llevar la co-  
rriente de carga principal entre los terminales 60 y 62  
cuando es puesto en CONEXION. Un circuito conmutador 66  
está conectado a través del circuito cátodo-ánodo del  
10 tiristor 64 para conmutarle o ponerle fuera de conduc-  
ción en respuesta a una señal de DESCONEXION suministra-  
da al ondulator. El circuito conmutador 66 incluye los  
tiristores 68 y 70, un condensador 72 y una reactancia  
74, interconectados como se muestra. Una reactancia de  
15 protección 76 está insertada en serie con el cátodo del  
tiristor 68 para la protección de ese tiristor. El on-  
dulator está provisto de líneas de entrada de CONEXION  
y de DESCONEXION, respectivas, 78 y 80 respectivamente,  
estando conectada la línea 78 a los circuitos de mando  
20 de los tiristores 64 y 70 a través de un transformador -  
de impulsos 82, mientras que la línea 80 está conecta-  
da al circuito de mando del tiristor 68 a través de un  
transformador de impulsos 84. Con fines de separación,  
los electrodos de mando de los tiristores 64 y 68 son -  
25 alimentados desde secundarios separados del transforma-  
dor 82. Se apreciará que los circuitos de mando de los  
tiristores están simplificados, de modo que no se mues-  
tran los circuitos de protección y las conexiones de --  
control a los cátodos de los tiristores. De igual modo,  
30 se utiliza una técnica simbólica de línea única al ilus-



trar las líneas de entrada y de salida de los transformadores 82 y 84, y los circuitos últimamente descritos para proporcionar los impulsos de CONEXION y de DESCONEXION al ondulator 30.

5 Al considerar el funcionamiento del ondulator 30 en sí se supone que hay corriente en el circuito al que están conectados los terminales principales 60 y 62 del ondulator. Para poner en marcha el ondulator, se pone en conducción primero el tiristor 63 mediante un

10 impulso suministrado a su electrodo de mando, cargándose así el condensador 72 a través del tiristor 63 de la corriente aplicada a los terminales principales de entrada 60 y 62 del ondulator. Cuando el condensador 72 se ha cargado, la corriente a través del tiristor 63 cae a cero y ese tiristor se pone fuera de conducción.

15 El ondulator está entonces listo para funcionar y es puesto en CONEXION mediante el disparo simultáneo de los tiristores 64 y 70, en respuesta a señales de mando aplicadas a ellos. Esto da lugar a que ocurran dos cosas. Conecta el circuito de potencia del motor (en la configuración de frenado o de accionamiento) a través del tiristor 64, Simultáneamente excita un circuito oscilador que comprende el condensador 72 y la reactancia 74. La corriente pasará desde el condensador a través del tiristor 64, a la inductancia 74 y luego desde la inductancia de vuelta a través del tiristor 70 hasta el condensador, con la tensión en este invertida entonces, El tiristor 70 se pone fuera de conducción cuando la corriente que lo atraviesa se hace cero. El tiristor 64 permanecerá conduciendo. El ondulator está ahora en su

9.1.1971

385 103



13 ENE

condición de conducción, pasando sustancialmente toda -  
la corriente de motor a través del tiristor 64 (según -  
sea el caso, frenado o accionamiento).

5           Para poner el ondulator en DESCONEXION, es -  
puesto de nuevo en conducción el tiristor 68, aplicán-  
dase así la carga inversa del condensador 72 como pola-  
rización inversa a través del tiristor 64, conmutando -  
así a no conducción ese tiristor. Esto conmuta, natural-  
mente, a DESCONEXION al ondulator 30. El condensador 72  
10 se cargará de nuevo a través del tiristor 68 desde el  
circuito de motor. Controlando los impulsos de mando -  
aplicados a los tiristores 64, 68 y 70, puede conmutar-  
se a CONEXION y a DESCONEXION rápidamente el ondulator -  
30 en intervalos sucesivos, para efectuar un tiempo me-  
15 dio de CONEXION deseado y proporcionar así un control -  
deseado del circuito de potencia (frenado y accionamien-  
to).

          Cuando el circuito de motor está conectado -  
en la configuración de accionamiento (interruptores T  
20 cerrados-interruptor D abierto), la corriente de motor -  
media se controla controlando la relación de tiempo CO-  
NEXION-DESCONEXION del ondulator, es decir, controlando  
la relación del tiempo en CONEXION al tiempo en DESCONE-  
XION. Puede observarse que cuando el ondulator 30 está  
25 en CONEXION, el diodo 34 se encuentra en el sentido de-  
bloqueo con respecto a la tensión de alimentación, de -  
modo que no pasa corriente por él. Sin embargo, cuando  
el ondulator está en DESCONEXION, el diodo 34 proporci-  
ona una trayectoria para la corriente de motor inductiva,  
30 formando un circuito de bucle a través del inducido, el

10 ENE 1971



diodo 34 y la reactancia L1, de modo que la corriente de motor decrece a una velocidad determinada por las constantes del circuito.

5 Con el fin de controlar la corriente de motor media bien para el frenado o para el accionamiento, puede efectuarse el control de la relación de tiempo del ondulator de diversas formas. El control de la relación de tiempo, es decir, el control de la relación entre la duración de los periodos de CONEXION y la duración de -

10 los periodos de DESCONEXION, puede efectuarse: a) proporcionando impulsos de salida de frecuencia constante (periodos de CONEXION) mientras varían bien los bordes anteriores o los bordes posteriores de los impulsos de salida o ambos, o b) variando la frecuencia de periodos

15 de CONEXION de duración constante, o, c) variando las duraciones de los periodos de CONEXION y de DESCONEXION, según sea necesario. El método (a) se conoce como modulación del ancho de los impulsos, el método (b) se conoce como control de frecuencia variable, mientras que el

20 método (c), que tiene algunas características de ambas (a) y (b), se conoce como control del "rizado". Puede observarse que el control del rizado de un ondulator -- similar en relación con circuitos de motor de tracción, se describió en la solicitud de patente norteamericana

25 Nº 711.109, presentada el 6 de Marzo de 1.968, por John M. Mills, titulada "SISTEMA DE CONTROL PARA MOTORES DE TRACCION", y cedida al mismo cesionario que esta solicitud. El presente invento puede ponerse en práctica con

30 cualquier modo de control de la relación de tiempo para el ondulator. Aunque en la técnica se conocen otros cir-

9.1.1971

- 15 -

385103



15 MAR 1971

5 cuitos adecuados para suministrar señales de CONEXION y de DESCONEXION para el control del ondulator, un ejemplo de un circuito para un controlador 32 de ondulator se muestra en la fig. 3, el cual está basado en la modulación del ancho de los impulsos mediante el control del borde anterior de impulsos de salida de frecuencia constante (períodos de CONEXION), del ondulator.

