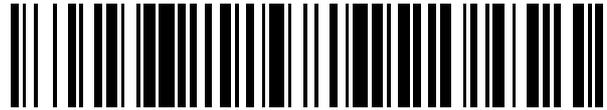


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 495 040**

51 Int. Cl.:

H02P 21/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2004 E 04737708 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 1645026**

54 Título: **Procedimiento para controlar el movimiento de un motor eléctrico y sistema para controlar el movimiento de un motor eléctrico**

30 Prioridad:

15.07.2003 BR 0302419

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

16.09.2014

73 Titular/es:

**WHIRLPOOL S.A. (100.0%)
Avenida das Nações Unidas 12995 32 andar
04578-000 São Paulo SP, BR**

72 Inventor/es:

DAINEZ, PAULO SÉRGIO

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 495 040 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para controlar el movimiento de un motor eléctrico y sistema para controlar el movimiento de un motor eléctrico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para controlar el movimiento de un motor eléctrico, un sistema para controlar el movimiento de un motor eléctrico, así como a un compresor provisto de un sistema de acuerdo con la presente invención.

10 Descripción de la técnica anterior

De la técnica anterior ya se conocen sistemas para controlar el movimiento de un motor eléctrico.

15 El control de los movimientos de un motor eléctrico es especialmente importante para el control de motores aplicados a compresores lineales, ya que con estos últimos la carrera del pistón respectivo no se ha establecido previamente. Debido a esta característica constructiva, el pistón puede chocar con el final de carrera respectivo bajo determinadas circunstancias, lo que se traduce en ruido no deseable, daños al rendimiento del compresor o incluso la ruptura del compresor.

20 Un control de los movimientos de los motores eléctricos generalmente monitoriza las variables internas del propio equipo, por ejemplo, la posición del pistón dentro de un cilindro, la capacidad requerida para llegar a una demanda del motor determinada. Los sistemas de este tipo puede comprender, por ejemplo, compresores acoplados a sistemas de refrigeración, en los cuales es necesario controlar la capacidad de refrigeración del compresión e impedir, además, que el pistón respectivo choque con el final de la carrera, si la capacidad de refrigeración varía de repente.

25 Ejemplos de este tipo de técnica pueden encontrarse en los documentos US 5.432.176; US 5.496.153; US 5.450.521; y US 5.592.073. De acuerdo con lo que divulga esta técnica, se utiliza un control sobre la carrera del pistón, que constituye un controlador de la tensión impuesta al motor lineal, re-alimentado por información acerca de la posición del pistón, básicamente estimada a partir de la información de la corriente suministrada al motor y la tensión inducida en los terminales del motor.

30 Otro documento de la técnica anterior US 5.325.037 describe un sistema de control de un motor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 10 en el que la energía se regula si ésta es mayor o menor que una tensión normal, generándose una señal de compensación para igualar la energía aplicada a una carga.

35 Otro documento de la técnica anterior EP 0 312 686 describe un circuito para suministrar una cantidad de energía predeterminada a una carga sin regular la tensión a través de la carga en ciclos específicos para compensar la energía suministrada a la carga cuando se requiere.

40 En estas soluciones, la carrera del pistón se controla tomando como referencia la posición del pistón estimada, la cual se calcula a partir de la corriente y la tensión en los terminales del motor, pero que da lugar a errores debido a variaciones constructivas del motor, variaciones de temperatura, lo cual limita la eficiencia y el funcionamiento en condiciones extremas de capacidad de enfriamiento. Otra deficiencia de este tipo de solución es que el cálculo del punto de movimiento promedio del pistón es impreciso, básicamente causado por la diferencia promedio entre la presión de succión y la descarga, y la constante elástica del muelle del sistema resonante.

45 En aplicaciones de refrigeración, por ejemplo, durante el funcionamiento, el motor eléctrico junto con el compresor se verán sometidos a diversos tipos de transitorios, tales como la apertura de la puerta del sistema de refrigeración, el cambio de la carga térmica, la variación en la temperatura ambiente, la apertura o cierre de válvulas del sistema, todos estos transitorios termomecánicos tienen constantes de tiempo que son lentas en comparación con el tiempo de respuesta del control, y no causan perturbaciones en el desplazamiento del compresor, ya que el control se gestiona para actuar antes de que se note cualquier efecto.

