



|                       |           |       |
|-----------------------|-----------|-------|
| 19 ES                 | 11 406634 | 10 A3 |
|                       | 21        |       |
|                       | 22        |       |
| FECHA DE PRESENTACION |           |       |
| - 3 FEB. 1978         |           |       |

20 SET. 1978

Cóncedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta. Dkt. No. 20-TR-1196

PATENTE DE INTRODUCCION

|                        |  |
|------------------------|--|
| 47 FECHA DE PUBLICIDAD | 51 CLASIFICACION INTERNACIONAL<br>H02H; G05B |
|------------------------|--|

|  |
|--|
| 54 TITULO DE LA INVENCIÓN  |
| "MEJORAS EN DISPOSITIVOS DE PROTECCION PARA UN MOTOR ELECTRICICO DE TRACCION DE CORRIENTE CONTINUA". |

|  |  |
|--|--|
| 59 PATENTE EXTRANJERA U OTRA FUENTE DE INFORMACION | Se fabrica en Estados Unidos, por la firma GENERAL ELECTRIC COMPANY, correspondiente a la patente núm. 753.406, de fecha 22 Diciembre 1.976. |
|--|--|

|                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| 71 SOLICITANTE (S) | GENERAL ELECTRIC COMPANY |
|--------------------|--------------------------|

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

|                  |  |
|------------------|--|
| 72 INVENTOR (ES) |  |
|------------------|--|

|                 |  |
|-----------------|--|
| 73 TITULAR (ES) |  |
|-----------------|--|

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| 74 REPRESENTANTE | Don Pedro Feliu Mañá |
|------------------|----------------------|

El presente invento se refiere a mejoras en dispositivos de protección para máquinas dinamoeléctricas, - más particularmente a un dispositivo de protección para detectar y corregir descargas en un motor eléctrico de tracción de corriente continua.

En motores eléctricos de tracción de corriente continua se utilizan escobillas de carbón que rozan sobre barras conmutadoras para procurar corriente a los arrollamientos del inducido del motor. Esta corriente establece un campo magnético en el inducido y polos magnéticos correspondientes. Los polos magnéticos creados en el inducido interactúan con polos magnéticos en arrollamientos de campos de motor para producir un par de fuerzas de rotación en la máquina. Los polos magnéticos en los arrollamientos de campo del motor se establecen por medio de corrientes continuas que fluyen a través de estos arrollamientos. El motor incluye una cantidad de barras conmutadoras espaciadas por igual alrededor de un extremo del inducido, estando conectada cada una de las barras de conmutación a arrollamientos seleccionados -- del inducido para establecer los polos magnéticos. Según van pasando las escobillas de carbón sobre las barras conmutadoras formarán periódicamente cortocircuitos con barras adyacentes, formando así cortocircuito -- en arrollamiento del inducido conectado a las barras conmutadoras particulares. Puesto que los arrollamientos, asociados con las barras conmutadas, puestas en cortocircuito, se desplazan entre sí, estarán pasando a través

de campos de flujo creados por los polos magnéticos del arrollamiento de campo, que están con diferentes magnitudes. De acuerdo con ello, existirá una diferencia de potencial entre las dos barras conmutadoras. En el diseño de una máquina ideal las escobillas están situadas -  
5 entre polos de campos en un punto, en que el flujo creado por los polos de campo pasa a través de cero en su -  
inversión entre polos adyacentes de polaridad magnética opuesta. Este punto ideal se traslada con variaciones -  
10 en la corriente del inducido, puesto que el flujo total es la suma de flujo de campo y flujo de inducido. Típicamente un polo conmutador o interpolo se coloca entre polos de campos adyacentes, teniendo los polos conmutadores un arrollamiento, que está conectado en serie en un  
15 camino de corriente de inducido, de modo que el flujo -  
generado por el polo conmutador es proporcional a la corriente de inducido. Este método generalmente sirve para disminuir al mínimo los cambios en el flujo de interpolos, permitiendo así que las escobillas transfieran -  
20 corriente entre barras conmutadoras sin una cantidad in  
debida de formación de arco.

Para motores, que están sometidos a pesadas sobrecargas, cargas de modificación rápida, funcionamiento -  
con campos principales débiles, escobillas defectuosas,  
25 saltos de escobillas, o conmutadores ásperos, existe una  
posibilidad de que la acción del polo conmutador pueda ser insuficiente y el simple chisporroteo en las escobillas puede convertirse en un arco mayor. Por ejemplo, en

el instante en que una bobina de inducido está situada -  
en el pico de una onda de flujo gravemente distorsionada,  
el voltaje de bobina puede ser lo bastante alto para sal-  
tar a través del aire entre los segmentos adyacentes, a  
5 los que está conectada la bobina, y pueden dar por resul-  
tado una descarga o formación de arco entre los segmen--  
tos. La descarga entre segmentos puede esparcirse rápida-  
mente alrededor de todo el conmutador y en adición a sus  
posibles efectos destructivos sobre el conmutador, cons-  
tituye un cortocircuito sobre la línea de energía.  
10

En máquinas de corriente continua, conectadas en se-  
rie, existe un cierto grado de auto-protección contra --  
transientes causados por formaciones de arcos o descar--  
gas, porque el campo en serie actúa como un inductor pa-  
15 ra limitar el grado de aumento de la corriente de induci-  
do. El voltaje inductivo, así generado, causa rápidos --  
cambios de flujo para limitar rápidamente el valor de co-  
rriente de inducido y el cambio de flujo transiente trans-  
forma el voltaje en bobinas de inducido conmutadoras, --  
20 que son conmutadas, es decir, en una dirección para ayu-  
dar a la conmutación. Además, un motor en serie también  
puede incluir un anillo de descarga que rodea el conmuta-  
dor, estando conectado el anillo de descarga a un poten-  
cial de tierra. Cuando ocurre una descarga, el arco se -  
25 esparcirá por el anillo de descarga, lo que da por resul-  
tado que se aplica una masa o tierra al terminal conecta-  
do al inducido de un arrollamiento conectado en serie. -  
Puesto que el otro terminal de un arrollamiento de campo

está normalmente conectado a potencial de tierra, esto -  
da por resultado que el campo se ponga en cortocircuito  
para poner en masa, por ello suprimiendo la excitación -  
de una máquina arrollada en serie.

5 En motores arrollados en shunt o excitados separada  
mente, el hecho de que la descarga esté puesta a tierra,  
no da por resultado que se suprima la excitación del --  
arrollamiento de campo, puesto que el campo separado es-  
tá todavía conectado directamente al suministro de ener-  
10 gía. De acuerdo con ello, tiene que procurarse algún mé-  
todo para detectar una descarga y para procurar acción -  
correctiva para eliminar la descarga con el fin de evitar  
daño a la máquina. Los sistemas de la técnica anterior -  
para detectar la descarga generalmente han comprendido -  
15 sistemas que respondían a la corriente en el motor para  
corregir una condición de descarga. Por ejemplo, un sis-  
tema típico utiliza un relé diferencial, que detecta la  
diferencia entre corriente de entrada y de salida al sig-  
20 ma y después se dispara cuando esta diferencia excede  
de un valor particular seleccionado. Este tipo de siste-  
ma es sensible a pérdidas de corriente causadas por cor-  
tocircuitos al antes mencionado anillo de descarga. Ob-  
viamente tal sistema de detección es inapropiado para un  
motor puesto a tierra o "flotante". Tales sistemas se --  
25 ilustran en las patentes de EE.UU. 1.580.810 y 1.602.743.  
Otros sistemas han sido propuestos, en los que el tanteo  
se basaría en algún nivel máximo de corriente de campo o  
algún nivel máximo de corriente de inducido. Aunque es--

tos sistemas anteriores han tenido éxito para detectar y corregir condiciones de descarga, el tiempo de reacción de tales sistemas ha sido tal que ya se habían causado a la máquina extensos daños al tiempo en que el sistema --  
5 era eficaz para suprimir energía hacia el motor. Además, en algunos casos la corriente no aumenta e incluso puede disminuir durante una descarga.

Es un objeto del presente invento procurar una mejor detección y corrección de descarga cuyo dispositivo res--  
10 ponde rápidamente a la iniciación de la descarga para corregir la condición de descarga antes de que le ocurra daño al motor.

El presente invento procura un dispositivo de detección y corrección de descarga para un motor eléctrico de corriente continua, que comprueba cambios de voltaje a --  
15 través del arrollamiento de campo del motor con el fin de detectar rápidamente la iniciación de una condición de descarga. El sistema está basado en el descubrimiento de que el voltaje del campo se invierte rápidamente antes de cual  
20 quier cambio de corriente significativo en el campo, como resultado de una iniciación de descarga. Detectando esta inversión repentina de la polaridad del voltaje de campo, el dispositivo puede suprimir eficazmente energía hacia el campo y aliviar la condición de descarga antes de la --  
25 iniciación de una descarga sostenida. En una ejecución -- preferida, el sistema incluye tanto comprobación de voltaje de campo, como de corriente de campo. La disposición de comprobación de corriente de campo responde a la magni

tud y a la tasa de variación de corriente de campo para procurar una indicación de descarga. Tanto la disposición de comprobación de voltaje de campo, como de corriente de campo están adaptadas para suprimir excitación de motor con el fin de terminar rápidamente la descarga.