10 El circuito 32 de control del ondulator (ilustrado en diagrama de bloques en la fig. 3) genera señales de control para proporcionar un control de la relación de tiempos del tipo de modulación del ancho de impulsos, el ondulator 30 de acuerdo con órdenes que representan los esfuerzos de frenado o de tracción deseados. El circuito de control 32 tiene dos canales 90 y 15 92 alimentados con impulsos P de frecuencia constante desde un generador 94 de impulsos común, por ejemplo un oscilador de onda cuadrada adecuado. La frecuencia o velocidad de repetición de los impulsos P del oscilador puede ser, por ejemplo, de 200 por segundo. El canal 20 92 incluye un conformador de impulsos 96 y una línea de salida 98 para suministrar impulsos Pf de DESCONEXION a la línea 80 de salida de DESCONEXION del ondulator 30. El canal 90 incluye un controlador de fase 100, un conformador de impulsos 102 y una línea de salida 104 a lo 25 largo de la cual se suministran impulsos Pn de CONEXION a la línea 70 de entrada de CONEXION del ondulator 30. Se emplean los conformadores de impulsos 96 y 102 para conformar adecuadamente los impulsos, para utilizarlos como impulsos de disparo para los tiristores del ondula- 30 dor 30. Los conformadores de impulsos pueden ser, por

13 ENE 

ejemplo, diferenciadores. Aunque los impulsos Pn y Pf tienen la misma forma y frecuencia, sus relaciones de fase pueden ajustarse mediante el cambiador de fase -- 100, que se ilustra, a modo de ejemplo, como un retardo ajustable que puede ser controlado por señales aplicadas a través de una línea de control 106.

Como se ha explicado en lo que antecede, el tiempo de CONEXION (duración del período de CONEXION) del ondulator 30 va desde el instante en que se recibe una señal de CONEXION en el ondulator, en la línea 78, hasta el instante en que se recibe una señal de DESCONEXION en la línea 80. A partir de esto, es evidente que cambiando las relaciones de fase entre los impulsos de CONEXION Pn y los impulsos Pf de DESCONEXION, puede controlarse como se desee el tiempo de CONEXION medio del ondulator y, por tanto, la corriente media en el circuito de motor bien en el modo de frenado, bien en el de accionamiento.

El ajustador de fase 100 es cualquier dispositivo adecuado que controlará la fase de los impulsos Pn en el canal 90 con relación al impulso Pf en el canal 92, en respuesta a señales de control adecuadas aplicadas a la línea de entrada 105 de control del cambiador de fase 100. A modo de ejemplo, el cambiador de fase 100 se ilustra como un retardo ajustable que responde a las señales, que retardará los impulsos que lo atraviesan de acuerdo con el valor de una señal de entrada de control recibida en la línea 106. Esta está conectada a la salida de un generador de error o comparador 108 que produce una señal de salida que es función de la --

9.1.1971

- 17 - 385103



13 EN

diferencia entre las respectivas señales de entrada -  
aplicadas a las líneas de entrada 110 y 112 del compa-  
rador 103. A modo de ejemplo, el comparador 103 puede -  
ser un dispositivo sumador, tal como un amplificador --  
operacional, para proporcionar una señal de salida en  
5 la línea 106, que es proporcional a la diferencia entre  
las señales aplicadas a las respectivas líneas de en--  
trada 110 y 112. Las señales que representan la desea-  
da corriente de motor (ordenada) para la tracción o pa-  
10 ra el frenado, son alimentadas a la línea 110 por una  
disposición que incluye una fuente 114 de señales de --  
referencia ajustable, que puede formar parte de un sis-  
tema automático tal como un sistema de control 116 de  
un tren o un vehículo, o puede ser una fuente ajustable  
15 manualmente. La señal de control suministrada por la -  
fuente 114 de referencia puede tener la forma de una -  
tensión o de una intensidad, cuya magnitud representa  
el esfuerzo de tracción deseado o el esfuerzo de frena-  
do deseado, para obtener la proporción deseada de ace-  
20 leration o de deceleración según sea el caso. La velo-  
cidad y el frenado y los regímenes de aceleración o de-  
celeración del vehículo, se controlan por tanto ajustan-  
do la magnitud de la señal de control suministrada por  
la referencia 114.

25 Se comprenderá que la señal de control puede  
cambiar bruscamente para hacer cambiar la proporción -  
de aceleración, o para cambiar desde aceleración a fre-  
nado, y como el tipo de sistema de control del motor -  
descrito en esta memoria es capaz de seguir los cambios  
30 de la señal de control casi instantáneamente, es desea-

13 ENE 1971



ble que el régimen del cambio de la señal de control --  
sea limitada a un valor aceptable para la seguridad y -  
la comodidad de los pasajeros del vehículo. Con este -  
propósito, puede modificarse la señal de control sumi-  
5 nistrada por la referencia 114 mediante un circuito li-  
mitador de sacudidas 118. Este circuito puede ser de --  
cualquier tipo adecuado que sea capaz de limitar el ré-  
gimen de cambio de la señal de control a un máximo --  
aceptable y de proporcionar una señal de salida que re-  
10 presente la señal de control modificada de este modo. -  
Aunque puede emplearse cualquier circuito adecuado de -  
este tipo, un circuito preferido se muestra en una so-  
licitud americana de L.G. Miller Nº 711.103, presenta-  
da el 6 de Marzo de 1.968, titulada "Circuito limitador  
15 de sacudidas para sistemas de control de motores de --  
tracción", y cedida al mismo cesionario que esta solici-  
tud.

Se apreciará también que el esfuerzo de trac-  
ción o de frenado necesario para un régimen de acele-  
20 ración o deceleración deseado, varía con el peso del -  
vehículo, y es deseable por tanto modificar además la -  
señal de control de modo que la corriente de motor man-  
tenida realmente será la requerida para producir el ré-  
gimen deseado de aceleración o deceleración con la car-  
25 ga o peso particular del coche en un instante particular.  
La señal de control procedente de la fuente de referen-  
cia 114 puede modificarse además mediante un circuito -  
120 del peso de la carga, que mide el peso del coche y  
modifica en consecuencia la señal de control. Tales cir-  
30 cuitos son conocidos en la técnica, pero un circuito --

9.1.1971

- 19 -

385103



13

particularmente adecuado para este tipo de sistema de control se describe en otra solicitud americana de L.G. Miller, Nº 711.002, presentada el 3 de Marzo de 1.908, y titulada "Circuito de peso de la carga para sistemas de control de motores de tracción", y cedida al cesionario de la presente solicitud. Así, la señal de referencia procedente de la fuente 114, modificada por los circuitos 118 y 120, es aplicada a la línea de entrada 110 del comparador como una señal de control que representa la corriente de motor necesaria para obtener la proporción de aceleración o deceleración exigida por la señal de mando procedente de la fuente de referencia 114. Realmente, la señal en la línea 110 es una señal de mando neta que representa el valor de la corriente de motor necesaria para producir el esfuerzo de tracción o de frenado deseado.

Una señal cuyo valor es proporcional a la corriente real de motor es aplicada al comparador 108 para ser comparada con la señal en la línea 110 que representa la corriente de motor deseada (mandada). La señal de corriente de motor real es derivada desde un perceptor de corriente adecuado del sistema del motor, y es aplicada a la línea de entrada 112 del comparador 108. Aunque puede emplearse cualquier esquema perceptor de corriente adecuado, un ejemplo de un sistema para producir una señal proporcional a la corriente real de motor se describe en la solicitud de patente norteamericana antes citada, Nº 711.109. El comparador 108 produce una señal de salida en la línea 106 que es proporcional a la diferencia entre la corriente de motor deseada y la

385 103

13 ENE 1971



5 corriente de motor real. La señal de salida del comparador en la línea 106 es indicativa, por tanto, de la magnitud y del sentido del error entre la corriente real - del motor y la corriente magdada. Las señales en la línea 106 son aplicadas a los circuitos de control del retardo ajustable 100 para ajustar éste y, por tanto, las relaciones de fase entre los impulsos Pn y Pf de acuerdo con el sentido y la magnitud del error, para proporcionar el aumento o la reducción necesaria de la corriente de motor cuando el error lo exige, con el fin de reducir éste.