50 Los fenómenos más bruscos a los que verá sometido el sistema son alteraciones en la tensión de la red, y estas perturbaciones pueden afectar al funcionamiento del compresor y, dependiendo del estado de funcionamiento del compresor y la amplitud de la perturbación, puede producirse un impacto mecánico del pistón con la parte superior del cilindro.

55 Ninguna de las soluciones propuestas analiza las variaciones de tensión de red y, por lo tanto, no pueden garantizar con seguridad que el sistema corrija a tiempo las perturbaciones en la red, evitando el impacto mecánico y oscilaciones en el desplazamiento máximo que afectan a la eficiencia del sistema.

Objetivos y breve descripción de la invención

La solución propuesta tiene los siguientes objetivos:

- 5 o Controlar el nivel de tensión aplicada a los motores eléctricos en general;
- o Controlar el movimiento del pistón de un motor lineal;
- Monitorizar el nivel de tensión de la red eléctrica directamente y concluir si el nivel de tensión aplicada al motor debe alterarse o no;
- Controlar la carrera del pistón de un compresor lineal, permitiendo que el pistón avance hasta el final de su carrera mecánica, incluso bajo condiciones de carga extrema, sin permitir que el pistón choque contra la parte superior del cilindro, incluso en presencia de perturbaciones externas de la red de alimentación de energía;
- 10 · Controlar la carrera del pistón de un compresor lineal, impidiendo oscilaciones en el desplazamiento máximo del pistón, que afectan a la eficiencia del compresor, para cualquier capacidad de funcionamiento del compresor, incluso en presencia de perturbaciones externas de la red de alimentación de energía;
- 15 · Implementar una solución simple para producción a escala industrial.

Estos objetivos se consiguen mediante un procedimiento para controlar los movimientos de un motor eléctrico, estando alimentado el motor eléctrico por una tensión total (V_T) proporcional a una tensión de red alterna (V_{AC}), comprendiendo el procedimiento las etapas de: realizar una primera medición de nivel (V_{I10}) de la tensión de red (V_{AC}) en un primer instante de medición (t_{10}); realizar una segunda medición de nivel (V_{I20}) de tensión de red (V_{AC}) en un segundo instante de medición (t_{20}); comprendiendo el procedimiento, además, las etapas de calcular el valor de la derivada de los valores de tensión medidos en función del primer y el segundo instante de medición (t_{10} , t_{20}) para obtener un valor de una tensión de red proporcional (V_{AC}'); y alterar el valor de la tensión total (V_T) proporcionada al motor, proporcionalmente al valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}'), alterándose la tensión total (V_T) en función de la diferencia entre el valor de una tensión de red proporcional (V_{AC}') calculada en un ciclo presente de la tensión de red (V_{AC}) y el valor de tensión de red proporcional (V_{AC}') calculado en el ciclo anterior de la tensión de red (V_{AC}).

Estos objetivos se consiguen mediante un sistema para controlar los movimientos de un motor eléctrico que comprende una central de control electrónico (10), alimentándose el motor eléctrico mediante una tensión total (V_T) controlada por la central de control electrónico (10), y siendo la tensión total (V_T) proporcional a una tensión de red alterna (V_{AC}), en el que la central de control electrónico (10) incluye un circuito de detección de tensión (50) que comprende un primer circuito de detección de tensión (51) que detecta un primer nivel de tensión de la red (V_{M1}) y un segundo circuito de detección de tensión (52) que detecta un segundo nivel de tensión de la red (V_{M2}) y estando dispuesta la central de control electrónico (10) para medir el primer nivel de tensión de la red (V_{M1}) en un primer instante de medición (t_{10}) y el segundo nivel de tensión de la red (V_{M2}) en un segundo instante de medición (t_{20}), estando dispuesto el primer circuito de detección de tensión (51) para calcular el valor de la derivada de los valores de tensión de red medidos en función del primer y el segundo instante de medición (t_{10} , t_{20}), para obtener un valor de una tensión de red proporcional (V_{AC}'); y estando dispuesta la central de control electrónico (10) para alterar el valor de la tensión total (V_T) proporcionalmente al valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}'), alterándose el valor de la tensión total (V_T) en función de la diferencia entre el valor de una tensión de red proporcional (V_{AC}') calculada en un ciclo presente de la tensión de red (V_{AC}) y el valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}') calculada en el ciclo anterior de la tensión de red (V_{AC}).