Para una mejor comprensión del presente invento se hará referencia a la siguiente descripción detallada, - tomada conjuntamente con los dibujos anexos; en que

10 La figura 1, es un diagrama de bloque simplificado de un dispositivo de control de motor incorporando el presente invento;

La figura 2, es una representación esquemática parcial simplificada de un dispositivo de control de motor, 15 ilustrando una forma del dispositivo de detección de -- descarga, según el invento;

La figura 3, es un gráfico de voltajes y corrientes en un motor que tiene descarga;

La figura 4, es una vista esquemática más detallada de una ejecución del dispositivo de detección de descarga, según el invento, y 20

La figura 5, es una modificación de la figura 4, incorporando métodos adicionales de detección de descarga.

25 Haciendo ahora referencia a la figura 1, en la misma se ilustra el diagrama de bloque simplificado de un dispositivo de control de energía de motor de corriente continua incorporando las enseñanzas del presente in--

5      vento. Una fuente -10- de energía de corriente continua está conectada para suministrar energía de corriente con tinua a una borna -12- de energía positiva y a una borna -14- de energía negativa. Un regulador de corriente -16- conectada en serie el inducido -18- de un motor de tracción, excitado separadamente, entre las bornas de energía -12- y -14-. Un segundo regulador -20- de corriente conecta en serie un campo -22- del motor de tracción entre las bornas de energía -12- y -14-. El dispositivo -24- de comprobación de voltaje está conectado en paralelo -- con el arrollamiento de campo -22- y responde a una inversión de voltaje a través del arrollamiento de campo para procurar una señal de detección de descarga a los reguladores -16- y -20- de corriente. El dispositivo com probador de voltaje comprende preferentemente un circuito aislante de voltaje, tal como por ejemplo resistores de impedancia muy alta o un circuito de opto-aislante. La señal acoplada a través del circuito aislante de voltaje se aplica a un comparador de voltaje que detecta la pola ridad y magnitud de la señal. El comparador produce una señal de detección de descarga cuando la polaridad de la señal de la señal acoplada se invierte y su magnitud alcanza un nivel predeterminado.

25      Los reguladores de corriente -16- y -20- deben ser dispositivos idénticos cada uno, respondiendo respectivamente a una señal  $I_A$  mandada, de corriente de inducido y una señal  $I_P$  de corriente de campo mandada para regular la corriente en el respectivo inducido y campo a los va

lores mandados. La señal  $I_A$  de corriente de inducido mandada y la señal  $I_F$  de corriente de campo mandada puede - suministrarse por medio bien conocido en la técnica en - respuesta a una exigencia del operador para velocidad o  
5 par de fuerza de rotación del motor. La señal de detección de descarga desde el dispositivo -24- de comprobación de voltaje se aplica a los reguladores de corriente -16- y -20-, por lo que, después de recepción de esta señal, los reguladores son eficaces para terminar con la -  
10 corriente que fluye a través de los mismos y dentro del respectivo inducido y arrollamiento de campo. Esta claro que la disposición de detección de descarga de la figura 1 también es aplicable a un motor conectado en serie, es decir, un motor, en que el campo y el inducido están en  
15 el mismo camino de corriente en serie.

Haciendo referencia ahora en la figura 2, en la misma se ilustra un diagrama simplificado de un sistema de motor, excitado separadamente, en que están dispuestos - dos motores conectados en serie, excitados separadamente,  
20 entre bornas -12- y -14- de voltaje positivo y negativo. La fuente -10- de energía de corriente continua suministra energía a las bornas -12- y -14- a través de un filtro -26- de línea. Un primer regulador -30- de corriente conecta en serie los inducidos de motor -32- y -34- entre las bornas -12- y -14-. Si se desea, puede conectarse  
25 en serie con los inducidos -32- y -34- un reactor suavizador de motor. Arrollamientos de campo de motor -36- y -38- asociados respectivamente con inducidos -32- y --

-34- están conectados en serie por un segundo regulador -40- de corriente entre las bornas -12- y -14-. Como se ha ilustrado, los reguladores de corriente -30- y -40- son preferentemente circuitos picadores del tipo bien conocidos en la técnica, tal como, por ejemplo, el circuito picador ilustrado y descrito en la sección 13.2.4 del manual SCR, 5ª edición publicado en 1872 por la General Electric Company, Departamento de Productos Semiconductores, SCHENECTADY, Nueva York.

10 Como se describe en el manual SCR de referencia, - los circuitos picadores regulan corrientes conmutando - alternativamente entre estados conductores y no conductores. En la figura 2, durante el estado conductivo del regulador de corriente -30- se suministra corriente desde las fuentes -10- de corriente continua a través del filtro -26- y del regulador de corriente -30- a los inducidos de motor -32- y -34-. Durante el estado no conductivo del regulador de corriente -30-, la corriente a través de los inducidos de motor -32- y -34- circula en un camino cerrado a través de un diodo de rueda libre -42-. Haciendo pasar periódicamente el regulador de corriente -30- a conducción, la corriente puede constituirse hasta un nivel en los inducidos -32- y -34- y después, durante el estado no conductivo del regulador de corriente -30-, la corriente continua circulando a través del diodo -42- de rueda libre estableciendo así una magnitud media de corriente en los inducidos de motor.- Similarmente, el regulador de corriente -40- se pone en

paso periódicamente al estado de conducción durante un periodo de tiempo predeterminado, durante el cual la corriente se forma hasta una magnitud predeterminada en los arrollamientos de campo -36- y -28-. Durante el estado no conductivo del regulador de corriente -40-, continúa circulando corriente a través de los arrollamientos de campo -36- y -38- y el diodo -44- de rueda libre de una manera similar al funcionamiento descrito con referencia a los inducidos -32- y -34-. De acuerdo con ello, se establece alguna magnitud media de corriente de campo a través de los arrollamientos de campo -36- y -38-.

El control de los reguladores de corriente -30- y -40- se efectúa por el circuito -46- de control de corriente de un tipo muy conocido en la técnica, que suministra señales controladas de paso a los reguladores de corriente -30- y -40- de una manera que controle la proporción de los periodos de tiempo conductivos respecto a no conductivos de estos reguladores. Un circuito de control de corriente, adecuado para procurar el paso de señales de control a reguladores de corriente -30- y -40-, se muestra en la patente de EE.UU. nº 3.876.098 de Weiser concedida el 11 de febrero de 1975 y transferida a la General Electric Company. El circuito de control de corriente -46- controla la corriente en el inducido -32- y -34- en respuesta a una señal I de mando de corriente de entrada. El circuito -46- de control de corriente compara la señal I de mando de entrada con una señal  $I_A$  de realimentación producida por un reactor medidor de corriente (CMR) -48-.

La señal  $I_a$  de realimentación de corriente es representativa de la magnitud actual de la corriente a través de las armaduras de inducido -32- y -34-. El circuito de control de corriente -46- es eficaz para ajustar el tiempo de conducción del regulador de corriente -30- de una manera que reduzca al mínimo la diferencia entre la señal  $I$  de corriente mandada y la señal  $I_a$  de corriente de realimentación. Similarmente, el circuito -46- de control de corriente compara una señal de realimentación - $I_f$  generada por un CMR -50- conectado para comprobar la corriente, que fluye a través de arrollamientos de campo -36- y -38- para regular la corriente en arrollamientos de campo -36- y -38- a una magnitud media deseada.

El dispositivo de detección de descarga, según el invento, comprende un circuito para comprobar el voltaje a través de los dos campos -36- y -38- de motor conectados en serie y para procurar una señal de salida cuando ocurra una descarga. Este circuito de detección incluye dos resistores -52- y -54- conectados en serie, que están conectados entre la unión entre medias del regulador de corriente -40- y el arrollamiento de campo -36- y la borna -14- de voltaje negativo. La juntura entre medias de los arrollamientos de campo -36- y -38- está conectada, a través de un capacitor -56- y un arrollamiento primario -58- de un transformador -60- de impulsos, a la juntura intermedia entre los resistores -52- y -54-. Un arrollamiento secundario -62- del transformador de impulsos -60- está conectado a terminales -

de entrada de un circuito -64- de detección de impulsos. El circuito -64- de detección de impulsos procura una se ñal de salida por vía de la línea -76- hacia el circuito -46- regulador de corriente. La señal sobre la línea -66- es eficaz para forzar el circuito -46- regulador de co-- rriente para terminar inmediatamente los ciclos de con-- ducción de los reguladores de corriente -30- y -40- su-- primiendo por ello la excitación de las dos armaduras -- -32- y -34- y de los arrollamientos de campo -36- y -38- de los dos motores.