15 Refiriéndonos de nuevo a la fig. 2, las cargas 1 y 2 son otros coches de ferrocarril de tracción eléctrica separados en diferentes distancias sobre la misma vía y con sistemas de suministro de corriente como el coche 11. Las cargas 1 y 2 son parte del sistema de potencia 57. Z1, Z2 y Z3 indican simbólicamente las impedancias de la línea aérea y del carril. Primero consideraremos la disposición de la fig. 2 sin la carga 2, 20 y con el circuito de motor 26 en el modo de frenado -- (los interruptores B cerrados y el interruptor T abierto) pero con el tiristor 40 en el modo de no conducción. Con el tiristor 40 en no conducción, el circuito de -- frenado dinámico 54 es inoperante y el circuito 26 está 25 en el modo de frenado regenerativo con el sistema de potencia 57 como sistema de absorción de la corriente de frenado. En la disposición de la fig. 2, la corriente pasará desde un punto de elevado potencial a un punto de potencial más bajo. Si no existe corriente de carga 30 para el condensador 46 desde el circuito controlado 26

9.1.1971

- 21 -

385103



del ondulator, el condensador se cargará entonces al mismo potencial que la carga 1. En este caso, la tensión de carga  $V_{L1}$  será algo inferior que la tensión  $V_S$  de la subestación. Si se permite ahora que el sistema ondulator cargue el condensador 45, disminuirá la tensión a través de él,  $V_C$ . Cuando  $V_C$  aumente en magnitud, aumentará también la tensión de carga  $V_{L1}$ . Cuando la tensión de carga  $V_{L1}$  aumente, la corriente para la carga 1 será suministrada en una parte menor por la subestación 24 y en una parte mayor por el circuito 26 del motor. Cuando la tensión de carga  $V_{L1}$  se hace igual a la tensión  $V_S$  de la subestación, ésta suministrará una corriente cero a la carga 1.

Supóngase ahora que la carga 2 se ha sumado al sistema y que  $V_C$  ha aumentado lo bastante como para suministrar toda la corriente necesaria de la carga 1. Si esto no se utiliza toda la corriente generada por el motor M, la tensión  $V_C$  puede aumentarse más, hasta que sea lo bastante alta como para alimentar a ambas cargas 1 y 2. La descripción anterior indica que la fuente regenerativa (sistema ondulator-motor) puede suministrar la corriente a todas las cargas, más las pérdidas de la línea, si la tensión a través del condensador puede elevarse lo suficiente. La tensión  $V_C$  es aumentada por la corriente regenerativa y disminuida por la carga más las pérdidas de corriente de la línea. Si la línea es totalmente receptiva (la corriente regenerativa es igual a la carga más la corriente perdida en la línea) se establecerá una tensión de condensador  $V_C$  a un valor justo para alimentar estas cargas. Este

15 ENE 1971



valor de  $V_C$  depende de lo lejos que se encuentren las -  
cargas del sistema motor-ondulador. Si la línea no pue-  
de absorber toda la corriente regenerada, esto no se -  
remediará continuando el aumento de la tensión de con--  
5 densador  $V_C$ .

La capacidad de la línea para aceptar corrien-  
te regenerativa está cambiando continuamente. Una va--  
riable es la cantidad de corriente que requieren las --  
otras cargas. Otra es la posición (distancia) de estas  
10 cargas. Si la línea no puede aceptar toda la corriente -  
que se está regenerando, o si el hacerlo requiere una --  
tensión excesivamente elevada a través del condensador  
46, el circuito 54 de frenado dinámico es puesto en cir-  
cuito por el tiristor 40 bajo el control del circuito -  
15 combinador 27 que responde a un límite de tensión prede-  
terminado a través del condensador.

Sin el beneficio del circuito 54 de frenado -  
dinámico el sistema de motor 26 opera, en el modo de --  
frenado, como sigue:

20 Cuando el ondulador 30 es puesto en CONEXION,  
cortocircuita el circuito de inducido del motor para --  
aumentar la corriente. Cuando el ondulador es puesto en  
DESCONEXION, la inductancia del circuito obliga a la co-  
rriente de motor a pasar a través del diodo 34 al conden-  
25 sador 46 y a L2. Incluso si la tensión de motor es muy  
baja, la inductancia del circuito obliga a esta corrien-  
te a seguir pasando. Sin embargo, la corriente decrece.  
Cuando el ondulador es puesto de nuevo en CONEXION, el  
circuito de inducido del motor es cortocircuitado y la  
30 corriente del motor aumentará. La corriente media de mo-

9.1.1971

385103

18 ENE. 1971



tor puede mantenerse a cualquier valor deseado ajustando el tiempo de CONEXION del ondulator con relación al tiempo total de CONEXION más DESCONECION. Mientras el ondulator está en DESCONECION y la corriente esté pasando al condensador 46 y a la reactancia L2, aumentará -  
5 la tensión  $V_C$  a través del condensador 46. Cuando el ondulator es conmutado a CONEXION, el diodo 34 bloqueará y el condensador 46 se descargará en la línea de alimentación, reduciéndose la tensión en el condensador.

10 Si la línea es no receptora de la corriente - regenerada, el condensador 46 se cargará más rápido que cuando el ondulator está en DESCONECION (ya que no está pasando corriente a la reactancia L2) y se descargará más lentamente que cuando el ondulator está en CONEXION  
15 puesto que no hay carga en la que pueda descargarse el condensador 46. El resultado neto es un aumento de la - tensión a través del condensador 46. Poniendo en conducción el tiristor 48 de modo que conduzca cuando el ondulator 36 está en DESCONECION, la corriente de motor puede pasar al circuito de frenado dinámico 54 en lugar de  
20 pasar al condensador 46, reduciéndose así la carga de - ese condensador.

En este punto debe observarse que la corriente generada por el motor en el modo de frenado está disponible para el circuito de frenado dinámico 54 y en el --  
25 sistema de corriente 57 sólo durante el tiempo de DESCONECION (o de CONEXION) del ondulator. Debe observarse -- también que cuando el tiristor 68 es disparado para aplicar la carga del condensador 72 como polarización inversa  
30 a través del tiristor 64 para ponerle fuera de conduc--



13 ENE 1971

ción, esa misma polarización inversa se aplica también a través del tiristor 40 para asegurar que esté fuera de conducción al comienzo del período de DESCONEXION del ondulator. Mandando el tiristor 40 en respuesta a la tensión  $V_C$  que excede de un límite predeterminado, la corriente generada por el motor puede distribuirse entre el circuito 54 de frenado dinámico (freno dinámico) y el sistema de potencia 57 (frenado regenerativo) de acuerdo con una proporción de división de tiempo media entre el frenado dinámico y el frenado regenerativo, que es función de la receptividad de corriente del sistema de potencia 57 al límite predeterminado de tensión  $V_C$ . La tensión  $V_C$  y, por tanto, la tensión a través de la línea de alimentación 28 y 29 es un criterio de la receptividad de corriente del sistema de potencia 57. El límite predeterminado de la tensión  $V_C$  del condensador se ajusta usualmente, al menos, tan alto como los valores nominales de tensión de seguridad permisibles del sistema de potencia 57.