45 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora con mayor detalle con referencia a una realización representada en los dibujos. Las figuras muestran:

- 50 La figura 1 es un diagrama de bloques del sistema de la presente invención, que ilustra la interconexión respectiva en la aplicación a un compresor y un sistema de refrigeración;
- La figura 2 es un diagrama de bloques del sistema para controlar el movimiento de un pistón de acuerdo con la presente invención en la aplicación a un compresor lineal;
- La figura 3 es un diagrama de bloques del algoritmo para el control del sistema para controlar el movimiento de un pistón de la presente invención;
- 55 La figura 4 ilustra la red de control del sistema para controlar el movimiento de un pistón de la presente invención;
- La figura 5 es un esquema eléctrico de un circuito de detección de tensión utilizado en el sistema de la presente invención;
- La figura 6 muestra una gráfica de una señal de entrada y salida del generador mediante el circuito de detección de tensión, para diferentes niveles de tensión de entrada (tensión nominal, tensión nominal + 10%, tensión nominal - 10%);
- 60 La figura 7 muestra una gráfica del lapso de tiempo de la señal de salida del circuito de detección de tensión en función de la variación de la tensión de red;

La figura 8 ilustra los puntos donde se mide la tensión de red de acuerdo con lo que se describe en la presente invención;

La figura 9 ilustra dos situaciones diferentes de tensión de red, y los puntos de medición realizados; y

La figura 10 ilustra una situación particular cuando se aplica lo que se describe en la presente invención.

5 Descripción detallada de las figuras

La presente invención se refiere a un sistema, así como un procedimiento para controlar un motor eléctrico, siendo particularmente aplicable para controlar movimientos de un pistón en un compresor lineal.

10 Tal como puede apreciarse en las figuras 1 y 2, el sistema para controlar los movimientos de un pistón de acuerdo con la presente invención comprende un control electrónico 12, que monitoriza una tensión de red V_{AC} y controla una tensión total V_T aplicada a un motor eléctrico que acciona un compresor 14, que puede ser aplicable a un sistema de refrigeración 15.

15 El control electrónico 12 comprende una central de control electrónico 10 que, por medio de un circuito de puertas 21, controla el tiempo de conducción de un conjunto de interruptores 11 (preferiblemente *TRIACs*), para controlar el nivel de tensión total V_T .

20 En la figura 2 puede apreciarse que el sistema de control de la presente invención comprende, asociado a la central de control electrónico 10, un circuito de detección de tensión 50 que está conectado eléctricamente a la tensión de red V_{AC} , de modo que el valor respectivo se medirá antes de que su nivel sea controlado por el conjunto de interruptores 11.

25 Con esta configuración, la central de control electrónico 10 puede controlar el nivel de tensión total V_T aplicado al motor, proporcionalmente al nivel de la tensión de red V_{AC} , y de este modo impedir la aparición de una tensión excesiva o insuficiente en la red de alimentación, lo que podría hacer que el compresor 14 se comportase de manera inesperada.

30 Con el fin de implementar el uso del sistema y monitorizar la tensión de red V_{AC} y por lo tanto decidir si interferir o no en el nivel de tensión total V_T , debe implementarse el algoritmo de control ilustrado en la figura 3, de acuerdo con la red de control que se ilustra en la figura 4.