El funcionamiento del circuito de detección de la - figura 2, reside en el cambio repentino de voltaje de cam po ocasionado por descarga del circuito de inducido. Esta descarga se acopla en el circuito de campo de tal ma-- nera que los arrollamientos de campo -36- y -38- inten-- tan producir suficiente corriente para mantener el flujo en el motor, que está sometido a una descarga, al mismo nivel que estaba presente en el motor antes de la inicia ción de una condición de descarga. Por lo tanto, la co-- rriente a través del campo de motor, asociado con el mo-- tor en descarga, aumenta. Como resultará evidente, el in cremento en la corriente dará por resultado una inver-- sión del voltaje a través del arrollamiento de campo aso ciado con el motor, que produce descarga. Esta inversión de voltaje ocurre, porque el arrollamiento de campo aho-- ra está intentando suministrar corriente a un nivel más alto del que se estaba suministrando al campo, antes de la condición de descarga. Esta inversión de voltaje será

5 acoplada a través del capacitor -56- y dentro del arrollamiento primario -58- del transformador -60- de impulsos y, por lo tanto, dentro del arrollamiento secundario -62-, desde donde se aplica al circuito -64- de detección de impulsos. El circuito -64- de detección de impulsos puede ser de cualesquiera de los tipos bien conocidos de detectores de impulsos de voltaje, tales como, por ejemplo, un comparador de voltaje.

10 Haciendo ahora referencia a la figura 3, se ilustra en la misma una serie de formas de ondas típicas de aquellas existentes en un motor de tracción de corriente continua cuando ocurre una descarga. Las formas de onda ilustradas en la figura 3, fueron tomadas de un par de motores conectados en un sistema de control de energía del tipo mostrado en la figura 2 usando un Visicorder -  
15 CRT Honeywell del tipo 1858 conectado para comprobar corriente de inducido, corriente de campo y voltaje de campo. La primera forma de onda marcada con  $I_a$ , representa corriente de inducido a través de los dos inducidos de motor -32- y -34-; la segunda forma de onda, identificada como  $I_f$  representa corriente de campo a través de los arrollamientos de campo -36- y -38-. La tercera forma de onda marcada  $V_{f2}$  representa el voltaje que aparece a través del arrollamiento de campo -36-. La forma de onda inferior marcada  $V_{f1}$  representa el voltaje que  
20 aparece a través del arrollamiento de campo -38-. El periodo de tiempo entre las líneas A y B es de aproximadamente 100 milisegundos. Como puede observarse, en el --

tiempo C, una descarga ha ocurrido y la corriente  $I_a$  de armadura aumentó rápidamente desde un nivel nominal de -- 400 amperios hasta aproximadamente 800 amperios. Esto había creado una repentina caída en la corriente de campo, como se ilustra en la forma de onda marcada con  $I_f$  y apareciendo una inversión y aumentó mucho más rápido en el voltaje  $V_{f2}$  a través del arrollamiento de campo -36-. Puesto que los arrollamientos de campo -36- y -38- están conectados en serie, el voltaje que aparece a través del -- arrollamiento -36- también se aplica al arrollamiento -38-, como se ilustra por la forma de onda marcada  $V_{f1}$ .

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, el circuito -64- de detección de impulsos procura una señal de descarga al circuito -46- de control de corriente que efectúa la rápida desconexión de los reguladores de corriente -30- y -40-. Como resultado, la excitación exterior hacia, tanto las armaduras -32- y -34-, como hacia los campos -- -36- y -38-, se suprime, y la corriente de inducido  $I_a$  comienza a disminuir casi inmediatamente después de ocurrir descarga. Simultáneamente con esto, la corriente de campo  $I_f$  también disminuye rápidamente. Haciendo referencia a la figura 3, los cambios pueden verse, tanto en  $I_a$  como en  $I_f$ . Ocurre un efecto secundario cuando el inducido gira y ocurre una descarga secundaria forzando de nuevo hacia un alto nivel la corriente de inducido  $I_a$ . La longitud de tiempo, que dura este efecto secundario, es muy breve y la corriente de inducido decae rápidamente después del efecto secundario sustancialmente hasta cero. Se obser

vará que el efecto secundario también causa un ligero aumento en la corriente de campo debido a los voltajes de inducido en los arrollamientos de campo. Sin embargo, la corriente de campo también decae rápidamente a través del diodo -44- de rueda libre. En el gráfico de la figura 3 se apreciará que la duración de la condición de descarga se reduce al mínimo por el circuito de detección rápida procurado en el presente invento. Por ejemplo, la duración total de tiempo desde el comienzo de la descarga hasta que la corriente  $I_a$  de inducido haya decaído sustancialmente hasta 0 es de aproximadamente 25 milisegundos. Por ensayos empíricos se ha encontrado que el daño al motor ocurrirá si se sostiene la formación de arco durante un periodo mayor de 100 milisegundos. El dispositivo según el invento detecta y corrige las condiciones de descarga en un tiempo sustancialmente más breve y así impide daños que pudieran ocurrir al motor mismo.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, en la misma se ilustra un diagrama más detallado de un sistema de motor de tracción para un vehículo impulsado eléctricamente, incorporando las enseñanzas del presente invento. En este sistema, los motores de tracción comprenden inducidos de motor -70- y -72- y sus arrollamientos de campo asociados -74- y -76-, respectivamente. Los inducidos de motor -70- y -72- son provisionados de energía de corriente continua desde la fuente -10- de corriente continua por vía de un ruptor de línea -72-, un filtro -80- de corriente de línea, un circuito picador -82- y un --

reactor -84- suavizador de motor. Un contactor de freno -86- está conectado en serie en el camino de retorno de corriente entre los inducidos -70- y -72- y una borna -90- de voltaje negativo. Un diodo -88- de rueda libre conectado entre la borna -90- de voltaje negativo y el reactor -84- suavizador de motor procura un camino de rueda libre de corriente durante el tiempo no conductivo del circuito picador -82-. Durante el frenado regenerativo o dinámico, cuando está abierto el contactor frenador -86-, la corriente frenadora regenerativa fluye a través del diodo -88- de rueda libre, del reactor -84- de motor, de los inducidos de motor -70- y -72- y a través de un diodo frenador -92-, retornando al terminal de voltaje positivo de la fuente -10- de corriente continua. Corriente a través de los inducidos de motor -70- y -72- se regula controlando el factor de tarea de un circuito picador -82- de una manera bien conocida en la técnica. Un circuito lógico -94- procura órdenes de conexión por vía de la línea -96- y órdenes de desconexión por vía de la línea -98- al circuito picador con el fin de controlar la frecuencia y el factor de tarea del circuito picador -82-. El circuito lógico -94- responde a una señal de corriente mandada por vía de la línea -100- desde un circuito maestro de control -102- para regular la corriente suministrada a los inducidos -70- y -72-. Esta regulación se alcanza por comparación de la corriente efectiva que fluye en los inducidos de motor -70- y -72- con la corriente mandada y controlando el factor de tarea del circuito picador -82- de una ma

nera que reduzca al mínimo esta diferencia. La corriente de motor efectiva se determina por un reactor medidor de corriente (CMR) -104- que suministra una señal al circuito lógico -94-, proporcional a la corriente efectiva que fluye en los inducidos -70- y -72-.

Los arrollamientos de campo -74- y -76- están conectados en un circuito de tipo de puente, similar al circuito utilizado para energizar el inducido de motor -70- y -72-. Sin embargo, en el circuito de arrollamiento de campo se utilizan dos circuitos de tiristor -106- y -108- con el fin de procurar flujo de corriente bidireccional - a través de los arrollamientos de campo de motor, de modo que pueda hacerse que los motores de tracción giren, bien sea en una dirección en el sentido de marcha de las agujas de un reloj o en el sentido contrario a dicha marcha. Para rotación en el sentido de marcha de las agujas de un reloj se suministra energía a los arrollamientos de campo -74- y -76- a través del ruptor de línea -78-, del filtro -80- de corriente de línea y del circuito de tiristor -106-. El camino de retorno de corriente desde el arrollamiento de campo -74- y -76- durante la rotación en el sentido de marcha de las agujas del reloj es por medio de un contactor de dirección -112-, volviendo al terminal negativo de la fuente de corriente continua -10-. Durante esta rotación, en el sentido de la marcha de las agujas de un reloj, de los motores de tracción, el camino de rueda libre de corriente, durante el tiempo no conductivo del circuito de tiristor -106-, se procura a través del diodo

-114- de rueda libre, del arrollamiento de campo -74- y -76-  
/del contactor de dirección -112-.

5 Para rotación en sentido contrario a la marcha de las agujas del reloj de los motores de tracción, el camino de corriente se procura a través del ruptor de línea -78-, filtro -80-, contactor de dirección -116-, -- arrollamientos de campo de motor -74- y -76- y por el - circuito de tiristor -108-. Durante el tiempo no conduc tivo del circuito tiristor -108-, el camino de rueda li 10 bre es a través del contactor de dirección -116-, de -- los arrollamientos de campo -74- y -76- y de un diodo -118- de rueda libre. Con el fin de reducir al mínimo - la formación de arco de los contactores -112- y -116- si los mismos son abiertos durante cualquier tiempo, en -- 15 que esté fluyendo todavía corriente a través de los -- arrollamientos de campo -74- y -76-, cada uno de los -- contactores -112- y -116- recibe un puente por un diodo -120- y -122-, respectivamente.

