



ESPAÑA

19 ES	11 21 22	11 21 22	10 AI
NÚMERO		80376	
FECHA DE PRESENTACION			

PATENTE DE INVENCION

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

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
P 28 52 065.2	29 Noviembre 1978	Alemania

47 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
1	B60C 7/22	

64 TITULO DE LA INVENCION
"Circuito de control para una máquina de corriente continua controlada por el número de revoluciones"

71 SOLICITANTE (S)
Licentia Patent-Verwaltungs-G.m.b.H.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
6000 Frankfurt am Main, Theodor-Stern-Kai 1, (Alemania)

72 INVENTOR (ES)
Diplom-Ingenieur Günter Hohmuth, Ingenieur (grad.) Jürgen Barz, Ingenieur (grad.) Arno Hellemann y Diplom-Ingenieur Reinhard Poeschel

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
Carlos Fernández Candelas

El invento concierne a un circuito de control para una máquina de corriente continua controlada por el número de revoluciones, conforme a la definición precharacterizante de la reivindicación 1ª.

5 Los reguladores de corriente continua, además de las ventajas de una regulación sin contactos y con pocas pérdidas de la tensión de motor de vehículos propulsores alimentados por corriente continua, ofrecen la posibilidad de frenar tales vehículos hasta su parada. En las "Technischen -  
10 Mitteilungen" AEG-TELEFUNKEN 61 (1971), cuaderno 6, páginas 320-324, se señalan e indican circuitos para el funcionamiento de desplazamiento, de los frenos de resistencia, de los frenos puramente de red y de los frenos mixtos de red y de resistencia para el funcionamiento de un vehículo propulsor  
15 alimentado por corriente continua con utilización de un regulador de corriente continua.

En vehículos con técnica convencional de circuitos están montadas usualmente máquinas de arrollamiento en serie, cuyo punto típico de régimen esté entre 25...50% del número  
20 de revoluciones máximo. Esto significa que con 25...50% de su número de revoluciones máximo su fuerza electromotriz FEM con la corriente nominal de puesta en marcha y con plena excitación es casi igual a la tensión de red. Con el fin de poder acelerar adicionalmente con potencia constante a los  
25 vehículos después de alcanzado el punto típico o de régimen, las máquinas deben ser debilitadas en su campo de inductor, lo cual se puede conseguir por ejemplo mediante conexión en

paralelo de una resistencia debilitadora de campo de induc-  
tor a través de un contacto protector. Al frenar una máqui-  
na de arrollamiento en serie a partir de un elevado número  
de revoluciones y con plena excitación, en el caso de co-  
5 rrientes de inducido, que corresponden aproximadamente a -  
las corrientes nominales de puesta en marcha se induce en -  
el inducido una fuerza electromotriz FEM que es un múltiplo  
(aproximadamente  $1/0,25 \dots 1/0,5$ ) de la tensión de red. -  
Entonces sólo es posible un freno de red estable, cuando se  
10 intercalan en el circuito de inducido resistencias en serie,  
que son puestas de nuevo en cortocircuito al disminuir el -  
número de revoluciones. Estas resistencias en serie disminu-  
yen el grado de rendimiento de recuperación. Se puede pres-  
cindir de las resistencias en serie, según la cita bibliográ-  
15 fica antes mencionada, cuando la tensión de inducido de la  
máquina, por inserción de un diodo de marcha en vacío de in-  
ducido en el circuito, es delimitada hasta la tensión de red  
y la máquina es hecha funcionar de este modo con campo de in-  
ductor debilitado.

20 Puesto que en las subestaciones de la trayectoria  
están instalados usualmente rectificadores no controlados,  
que no permiten una retroalimentación de energía desde la -  
red de conducción de desplazamiento a la red de tierra de -  
corriente alterna trifásica, la energía de frenado cedida -  
25 por el vehículo debe ser absorbida por otros vehículos. Caso  
de que la red de conducción de desplazamiento no pueda reci-  
bir la energía o sólo pueda hacerlo en parte, debe ser transg

ferida total o parcialmente a las resistencias de freno instaladas sobre el vehículo. La resistencia de freno debe poder absorber la corriente de inducido. Por lo tanto, la resistencia de freno en el circuito conocido era dispuesta con el diodo de marcha de régimen de inducido en paralelo con respecto a la red y era intercalada a través de un tiristor o a través de un seguro. Sin gasto adicional para la extinción o apagado de este tiristor, dicha resistencia permanecía sin embargo constantemente conduciendo corriente. Un cambio continuo de conmutación de freno de red a freno de resistencia y de nuevo a freno de red no es posible con esta disposición conocida.

Es misión del presente invento presentar un circuito de control para una máquina de corriente continua controlada por el número de revoluciones y alimentada a través de un regulador de corriente continua, en el que la máquina al frenar sea debilitada automáticamente en el campo de inductor de modo dependiente de la modulación del regulador de corriente continua y en el que sea posible con medios sencillos una debilitación de campo de inductor también en el caso de funcionamiento de desplazamiento. El circuito de control debe hacer posible tanto un freno puramente de red como también un freno puramente de resistencia así como un freno mixto de red y de resistencia y al frenar debe procurar que se retroalimente a la red de corriente continua precisamente tanta energía como ésta puede absorber en el caso de la máxima tensión admisible.

Esta misión es resuelta conforme al invento mediante un circuito de control que se distingue por las características expuestas en la parte caracterizante de la reivindicación 1ª.

5 Formas ventajosas de estructuración del circuito de control se dan mediante las características de las reivindicaciones 2ª a 7ª.