35 Tal como puede apreciarse en la figura 3, el valor de la tensión total V_T comprende la suma o resta de un valor de una tensión del pistón V_P y una tensión de corrección V_V partir de la ecuación:

$$V_T = V_P \pm V_V.$$

40 El valor de la tensión del pistón V_P se obtiene a partir de los valores suministrados por un dispositivo externo, por ejemplo, una señal de referencia REF, que puede indicar en qué medida tiene que moverse el pistón del compresor, especialmente en los casos en los cuales lo que se describe en la presente invención se aplica a compresores lineales, ya que en estos últimos la capacidad de enfriamiento dependerá de la amplitud del desplazamiento del pistón respectivo. El valor de la señal de referencia puede ser un nivel de corriente continua transmitida al dispositivo de control electrónico 10. De esta manera, se establece la posición de referencia DP_{REF} del pistón.

45 Otra variable necesaria para establecer el valor de la tensión de pistón V_P se obtiene mediante el cálculo del punto de desplazamiento máximo deseable que el pistón debe avanzar sin riesgo de que éste último choque en el respectivo final de carrera. Preferiblemente, el valor de la tensión del pistón V_P se obtiene guardando el valor de la tensión del pistón V_P del ciclo anterior. El valor de desplazamiento máximo $DP_{MÁX}$ debe establecerse, por lo tanto, previamente en base a las características del compresor 14.

50 Una vez que se han obtenido los valores del desplazamiento de referencia DP_{REF} y el desplazamiento máximo $DP_{MÁX}$, puede obtenerse el valor de la tensión del pistón V_P , ya que éste último es una función de la diferencia entre los valores obtenidos, es decir, entre el error calculado E_{DP} .

55 El otro componente de la tensión total V_T , el valor de la tensión de corrección V_V , se obtendrá de acuerdo con lo que se describe en la presente invención, comparando el valor de la tensión de red V_{AC} con un valor previamente establecido para concluir que hay una necesidad de corrección del valor respectivo, es decir, el valor de la tensión de corrección V_V será la propia diferencia entre la tensión que se espera leer y la tensión de red V_{AC} . De esta manera, en los casos en que el valor de la tensión de red V_{AC} se encuentra dentro de los límites esperados, el valor de la tensión de corrección V_V será nulo, ya que no hay necesidad de alterar el valor de la tensión de red V_{AC} .

Tal como puede apreciarse en las figuras 8 y 9, este principio de medición se lleva a cabo adoptando un valor fijo de tensión V_0 (o un nivel de tensión establecido V_0) y contando el tiempo requerido para que la tensión de red V_{AC} alcance este nivel. Esto, en realidad, es lo mismo que medir la derivada de la tensión de red V_{AC} cerca de cero, para estimar el valor de la tensión de red.

5 Poniendo esto en ecuaciones, se llega la siguiente conclusión:

$$V_{AC} = f\left(\frac{\partial V_0}{\partial t}\right), \text{ siendo } V_{AC} \text{ proporcional a } \frac{\partial V_0}{\partial t_0}$$

10 Para la constante ∂V_0 :

$$V_{AC} = f\left(\frac{1}{\partial t_0}\right)$$

V_{AC} es inversamente proporcional a ∂t_0

15
$$V_{AC1} = f\left(\frac{\partial V_0}{\partial t_{1_0}}\right)$$

$$V_{AC2} = f\left(\frac{\partial V_0}{\partial t_{2_0}}\right)$$

20 Para la constante ∂V_0 :

$$V_{AC1} = f\left(\frac{1}{\partial t_{1_0}}\right)$$

$$V_{AC1} = f\left(\frac{1}{\partial t_{2_0}}\right)$$

25 Por lo tanto, puede concluirse que el valor de la tensión de la red V_{AC} que se ha demostrado anteriormente puede calcularse en base al nivel de tensión establecido V_0 y tomando como referencia el valor V_{AC1} y V_{AC2} ilustrado en la figura 9. De esta manera, tomando, por ejemplo, el valor de V_{AC1} como referencia, puede concluirse que el valor V_{AC2} estaría por debajo del nivel de tensión de red V_{AC} deseado para una aplicación determinada, y el valor de la tensión total V_T debe corregirse. El valor de V_{AC} tomado como referencia será el valor de la tensión del ciclo anterior o la media de los ciclos anteriores, lo que se traduce en que el valor de la tensión tomado como referencia no será constante, ya que el objetivo es corregir una oscilación de un ciclo de la red para el siguiente ciclo.