20 Un diagrama y una descripción con mayor detalle de los circuitos de tiristor, adecuados para el uso como - circuitos -106- y -108- en combinación con arrollamien- tos de campo de motor, se ilustra en la solicitud de pa- tente de EE.UU., pendiente simultáneamente, serie núm. 641.846 presentada el 18 de diciembre de 1975 y transfe- 25 rida a la General Electric Company.

Los circuitos de tiristor -106- y -108- están con- trolados por un regulador de corriente -124-. El regula- dor de corriente -124- responde a la señal de corriente

mandada sobre la línea -100- y a una señal de corriente actual desde un CMR -128-. El controlador -102- suministra una señal de mando de dirección por vía de la línea -129- al regulador de corriente -124- con el fin de determinar cual de los circuitos de tiristor -106- o -108- será utilizado para controlar la dirección de la corriente a través de los arrollamientos de campo de motor -- -74- y -76-. En adición, se procura una señal de debilitamiento de campo por vía de la línea -130- desde el regulador de corriente -94- al regulador de corriente -124-.

Como es bien conocido en la técnica la señal de debilitamiento de campo puede ser utilizada para incrementar la velocidad de los motores por encima del punto de ángulo del motor o para modificar la curva en fuerza de cables de los motores de acuerdo con alguna función predefinida. La construcción de reguladores de corriente -94- y -124-, es bien conocida en la técnica y puede ser, por ejemplo, del tipo descrito en la patente de EE.UU. nº 3.866.094 arriba identificada.

Como resultará evidente de los circuitos de tiristor -106- y -108- estos funcionan como tiristores principales y conmutadores con papeles intercambiables. Para rotación en el sentido de marcha de las agujas de un reloj, en los motores, el circuito de tiristor -106- funciona como circuito principal de tiristor portador de corriente y el circuito de tiristor -108- momentáneamente se hace pasar a conducción cuando se desee desconectar el circuito de tiristor -106-. Recíprocamente, -

para rotación en sentido contrario a las agujas de un re  
loj el circuito de tiristor -108- funciona como circuito  
de tiristor portador de corriente principal y el circui  
to de tiristor -106- se hace pasar momentáneamente cuan  
do sea deseable conmutar desconectando el circuito tiris  
tor -108-. El regulador de corriente -124- así contiene  
circuitos lógicos que responden a la señal de mando de -  
dirección desde el controlador -102- para determinar --  
cual de los circuitos de tiristor -106- y -108- funciona  
rá como circuito principal y circuito conmutador de ti--  
ristor.

El circuito de detección de descarga, según el in--  
vento, comprende los dos resistores -52- y -54-, conecta  
dos en serie, en paralelo con arrollamientos de campo de  
motor -74- y -76-. El capacitor -56- de bloqueo de corrien  
te continúa y el arrollamiento primario -58- del transfor  
mador -60- de impulsos están conectados en serie entre -  
la juntura intermedia entre arrollamientos de campo -74-  
y -76- y la juntura intermedia entre resistores -52- y -  
-54-. El arrollamiento secundario -62- del transformador  
de impulsos -60- tiene un primer terminal conectado a un  
potencial negativo o de tierra y a un segundo terminal -  
conectado a través de un primer diodo -132- a un primer  
comparador de voltaje -134- y a través de un diodo -136-,  
a un segundo comparador de voltaje -138-. Como resultará  
evidente, el impulso desarrollado por el transformador -  
-60- de impulsos puede ser, o bien un impulso positivo o  
un impulso negativo de ida dependiendo de cual de los --

campos -74 ó -76- está asociado con el motor que forma -  
descarga. Un impulso de ida positivo será conducido por  
via del diodo -132- dentro del comparador -134-, donde -  
será comparado con un nivel de voltaje positivo, con el  
5 fin de generar un impulso fuera del comparador -134- si  
la amplitud de la señal de descarga producida por el --  
transformador de impulsos -60-, excede del punto ajusta-  
do del comparador -134-. Similarmente, si el transforma-  
dor de impulsos desarrolla un impulso negativo, este im-  
10 pulso será conducido por via de la línea -136- dentro --  
del comparador -138- que, aunque no mostrado en detalle,  
es de identidad inversa al comparador -134- y compara el  
impulso de voltaje negativo con un nivel de voltaje nega-  
tivo para procurar una señal de salida si el impulso de  
15 voltaje negativo excede de un punto ajustado negativo --  
predeterminado. El terminal de salida del comparador --  
-138- es conectado a través de un primer resistor -140-  
tanto al terminal primero y segundo de entrada de un pa-  
so -142- NAND, que invierte la señal producida por el --  
20 comparador -138-. La señal de salida desde el paso -142-  
NAND está mantenido normalmente a un nivel lógico por me-  
dio de un voltaje negativo aplicado a través de un resis-  
tor -144- a los terminales de entrada del paso -142- --  
NAND. El terminal de salida del paso -142- NAND está co-  
25 nectado a un primer terminal de entrada de un paso -146-  
NAND. Un segundo terminal de entrada del paso -146- NAND  
se conecta a través de un resistor -148- al terminal de  
salida del comparador -134-. Este segundo terminal de en-

trada del paso NAND -146- se mantiene normalmente a un ni  
vel positivo o lógico por medio de un voltaje positivo --  
aplicado a través de un resistor -150- al segundo termi--  
nal de entrada. El terminal de salida del paso -146- NAND  
5 está conectado a un terminal ajustado de un flipflop --  
-152- del tipo D. Como puede observarse el terminal de en  
trada D y el terminal de reloj o terminal de entrada C es  
tán ambos conectados a potencial de tierra por lo que la  
recepción de una señal de ajuste hará que el terminal Q del  
10 flip-flop -152- vaya inmediatamente a una condición ajusta  
da o a una condición lógica. El terminal de salida Q está  
conectado, por vía de la línea -154-, al controlador maes  
tro -102-.

El controlador maestro -102- también controla los --  
15 contactores de energía en este sistema, tal como por ejem  
plo, el contactor -78- de ruptor de línea, el contactor -  
de freno -86- y los contactores inversores -112-, -116-.  
Este control de estos respectivos contactores se indica -  
por línea rayada desde el controlador -102- a cada uno de  
20 estos contactores arriba enumerados. Controladores, tales  
como -102-, son bien conocidos en la técnica y están al -  
presente en uso en muchos vehículos de tránsito por el ti  
po de locomotoras de vehículos controlados eléctricamente.  
Detalles adicionales del sistema de motor de tracción re-  
25 gulado por picador utilizando un controlador maestro tal -  
como -102-, pueden obtenerse como referencia por la arri  
ba mencionada patente de EE.UU. nº 3.866.098. Ulteriores  
detalles de un sistema de control de motor, tales como --

los ilustrados en la figura 4, también pueden obtenerse como referencia de la antes mencionada solicitud de patente de EE.UU. serie nº 641.846 presentada el 18 de diciembre de 1.975 y transferida a la General Electric Company.

5 En el funcionamiento del sistema ilustrado en la figura 4, el controlador maestro -102- es ajustado por un operador del vehículo a un nivel deseado de corriente o velocidad y a una dirección de viaje deseada. El controlador maestro responde procurando una señal de corriente deseada a los reguladores de corriente -94- y -124-. En adición, se aplica una señal de dirección al regulador de corriente -124- para determinar cual de los circuitos de tiristor -106- y -108- actuará como principal y como circuito de tiristor conmutador para controlar la dirección de la rotación del motor. El controlador -102- también procura órdenes a los contactos -78-, -86-, -112- y -116- para colocarlos en la posición apropiada para marcha hacia adelante o hacia atrás o frenado. Como se ha indicado previamente los controles se ilustran en condición para rotación en el sentido de la marcha de las agujas de un reloj de los motores y se supone marcha hacia adelante del vehículo. De acuerdo con esto, el ruptor de línea -78- es cerrado, el contactor de freno -86- se cierra y se cierra el contactor de dirección -112-. El circuito picador -82- es accionado para establecer algún nivel de corriente deseado en el inducido -70- y -72- y el circuito de tiristor -106- es hecho funcionar similarmente para establecer algún ni--

vel deseado de corriente de campo en el arrollamiento - de campo -74- y -76-. Ahora debe considerarse la situación, en que ocurre una descarga sobre el inducido -70-. Esta descarga dará por resultado una repentina inversión del voltaje sobre el arrollamiento de campo -74-.  
5 Esta inversión de voltaje dará por resultado la producción de un impulso de voltaje positivo en la juntura intermedia entre el arrollamiento -74- y -76-. El impulso de voltaje será acoplado a través del capacitor -56- y del  
10 arrollamiento primario -58- de un transformador de impulso -60-. Desde el arrollamiento primario -58- del transformador -60- el impulsor será acoplado al arrollamiento secundario -62- entonces a través del diodo -132- dentro del comparador de voltaje -134-. Cuando el voltaje de descarga generado excede del punto ajustado del comparador -134-, será generado un impulso de ida negativo en el terminal de salida del comparador -134- y  dará por resultado una lógica cero, que se aplica al segundo terminal de entrada del paso -146- NAND. Esta lógica cero forzará la salida del paso -146- NAND a un nivel de lógica, aplicando así un impulso ajustado al flip-flop -152-. En respuesta al impulso ajustado el flip-flop -152- producirá una lógica o una señal de nivel positivo en el terminal de salida Q que entonces se  
15 rá aplicada, por vía de la línea -154-, al controlador maestro -102-. En una ejecución preferida la señal sobre la línea -154- sobrepasará el ajuste del controlador maestro -102- forzando todas las señales de salida ha--  
20  
25

cia niveles cero. Esto inmediatamente obligará a los reguladores de corriente -94- y -124- a mandar un nivel de corriente cero para sus respectivos circuitos picadores. Al mismo tiempo todos los contactores de energía -78-, -86-, -112- y -116- se abrirán en su circuito. Esta acción así hará que la corriente, tanto en los circuitos de campo como de armadura decaiga al régimen más rápido posible. Preferentemente, con el fin de reanudar o reajustar el sistema de motor a su estado normal, se aplica una señal desde el controlador maestro -102- a través de un conmutador -156- de reajuste manual para reajustar el terminal del flip-flop -152-. Este requerimiento de reajuste manual asegura que la descarga se extinga antes de que el sistema de nuevo se sitúe en un modo motriz o frenador.

