

SECCION TECNICA
CLASIFICACION: C
B-60 B-60
L T

380904

P.- 45.127
FA-2545 MM/ym

Memoria descriptiva



para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA

entidad / de nacionalidad japonesa

con domicilio en No 2-3, 2-chome, Marunouchi, Chiyoda-ku,
Tokyo, Japon.

por:

" UN SISTEMA PARA FRENAR UN VEHICULO
DE MOTOR ELECTRICO "

(Clase Internacional B601, B60t)



FUNDAMENTO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a mejoras en un sistema para frenar un vehículo de motor eléctrico, que incluye un dispositivo ondulator de corriente continua (CC).

5

10

15

20

25

Cuando un vehículo de motor eléctrico realiza el funcionamiento de régimen permanente en el modo de frenado regenerativo conectando y desconectando un dispositivo ondulator de CC implicado con un período adecuado, es suministrada una corriente, a través del cable del trole asociado, a una carga conectada a este último, para absorber la energía regenerativa. Si la carga se desconecta del cable del trole, la corriente es bruscamente interrumpida, mientras que el dispositivo ondulator no puede dejar pasar este brusco cambio de corriente y continúa efectuando su control. Por lo tanto, la corriente puede circular a un condensador operativamente acoplado al dispositivo ondulator para incrementar en gran manera una tensión a través del condensador. Esto conduce a la necesidad de proyectar equipo eléctrico que incluya el dispositivo ondulator en el vehículo a motor, de manera que resista tensiones mucho más altas que la tensión de régimen permanente del mismo lo que dá lugar a una pérdida económica.

Han sido ya hechos varios intentos para evitar que el voltaje a través del condensador aumente en gran manera. Algunos de los intentos no han sido muy efectivos y algunos otros han conducido a un temor de que fueran dañados los motores de tracción asociados.

24 JUL



RESUMEN DE LA INVENCION

Por consiguiente, es un objeto de la invención eliminar las desventajas anteriormente citadas de la práctica de la técnica anterior, por la creación de un sistema protector efectivo para vehículos a motor eléctrico.

Es otro objeto de la invención crear un sistema nuevo y mejorado para frenar un vehículo a motor eléctrico, capaz de impedir un incremento excesivo de la tensión a través de un condensador de filtrado implicado en el modo de frenado regenerativo de funcionamiento, incluso por una interrupción o un descenso brusco en una carga que consume una energía eléctrica generada por el funcionamiento del frenado regenerativo y realimentada al cable de trole asociado.

La invención consigue estos objetos creando un sistema para frenar un vehículo de motor eléctrico que comprende al menos un motor de tracción de CC, un dispositivo ondulator para controlar el motor de CC, un diodo semiconductor de volante, conectado al dispositivo ondulator, y un condensador de filtrado dispuesto en el lado del cátodo del diodo de volante o regulador, caracterizado por una resistencia conectada al dispositivo ondulator a través de un interruptor de control en el lado del ánodo o del cátodo del diodo de volante, estando controlado el interruptor de control para permitir que la resistencia sea conectada en paralelo al dispositivo ondulator.

El interruptor de control puede ser preferiblemente mandado de acuerdo, ya sea con una tensión a través del condensador de filtrado, ya sea con un potencial



en el lado de ánodo o cátodo del diodo de volante.

Breve descripción de los dibujos

5 La invención resultará más fácilmente evidente de la siguiente descripción detallada, tomada en combinación con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

10 La figura 1 es un diagrama esquemático de un circuito convencional para gobernar un motor de tracción en serie para un vehículo de motor eléctrico, que incluye un dispositivo ondulador de CC en el modo de funcionamiento de frenado regenerativo;

15 La figura 2 es una representación gráfica de formas de onda de corriente y de tensión, desarrolladas por disminución rápida de una carga regenerativa conectada en el circuito mostrado en la figura 1; y

la figura 3 es un diagrama esquemático de un circuito para efectuar un frenado regenerativo, construido de acuerdo con los principios de la invención.