35 Tal como se ha demostrado anteriormente, teniendo en cuenta que para un nivel de tensión constante adoptando el nivel de tensión establecido V_0 igual para las dos medidas, teniendo así constante ∂V_0 , es suficiente medir solamente el tiempo transcurrido entre dos puntos medidos mediante el circuito de detección de tensión 50 y detectar que cuál es el nivel de tensión real a partir de una ecuación o tabla de valores.

40 Con el fin de alcanzar el valor de tensión necesario para corregir la tensión total V_T tiene que obtenerse el valor de la corrección V_v el cual, en la práctica, será proporcional a una tensión de red V_{AC}' ; por otro lado, el valor respectivo estará directamente relacionado con el valor de la tensión de entrada V_{AC} . De la misma manera que se ha explicado anteriormente, el valor de la tensión de red V_{AC} debe obtenerse a partir de mediciones de las tensiones de red V_{AC} anteriores, o a partir de la media de las mediciones de las tensiones de red V_{AC} anteriores.

45 Matemáticamente, el valor de la tensión de red proporcional V_{AC}' se alcanza mediante la siguiente operación:

$$V_{AC1}' = f\left(\frac{\partial V_0}{\partial t}\right)$$

50 Tal como puede apreciarse a partir de la ecuación, el valor de la tensión de red proporcional V_{AC}' se obtiene mediante la derivada de los valores de tensión obtenidos en función del tiempo transcurrido entre las mediciones.

Con el fin de poner en práctica dicha ecuación, es suficiente llevar a cabo dos mediciones de tensión y dos mediciones de tiempo, tal como se ejemplifica en la figura 10, de manera que pueda procederse con la respectiva derivada, es decir, debe medirse preferiblemente la tensión de red V_{AC} en un primer instante de medición t_{10} para

definir una primera medición de nivel V_{t10} y luego medir la tensión de red V_{AC} en un segundo instante de medición t_{20} , definiendo una segunda medición de nivel V_{t20} .

Una vez que se han obtenido estos valores, se procede con la siguiente ecuación:

$$V_{AC}' = f \left(\frac{V_{t20} - V_{t10}}{t_{20} - t_{10}} \right)$$

es decir, restando de la primera y la segunda medición de nivel V_{t10} , V_{t20} y dividiendo el resultado por la resta de los valores del primer y el segundo instante de medición t_{10} , t_{20} , y el valor δt se obtiene restando los valores del primer y el segundo instante de medición t_{10} , t_{20} .

A partir de este algoritmo de control las lecturas de la tensión de entrada deben guardarse en cada semiciclo de la tensión de red V_{AC} y comparar la lectura actual con la anterior (o con las anteriores), y alterar el valor de la salida para compensar la tensión de red V_{AC} , evitando de este modo que se produzca una variación en el desplazamiento máximo del pistón, ya que esta variación podría dar lugar a un impacto mecánico del pistón con la parte superior del cilindro o a una pérdida de eficiencia del sistema.

Por ejemplo, puede optarse por realizar una serie de mediciones en diferentes ciclos de tensión de red V_{AC} y guardar los valores obtenidos en la central de control electrónico 10, realizando la derivada de los valores obtenidos posteriormente con el fin alcanzar un valor de la tensión de red proporcional V_{AC}' .

Con el fin de implementar el uso de los conceptos de la presente invención, se dispone un procedimiento por medio del cual puede monitorizarse la tensión de red V_{AC} y concluirse que existe la necesidad de realizar algunos ajustes en el nivel de la tensión total V_T .

El procedimiento incluye las etapas de medir la tensión de red V_{AC} en un primer instante de medición t_{10} , y designar dicha medición como medición de primer nivel V_{t10} .