Haciendo ahora referencia a la figura 5, en la misma se ilustra otra modificación del sistema de la figura 4 incorporando características adicionales ventajas del presente invento. En adición al sistema detector de voltaje del transformador de impulsos, según el invento, para comprobar descargas sobre los campos -74- y -76- el sistema incluye además un comparador de voltaje -158- conectado para comprobar la amplitud de la señal producida por el reactor -128- medidor de corriente. Este comparador de voltaje -158- puede ser idéntico al comparador -134- de voltaje ilustrado en la figura 4. El terminal de salida del comparador de voltaje -158- es conectado a través de un resistor -160- a un primer terminal de entrada de un paso -162- NAND. El primer --

terminal de entrada del paso -162- NAND es normalmente -  
obligado a un nivel positivo o nivel lógico con un volta  
je positivo aplicado a través de un resistor obligador -  
-164- al primer terminal de entrada. La señal de salida  
5 desarrollada por el reactor -128- medidor de corriente -  
también se conecta a través de un circuito diferencial -  
-166- a un segundo comparador de voltaje -168-. El cir--  
cuito diferencial -166- produce una señal de salida pro-  
porcional de régimen de cambio de la señal de corriente -  
10 revelada por el CMR -128-. En algunos casos el régimen -  
de cambio puede ser tal que producirá un voltaje de magni-  
tud suficiente para disparar el comparador de voltaje --  
-168- antes de que la amplitud de la señal CMR sea sufi-  
ciente para disparar el comparador -158-. La salida del  
15 comparador -168- está conectada a través de un resistor  
-170- a un segundo terminal de entrada del paso -162- --  
NAND. Como en el caso del primer terminal de entrada, el  
segundo terminal de entrada es similarmente obligado a -  
un nivel positivo o lógico por un voltaje positivo apli-  
20 cado a través de un resistor obligador -162-. Los compa-  
radores -158- y -168- se seleccionan de modo que un in-  
cremento de amplitud de la señal producida por el CMR --  
-128- o un régimen rápido de subida de la señal produci-  
da por CMR -128- haga que las señales de salida en los --  
25 terminales de salida de los comparadores -158- y -168- -  
vayan hacia un nivel de voltaje negativo. Si algunos de  
estos comparadores produjese una señal de voltaje negati-  
vo, la señal será condicionada a través de los respecti-

vos resistores -160- y -170- a los terminales de entrada del paso -162- NAND. Una señal de voltaje negativo sobre alguna terminal de entrada hará que la salida del paso -162- NAND resulte en una señal de nivel de voltaje positivo. El terminal de salida del paso -162- NAND está conectado a un terminal de ajuste de un flip-flop -174- del tipo D, siendo el flip-flop -174- idéntico -- al flip-flop -152- previamente descrito. El terminal de salida Q del flip-flop -174- está conectado a un primer terminal de entrada de un paso OR -176-. Un segundo terminal de entrada del paso -176- OR está conectado al terminal de salida Q del flip-flop -152-.

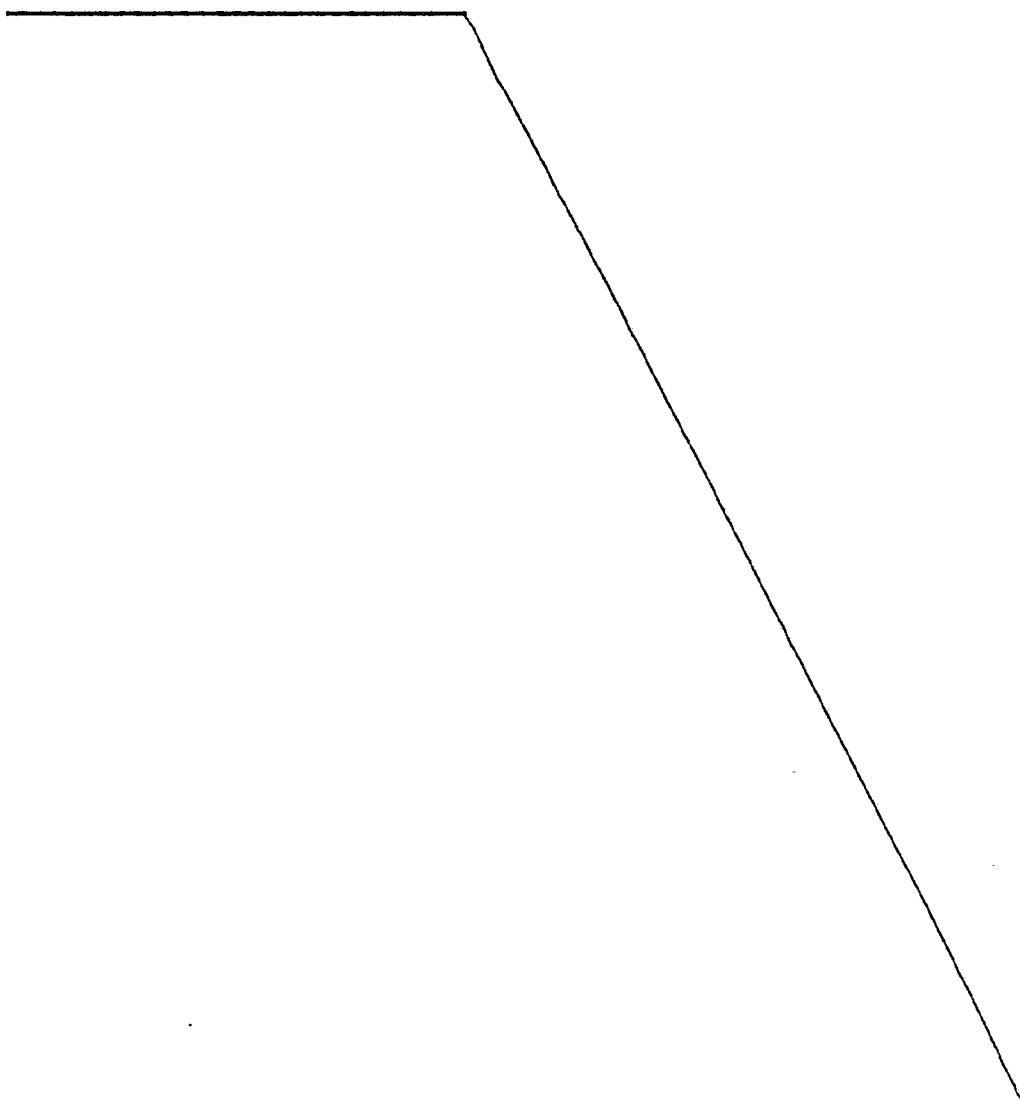
El sistema de la figura 5 también incluye aparatos para procurar una señal de descarga en respuesta a excesiva corriente de inducido. En particular el CMR -104-, que comprueba y procura una señal de salida proporcional a la corriente de inducido en los inducidos -70- y -72- del motor, tiene un terminal de salida conectado a un terminal de entrada de un comparador de voltaje -178-. Un terminal de salida del comparador de voltaje -178- está conectado a través de un resistor -180- a un terminal de ajuste de un flip-flop -182- del tipo D, que es idéntico al flip-flop -152-, previamente descrito. La señal en los terminales de entrada de ajuste del flip-flop -182- normalmente se mantienen en una lógica o en un nivel de voltaje negativo por un voltaje negativo -- aplicado a través de un voltaje negativo por medio de un resistor -184- al terminal de entrada de ajuste. Un

terminal de salida Q del flip-flop -182- está conectado a un tercer terminal de entrada del paso OR -176-. Obviamente si algunos de los flip-flop -152-, -174-, -182- se ajustan por una señal desde algunos de los comparadores -134-, -138-, -158-, -168- ó -178-, entonces se aplicará una señal desde el paso -176- OR al control maestro -102-. En esta ejecución el controlador maestro -102- responde a excesiva corriente de campo o a régimen excesivo de aumento de corriente de campo o excesiva corriente de inducido en adición a la inversión de voltaje en algunos de los arrollamientos de campo -74- ó -76- para abrir los contactores de energía -78-, -86-, -112- y -116- descritos en la figura 4. Además, como se ha descrito anteriormente, el controlador -102-, en respuesta a la señal de paso OR -176- también conmutará desconectando los circuitos de tiristor de que suministran energía a los inducidos -70- y -72- y los arrollamientos de campo -74- y -76- terminando así el suministro exterior de energía a estos dispositivos. Por lo tanto, se consigue un régimen rápido de disminución de corriente suministrada a los motores de tracción.