Descripción de la realización preferida

20 Refiriéndose ahora a los dibujos, y a la figura 1 en particular, se ve que una disposición aquí descrita es representativa de un tren eléctrico, y comprende un motor de tracción en serie, de CC, que incluye un inducido A y un campo F, una reactancia de alisado LD, un diodo semiconductor de volante DD, una reactancia de filtrado LF y un pantógrafo P, interconectados en relación de circuito en serie, en el orden citado. Aunque un vehículo de motor eléctrico es generalmente accionado por una pluralidad de motores de tracción conectados en relación de circuito en serie y/o en paralelo, en la figura 1 se muestra



sólo un motor eléctrico único, para fines de ilustración. El diodo de volante DD incluye su electrodo de ánodo conectado tanto a la reactancia de alisado LD como a un dispositivo ondulator de CC, CH, en el lado del ánodo, y su electrodo de cátodo conectado tanto a la bobina de filtrado LF como a un condensador de filtrado CF en un lado, con el lado de cátodo del dispositivo ondulator CH conectado a masa y también al otro lado del condensador CF.

5

El inducido A está conectado a tierra a través de un interruptor de línea LS y un dispositivo de disminución de corriente de alta velocidad, HB, que tiene una resistencia de disminución de corriente RHB conectada a través del mismo.

10

El dispositivo de disminución de corriente HB responde a la ocurrencia de una emergencia para insertar rápidamente la resistencia de disminución de corriente RHB en el circuito, y el interruptor de línea LS coopera con la operación de disminución de corriente realizada por el dispositivo de disminución de corriente HB, que es inmediatamente abierto para interrumpir el circuito.

15

20

El pantógrafo P está deslizablemente en contacto con un cable de trole W que está, a su vez, conectado a una carga de absorción de energía RL, a través de un interruptor S, mostrado en su posición abierta. Dicha carga puede ser un tren o trenes eléctricos separados, alimentados por el mismo cable de trole W, a poner en modo de funcionamiento de circulación con corriente.

25

Los dispositivos ondulator de CC son bien conocidos en la técnica y, juntamente con su funcionamiento son descritos en detalle en diversas bibliografías y

30

24 JUL



memorias de patentes, de manera que el dispositivo ondula-
dor de CC, CH, no precisa ser descrito aqui. Es suficien-
te decir que en el modo de funcionamiento de frenado rege-
nerativo de régimen permanente, un voltaje inducido a tra-
vés del inducido A es mantenido a una magnitud menor que
5 la magnitud del voltaje en el cable de trole W, mientras
que el dispositivo ondulator de CC, CH, es conectado y des-
conectado con un período apropiado para mantener la co-
rriente I_A del inducido en una magnitud predeterminada.
10 Bajo estas circunstancias, la suma de una tensión desarro-
llada a través de una inductancia (que está formada prin-
cipalmente de inductancias debidas tanto al campo F como
a la reactancia de filtrado LD) presente en el circuito
con el motor de tracción, durante el período de descon-
15 xión del dispositivo ondulator de CC, CH, y de la tensión
originada a través del inducido A, excede de la tensión
en el cable de trole W. Esto hace que una corriente rege-
nerativa I_B sea suministrada al cable de trole W a través
del diodo de volante DD y de la reactancia de filtrado LF,
20 hasta que la corriente es absorbida o consumida por la car-
ga RL conectada al cable de trole W a través del interrup-
tor cerrado S.

Si el interruptor S está abierto, en el modo
de funcionamiento de frenado regenerativo como se ha des-
25 crito anteriormente, es interrumpida bruscamente la co-
rriente I_B que fluye a través de la carga RL. Sin embar-
go, un sistema de control (no mostrado) para el dispositivo
ondulador CH no puede seguir inmediatamente esta interrup-
ción de la corriente, y, en lugar de ello, continúa efec-
30 tuando el control hecho hasta este momento. Esto permite



que continúe el flujo de corriente regenerativa I_B . Por lo tanto, esa corriente pasa al condensador CF para cargarlo, hasta que una tensión V_{CF} a través del condensador CF es rápidamente aumentada más allá de su magnitud igual a la de la tensión de régimen permanente E_0 en el cable de trole W, antes de que el interruptor S fuera abierto.

