

PATENTE DE INVENCION

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
CLASE <u>11-02</u>
SUBCLASE <u>M</u>

PLA 68/1491 SPA

371105

## Memoria Descriptiva

sobre:

PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION  
DE TRANSFORMADORES DE FRECUENCIAS ESTATICOS.



*Solicitante:* SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, de Berlín y München,  
entidad alemana, residente en: Werner-von-Siemens-  
Strasse 50, 8520 Erlangen, Alemania.

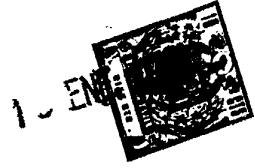
La presente invención se refiere a un trans-  
formador o convertidor de frecuencias estático, con un  
circuito intermedio de corriente continua alimentado  
por un convertidor o rectificador de corriente regula-  
ble conteniendo como mínimo una bobina de reactancia

5.



alisadora o de filtraje, para la regulación de la velocidad de un motor trifásico cuyos arrollamientos del estator tienen una corriente grabada previamente dada. Un accionamiento de transformador de frecuencia de éstos, ya ha sido propuesto y tiene la ventaja de que al cambiar la carga del motor de velocidad regulada, es decir, al hacer éste transición desde servicio como motor a servicio como generador, no son necesarios diodos de trabajo de retroceso especiales para la realimentación a la red, sino que tan solo se ha de regular el convertidor o rectificador de corriente en el lado de la red desde servicio de convertidor o rectificador de continua al de alterna.

Es el cometido de la presente invención lograr, en una forma especialmente sencilla y rápida, la grabación de corriente para los arrollamientos del estator del motor de velocidad regulable. Este cometido se soluciona según la presente invención, porque la tensión en el extremo de la bobina de reactancia alisadora, dispuesta en el convertidor o rectificador de corriente en el lado de la red, se lleva detrás de la tensión que se presenta en su otro extremo. La idea fundamental de la invención es, por lo tanto, cuidar de que independientemente de las repercusiones del convertidor o rectificador de corriente dispuesto detrás de la bobina de reactancia alisadora, la diferencia de tensión en la bobina desaparezca prácticamente hasta la caída de tensión implicada por su resistencia de arrollamiento. Mediante este desacoplamiento de la parte del circuito de corriente conectado detrás de la bobina de reactancia



alisadora recibe ésta el carácter de un miembro alisador de trabajo libre de repercusiones o bien, con una resistencia de arrollamiento negligible, el de un integrador de trabajo libre de repercusiones.

5. La característica de unos miembros de esta clase de trabajo libre de repercusiones, es que su corriente se determina o bien se "graba" exclusivamente por sus parámetros de entrada.

El llevar detrás la tensión de la entrada de
10. la bobina de reactancia al valor de su tensión de salida se puede realizar, en un desarrollo de la invención en forma especialmente sencilla, si la tensión de salida de la bobina de reactancia se conecta adicionalmente a la tensión de mando determinadora del ángulo de mando
15. del convertidor o rectificador de corriente. Para ello ha demostrado ser ventajoso, según una ulterior característica de la invención, prever un emisor de función que está dispuesto delante del grupo de mando del convertidor o rectificador de corriente para linealizar la
20. dependencia del valor medio aritmético de su tensión de salida de la tensión de mando. De esta manera se puede lograr, prácticamente a través de todo el margen de regulación del convertidor o rectificador de corriente, una concordancia entre la tensión que se presente en
25. ambos extremos de la bobina de reactancia.

Como emisor de función es adecuado para la finalidad de la invención, un amplificador electrónico, en sí conocido, en el cual se han previsto en el circuito de entrada y/o de reactancia diodos de valor de umbral con tensión previa.
- 30.



5. Para elevadas exigencias con relación a la constancia temporal de la grabación de corriente con tensión de mando invariable se alimentan, en otro desarrollo de la invención, las dos tensiones en los extremos de la bobina de reactancia en forma sustractiva al circuito de entrada de un regulador alimentador del grupo de mando. Es conveniente si aquí este regulador tiene un comportamiento integral.

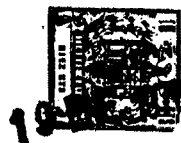
10. La invención se describe a continuación en sus ulteriores desarrollos con más detalle a base de las figuras.