Mientras que la característica de la reivindicación 9ª hace posible un procedimiento ventajoso para hacer  
10 funcionar el circuito de control, la característica de la reivindicación 8ª presenta una sencilla posibilidad para la aplicación del circuito de control conforme al invento, en el caso de sistemas de propulsión de dos y más máquinas.

La solución conforme al invento hace posible una  
15 debilitación automática del campo de inductor dependiente de la modulación al frenar la máquina de corriente continua, - sin gasto adicional o suplementario de semiconductores controlables, frente a los circuitos de control conocidos. Puesto que el regulador de corriente continua se aplica por un  
20 lado fijamente a un potencial de referencia, en él no aparece ninguna tensión más elevada que la tensión de red. A ello se agrega una sencilla posibilidad de debilitación del campo de inductor durante el desplazamiento y la buena idoneidad para sistemas de propulsión de varias máquinas.

25 Con ayuda de un ejemplo de realización representado en los dibujos va a explicarse con mayor detalle la idea que constituye el fundamento del invento.

En estos dibujos:

la figura 1 muestra un diagrama de circuito básico del circuito de control conforme al invento,

la figura 2 muestra una variante de circuito con una resistencia compuesta entre el arrollamiento de inducido y el arrollamiento de inductor;

la figura 3 muestra una aplicación del circuito de control conforme al invento a un sistema de propulsión de dos máquinas; y

la figura 3a muestra una variante de circuito para un sistema de propulsión de dos máquinas correspondientemente a la figura 3.

La disposición representada en la figura 1 muestra un inducido 1 de máquina de corriente continua con las conexiones A y B de inducido y el arrollamiento de inductor 3 con las conexiones E y F. En paralelo con los terminales de entrada, conectados con una red de corriente continua, está conectado un condensador de red 16. Entre el arrollamiento de inductor 3 y las conexiones de inducido A-B está dispuesta una reactancia 8. Para la realización de los cambios de conmutación de funcionamiento de desplazamiento a funcionamiento de frenado sirven los contactos de contactor o de mecanismo de conmutación 4 y 6 ó los contactos de inversores de dirección 7, que están distribuidos del siguiente modo: un primer contacto 4 está dispuesto entre una de las conexiones de red y la conexión de inducido A-B, los contactos de inversores de dirección 7 están dispuestos entre

la red y las conexiones de máquinas A-B, por un lado, así -  
como las conexiones de máquina A-B y la reactancia 8, por -  
otro lado, y finalmente, un segundo contacto 6 está dispues  
to entre una primera conexión de la resistencia de freno 11,  
5 unida con la reactancia 8, y una toma de esta resistencia.  
La resistencia entre la toma de la resistencia de freno 11  
y la otra conexión de esta resistencia forma la resistencia  
12 debilitadora de campo de inductor. En paralelo con el -  
arrollamiento de inductor 3 está dispuesta una resistencia  
10 de derivación permanente 10 así como un diodo de marcha de  
régimen de inductor 15. En serie con respecto a la resisten  
cia de freno 11 está conectado un tiristor 13 de debilita  
ción de campo de inductor y de freno y en paralelo con este  
circuito en serie está dispuesto un regulador de corriente  
15 continua 2. Este regulador de corriente continua 2 tiene un  
tiristor principal 20, un tiristor 21 de cambio de dirección,  
de oscilaciones un tiristor de extinción 22, una reactancia  
23 de cambio de dirección, de oscilaciones un condensador de  
extinción 24, así como una reactancia 25 de oscilación de re  
20 torno así como un diodo 26 de oscilación de retorno, que es  
tán conjuntamente conectados de manera conocida. Además de  
ello, en este ejemplo de realización están previstos dos di  
dos de extinción 18 y 19. El primer diodo de extinción 18 es  
tá conectado entre la primera conexión de la resistencia de  
25 freno y el regulador de corriente continua 2 y el segundo -  
diodo de extinción 19 está conectado entre la reactancia 23  
de cambio de dirección de oscilación y el tiristor de extin-

ción 22 del regulador de corriente continua 2. Puede prescindirse de los diodos de extinción 18, 19, cuando la derivación permanente tiene una resistencia suficientemente baja. En este caso el ánodo del tiristor de extinción 22 está conectado directamente con el ánodo del tiristor principal - 20. Un diodo 14 de marcha de régimen de inducido está conectado con el cátodo a la red en paralelo con el circuito en serie de la reactancia 8 de máquina y el inducido 1 de máquina, y un diodo de freno 17 está dispuesto con el cátodo junto al contactor 4 de desplazamiento, y el ánodo está dispuesto junto al polo negativo de la red.

El circuito de control según la figura 1 trabaja del siguiente modo: el regulador de corriente continua 2 y el tiristor 13 debilitador de campo de inductor pueden ser encendidos independientemente entre sí, pero sólo pueden ser extinguidos en común. Al poner en marcha estando bloqueado el tiristor 13 debilitador de campo de inductor primeramente se modula sólo el regulador de corriente continua 2. Estando conectado el regulador, la corriente de máquina fluye a través del inducido 1, de la reactancia 8 de motor, y luego principalmente a través del arrollamiento de inductor 3 y en una pequeña parte a través de la resistencia 10 de derivación permanente, y finalmente a través del regulador de corriente continua 2. Cuando está bloqueado el regulador de corriente continua 2, se forman dos circuitos de corriente de marcha de régimen independientes. La corriente  $I_A$  en el circuito de inducido fluye a través del inducido 1, de la -

reactancia  $\delta$  de motor y del diodo 14 de marcha de régimen -  
 de inducido, y la corriente de marcha de régimen de induc-  
 tor fluye a través del arrollamiento de inductor 3 y del -  
 diodo 15 de marcha de régimen de inductor. Estando conduciend  
 5 do el tiristor principal 20 la diferencia entre la corrien-  
 te de inducido y la corriente de inductor,  $I_F$ , fluye a tra-  
 vés de la resistencia 10 de derivación permanente. La caída  
 de tensión que aparece de este modo se aplica simultánea-  
 mente al inductor.

$$10 \quad U_F = (I_A - I_F) R_{10} \quad \text{en el tiempo } 0 \leq t \leq \alpha \cdot T \quad (1)$$

(fase de conmutación del regula-  
dor).