Como la corriente generada por el motor está disponible sólo durante el tiempo de DESCONEXION del ondulator, una proporción media de distribución respecto al tiempo o combinación entre el frenado dinámico y el regenerativo puede efectuarse mediante una división dentro de cada período de DESCONEXION del ondulator o asignando ciertos períodos de DESCONEXION del ondulator al frenado dinámico y otros períodos de DESCONEXION del ondulator al frenado regenerativo, o por una combinación de ambas cosas. Disparando el tiristor 40 en el instante apropiado durante el tiempo de DESCONEXION del

9.1.1971

385103



ondulador, puede dirigirse una parte deseada de la --  
energía generada por el motor al condensador 46 y al -  
sistema de potencia 57 y una parte al circuito 54 de -  
frenado dinámico. De este modo puede dividirse la ener-  
5 gía generada entre el circuito 54 de frenado dinámico  
por una parte y el condensador 46 y la línea (sistema  
de potencia 57) por la otra. Como la impedancia del --  
circuito 54 de frenado dinámico es sustancialmente baja  
con relación a la impedancia del sistema de potencia -  
10 57, cuando es operado el circuito de frenado dinámico,  
suunta, sustancialmente, el sistema de potencia 57 y  
para todos los fines prácticos, toda la corriente de -  
frenado absorbida se considera frenado dinámico.

Con el control apropiado del tiristor 40 de  
15 acuerdo con los principios del invento, el sistema pue-  
de hacerse funcionar en el modo de frenado regenerativo  
tanto como sea posible, dentro de los límites de ten--  
sión permisibles del sistema, y con capacidad para re-  
sistir las condiciones de carga que varían rápidamente  
20 en la línea y en el sistema de potencia 57. El circuito  
de control 27, con posiciones alternativas de un inte--  
ruptor 130 es apropiado para ilustrar dos ejemplos de  
circuitos para disparar el tiristor 40 en respuesta a  
que la tensión  $V_C$  del condensador alcance un valor lí-  
mite predeterminado  $V_{CL}$  para proporcionar una combina--  
25 ción deseada de frenado dinámico y frenado regenerativo  
de acuerdo con el grado de receptividad de corriente -  
del sistema de potencia 57.

El interruptor 130 es un interruptor bipolar  
30 que tiene contactos 132 y 134. El circuito con el in--



5 interruptor 130 cerrado en el contacto 132 (la posición  
 ilustrada) se considerará en primer lugar. Una tensión  
 $E_C$  proporcional a la tensión de condensador  $V_C$  se pro-  
 porciona en una línea 136 mediante una toma de un divi-  
 sor de tensión 138 conectado a través del condensador  
 46. La línea 136 está conectada a una entrada de un com-  
 parador en forma de un amplificador operacional de in-  
 versión 140. Otra entrada 142 al amplificador 140 es -  
 alimentada con una tensión de referencia  $E_R$ , proporci-  
 10 nal al límite predeterminado de la tensión  $V_C$  del con-  
 densador. La línea de salida 144 del comparador 140 está  
 conectada, mediante un amplificador 146 conmutador de -  
 inversión y el interruptor 130, a una entrada de una --  
 puerta Y 148 cuya salida está conectada a través de un  
 15 formador de impulsos 150 al electrodo de control del --  
 tiristor 40. El formador de impulsos 150 puede ser un -  
 circuito diferenciador o un transformador para valores  
 máximos u otro formador de impulsos adecuado. A modo de  
 ejemplo, la puerta Y 148 y el formador de impulsos 150  
 20 están dispuestos para aplicar una señal de mando al ti-  
 ristor 40 cuando hay señales positivas en ambas líneas  
 de entrada 147 y 152 de la puerta Y.

El comparador 140 está dispuesto para comparar  
 la tensión  $V_C$  del condensador con la tensión límite --  
 25 predeterminada  $V_{CL}$  a través de sus respectivas señales  
 $E_C$  y  $E_R$ , respectivamente, de modo que cuando  $V_C$  excede  
 a  $V_{CL}$ , el comparador 140 producirá una señal de salida -  
 de polaridad y magnitud apropiadas para hacer que el am-  
 plificador 146 proporcione una señal positiva en la lí-  
 30 nea 147, disparando así el tiristor 40 si la otra entra-

9.1.1971



13 012 13

da 152 de la puerta Y 140 está también excitada con una señal positiva.

En el ejemplo específico  $E_C$  se aplica como -  
tensión positiva a la entrada sumadora del amplificador  
5 140, mientras que la señal de referencia  $E_R$  se aplica  
como tensión negativa a esa entrada. La disposición es  
tal que cuando la tensión  $V_C$  del condensador aumenta, -  
la salida  $E_X$  del amplificador 140 disminuye, es decir,  
se mueve negativamente. Cuando el valor absoluto de  $E_C$   
10 excede del valor absoluto de  $E_R$  es decir,  $V_C > V_{CL}$ , la  
salida  $E_X$  aplicada a la entrada del amplificador 146 ha-  
ce que este último se conmute para dar una salida posi-  
tiva, aplicando así una señal positiva a la entrada 147  
de la puerta Y 140. Se aplica una tensión positiva a la  
15 otra entrada 152 de la puerta Y en respuesta a una se-  
ñal de DESCONEJON aplicada al ondulator 30 en la línea  
30. Como resultado de la señal de DESCONEJON aplicada  
al ondulator, se aplica una polarización inversa a los  
tiristores 64 y 40. Durante la conmutación a DESCONEJON,  
20 la tensión a través del tiristor 40 oscila a negativa -  
y luego a positiva cuando el condensador 72 se descarga  
en el circuito del motor. Tan pronto como la tensión a  
través del tiristor 40 pasa por cero al cambiar de nega-  
tiva a positiva, puede aplicarse el impulso de mando al  
25 tiristor 40.

Una muestra de la tensión a través de este ti-  
ristor 40 se aplica a un detector 154 del paso por cero,  
por ejemplo un amplificador de conmutación polarizado -  
apropiadamente como se muestra, que proporciona una se-  
30 ñal de salida positiva en su línea de salida 156 cuando



su entrada pasa de negativa a positiva. El amplificador 154 está provisto de un terminal de entrada 153 de inversión y de un terminal de entrada 155 de no inversión. La línea de salida 156 está conectada a la línea de entrada 152 de la puerta Y 148. Así, se aplica una  
 5 señal positiva a la línea 152 en respuesta a la conmutación a DESCONEXION del ondulator 30 en un instante en que el tiristor 40 puede ser mandado.