15. En la figura 1 se representa un accionamiento de transformador de frecuencia para un motor trifásico 1 que, en conexión con la invención, puede ser, tanto un motor trifásico asíncrono como también un motor trifásico síncrono. A las fases R, S, T de una red trifásica se ha conectado un convertidor o rectificador de corriente regulable 2 en conexión de puentes trifásicos. En el circuito intermedio de corriente continua se ha dispuesto para el alisamiento o bien filtraje un miembro en T que se compone de dos bobinas de reactancia alisadoras 3 y 4, así como un condensador alisador C. Por el circuito intermedio de corriente continua se alimenta un convertidor o rectificador de corriente autogobernado 5 que contiene válvulas principales controladas 6 en conexión de puentes trifásicos, así como válvulas de conmutación controladas 8 dispuestas en paralelo a través de condensadores de conmutación 7. Los condensadores 7 se pueden conectar juntos a través de las válvulas 6 y 8, por una regulación correspon-

20.

25.

30.



diente de las mismas con los arrollamientos de fases adjudicados a ellas del motor 1, a circuitos oscilantes para producir las tensiones de conmutación necesarias para la extinción de las válvulas principales 6 que se ponen a disposición como tensiones de carga en los condensadores 7.

5. Para la cesión previa de corriente para el convertidor o rectificador de corriente 5 en el lado de la máquina se ha previsto un regulador de corriente 9 al que como valor nominal se le alimenta una magnitud  $I_2^*$  y como valor real la corriente de entrada  $I_2$  del convertidor de corriente 5 recogida mediante un transformador de corriente continua 10. La magnitud de salida denominada con E del regulador de corriente 9 determina el ángulo de mando  $\alpha$  del rectificador de corriente 2 en el lado de la red, cuyos electrodos de mando están conectados a las salidas de un grupo de regulación 11.

10. Para la eliminación rápida de las repercusiones provocadas por las eventuales variaciones de la contra-tensión del rectificador de corriente 5 en el lado de la máquina o bien de la tensión  $U_2$  en el condensador alisador C sobre la corriente  $I_1$  de la bobina de reactancia alisadora y con ello también sobre la corriente del motor  $I_2$ , se le ha conectado adicionalmente<sup>a</sup> la tensión de mando E a través de un amplificador sumador 12 la tensión  $U_2$  en el condensador alisador, es decir, la tensión que se encuentra en el extremo de la bobina de reactancia alisadora 3 dirigido hacia el rectificador 2 en el lado de la red. Por el efecto acoplador de la



5. tensión  $U_2$ , está la corriente  $I_1$  grabada por la bobina de reactancia alisadora 3, ya que depende solamente de la tensión de mando  $E$  y no de cualquier variación de la contra-tensión  $U_2$ , pues, con valor invariado de la tensión de mando  $E$  provocará cada variación de la contra-tensión  $U_2$  una variación correspondiente igual de grande en la tensión de entrada  $U_1$  de la bobina de reactancia 3.

10. Para márgenes de regulación reducidos de la tensión de salida del rectificador de corriente en el lado de la red 2, existe entre el ángulo de mando  $\alpha$  y su valor medio aritmético una relación aproximadamente lineal, de manera que puede ser suficiente dejar actuar la salida del amplificador de sumas 12 directamente subre el grupo de regulación 11. Si por el contrario se tiene en consideración un margen de regulación más grande entonces se debe tener en consideración la relación ya no lineal entre el ángulo de mando  $\alpha$  y el valor medio aritmético de la tensión de salida  $U_1$  del rectificador de corriente. Esto se efectúa en el ejemplo de ejecución según la figura 1 mediante el emisor de función 13 que actúa como así llamado igualador o correctoror y cuya función a reproducir se obtiene según las siguientes consideraciones:

25. Si existe en el grupo de mando 11 la dependencia representada en símbolo en su bloque entre su tensión de entrada  $U_\alpha$  y una tensión proporcional al ángulo de regulación  $\alpha$ ,  $\alpha = \frac{\pi}{2} - U_\alpha / K_1$ , y vale por otra parte la relación para el valor aritmético de la tensión de salida del rectificador de corriente  $U_1 =$

30.