Suponiendo la magnitud media de corriente del fenómeno que se acaba de describir, puede considerarse que la energía eléctrica acumulada por una inductancia del circuito con el motor de tracción, ha sido transferida al condensador CF. La corriente regenerativa I_B y el voltaje V_{CF} a través del condensador CF variarán con el tiempo como se muestra en la figura 2, en la que, en el gráfico superior, se ilustra la corriente regenerativa I_B (en ordenadas) representada en función del tiempo (en abscisas), y el gráfico inferior ilustra el voltaje V_{CF} (en ordenadas) representado en función del tiempo (en abscisas) con el eje de tiempos común a ambos gráficos. Un tiempo de carga t_1 para el condensador CF es igual a un cuarto del período de resonancia de un circuito compuesto de una inductancia L y de una capacitancia CF. Efectivamente, el tiempo de carga t_1 está expresado por la ecuación

$$t_1 = \frac{1}{4} \times 2\pi \sqrt{L \cdot CF}$$

Suponiendo, por ejemplo, que la capacitancia CF es de 1.000 microfaradios y que la inductancia L es de 10 milihenrios, el tiempo de carga calculado será de unos 5 milisegundos. Suponiendo también que en el modo de funcionamiento de frenado regenerativo, el voltaje E_0 en el cable

380904



de trole tiene un valor de 1.650 voltios y que la corriente regenerativa I_B tiene un valor de régimen permanente de 800 amperios, será calculado un voltaje máximo $V_{CF \text{ máx}}$ a través del condensador, de unos 4.200 voltios, de la ecuación

5

$$V_{CF \text{ máx}} = E_o + I_B \sqrt{\frac{L}{CF}}$$

Esto indica que pueden ser diseñados diversos elementos de circuito que incluyen el dispositivo ondulador como se muestra en la figura 1, para resistir a tensiones mucho más altas que sus tensiones de régimen permanente, respectivamente, lo que conduce a una gran pérdida.

10

Con el fin de evitar que la tensión a través del condensador CF aumente a tan elevada magnitud, puede concebirse detectar la tensión a través del condensador CF y abrir rápidamente el circuito con el motor de tracción al detectar la tensión que excede de un cierto límite, con lo cual se interrumpe la corriente regenerativa I_B . Incluso con el uso de un dispositivo de disminución de corriente de elevada velocidad, comunmente empleado con vehículos de motor eléctrico, tal como se muestra en HB en la figura 1, esta medida no es utilizable debido a que la apertura de tal dispositivo consume un tiempo de 10 a 15 milisegundos, que es demasiado largo en comparación con el tiempo de carga t_1 para el condensador CF, como se ha descrito anteriormente.

15

20

25

También ha sido diseñado antes de ahora un sistema para impedir que la corriente regenerativa I_B fluya al condensador CF, que comprende medios para detectar el voltaje a través del condensador CF, como en el caso

30



anterior, medios que responden al voltaje detectado que
 excede de un cierto límite, para hacer conducir continua
 mente el tiristor principal o el tiristor del dispositivo
 ondulator, es decir, para cortocircuitar el circuito con
 5 el motor de tracción por uso del dispositivo ondulator CH.
 Ese sistema ha sido efectivo para suprimir una elevación
 de la tensión a través del condensador, en razón de que
 el tiristor o tiristores es o son cebados de manera sufi
 cientemente rápida. El sistema, sin embargo, no ha sido
 10 muy práctico porque, con el circuito con el motor de trac
 ción cortocircuitado durante el recorrido del vehículo de
 motor eléctrico asociado a una elevada velocidad, se desa
 rrolla bruscamente una elevada corriente para efectuar un
 salto del motor de tracción antes de la apertura del cir
 15 cuito del motor por medio del dispositivo de disminución
 de corriente de elevada velocidad HB y del interruptor de
 línea LS. También se ha temido que el motor de tracción
 fuera dañado, debido a un elevado par de impulsión.