Como resultará evidente, se ha descrito un circuito de protección de descarga para un motor de tracción eléctrica de corriente continua, que rápidamente suprime energía del sistema en una etapa muy temprana durante la iniciación de una condición de descarga por detección de la inversión del voltaje sobre el arrollamiento de campo del motor. Según se ilustra en los gráficos de

la figura 3, el sistema hace que la descarga se disipe  
rápidamente antes de haber ocurrido cualquier daño al  
motor. Aunque el sistema según el invento ha sido des-  
crito según se aplicaba a un motor de tracción arrolla  
5 do en Shunt, excitado separadamente, se apreciará que  
el dispositivo es igualmente aplicable a un motor de -  
tracción arrollado en serie o a un motor de tracción -  
arrollado de modo compuesto.

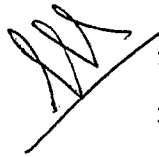
La presente Patente de Introducción recaerá sobre  
10 las reivindicaciones que se indican a continuación.



REIVINDICACIONES

1ª.- Mejoras en dispositivos de protección para un motor eléctrico de tracción de corriente continua, teniendo dicho motor medios de inducido y de campo adaptados para recibir energía eléctrica de corriente continua, caracterizadas porque dichos dispositivos comprenden: a) medios reguladores que interconectan dicho motor y dicha fuente para procurar curso de corriente de motor controlado; b) medios de detección conectados para comprobar la polaridad y magnitud de voltaje sobre dichos medios de campo, respondiendo dichos medios de detección a una rápida inversión de dicha polaridad para producir una señal de descarga; c) medios que acoplan dicha señal de descarga a dichos medios reguladores, respondiendo dichos medios reguladores a dicha señal de descarga para interrumpir dicho curso de corriente de motor; d) primeros medios conectados a dicho curso de corriente de motor para controlar el flujo de corriente a través del mismo; y e) segundos medios, que responden a una magnitud de corriente mandada para aplicar señales de control a dichos primeros medios para regular por ello la corriente de motor a la magnitud mandada y terceros medios que responden a dicha señal de descarga para reducir dicha magnitud mandada de corriente a cero.


25            2ª.- Mejoras según la reivindicación 1ª, caracterizadas porque los dispositivos incluyen medios conmutadores electromecánicos que interconectan la fuente y el motor, estando conectados dichos terceros medios para -



abrir dichos medios conmutadores en respuesta a dicha -  
señal de descarga.

5 3ª.- Mejoras según la reivindicación 2ª, caracteri-  
zadas porque dicho motor está conectado en una disposi-  
ción excitada separadamente, incluyendo los medios regu-  
ladores, primeros medios que interconectan la fuente y  
los medios de campo y segundos medios que interconectan  
la fuente y el inducido.

10 4ª.- Mejoras según la reivindicación 3ª, incluyen-  
do primeros y segundos motores eléctricos de tracción de  
corriente continua, estando conectados los inducidos de  
dichos motores en serie en un primer curso de corriente  
y estando conectados en serie los medios de campo de di-  
chos motores en un segundo curso de corriente, caracte-  
15 rizadas porque dichos medios de detección comprenden: -  
a) primeros y segundos resistores conectados en serie,  
conectados en disposición de circuito paralelo con di-  
chos medios de campo; b) un capacitor y un arrollamien-  
to primario de un transformador de impulsos, conectado  
20 en serie entre una unión intermedia entre dichos medios  
de campo de dichos primero y segundo motores y una --  
unión intermedia entre dichos primero y segundo resisto-  
res; c) un circuito de comparación de voltaje; y d) un  
25 arrollamiento secundario de dicho transformador de im-  
pulsos conectado a dicho circuito de comparación de vol-  
taje, por lo que dicha señal de descarga es producida -  
en un terminal de salida de dicho circuito de compara-  
ción en respuesta a un impulso de voltaje sobre dicho -



arrollamiento secundario que exceda de una primera magnitud predeterminada.

5 5ª.- Mejoras según la reivindicación 4ª, caracterizadas porque incluyen: a) medios conectados en circuito con dichos medios de campo para procurar una primera señal de corriente representativa de la magnitud de corriente en dichos medios de campo; b) segundos medios de comparación conectados para recibir dicha primera señal de corriente, procurando dichos segundos medios de comparación una segunda señal de descarga cuando el régimen de cambio de magnitud de dicha señal primera de corriente exceda de un segundo valor predeterminado; y


10 c) medios para combinar dichas primera y segunda señales de descarga para procurar una simple señal de descarga para suprimir la excitación desde dichos motores.

15

6ª.- Mejoras según la reivindicación 5ª, caracterizadas porque incluyen un tercer medio de comparación, conectado para recibir dicha primera señal de corriente, procurando dicho tercer medio de comparación una tercera señal de descarga cuando la magnitud de dicha señal de corriente excede de una tercera magnitud predeterminada y medios para combinar dichas primera, segunda y tercera señales de descarga para procurar una simple señal de descarga para suprimir la excitación de dichos motores.

20

25

 7ª.- Mejoras según la reivindicación 6ª, caracterizadas porque incluyen: a) medios conectados en circuito con dichos inducidos para procurar una segunda señal de

corriente, representativa de la magnitud de corriente -  
en dicho inducido; b) un cuarto medio de comparación co  
nectado para recibir dicha segunda señal de corriente,  
procurando dicho cuarto medio de comparación una cuarta  
5 señal de descarga cuando dicha segunda señal de corrien  
te exceda de una cuarta magnitud predeterminada y c) me  
dios para combinar dichas primera, segunda, tercera y -  
cuarta señales de descarga para procurar una simple se  
ñal de descarga para suprimir la excitación de dichos -  
10 motores.

8ª.- Por último se reivindica como objeto sobre el  
que ha de recaer la presente Patente de Invención que -  
por diez años se solicita registrar para España - - - -

p o r

15 " MEJORAS EN DISPOSITIVOS DE PROTECCION PARA UN MOTOR -  
ELECTRICO DE TRACCION DE CORRIENTE CONTINUA "

Todo conforme queda expresado en la presente Memo-  
ria Descriptiva que consta de treinta y cuatro hojas fo  
liadas y escritas a máquina por una sola cara y planos  
20 que se acompañan.

Madrid, - 3 FEB. 1978

P.A.,

PEDRO FELIX ZAÑA

P.E.