$R_{10}$  representa en esta ecuación el valor de resistencia eléc-  
 trica de la resistencia 10 de derivación permanente. La ten-  
 sión, que por consiguiente se aplica al inductor, está diri-  
 15 gida de modo tal que el polo positivo se aplica al lado del  
 inductor que coincide con el cátodo del diodo 15 de marcha  
 en vacío de inductor. En la fase de bloqueo del tiristor -  
 principal 20 la derivación permanente 10 de inductor está -  
 sin corriente y la tensión en el inductor es cero.

$$20 \quad U_F = 0 \quad \text{en el tiempo } \alpha T \leq t \leq T \quad (2)$$

(fase de bloqueo del regulador).

El valor medio, que se aplica de este modo a tra-  
 vés del período de regulador al inductor, es por consiguie  
 te

$$25 \quad U_F = I_F \cdot R_F = \alpha R_{10} \cdot [I_A - I_F] + (1 - \alpha) \quad (3)$$

A partir de la ecuación (3) que antecede resulta

$$\frac{I_F}{I_A} = \frac{\alpha R_{10}}{\alpha R_{10} + R_F}$$

Se reconoce que la relación de corriente de inductor  $I_F$  a corriente de inducido  $I_A$  es dependiente de la relación de conmutación de regulador  $\alpha$  y de la elección de la relación de resistencias  $R_{10}/R_F$ . La excitación puede ser modificada por lo tanto automáticamente dependiendo de la relación de control o modulación. Este cálculo sirve para el funcionamiento de desplazamiento y para el funcionamiento de frenado de red.

Cuando el regulador ha alcanzado en funcionamiento de desplazamiento casi su grado de activación máximo, el tiristor 13 debilitador de campo de inductor puede ser modulado primeramente con duración de conmutación mínima y luego con duración de conmutación creciente de modo correspondiente al número de revoluciones de la máquina. De este modo una parte de la corriente de inducido fluye a través de la resistencia debilitadora de campo de inductor y se disminuye la corriente de inductor. La duración de conmutación del tiristor 13 debilitador de campo de inductor es ajustada prácticamente mediante un regulador, de manera tal que permanece constante la corriente de inducido  $I_A$ . En las fases, en las cuales está conmutado el regulador de corriente continua 2, pero todavía no está encendido el tiristor 13 debilitador de campo de inductor, la diferencia entre la corriente de inducido y la corriente de inductor fluye a través de la resistencia 10 de derivación permanente. El grado

mínimo de excitación es alcanzado con modulación máxima del tiristor 13 debilitador de campo de inductor y con grado de modulación máximo del regulador; es determinado por la relación de resistencia de inductor a valor de resistencia debilitadora de campo de inductor. Cuando el regulador de corriente continua 2 y el tiristor 13 debilitador de campo de inductor han alcanzado el grado de modulación máximo, ambos pueden ser hechos conducir simultáneamente, es decir ya no son extinguidos, la máquina se aplica directamente a la tensión de red y la resistencia 12 debilitadora de campo de inductor se sitúa constantemente en paralelo al inductor.

La debilitación de campo de inductor es necesaria durante el desplazamiento tras haberse alcanzado la línea - característica de motor para pleno campo de inductor. El regulador de corriente continua posee en este momento una relación de conmutación  $\alpha$  próxima a 1. Mediante encendido del tiristor 13 debilitador de campo de inductor entonces durante el tiempo de conmutación de tiristor debilitador de campo de inductor la resistencia 12 debilitadora de campo de inductor se conecta en paralelo con respecto al inductor 3 y a la derivación permanente 10. La resistencia del circuito en paralelo se puede ajustar por consiguiente de modo continuo a través de la relación  $\alpha$  de conmutación de tiristor debilitador de campo de inductor.

Para la fase de bloqueo de tiristor debilitador de campo de inductor y estando conduciendo el tiristor principal 20 sirve la siguiente relación:

$$U_F = (I_A - I_F) R_{10} \quad \mathcal{G}T \leq t \leq T \quad (4)$$

estando encendido el tiristor debilitador de campo inductor se verifica

$$U_F = (I_A - I_F) (R_{10} // R_{12}) \quad 0 \leq t \leq \mathcal{G}T \quad (5)$$

5 a través de un período de regulador resulta para el valor - promedio de la tensión de inductor la siguiente ecuación:

$$U_F = I_F \cdot R_F - (1 - \mathcal{G}) ((I_A - I_F) \cdot R_{10}) + \mathcal{G} (I_A - I_F) (R_{10} // R_{12}) \quad (6)$$

A partir de la ecuación 6 se puede deducir el grado de debi-  
litación de campo o la relación  $I_F/I_A$  a partir de la rela-  
10 ción de conmutación de tiristor debilitador de campo de in-  
ductor.

$$\frac{I_F}{I_A} = \frac{R_{10} + \mathcal{G} [(R_{10} // R_{12}) - R_{10}]}{R_F + \mathcal{G} [(R_{10} // R_{12}) - R_{10}] + R_{10}} \quad (7)$$