La invención se propone eliminar las desven
 20 tajas de la práctica de la técnica anterior según se han
 descrito anteriormente.

Una realización del invento está ilustrada
 en la figura 3, en la cual caracteres de referencia igua
 les designan componentes idénticos a los mostrados en la
 25 figura 1.- La disposición ilustrada comprende, además
 de los elementos de circuito mostrados en la figura 1, un
 detector de sobretensión OVD conectado a través del con
 densador CF, un interruptor de control mostrado como un
 tiristor de interrupción TH, que tiene su electrodo de
 30 ánodo conectado a la unión del dispositivo ondulator CH

24 JUL



y al diodo de volante Dd, y su electrodo de cátodo conectado a masa a través de una resistencia R.

El detector de sobretensión OVD puede estar formado, por ejemplo, por un transformador de potencial de CC y un elemento de interrupción del tipo PNP, aunque no están mostrados en la figura 3. El detector OVD responde a la tensión a través del condensador CF que excede de una tensión predeterminada V_D algo mayor que la tensión normal en la fluctuación permisible de impulsos del cable de trole en aquella tensión para proporcionar una salida. Esta salida es aplicada al interruptor o tiristor TH para cebarlo, y también al dispositivo de disminución de corriente de elevada velocidad HB, como una señal de disparo.

En el modo de funcionamiento de frenado regenerativo, la desconexión de la carga RL del cable del trole W hace que la tensión a través del condensador CF a iniciar incrementa como se ha descrito anteriormente en relación con las figuras 1 y 2. El detector de sobretensión OVD responde a la tensión a través del condensador CF en exceso de la tensión de umbral anteriormente citada V_D , para aplicar por tanto su salida al tiristor TH con el fin de cebarlo. Esto da lugar a que sea completado un circuito cerrado trazado desde el inducido A del motor de tracción, a través del campo F del motor, la reactancia de alisado LD, el tiristor TH ahora en conducción TH, la resistencia R, el dispositivo de disminución de corriente de alta velocidad HB y el interruptor de línea cerrado LS, y de nuevo al inducido. Bajo estas circunstancias, una corriente I_R que fluye a través de la resistencia R es expresada por:

380904



$$I_R = \frac{E_M}{R + r}$$

en donde E_M = fuerza electromotriz del inducido A

R = valor de la resistencia R

5 r = resistencia del circuito cerrado anteriormente citado, menos R.

10 Seleccionando adecuadamente la magnitud de la resistencia R, la corriente I_R puede ser preliminarmente ajustada a una magnitud mayor que la magnitud máxima de la corriente regenerativa I_B en el régimen permanente, pero suficiente
 15 mente más baja que la corriente mínima que pudiera hacer averiarse cualquiera o cualesquiera del motor de tracción y los elementos de circuito asociados. Cuando sucede esto, el encendido del tiristor TH origina un potencial en el
 20 lado del ánodo del diodo Dd, menor que un potencial en el lado del cátodo del mismo, hasta los terminales de corriente, para fluir a través del diodo Dd. De esta manera, la tensión a través del condensador CF ha sido limitada a la tensión de umbral V_D ajustada para el detector de sobreten
 sión OVD.

25 Por otra parte, la señal de disparo del detector de sobretensión OVD ha sido aplicada al dispositivo de disminución de corriente de alta velocidad HB para liberar su circuito de retención (no mostrado). Por lo tanto, el dispositivo de disminución de corriente HB es
 30 abierto con un retardo de tiempo predeterminado inherente al mismo, para conectar la resistencia RHB en el circuito cerrado. A continuación de esto, el interruptor de línea LS es abierto para interrumpir el circuito cerrado.