En el aparato hasta ahora descrito, en tanto la tensión  $V_C$  del condensador sea inferior al valor límite de la tensión  $V_{CL}$  predeterminado, el tiristor 40 no será disparado y el funcionamiento se realizará en el modo regenerativo, es decir, toda la corriente de frenado será suministrada al sistema de potencia 57.  
 10 Sin embargo, cuando este sistema se hace no receptor, según se evidencia por la tensión  $V_C$  del condensador -- que excede el límite  $V_{CL}$ , el tiristor 40 será disparado para entrar en el circuito de frenado dinámico, para proporcionar el funcionamiento en el modo de frenado dinámico.  
 15

Refiriéndonos ahora a la fig. 4, el gráfico (a) muestra la tensión  $E_Y$  a través del ondulator 30. Los tiempos de CONEXION y de DESCONEXION para una proporción de tiempos particular de los tiempos de CONEXION a DESCONEXION están indicados en él. En el gráfico (b), la curva  $I_M$  representa la corriente de motor. En los gráficos (c) y (d), la tensión  $V_C$  del condensador y el valor límite predeterminado  $V_{CL}$  están indicados por curvas apropiadas. El gráfico (c) ilustra un sistema de potencia 57 totalmente receptor. Muestra todo el --  
 20  
 25  
 30



13 DEC 1971

ciclo de DESCONECION del ondulator destinado al frenado regenerativo, ya que la tensión  $V_C$  de la línea nunca - excede del valor límite predeterminado  $V_{CL}$ .

En el gráfico (d) la tensión del condensador  $V_C$  excede del límite  $V_{CL}$  en el instante  $t_1$  del período de DESCONECION del ondulator, en cuyo instante se aplica una señal de mando al tiristor 40. El tiempo  $t_0$  a  $t_1$  del período de DESCONECION del ondulator se aplica al frenado regenerativo, mientras que el tiempo  $t_1$  a  $t_2$  del período de DESCONECION del ondulator se aplica al frenado dinámico. Obsérvese que cuanto menos receptor - sea el sistema de potencia 57, antes excederá la tensión  $V_C$  del límite  $V_{CL}$  durante el período de DESCONECION del ondulator; y por tanto mayor será la proporción de frenado dinámico durante el período de DESCONECION del ondulator.

En suma, si la tensión  $V_C$  del condensador alcanza el límite  $V_{CL}$ , el tiristor 40 es puesto en conducción, proporcionando un frenado dinámico. El tiristor 40 será conmutado a fuera de conducción cuando el ondulator sea conmutado a CONEXION la vez siguiente - (efecto shunt). En el momento en que el ondulator 30 es puesto en DESCONECION, el tiristor 40 es polarizado inversamente, asegurando así que permanece en DESCONECION. Si la línea (sistema de potencia 57) no es todavía receptora, según se mide por la tensión  $V_C$ , el tiristor 40 será mandado, inmediatamente, a conducción. Si la línea es parcialmente receptora, la carga del condensador 46 será eliminada durante el período de CONEXION del ondulator. Así, cuando el ondulator 30 es puesto en --

13 ENE 19



DESCONEXION, la corriente del motor cargará de nuevo -  
el condensador 46 y alimentará la corriente de carga.  
Alguna vez durante el ciclo, la tensión del condensador  
 $V_C$  alcanzará de nuevo el límite  $V_{CL}$  haciendo otra vez  
5 que el tiristor 40 sea puesto en conducción. Si la lí-  
nea es totalmente receptora, entonces el condensador -  
46 no se sobrecargará hasta el límite predeterminado -  
 $V_{CL}$ , y el tiristor 40 no será puesto en conducción en  
absoluto.

10 El sistema descrito hasta ahora que incluye  
los medios para determinar instantáneamente si la lí-  
nea es o no receptora para la corriente regenerada (re-  
lación  $V_C$  a  $V_{CL}$ ) proporciona: (a) una protección ins-  
tantánea para los elementos de circuito incluyendo el  
15 ondulator; (b) una combinación del frenado dinámico y  
del regenerativo en una proporción media respecto al --  
tiempo que es función de la receptividad de la línea y  
proporciona un empleo mínimo del frenado dinámico.

20 El comportamiento del circuito combinador 27  
hasta ahora descrito, puede mejorarse con la adición de  
una referencia en dientes de sierra o en rampa que pro-  
porciona una estabilidad y una exactitud mejoradas pa-  
ra el control de fase del sistema e impide la modula-  
ción de frecuencia que puede provocar interferencias -  
25 con sistemas de señalización de ferrocarril que emplean  
aparatos sensibles a la frecuencia. En el ejemplo mos-  
trado, esto se complementa con el circuito formado con  
el interruptor 130 cerrado en el contacto 134, "añadien-  
do" así los efectos de un generador 160 de función en  
30 rampa (dientes de sierra) al sistema. Esta realización

9.1.1971

- 31 -

385103

13 ENE 19



5 del invento incluye un comparador 162, por ejemplo un  
amplificador operacional de conmutación, que tiene un  
terminal de entrada de inversión 134 y un terminal de  
entrada 165 de no inversión. La salida  $E_Z$  del amplifi-  
cador 162 está conectada, a través del interruptor 130  
10 a la línea de entrada 147 de la puerta Y 148. La lí-  
nea de salida 144 del comparador 140 está conectada al  
terminal de entrada de inversión 164 del comparador -  
162, mientras que la salida  $E_S$  del generador de seña-  
los de rampa 160 es aplicada al terminal 166 de entra-  
da, de no inversión del comparador 162.

15 El generador 160 de señales en rampa está -  
dispuesto para proporcionar una señal en rampa que co-  
mienza cuando el ondulator 30 es conmutado a DESCONE--  
XION y acaba cuando es conmutado a CONEXION. Así, la -  
señal en rampa se extiende junto con el período de DES-  
20 CONEXION del ondulator. En el ejemplo, señal en rampa -  
está dispuesta con una inclinación positiva que comien-  
za en la línea de cero según se indica en  $E_S$  en el --  
gráfico (e) de la figura 4.

25 El generador de señales en rampa 160 está -  
provisto de un biestable 158 que inicia y detiene la -  
señal en rampa en respuesta a señales de ajuste y de -  
reposición, respectivamente, a él aplicadas. Las seña--  
les de ajuste son suministradas desde la línea de sali-  
da 156 del detector de paso por cero 154 cuando el on-  
dulator 30 se pone en DESCONE--XION. Las señales de repo-  
sición son alimentadas desde la línea 104 de salida de  
30 impulsos de CONEXION del controlador de ondulator 32 --  
siempre que se apliquen señales de CONEXION al ondula--

13 ENE 1971



5           dor. Cuando el biestable 168 está activado, aplica una  
          señal de puesta fuera de conducción a un transistor -  
          170 que está conectado a través de un condensador 172,  
          permitiendo así que el condensador se cargue desde una  
10           fuente 174 de corriente constante. La tensión del con-  
          densador (señal en rampa) es aplicada a un seguidor de  
          emisor 176 cuya salida está conectada al terminal de -  
          entrada 166 del amplificador 162. Cuando el biestable  
          es repuesto, aplica una señal de puesta en CONEXION al  
15           transistor 170 shuntando y descargando así el conden--  
          sador 172 al final de la señal en rampa.

          El comparador 162 está dispuesto para propor-  
          cionar una señal de salida positiva  $E_Z$  cuando  $E_S > E_X$ .  
          En el ejemplo específico esto se consigue alimentando -  
15            $E_X$  al terminal de inversión 164 del comparador 162, --  
          mientras se alimenta la señal en rampa al terminal 166  
          de no inversión del comparador.