Mediante inserción de una resistencia compuesta -  
9 con el valor de resistencia eléctrica  $R_9$ , de manera tal -  
15 que pueda ser recorrida tanto por la corriente de marcha de  
régimen de inducido como de inductor así como también la -  
corriente de marcha de régimen de inductor, se puede conse-  
guir otro efecto adicional modificador del campo de inductor.  
Este principio de control se representa en la disposición -  
20 según la figura 2. Este circuito corresponde al circuito -  
precedentemente descrito con la condición de que entre la -  
reactancia 8 de máquina y el arrollamiento de inductor 3 es-

tá dispuesta una resistencia compuesta 9, y de que el diodo 15 de marcha de régimen de inductor está ahora conectado en paralelo con respecto al circuito en serie del arrollamiento de inductor 3 y la resistencia compuesta 9. Adicionalmente, un tercer contacto de mecanismo de conmutación 5 está dispuesto junto a la unión de la reactancia 8 de máquina y la resistencia compuesta 9 por un lado y de la primera conexión de la resistencia de freno 11 por otro lado, que es cerrada en funcionamiento de desplazamiento. El efecto a conseguir con esta variante de circuito de control se explica como sigue:

En la fase de conducción del tiristor principal - 20 la corriente de inducido  $I_A$  fluye a través del inducido 1, de la reactancia 8 de máquina y de la resistencia compuesta 9. A continuación se divide o desdobra la corriente de inducido  $I_A$ . A través del arrollamiento de inductor 3 fluye la corriente de inductor  $I_F$ . La corriente diferencia  $I_1$  entre la corriente de inducido y la corriente de inductor fluye a través de la resistencia 10 de derivación permanente. En la fase de marcha de régimen la corriente de inducido  $I_A$  fluye a través del inducido 1, de la reactancia 8 de motor, de la resistencia compuesta 9 y del diodo 14 de marcha de régimen de inducido, y la corriente de marcha de régimen de inductor fluye a través del arrollamiento de inductor 3, del diodo 15 de marcha de régimen de inductor, de la resistencia compuesta 9 y en una pequeña parte a través de la derivación permanente 10. En la resistencia compuesta 9 se suman la corriente de inducido y la corriente de inductor.

Para el funcionamiento de frenado de red sirven las siguientes condiciones: estando conectado el tiristor principal  $0 \leq t \leq \alpha \cdot T$ , la corriente que fluye a través de la resistencia  $R_{10}$  de derivación permanente es

$$I_{10} = I_A - I_F \quad (8)$$

y la tensión  $U_F$  en el inductor es determinada por la diferencia entre la corriente de inducido y la corriente de inductor,  $I_A - I_F$ , y el valor de resistencia eléctrica  $R_{10}$  de la resistencia  $R_{10}$  de derivación permanente:

$$U_F = I_{10} \cdot R_{10} = (I_A - I_F) \cdot R_{10} \quad (9)$$

Estando extinguido el tiristor principal o en la fase de marcha de régimen  $\alpha \cdot T \leq t \leq T$ :

$$U_F = -(I_A + I_F) \cdot (R_{10} // R_g) \quad (10)$$

Mediante transformación de las ecuaciones (6) y (8) se puede calcular el valor promedio de la tensión de inductor.

$$U_F = \alpha(I_A - I_F) \cdot R_{10} - (1 - \alpha) \cdot (I_A + I_F) \cdot (R_{10} // R_g) \quad (11)$$

El valor promedio de la tensión en el inductor es determinado junto a los valores de resistencia eléctrica  $R_g$  y  $R_{10}$  primero seleccionables libremente pero luego fijos, mediante la relación de conmutación  $\alpha$  del regulador.

Con la relación  $U_F = I_F \cdot R_F$  se puede determinar la relación de corriente de inductor a corriente de inducido.

$$\frac{I_F}{I_A} = \frac{\alpha [R_{10} + (R_{10} // R_9)] - R_{10} // R_9}{R_F + \alpha [R_{10} - (R_{10} // R_9)] + (R_{10} // R_9)} \quad (12)$$

También en este caso, al igual que en la ecuación (4), se puede reconocer la dependencia entre la relación de excitación del ángulo de control  $\alpha$  y la elección de las resistencias.

La relación  $I_F/I_A$  es mínima con el grado de modulación  $\alpha$  mín más pequeño posible y llega con  $\alpha = 1$  al valor determinado por la relación de resistencias eléctricas  $R_{10}/R_F$ . La excitación es debilitada automáticamente de modo dependiente de la modulación.

La dependencia con respecto a la relación  $I_F/I_A$  es todavía más intensa puesto que la disminución de tensión que aparece durante la fase de marcha de régimen en la resistencia compuesta 9 está dirigida con su polaridad de manera tal que se opone a la corriente de marcha de régimen de inductor. Estando establecida fijamente la resistencia 10 de la derivación permanente, mediante elección apropiada y correspondiente de la resistencia compuesta 9 se puede ajustar con una relación mínima de conmutación de regulador cualquier grado de excitación pequeño deseado. Durante el desplazamiento, la resistencia compuesta 9 es punteada mediante el contacto de seguro o conductor 5, puesto que el efecto debilitador de campo de inductor no es deseado aquí en la zona de pequeñas relaciones de conmutación.