A continuación debe medirse la tensión de red V_{AC} en un segundo instante de medición t_{20} . De la misma manera, el valor de estas mediciones puede designarse como una medición de segundo nivel V_{t20} .

Una vez que se han obtenido estos valores tal como se ha descrito anteriormente, se calcula el valor de la derivada de los valores de tensión y se mide en función de los instantes de medición t_{10} , t_{20} , para obtener el valor de una tensión de red proporcional V_{AC}' y, finalmente, alterar el valor de la tensión total V_T enviada al motor proporcionalmente al valor de la tensión de red proporcional V_{AC}' .

Una de las maneras de proceder, en la práctica, con la etapa de obtener el valor de la tensión de red proporcional V_{AC}' puede ser mediante las siguientes etapas:

Se mide un lapso de tiempo t_D entre cuando se produce la medición del primer instante de medición t_{10} y cuando se produce la medición del segundo instante de medición t_{20} . De esta manera puede saberse qué nivel máximo de tensión de red V_{AC} se requiere para concluir que existe la necesidad de una corrección en el valor de tensión total V_T .

Para este fin, es suficiente comparar el lapso de tiempo t_D con un tiempo de preestablecido t_p , determinándose este último por el control electrónico central 10, y puede procederse con la elevación de la tensión total V_T si el lapso de tiempo es mayor que el tiempo preestablecido t_p , o con una reducción de la tensión total V_T si el lapso de tiempo t_D es menor que el tiempo preestablecido t_p .

En lo que se refiere al sistema para implementar el procedimiento de la presente invención, éste debe comprender la central de control electrónico 10 para controlar el motor eléctrico y el circuito de detección de tensión 50 para medir el valor de la tensión de red V_{AC} .

Tal como se describe en el procedimiento, la central de control electrónico 10 realizará la medición de primer nivel V_{t10} de la tensión de red V_{AC} en un primer instante de medición t_{10} , realizando la medición de segundo nivel V_{t20} de la tensión de red V_{AC} en el segundo instante de medición t_{20} , y estas mediciones pueden llevarse a cabo según vaya pasando el tiempo y a medida que se produzcan los ciclos de la tensión de red V_{AC} .

La derivada de los valores de la tensión de red V_{AC} medida en función de los instantes de medición t_{10} , t_{20} medidos y la obtención del valor de la tensión de red proporcional V_{AC}' se llevará a cabo mediante la central de control electrónico 10 que, en función del valor de la tensión de red V_{AC} alterará el valor de la de tensión total V_T a un valor de tensión total corregida V_T' para evitar que el pistón vaya más allá del punto previsto y evitar impactos.

El circuito de detección de tensión 50 debe comprender el primer circuito de detección de tensión 51 para detectar el primer nivel de tensión de red V_{M1} y el segundo circuito de detección de tensión 52 para detectar el segundo nivel de tensión de red V_{M2} .

Preferiblemente, el primer circuito de detección de tensión 51 se ajusta para medir el primer nivel de tensión de red V_{M1} en el instante del respectivo paso por un nivel cero (o cero de la tensión ZT) y el segundo circuito de detección de tensión 52 para medir el segundo nivel de tensión de red V_{M2} entre el nivel cero de tensión de red V_{AC} y el nivel máximo de la tensión de red V_{ACM} . De esta manera se obtienen dos mediciones diferentes de nivel, y por lo tanto es posible proceder con la derivada de los valores medidos.