          Las relaciones en esta segunda realización -  
          pueden ilustrarse por las curvas de los gráficos (e),  
20           (f) y (g) de la figura 4. El uso del factor G en rela--  
          ción con las curvas indica que la ganancia del amplifi-  
          cador 140 simbolizada por "G" se tiene en consideración  
          al dibujar las curvas. Mientras el valor de la tensión  
          límite  $V_{CL}$  predeterminado para la primera realización  
25           es, generalmente, un valor constante y representado por  
           $E_R$ , el límite predeterminado  $V_{CL}$  para la segunda reali-  
          zación no es constante y está representado por  $E_R + \frac{1}{G}$   
          ( $E_S$ ). En ambos casos el calibrado del aparato puede --  
          efectuarse ajustando el potenciómetro de referencia 180  
30           para ajustar  $E_R$ . El gráfico (f) muestra los impulsos de

9.1.1971

585103

13 EN



mando aplicados al tiristor 40. Puede verse por estos -  
gráficos que cuanto mayor sea la tensión del condensa--  
dor representada por  $E_C$  más adelantado estará el ángulo  
de disparo del tiristor 40, y viceversa. Así, la adición  
5 de la función en rampa de la segunda realización pro--  
porciona un control de fase exacto y estable en respues-  
ta a la tensión  $V_C$  del condensador. Debe observarse que  
 $E_S$  excede de  $E_X$  cuando  $V_C$  excede del valor determina-  
do  $V_{ck}$ . Así, en ambas realizaciones es activado el cir-  
10 cuito 54 de frenado dinámico en respuesta al hecho de -  
que la tensión  $V_C$  del condensador excede de un límite -  
predeterminado. Como antes de ha explicado, el calibra-  
do o la determinación previa del límite puede efectuarse  
ajustando el potenciómetro 180.

15 El sistema descrito no adelanta el punto de  
disparo del tiristor 40 hasta que se alcanza el valor  
predeterminado. Si la línea es totalmente receptora an-  
tes de alcanzarse el límite, toda la potencia de frena-  
do es en el modo regenerativo, si la línea no es total-  
20 mente receptora cuando se alcanza el límite, el punto -  
de disparo del tiristor 40 es adelantado hasta que la -  
línea recibe tanta corriente como puede.

El tiristor 40 puede hacerse funcionar median-  
te señales de disparo "sostenidas" en lugar de por cor-  
25 tos impulsos conectando la línea 147 directamente al -  
electrodo de control del tiristor 40 y eliminando la --  
puerta Y y el formador de impulsos 150.

Debe compensarse que aunque se ilustran ti-  
ristores, pueden emplearse otros dispositivos de conmu-  
30 tación adecuadas.



13 ENE

5

Aunque sólo se describe un motor, debe comprenderse que esto es también simbólico y que se cubren sistemas de múltiples motores, por ejemplo, el sistema de tracción por cuatro motores usual, en el que dos motores están conectados en serie en cada una de dos ramas en paralelo.

10

La presente solicitud que corresponde a la - presentada en Estados Unidos de América, con fecha 24 de Noviembre de 1.969, bajo el número 879.343 y 24 de Noviembre de 1.969, Nº 879.500, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

- REIVINDICACIONES -

20

25

Los puntos de invención, propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España por VEINTE años, son -- los siguientes:

*[Handwritten signature]*  
9.1.1971

1.- Un aparato para controlar la disposición de la corriente eléctrica producida por un motor que - funciona en el modo de frenado, y que tiene un circuito

385103



de motor que incluye un primero y un segundo termina--  
 les de conductores de corriente entre los que está co-  
 nectado el motor y unos medios de resistencia dispues-  
 tos en el circuito para disipar la corriente generada  
 5 en el modo de frenado, caracterizado por unos medios -  
 que responden a un criterio de capacidad de recepción  
 de corriente de dichos conductores de corriente para -  
 distribuir la corriente eléctrica generada por el motor  
 a dichos conductores y a dichos medios de resistencia -  
 10 de acuerdo con una proporción de división entre los me-  
 dios de resistencia y los conductores que varía en fun-  
 ción de dicha capacidad de recepción de corriente.

2.- Un aparato según la reivindicación 1, ca-  
 racterizado porque un primero, un segundo y un tercer  
 15 circuitos están conectados uno a través de otro y entre  
 un primero y un segundo elementos conductores, incluyen-  
 do el primer circuito dicho devanado de inducido, in-  
 cluyendo el segundo circuito unos primeros medios de --  
 interruptor operables selectivamente a modos de CONE--  
 20 XION y DESCONEXION en respuesta a señales de CONEXION y  
 de DESCONEXION, respectivamente, incluyendo el tercer -  
 circuito en serie unos segundos medios de interruptor -  
 y unos medios de impedancia para disipar la corriente -  
 eléctrica generada por el motor en el modo de frenado,  
 25 pudiendo hacerse funcionar dichos segundos medios de in-  
 terruptor en los modos respectivos de CONEXION y de --  
 DESCONEXION; estando conectado uno de dichos conducto--  
 res de corriente a uno de dichos elementos conductores  
 a través de unos medios de conducción unidireccionales  
 de corriente, estando conectado el otro al otro elemen-

38  
 1.1971

18 ENE 19



to conductor; estando dispuestos dichos medios de con-  
ducción unidireccional de corriente para bloquear la -  
corriente en dirección del funcionamiento del motor, y  
porque están previstos unos primeros medios de control  
ajustables para alimentar señales de CONEXION y de --  
DESCONEXION respectivas a dichos primeros medios de in-  
terruptor para hacerles funcionar a los modos respecti-  
vos de CONEXION y de DESCONEXION en una relación ajus-  
table del tiempo de CONEXION conel tiempo de DESCONE--  
XION y están previstos unos segundos medios de control  
que responden a un criterio de la capacidad de recep--  
ción de corriente de dichos conductores de corriente --  
para controlar los segundos medios de interruptor para  
que funcionen en el modo de CONEXION durante el tiempo  
de DESCONEXION de los primeros medios de interruptor --  
durante un tiempo de CONEXION que es función del grado  
de capacidad de recepción de corriente.

3.- Un aparato según la reivindicación 2, ca-  
racterizado porque dichos segundos medios de control -  
comprenden además unos medios generadores de función de  
referencia para comenzar una función de referencia en  
respuesta a cada una de dichas señales de DESCONEXION y  
finalizar la función en respuesta a la siguiente de di-  
chas señales de CONEXION, por lo que la función es coex-  
tensiva en el tiempo con los períodos de desconexión -  
de los primeros medios de interruptor, unos medios pa-  
ra proporcionar una señal de error en respuesta a la -  
diferencia entre una señal de referencia y una señal --  
que es función de la tensión a través de dichos conduc--  
tores de corriente, y medios que responden a una compa--

9.1.1971

385103

13 ENE 1971



ración entre dicha función de referencia y dicha se--  
nal de error para controlar el tiempo de conexión de  
los segundos medios de interruptor.

5 4.- Un aparato según la reivindicación 3, -  
caracterizado porque dichos medios generadores de la -  
función de referencia comprenden unos medios generado-  
res de una función en rampa, y dicha función de refe--  
rencia es una función en rampa.

10 5.- Un aparato según la reivindicación 2, 3  
ó 4, caracterizado porque cada uno de dichos medios -  
de interruptor es unidireccional y está dispuesto, --  
cuando está en su modo de CONEXION, para conducir la -  
corriente que es generada por el motor cuando está --  
funcionando en su modo de frenado.

15 6.- Un aparato según una cualquiera de las -  
reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque dicho --  
criterio es la tensión que existe a través de dichos -  
conductores de la línea.