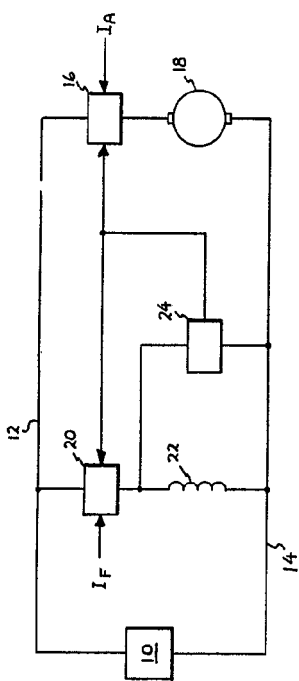


FIG. 1

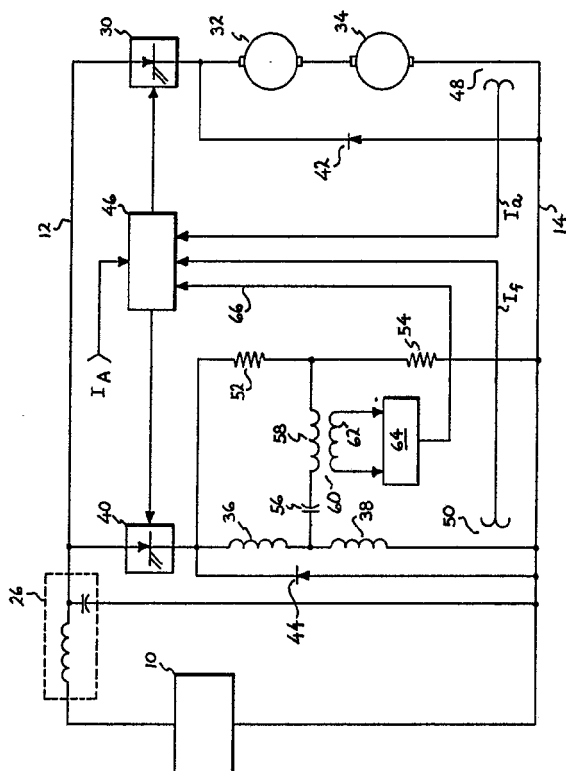


FIG. 2

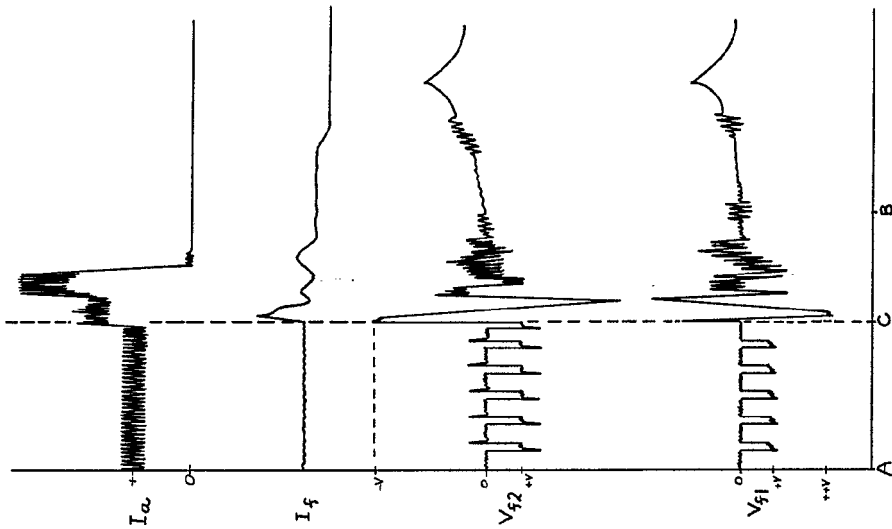


FIG. 3

Madrid  
 P. A. HOJAS  
 TÉCNICO  
 DE  
 DISEÑO

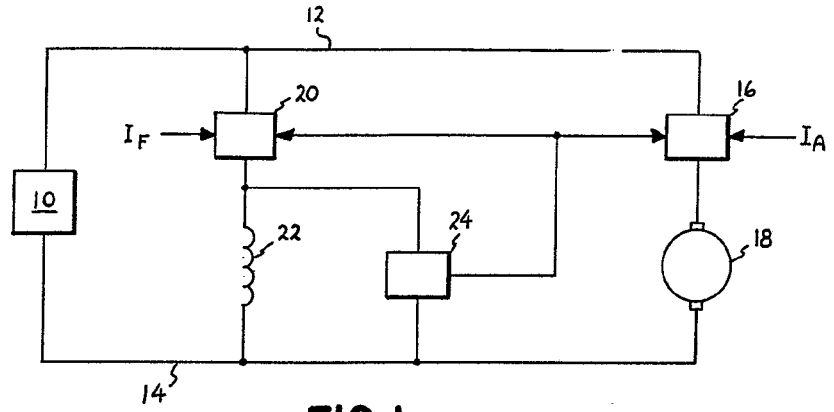


FIG. 1

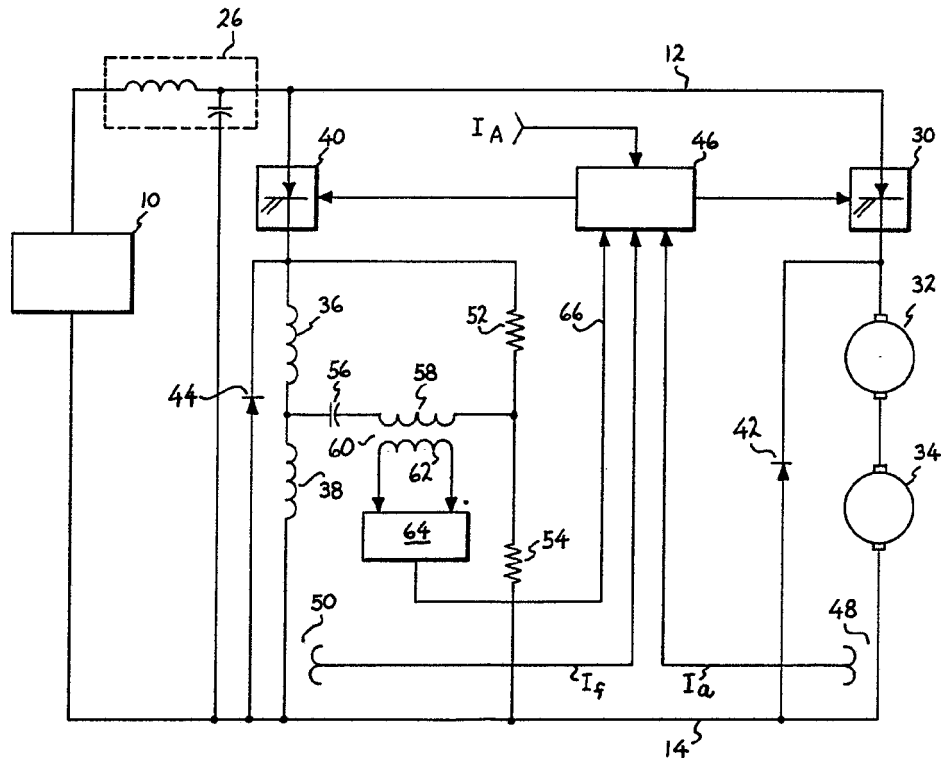


FIG. 2

Escala variable