Cuando la red de conducción de desplazamiento no puede absorber la energía de frenado, en la fase de bloqueo

del regulador se aumenta la tensión en el condensador de red 16. Tan pronto como se ha alcanzado el valor de tensión máximamente admisible, es encendido el tiristor 13 de freno. La corriente de inducido fluye entonces, en lugar de a través del diodo de marcha de régimen de inducido 14 al condensador de red 16 a través de la resistencia de freno 11 y del tiristor de freno 13. La resistencia de freno debe estar estructurada de modo tal que la caída de tensión en ella se encuentre por debajo de la tensión de red máximamente admisible con un valor máximo de corriente de inducido. La tensión en el inductor permanece primeramente sin influir por el encendido del tiristor de freno. Sólo en la siguiente fase de conmutación del regulador influye el circuito de freno por resistencia intercalado. La resistencia de freno 11 está entonces en paralelo con respecto al inductor 3 y a la derivación permanente 10. La diferencia entre la corriente de inducido y de inductor  $I_A - I_F$  se desdobra y divide en la resistencia de freno 11 y en la derivación permanente 10. Con el valor de resistencia eléctrica  $R_{11}$  de la resistencia de freno 11 la tensión en el campo estando conduciendo el tiristor principal 20 y conduciendo el tiristor de freno

13 se hace  $[0 \leq t \leq \alpha \cdot T]$

$$U_F = (I_A - I_F) \cdot (R_{10} // R_{11}) \quad (13)$$

En la fase de bloqueo del tiristor principal 20  $\alpha T \leq t \leq T$ , sirve de modo inalterado

$$U_F = -(I_A + I_F) \cdot (R_1 // R_2) \quad (14)$$

Para el valor promedio de la tensión de inductor -  
sirve por lo tanto la siguiente relación

$$U_F = \alpha (I_A - I_F) (R_{10} // R_{11}) - (1 - \alpha) \cdot (I_A + I_F) (R_{10} // R_9) \quad (15)$$

y para la relación  $I_F/I_A$  resulta por consiguiente una relación  
5 similar a la existente el caso del freno de red

$$\frac{I_F}{I_A} = \frac{\alpha \left[ (R_{10} // R_9) + (R_{10} // R_{11}) \right] - (R_{10} // R_9)}{R_F + (R_{10} // R_9) + \alpha \left[ (R_{10} // R_{11}) - (R_{10} // R_9) \right]} \quad (16)$$

Puesto que el valor de resistencia eléctrica del -  
circuito en paralelo de la resistencia 10 de derivación per-  
manente y de la resistencia de freno 11 es menor que el valor  
10 de resistencia eléctrica de la resistencia 10 de derivación  
permanente, el campo de inductor en el caso de freno mixto  
de red y de resistencia, y el freno puramente de resistencia  
en el caso de pequeños grados de modulación, es debilitado -  
15 claramente y en el caso de modulación plena  $\alpha = 1$  es debili-  
tado ligeramente de modo más intenso que en el caso de freno  
puramente de red.

Mediante inserción de una resistencia con efecto -  
magnetizante 27 en lugar de la resistencia compuesta frente  
20 a la primera variante de circuito se puede conseguir un efec-  
to reforzador o amplificador de campo de inductor. La resis-  
tencia con efecto magnetizante - dibujada de trazos en la -  
figura 1 - es intercalada en el circuito de manera tal que  
es atravesada en la fase de bloqueo del regulador por la -  
25 corriente de marcha de régimen de inducido. La corriente de

marcha de régimen fluye a través del inducido 1, de la reacc  
 tancia 8 de motor, de la resistencia 27 y del diodo 14 de -  
 marcha de régimen de inducido. Al mismo tiempo la corriente  
 de marcha de régimen de inductor, impulsada por la inductivi  
 5 dad de inductor a través del inductor 3, el diodo 15 de mar-  
 cha de régimen de inductor y en dirección opuesta a la corrien  
 te de marcha de régimen de inducido a través de la resisten-  
 cia 27. La caída de tensión generada en la resistencia 27 -  
 por la diferencia de las corrientes de marcha de régimen se -  
 10 aplica a través del diodo 15 de marcha de régimen de inductor  
 recorrido como tensión impulsora en el inductor 3. Para las  
 dos fases de regulador resultan las siguientes ecuaciones:

en el tiempo  $0 \leq t \leq \alpha T$

$$I_1 = (I_A - I_F) \quad (17)$$

$$15 \quad U_F = (I_A - I_F) \cdot R_{10} \quad (18)$$

en el tiempo  $\alpha \cdot T \leq t \leq T$

$$U_F = (I_A - I_F) (R_{10} // R_{27}) \quad (19)$$

con  $R_{27}$  igual al valor de resistencia eléctrica de la resis  
 tencia con efecto magnetizante 27.

20 La tensión que se aplica por consiguiente como va-  
 lor promedio durante un periodo de regulador en el inductor  
 es:

$$U_F = (I_A - I_F) R_{10} + (1 - \alpha) [(I_A - I_F) (R_{10} // R_{27})] \quad (20)$$

25 Para la relación de corriente de inductor a corriente de in-  
 ducido sirve entonces la siguiente ecuación:

$$\frac{I_F}{I_A} = \frac{(R_{10} // R_{27}) + \frac{R_{10}^2}{R_{10} + R_{27}}}{R_F + \frac{R_{10} // R_{27} + R_{10}^2}{R_{10} + R_{27}}} \quad (21)$$

Si como simplificación se introduce la suposición -  
de que el valor de resistencia eléctrica  $R_{27}$  de la resisten-  
cia con efecto magnetizante es muy pequeño frente al valor de  
5 la resistencia  $R_{10}$  de derivación permanente, la ecuación (21)  
se simplifica del siguiente modo:

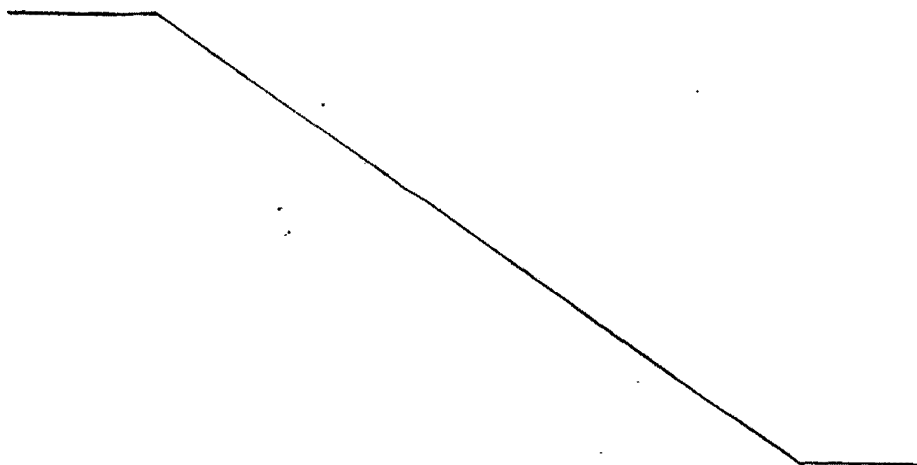
$$\frac{I_F}{I_A} \approx \frac{R_{27} + \alpha R_{10}}{R_F + R_{27} + \alpha R_{10}} \quad (22)$$

Las tres precedentes variantes se diferencian sólo  
por el gasto o consumo necesario y los efectos específicos -  
10 del circuito que han de lograrse con ello, pero no con respect  
to al miembro regulador.

Las descritas variantes de circuitos pueden ser -  
ampliadas según la figura 3 de modo que se puedan controlar  
en paralelo dos y más máquinas M1 y M2. Con el fin de garan-  
15 tizar que las corrientes de todas las máquinas al frenar sean  
de igual magnitud, los inductores durante el funcionamiento  
de frenado, en el caso de propulsión de dos máquinas, son -  
cruzados de manera conocida y en el caso de propulsión de -  
varias máquinas son permutados cíclicamente. Aún cuando du-  
20 rante el desplazamiento se debe debilitar el campo de induc-  
tor, cada máquina M1 y M2 necesita un propio tiristor 13 de

bilitador de campo de inductor y de freno, cada uno con un diodo de extinción 18, los cuales diodos se pueden suprimir cuando las resistencias de derivación permanente tienen un valor de resistencia óhmica suficientemente bajo, En otro caso, los campos 3 serían acoplados demasiado intensamente a través de las resistencias 12 debilitadoras de campo de inductor de bajo valor de resistencia óhmica. Se podría pensar no obstante también en un único tiristor debilitador de campo de inductor y de freno y de diodos de desacoplamiento adicionales. En el caso de que se renuncie durante el desplazamiento a una debilitación de campo de inductor, las resistencias de freno 11 pueden ser dispuestas entre los inductores (puntos X, Y) y pueden ser conmutados a través de un único tiristor 13 de freno (figura 3a). Las resistencias de freno tienen un valor de resistencias óhmica suficientemente grande, para mantener el acoplamiento de los inductores dentro de límites soportables y aceptables.

Los restantes elementos de control corresponden a los de los ejemplos de realización descritos con anterioridad.



- REIVINDICACIONES -

1.- Circuito de control para una máquina de corriente continua controlada por el número de revoluciones, alimentada a partir de un manantial de corriente continua a través de una reactancia y un regulador de corriente con  
5 tinua, con una resistencia de freno y un tiristor conectado en serie con respecto a la resistencia de freno así como interruptores o conmutadores para la realización de las reagrupaciones necesarias de los elementos constructivos de -  
10 funcionamiento de desplazamiento a funcionamiento de frenado o a la inversa, caracterizado porque paralelamente al arrollamiento de inductor de la máquina de corriente continua está conectada una resistencia de derivación permanente y los circuitos de corriente de inducido y de inductor  
15 de la máquina de corriente continua tienen en cada caso un propio diodo de marcha de régimen.

2.- Circuito de control según la reivindicación 1, caracterizado porque el circuito de corriente de inducido y el circuito de corriente de inductor están totalmente  
20 desacoplados preferiblemente durante el funcionamiento de desplazamiento cuando está bloqueado el regulador de corriente continua.

3.- Circuito de control según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el circuito de corriente de inducido y el circuito de corriente de inductor están  
25 unidos preferiblemente en funcionamiento de frenado mediante una resistencia compuesta de bajo valor de resistencia

óhmica con efecto debilitador del campo de inductor o mediante una resistencia compuesta de bajo valor de resistencia óhmica con efecto magnetizante.

4.- Circuito de control según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el tiristor de debilitación de campo de inductor y de frenado conectado en serie con la resistencia de freno es extinguido al mismo tiempo que el tiristor principal del regulador de corriente continua por el circuito de extinción del regulador de corriente continua.

5.- Circuito de control según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el caso de unión del circuito de corriente de inducido y del circuito de corriente de inductor con resistencia compuesta debilitadora de campo de inductor en el arrollamiento de inductor, estando conmutado el regulador de corriente continua se aplica una tensión positiva y estando bloqueado el regulador de corriente continua se aplica una tensión negativa y porque en el caso de unión del circuito de corriente de inducido y del circuito de corriente de inductor con resistencia compuesta magnetizante se aplica al arrollamiento de inductor en la fase de conducción y en la fase de bloqueo del regulador de corriente continua una tensión positiva de diversa magnitud y el valor promedio de tensión del inductor es dependiente del grado de modulación del regulador de corriente continua.