20 7.- Un aparato según una cualquiera de las -  
reivindicaciones 2 a 5, caracterizado porque dichos --  
segundos medios de control comprenden un cuarto circui-  
to que incluye unos medios acumuladores de energía --  
eléctrica conectados a través de dichos conductores de  
corriente, y en el que dicho criterio de capacidad de  
25 recepción de corriente es la tensión que existe a tra-  
vés de dichos medios acumuladores.

30 8.- Un aparato para controlar la disposición  
de la corriente eléctrica producida por un motor que -  
funciona en el modo de frenado.

Tal y como se ha descrito en la memoria que

30  
1.1.1971

- 38

385 103



13 ENE 1971

antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de treinta y nueve hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 13 ENE 1971

P.A.

ALBERTO...  
Por Fodor *Ortiz*

.....  
S  
.....

9.1.1971/RTA.-

*[Handwritten signature]*

- 39 -

385 103

385107

385107

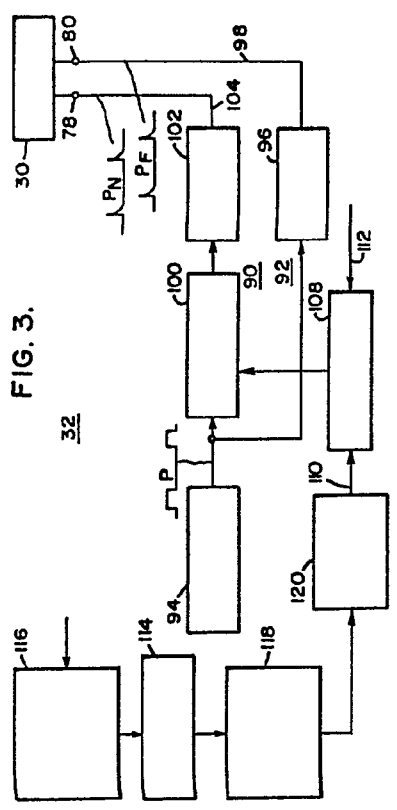


FIG. 3.

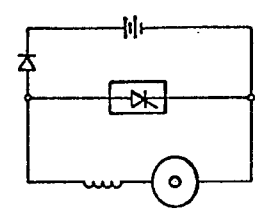


FIG. 1C.

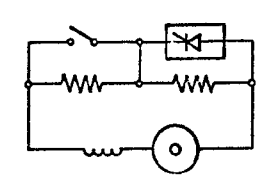


FIG. 1B.

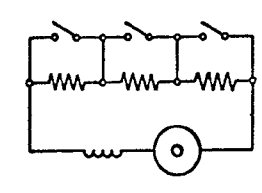


FIG. 1A.

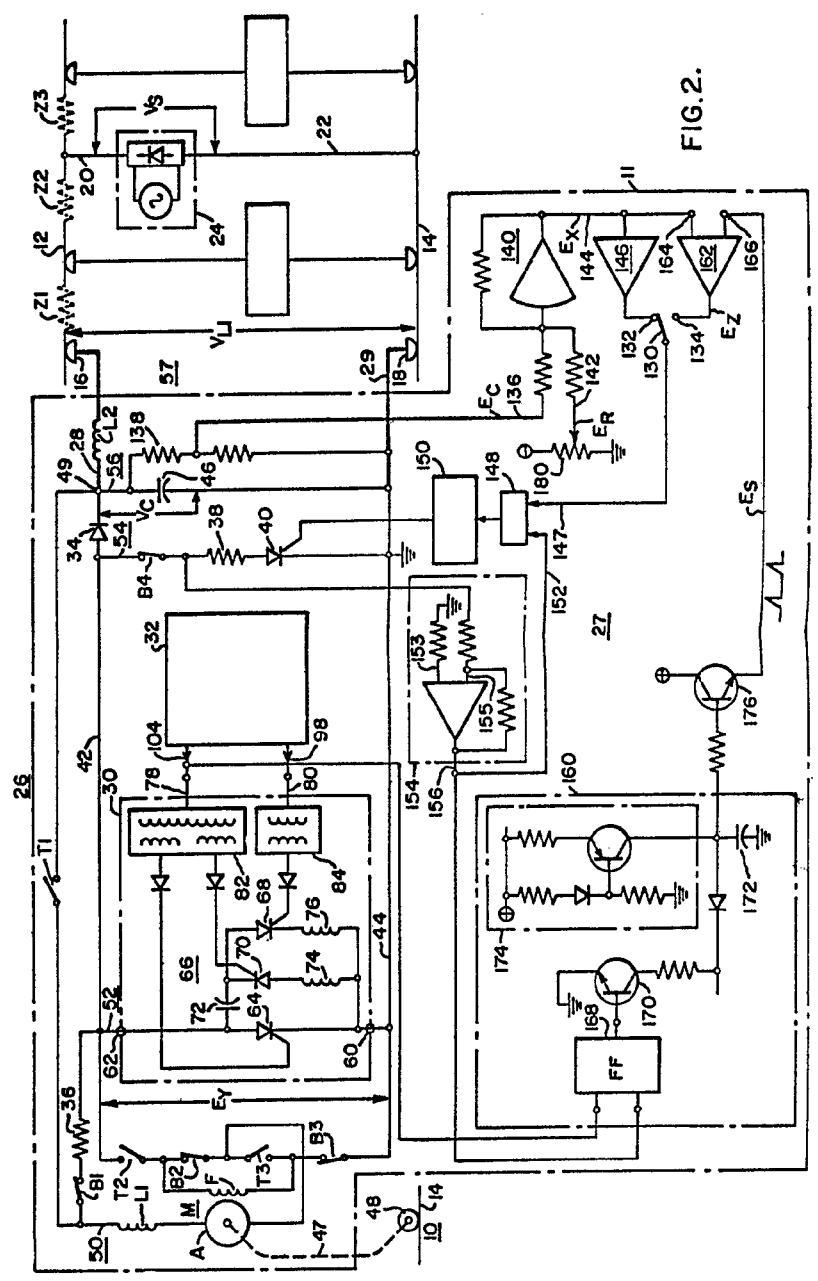


FIG. 2.

Alfred...  
Pat. Pending

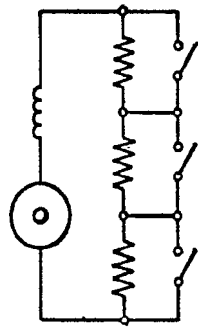


FIG. I.A.

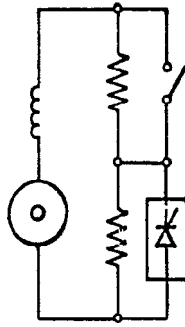


FIG. I.B.