Por lo tanto, se comprenderá fácilmente que



5 la resistencia R y el tiristor de interrupción TH son reque-
ridos sólo para resistir un flujo de corriente a través de
ellos durante un período muy corto de tiempo, entre un mo-
mento en el que la tensión a través del condensador CF ha
sobrepasado justamente la tensión de umbral V_D para el de-
tector de sobretensión OVD y un momento en el que el inte-
rruptor de línea LS ha sido abierto. Consiguientemente,
la resistencia R y el tiristor TH pueden ser de pequeño
tamaño, ligeros y económicos.

10 Aunque la invención ha sido ilustrada y des-
crita en combinación con una realización preferida única
de la misma, se comprenderá que pueden ser realizados nume-
rosos cambios y modificaciones sin apartarse del espíritu
y alcance de la invención. Por ejemplo, el detector de
15 sobretensión OVD puede estar conectado de manera que detec-
te una tensión a través de cualquier punto en la conexión
del diodo Dd al pantógrafo P y tierra, más bien que la ten-
sión a través del condensador CF. También la disposición
en serie del tiristor TH y la resistencia R puede estar
20 conectada a través de cualquier punto en la conexión del
diodo Dd al pantógrafo P y tierra. En este último caso,
una corriente regenerativa baja I_B hace que fluya una co-
rriente desde el cable de trole al tiristor y a la resis-
tencia, dando por resultado un incremento de la capacidad
25 de corriente de cada uno de los dos, en comparación con el
caso de que ambos elementos de circuito estén conectados al
diodo Dd en el lado del mismo alejado del pantógrafo. Sin
embargo, la medida es ventajosa porque una carga en el con-
densador CF descarga a través de la resistencia R para ba-
30 jar el voltaje a través del condensador CF a aquel voltaje



27 JUN

de trole menor que el voltaje de umbral V_D para el detector de sobretensión.

Además, aunque el interruptor de control TH ha sido mostrado como un tiristor, el mismo puede ser cualquier interruptor deseado, diferente al tiristor de interrupción ilustrado. Además, el invento es igualmente aplicable a motores de tracción en shunt y en compound, en tanto sean del tipo de corriente continua.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Japón, el 19 de Junio de 1969, bajo el nº 48.600/1969, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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

1.- Un sistema para frenar un vehículo de motor eléctrico, que comprende al menos un motor de tracción de CC, un dispositivo ondulator para controlar dicho motor de tracción de CC, un diodo semiconductor de volante, conectado a dicho dispositivo ondulator, un condensador de filtrado dispuesto en el lado del cátodo de dicho diodo de volante, y una resistencia conectada a través de

380904



5 un interruptor de control en un lado elegido de los lados de ánodo y de cátodo de dicho diodo de volante, estando dicho interruptor de control gobernado para permitir que dicha resistencia sea conectada en paralelo a dicho dispositivo ondulator.

2.- Un sistema según la reivindicación 1, en el cual dicho interruptor de control está gobernado de acuerdo con una tensión a través de dicho condensador de filtrado.

10 3.- Un sistema según la reivindicación 1, en el cual dicho interruptor de control está gobernado de acuerdo con un potencial en un lado seleccionado de los lados de ánodo y de cátodo de dicho diodo de volante.

15 4.- Un sistema según la reivindicación 1, que comprende además un interruptor de línea conectado en el circuito con dicho motor de CC, siendo cerrado dicho interruptor de control antes de abrir dicho interruptor de línea.

20 5.- "UN SISTEMA PARA FRENAR UN VEHICULO DE MOTOR ELECTRICO"

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan, y con los fines que se han especificado.