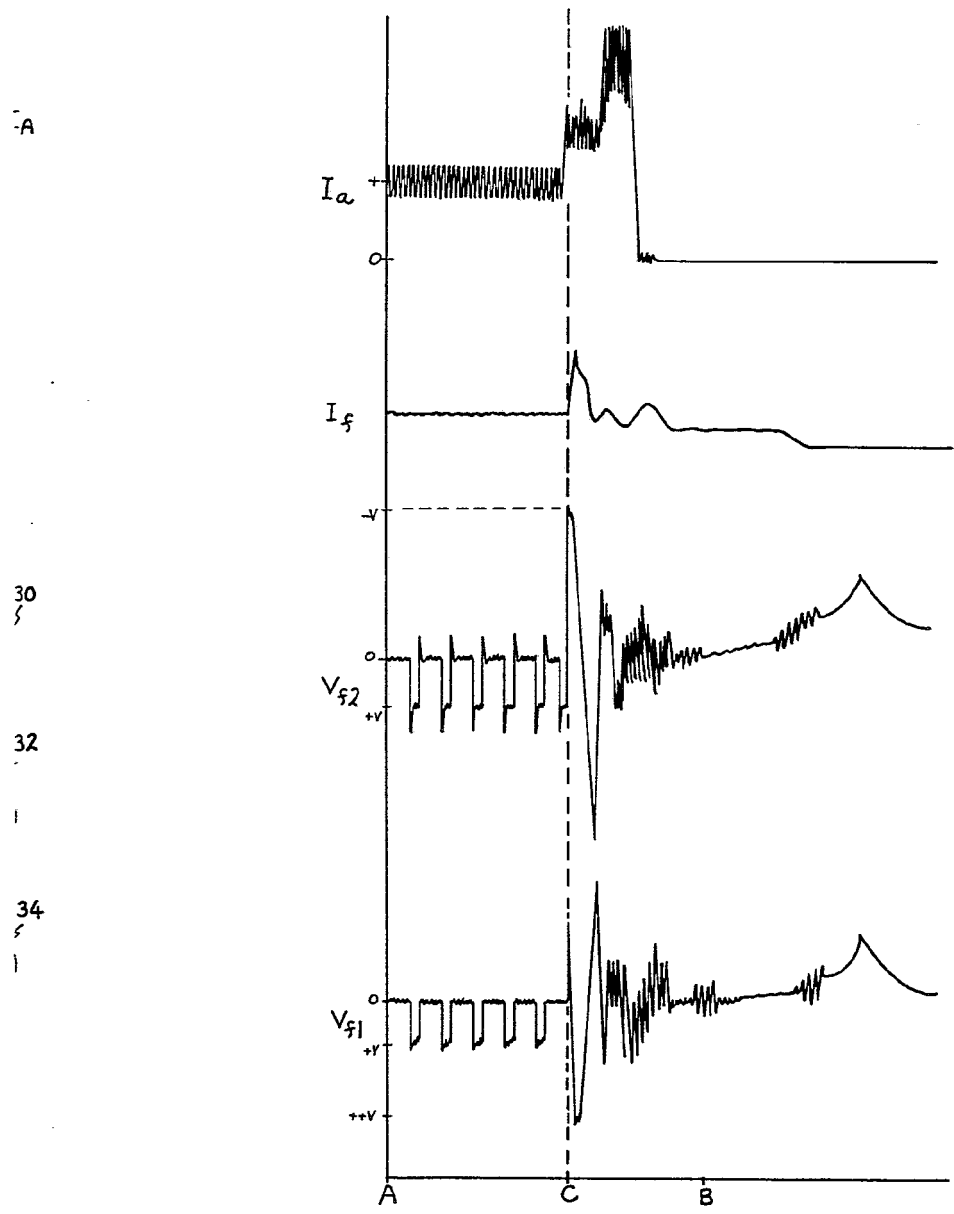


FIG. 3

Madrid, 7 FEB 1953  
P. A. PEDRO FELIX MORA  
E. F. *[Signature]*

FIG 4

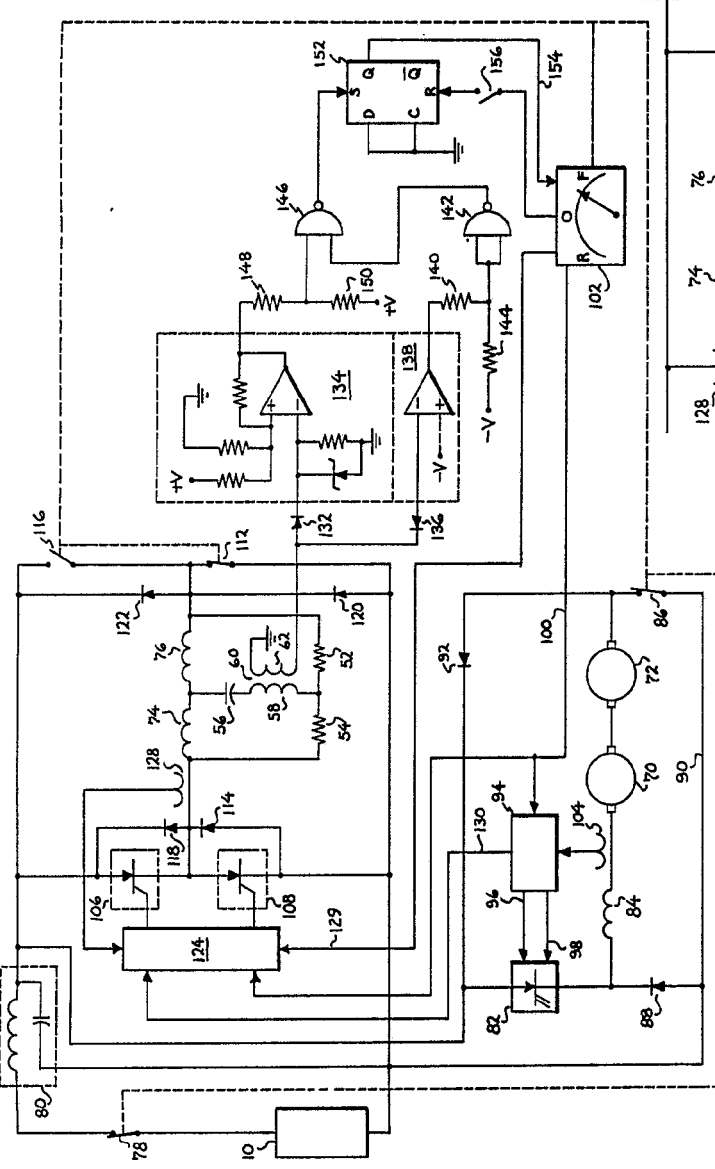
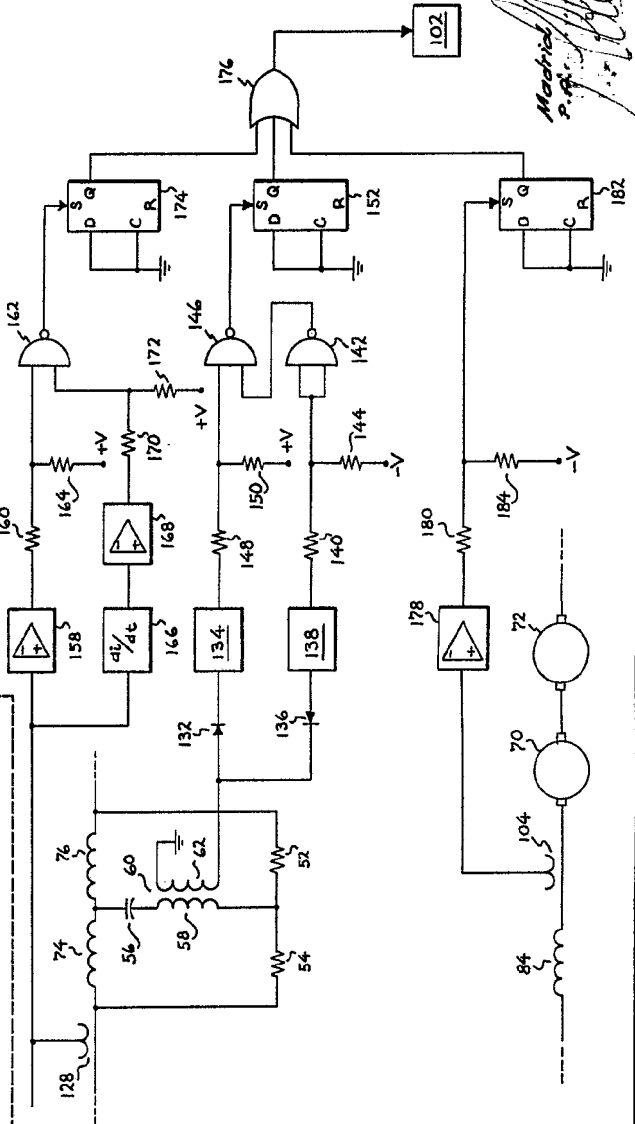


FIG 5

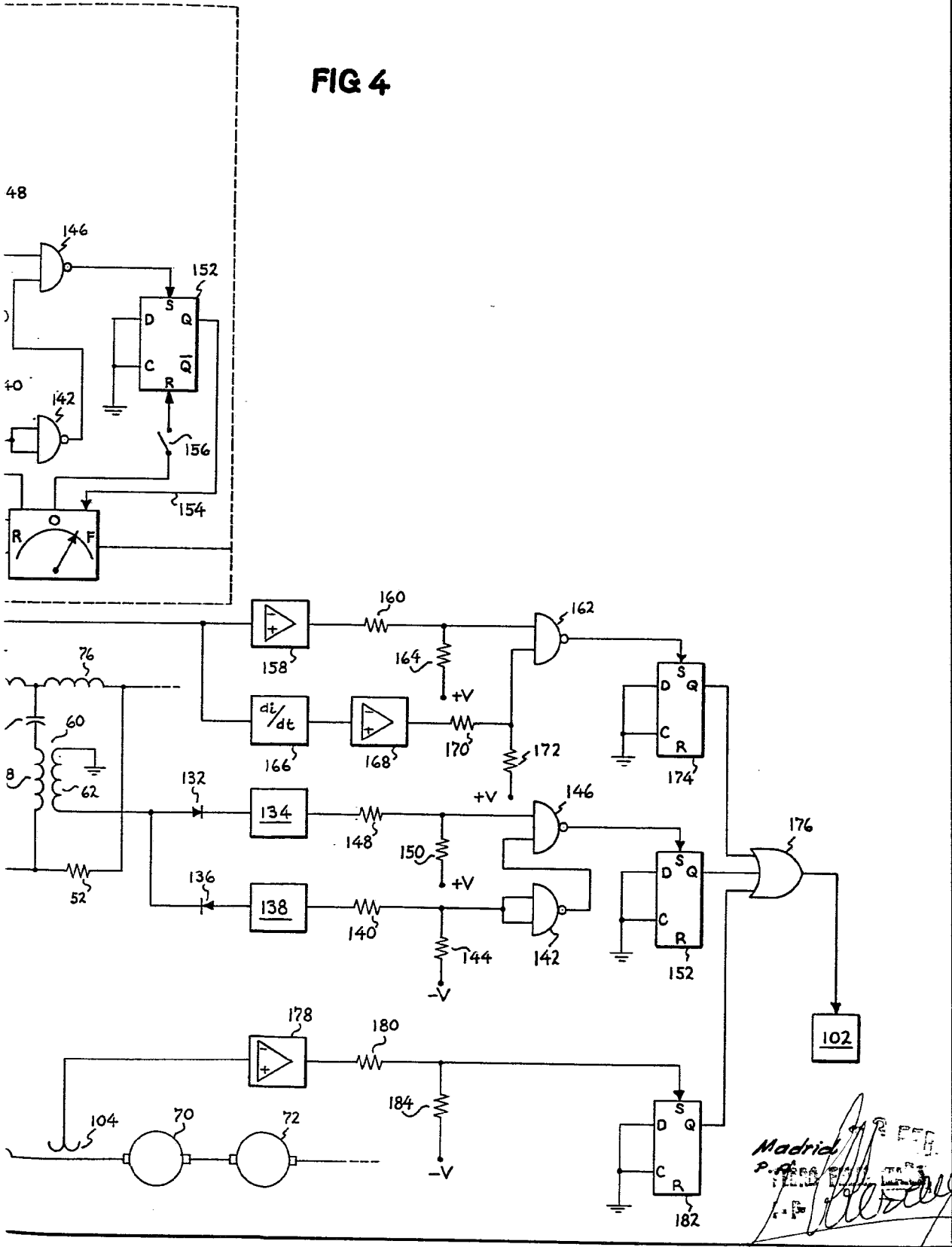


Escala variable

Modificado  
P. A. ...



FIG 4



Madrid  
P. A. ...  
*[Handwritten signature]*