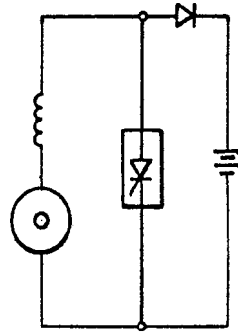
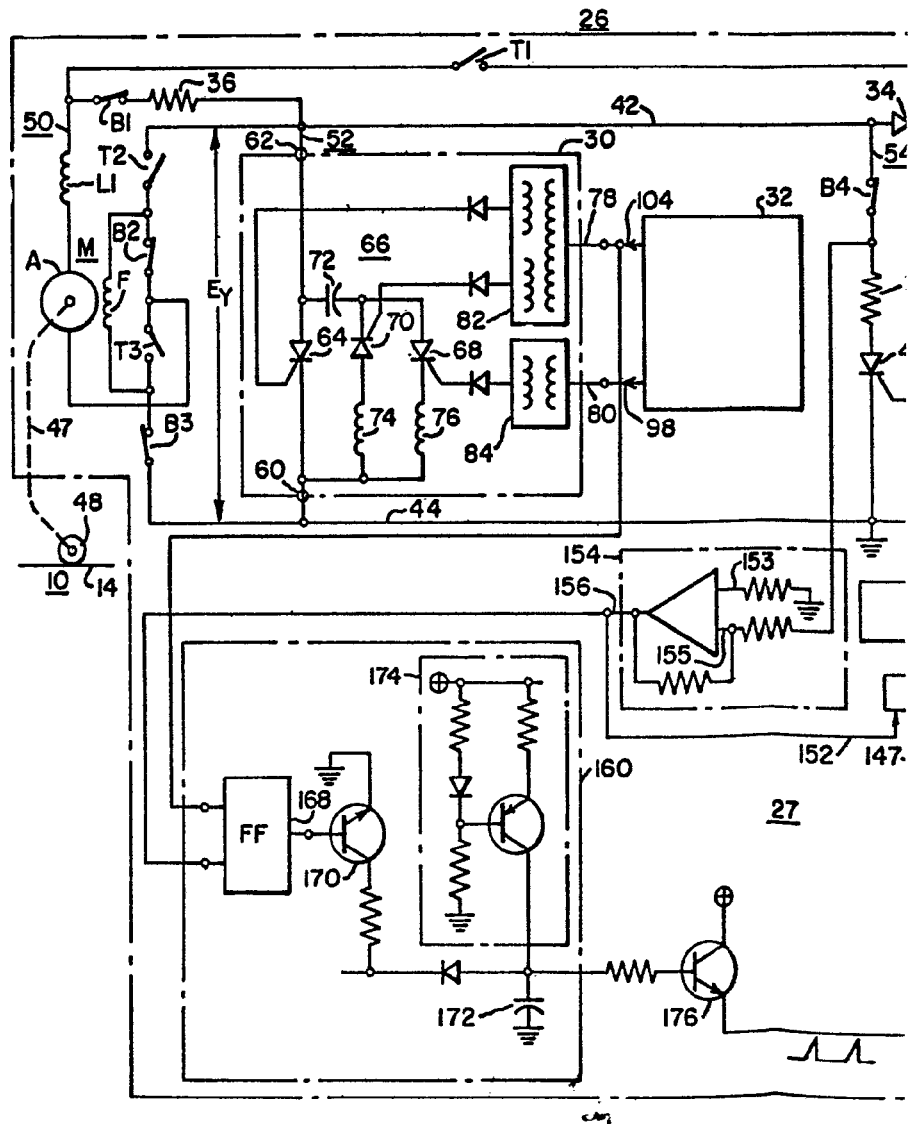
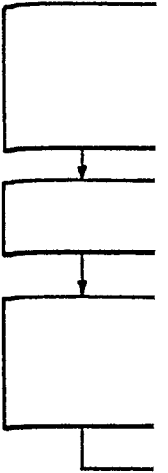


FIG. I.C.





385103

78 FILE

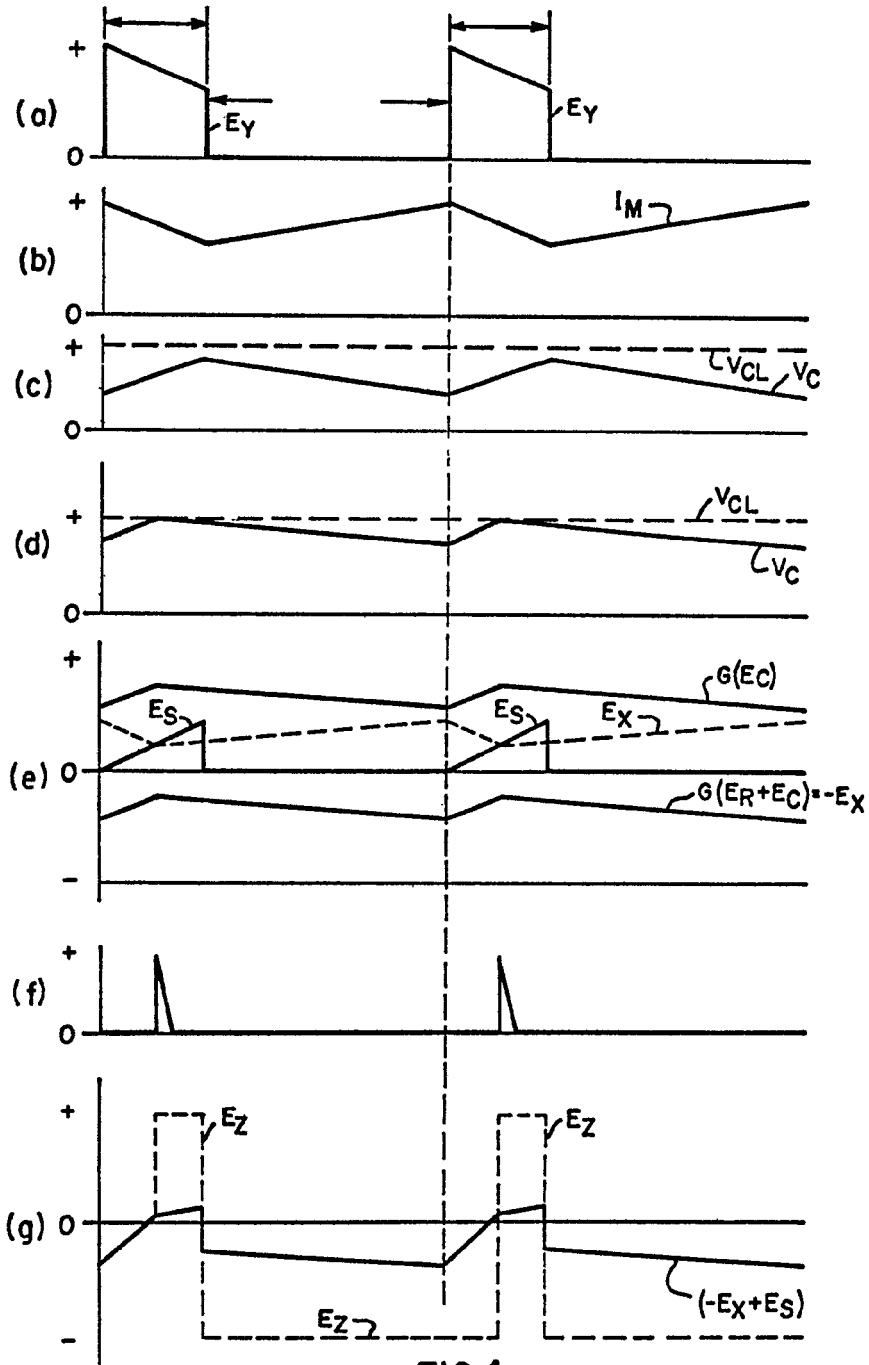


FIG. 4.

Alberto de *[Signature]*  
Por Poderes