6.- Circuito de control según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el valor de cresta de

la tensión en el campo es delimitada por la resistencia de derivación permanente al producto de la diferencia entre la corriente de inducido y la corriente de inductor y el valor de resistencia eléctrica de la derivación permanente.

5                   7.- Circuito de control según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la resistencia de freno y el tiristor de freno están dispuestos en paralelo con el arrollamiento de inducido y el regulador de corriente continua de manera tal que pueden ser utilizadas para la  
10                   debilitación del campo de inductor durante funcionamiento de desplazamiento, cuando la resistencia de freno es puenteada en el orden de magnitud de la resistencia de campo de inductor excépto una resistencia residual.

                  8.- Circuito de control según las reivindicaciones  
15                   anteriores, caracterizado porque para el funcionamiento de sistemas de propulsión de dos y más máquinas se establece que todas las máquinas son controladas en paralelo y los arrollamientos de inductor en funcionamiento de frenado son cruzados de manera conocida en el caso de propulsión de dos  
20                   máquinas y son permutados cíclicamente en el caso de propulsión de varias máquinas.

                  9.- Circuito de control según las reivindicaciones  
                  anteriores, caracterizado porque en funcionamiento de desplazamiento, estando bloqueado el tiristor debilitador de campo  
25                   de inductor y de frenado con números de revoluciones por debajo del punto típico o de régimen se puede modular primeramente el regulador de corriente continua, hasta que haya

alcanzado su máximo grado de modulación porque después de  
ello el campo de inductor se puede debilitar continuamente,  
y porque el tiristor debilitador de campo de inductor y de  
frenado así como el regulador de corriente continua se pue  
5 de encender, cuando el tiristor debilitador de campo de in  
ductor y de frenado ha alcanzado su grado de modulación -  
máximo.

10.- "CIRCUITO DE CONTROL PARA UNA MAQUINA DE CO  
RRIENTE CONTINUA CONTROLADA POR EL NUMERO DE REVOLUCIONES"

10 Tal y como se describe en la presente Memoria -  
Descriptiva que consta de veintitres hojas escritas a máqui  
na por una sola cara y de sus correspondientes dibujos.

Madrid, 27 NOV. 1979

CARLOS FERNANDEZ GONZALEZ  
P D



FIG.1

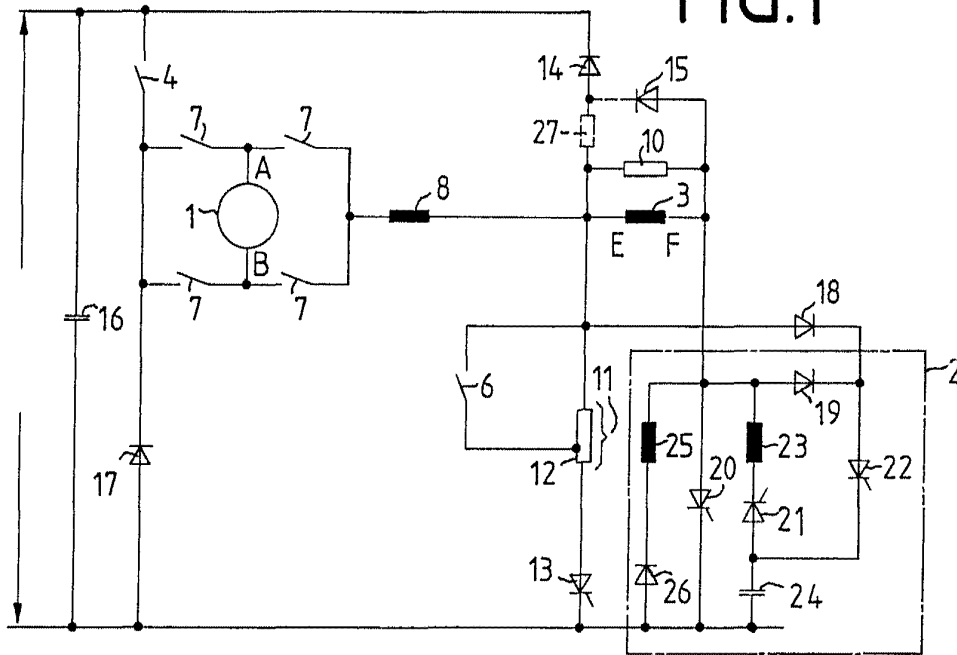
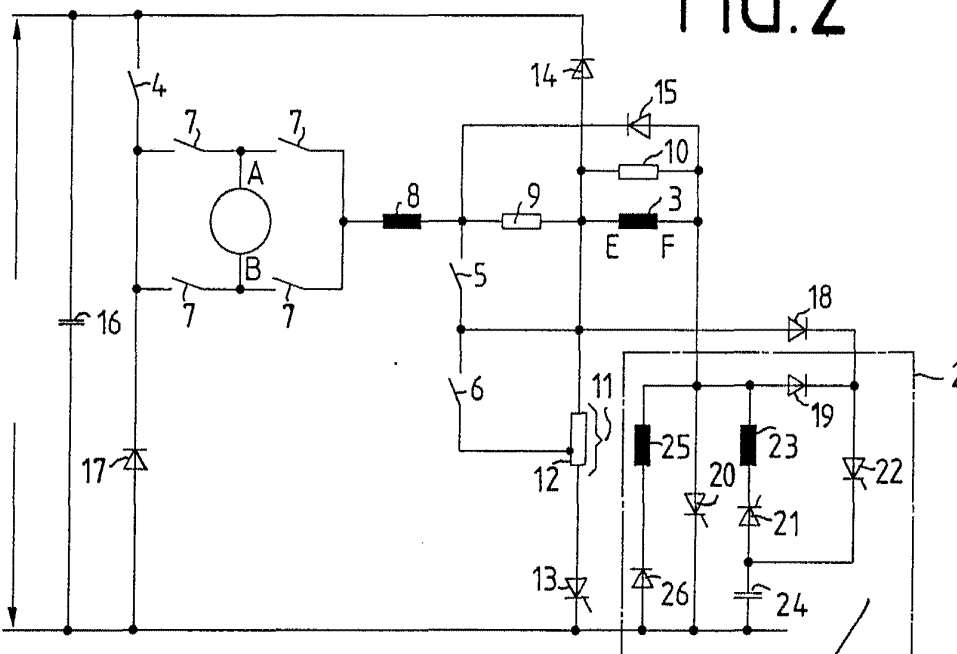