$\frac{1}{K_2}$ ,  $\cos \alpha$ , donde  $K_1$  y  $K_2$  son constantes, entonces se antepone con el fin de linealizar el grupo de regulación 11 un emisor de función en el que entre su magnitud de entrada  $\epsilon$  y su magnitud de salida  $U_\alpha$  exista la relación general:

5.

$$U_\alpha = K_1 \cdot \text{arc sen } \epsilon \cdot K_2$$

Reproduciendo con suficiente exactitud esta función es entonces en todo el margen de regulación del rectificador de corriente en el lado de la red 2 la magnitud de entrada  $\epsilon$  del emisor de función 13 igual al valor medio aritmético de la tensión de salida del rectificador de corriente en el lado de la red 2.

10.

En la figura 2 se ha representado otro ejemplo de ejecución. La tensión  $U_2$  en el condensador alisador C y la tensión de salida  $U_1$  conducida a través de un miembro alisador especial 14 del rectificador de corriente en el lado de la red 2 se alimenta sustractivamente al circuito de entrada de un regulador PI 15 que actúa sobre el grupo de regulación 11. El generador de función 13 se puede suprimir aquí, ya que su cometido es realizado simultáneamente por el regulador 15 que por lo demás se cuida de que, análogo como en la disposición según la figura 1 la tensión de salida del rectificador de corriente en el lado de la red 2 siga detrás del valor de la tensión  $U_2$  que se presenta en el condensador alisador C en el sentido de una regulación. La disposición, compuesta de los elementos 11, 14 y 15 puede considerarse por sí como un grupo de regulación lineal en el que mediante una regulación se le imprime una severa proporcionalidad entre la tensión de regula-

15.

20.

25.

30.



ción  $E$  y el valor medio de la tensión continuada  $U_1$  y éste en forma totalmente independiente de las variaciones de la tensión de la red que influyen la tensión de los miembros 11 y 15, así como la tensión de salida del rectificador de corriente 2 en el lado de la red.

5. La figura 3 muestra una posibilidad de realización con aparatos del generador de función 13 representado en la figura 1 en forma de un amplificador electrónico contra-acoplado, en cuyo circuito de entrada se han dispuesto en paralelo un número de diodos de valor de umbral de tensión previa en serie con resistencias de entrada escalonadas, estando conectado un grupo de diodos con su cátodo a las tomas de un potenciómetro 17 alimentado con una tensión continua positiva  $+U$  y un segundo grupo de diodos con su ánodo a las tomas de un potenciómetro 18 alimentado de una tensión continua negativa  $-U$ . Si el potencial del punto 20 se mueve partiendo desde 0 o desde potencial de masa en sentido positivo, entonces se vuelven conductores consecutivamente los diodos de valor de umbral adjudicados al potenciómetro 18 y suministran al amplificador 16 a través de las resistencias de entrada conectadas en serie con ellos unas corrientes de entrada adicionales. Lo correspondiente vale para los diodos de valor de umbral adjudicados al potenciómetro 17 cuando el potencial del punto 20 se mueve en sentido negativo. Si a la disposición hasta ahora descrita se le adjudica además un amplificador de inversión 21 entonces se obtiene entre la magnitud  $E$  alimentada a su entrada y la tensión  $U_{\alpha}$  que se toma en la salida, la característica representada en la

10.

15.

20.

25.

30.



figura 4. Los puntos de cambio de pendiente de esta línea de característica se pueden graduar por las tomas de los potenciómetros 17 y 18, mientras la pendiente de la línea de característica en estos puntos, se obtiene del cociente de la resistencia de contra-acoplamiento  $R_g$  y la resistencia en paralelo de todas las resistencias de entrada fluidas cada vez por corriente.

- 5.
- 10.
- 15.

Mediante un número correspondientemente grande de diodos de valor de umbral con tensión previa se puede lograr de esta manera una aproximación arbitraria de la línea de característica que se obtiene a la función deseada. Naturalmente también es posible disponer en forma análoga los diodos de valor de umbral con tensión previa en el circuito de contra-acoplamiento del amplificador 16 sin variar por ello nada en el principio de funcionamiento del emisor de función.

- 20.
- 25.

Finalmente hay que destacar que al emplear la llevada detrás de tensión según la presente invención, para el dimensionamiento de la bobina de reactancia, solamente es decisivo un alisamiento suficiente de las ondas superiores de la corriente producidas por las tensiones de corte del rectificador o convertidor de corriente en el lado de la red, mientras que en caso contrario también se habrían de tener en consideración las ondas superiores de corriente producidas por el rectificador o convertidor de corriente en el lado de la máquina y, por lo tanto, dimensionar la bobina de reactancia considerablemente mayor.