25 Esta Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,
P. A.

24 JUL 1970
Alberto de...
Por Poder...

380904

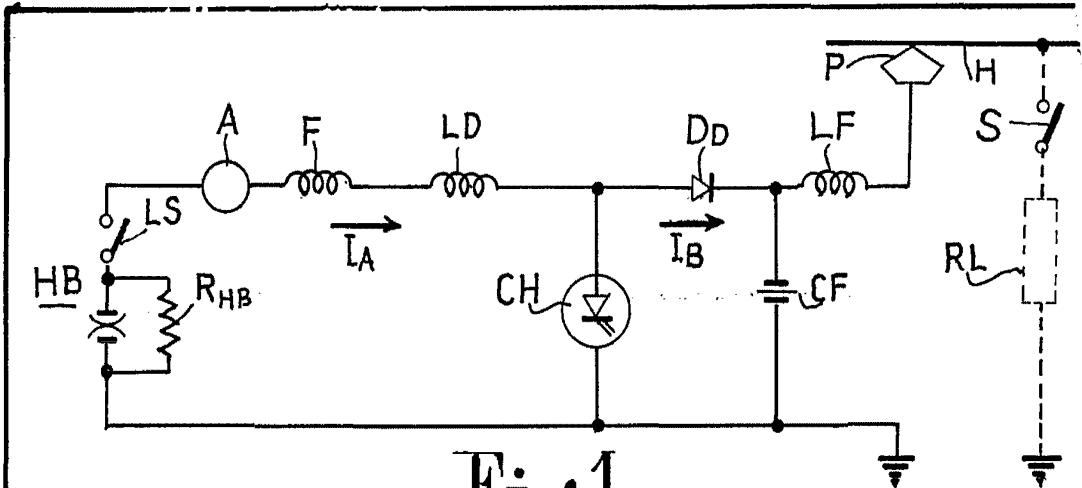


Fig: 1

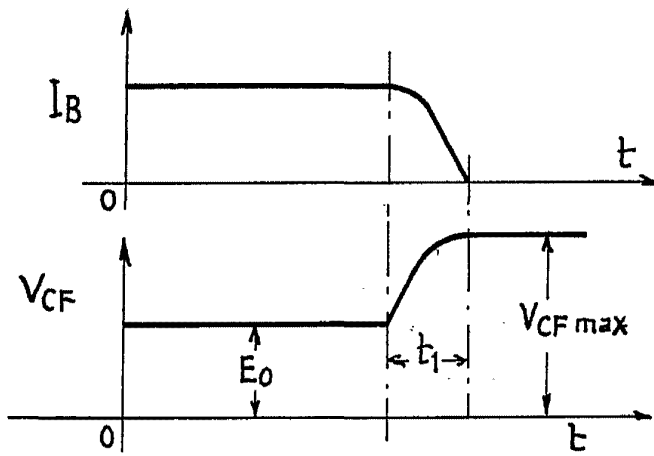


Fig: 2

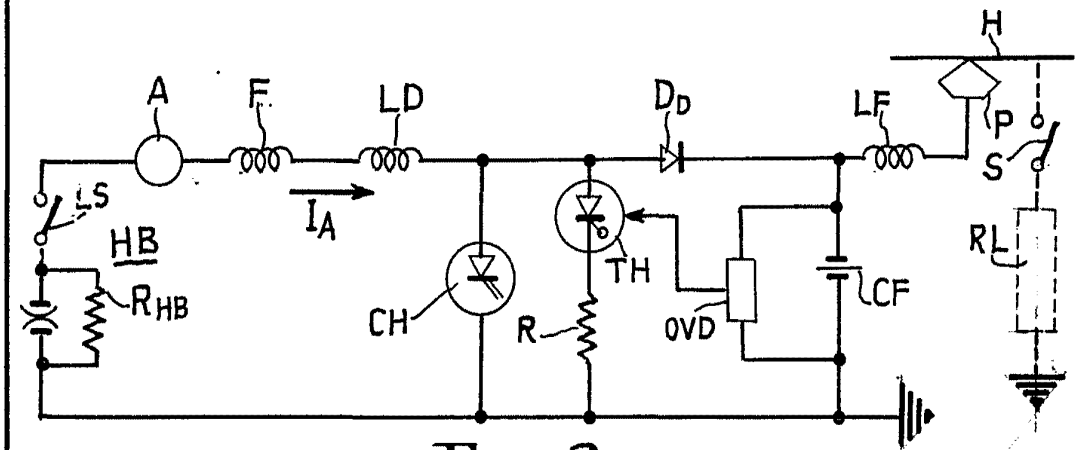


Fig: 3

Alberto de Figueiredo
Por Poder