FIG.2



Madrid, 27 noviembre 1979  
CARLOS FERNANDEZ DE ALBA  
P P

ESCALA VARIABLE

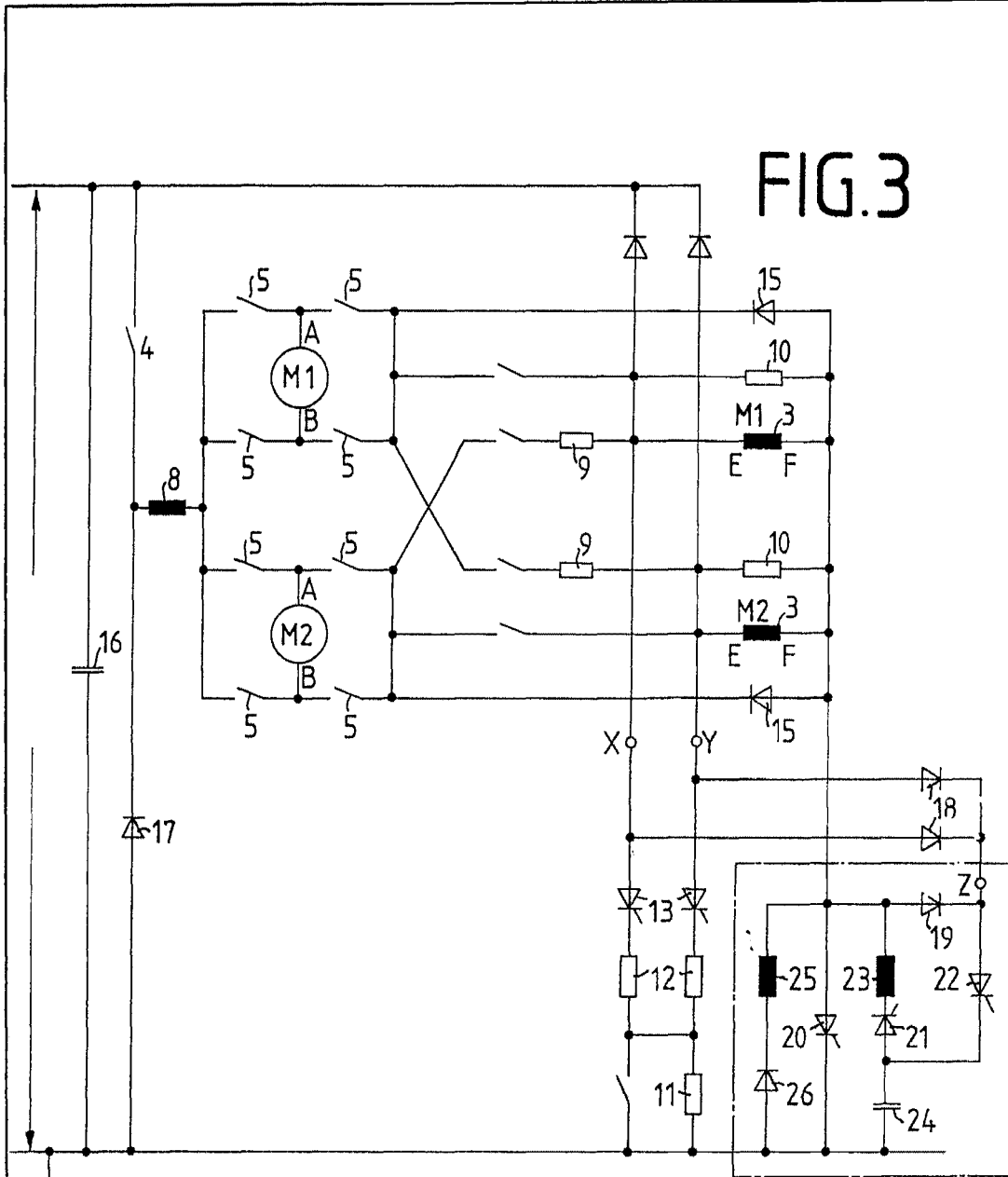


FIG. 3

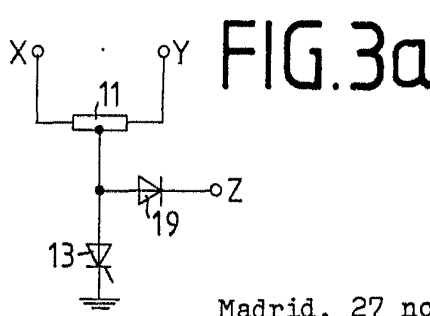


FIG. 3a

Madrid, 27 noviembre 1979

CARLOS FERRER  
P P

ESCALA VARIABLE