- N O T A -

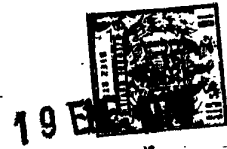
- 30.

Descrita suficientemente la naturaleza del



invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

5. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Suiza, con fecha 2 de septiembre de 1968, bajo el nº 13151/68, acogíendose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención, por 20 años en España:
10. **PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE TRANSFORMADORES DE FRECUENCIAS ESTATICOS;** caracterizándose por lo siguiente:
15. 1ª.- Perfeccionamientos en la construcción de transformadores de frecuencias estáticos con un circuito intermedio de corriente continua alimentado por un rectificador o convertidor de corriente regulable conteniendo como mínimo una bobina de reactancia alisadora,
20. para la regulación de la velocidad de un motor trifásico, cuyos arrollamientos del estator tienen una corriente grabada previamente dada, caracterizados porque la tensión en el extremo de la bobina de reactancia alisadora, dispuesta en el rectificador de corriente
25. del lado de la red, se lleva detrás de la tensión que se presenta en su otro extremo.
30. 2ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque la tensión que se presenta en el otro extremo de la bobina de reactancia se conecta adicionalmente a la tensión de mando determina



dora del ángulo de regulación del rectificador de corriente.

5. 3ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2ª, caracterizados porque se dispone un emisor de función que se antepone al grupo de regulación del rectificador de corriente para la linealización de la dependencia del valor medio aritmético de su tensión de salida de la tensión de mando.

10. 4ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3ª, caracterizados porque se dispone un amplificador electrónico provisto de diodos de valor de umbral con tensión previa en el circuito de entrada y/o de contra-acoplamiento, como emisor de función.

15. 5ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque las dos tensiones en los extremos de la bobina de reactancia se alimentan sustractivamente al circuito de entrada de un regulador influenciador del grupo de regulación.

20. 6ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5ª, caracterizados porque el regulador influenciador del grupo de regulación tiene un comportamiento integral.

25. 7ª.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizados porque se dispone un regulador influenciador del grupo de mando del rectificador o convertidor de corriente para la corriente del motor.

30. 8ª.- Perfeccionamientos en la construcción de transformadores de frecuencias estáticos; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente



Memoria e ilustrado en los dibujos que se acompañan.

Esta Memoria consta de doce hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

19 ENE. 1970

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT,

de Berlin y München

A. GOMEZ ACEBO Y MODEJ

p. p. Firmado: F. Hernández Ruiz

....

371105

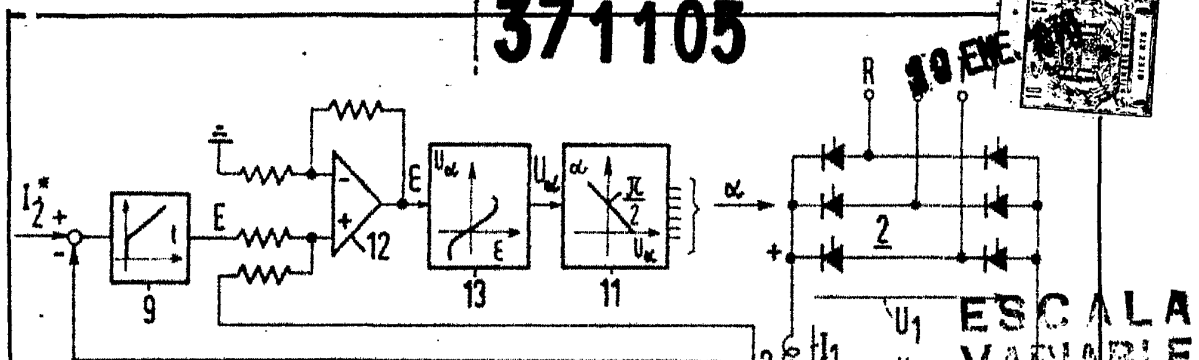


Fig. 1

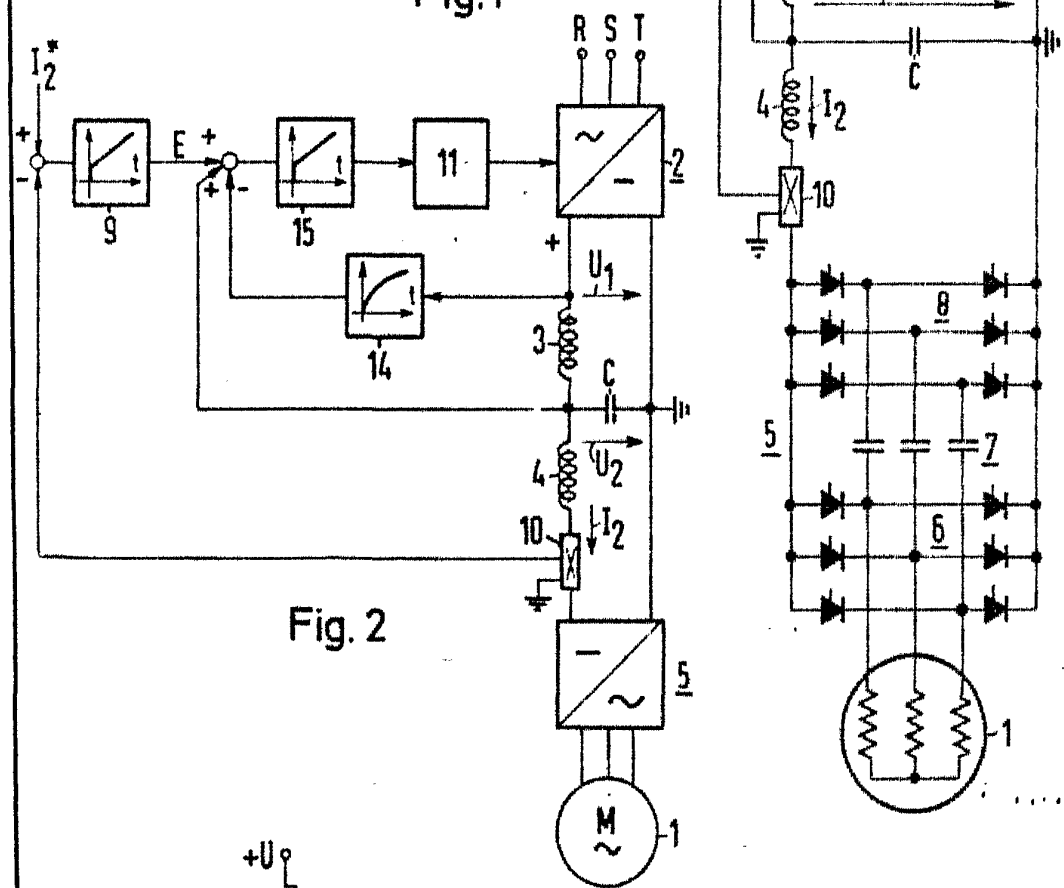


Fig. 2

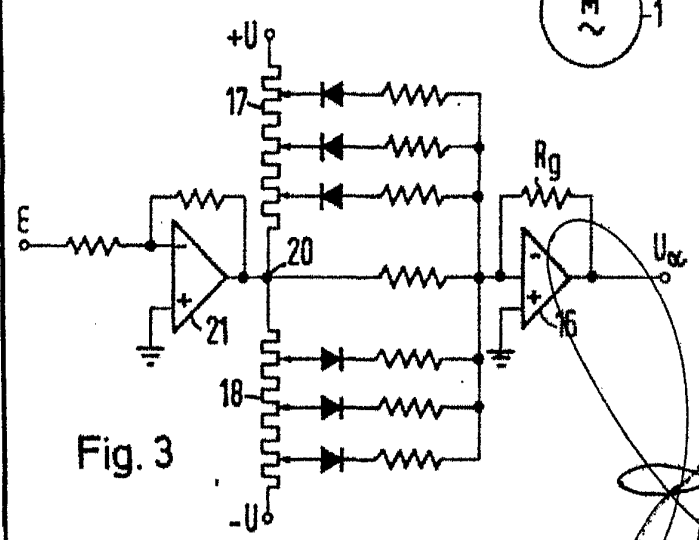
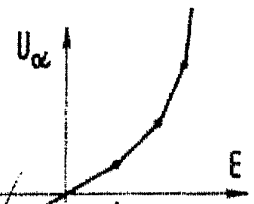


Fig. 3



Madrid 19 ENE. 1970

Fig. 3. Inven. y Firmador F. Hernández de Rada