El lapso de tiempo t_D se registra entre cuando se produce la medición del primer nivel de tensión de red V_{M1} y cuando se produce la medición del segundo nivel de tensión de red V_{M2} . Estas mediciones se llevan a cabo mediante el circuito de detección de tensión 50, que transmitirá los respectivos eventos a la central de control electrónico 10. Un dispositivo contador de tiempo dispuesto en la electrónica de control 12 compara el lapso de tiempo t_D con el tiempo preestablecido, y altera la tensión total V_T proporcionalmente al lapso de tiempo t_D . El valor de la tensión total V_T se elevará a un valor de tensión total corregido V_T' si el lapso de tiempo t_D es mayor que el tiempo preestablecido t_p y se reducirá a un valor de tensión total corregido V_T' si t_D es menor que el tiempo preestablecido t_p . Si el valor del lapso de tiempo t_D es igual al tiempo preestablecido, no será necesario realizar ninguna alteración en la tensión total V_T puesto que, en este caso, la tensión de red V_{AC} estará en condiciones ideales. En otras palabras, en estas condiciones, cuando el lapso de tiempo t_D es nulo, el valor de la tensión total V_T será el valor de la tensión de pistón V_p .

Dentro de lo que se describe en la presente invención, puede apreciarse en las figuras 2 y 5 que el primer y el segundo circuito de detección de tensión 51, 52 están conectados directamente a la tensión de red V_{AC} , enviándose las respectivas salidas ZT y TR al dispositivo de control electrónico 10.

El primer circuito de detección de tensión debería estar configurado preferiblemente tal como se ilustra en la figura 5, es decir, una configuración en la cual se detecta el nivel cero de la tensión ZT de la tensión de red V_{AC} . En este caso, la salida ZT de este circuito oscilará entre 0 V y V_{CC} que, en el ejemplo de la figura 6, es de 5 V, una diferencia existente entre el valor de 5 V y la señal leída (véase la curva 55), debido a la caída de tensión en el diodo D1 (escalas 0,5 V/div – 0,5 ms/div). De esta manera, la señal ZT puede interpretarse directamente por el circuito de control electrónico 10.

El segundo circuito de detección de tensión 52 comprende un divisor de tensión R_2/R_3 , que disminuye el nivel de tensión de red V_{AC} a un nivel adecuado para procesarse mediante la central de control electrónico 10. Esto puede apreciarse en las curvas ilustradas en la figura 6 que corresponden, respectivamente, a las mediciones realizadas con niveles de tensión de 242V (véase la curva 62), 220V (véase la curva 63) y 198V (véase la curva 64), ilustrando estas curvas, respectivamente, una situación de V_{AC} en tensión excesiva, tensión esperada y tensión insuficiente, y el valor de la tensión V_T debe ser mediado/corregido siempre que haya oscilación de un ciclo a otro.

Un comparador 56 del segundo circuito de detección de tensión 52 detectará el paso del nivel de la tensión de red V_{AC} por un punto que está predeterminado y controlado por la tensión de referencia V_{ref} , para señalar a la salida TR que se ha alcanzado el nivel de tensión de referencia. El resultado de esto es la generación de ondas cuadradas 62', 63' y 64' que corresponden, respectivamente, a los valores de la tensión de red V_{AC} medida. El comparador 56 puede ser, por ejemplo, utilizando un amplificador operacional u otro tipo de dispositivo equivalente.

El comparador de tensión 53 generará una onda cuadrada que tiene un instante de transición, midiéndose el lapso de tiempo t_D entre que se produce el primer nivel de tensión de red V_{M1} y el instante de transición.

Esto puede observarse en la figura 6, en la cual se ilustran los lapsos de tiempo t_{D1} , t_{D2} , t_{D3} , y que corresponden a los ejemplos de tensión a un nivel de 242V (curva 62), 220V (curva 63) y 198V (curva 64), respectivamente.

Los valores de tensión medidos por el primer y el segundo circuito de detección de tensión 51, 52 corresponden al primer nivel de tensión de red V_{M1} y al segundo nivel de tensión de la red V_{M2} descritos anteriormente, y se interpretan de la manera prevista en el procedimiento de la presente invención. Puede apreciarse, en este ejemplo, que el valor del primer nivel de la tensión de red V_{M1} es igual a cero (véase la indicación con referencia 65 en la figura 6).

Con respecto al primer y el segundo instante de medición t_{10} , t_{20} , éstos se registrarán desde el instante de detección del nivel cero de la tensión ZT y la detección de la tensión de referencia TR, y debe procederse con el contador de tiempo entre el evento respectivo de modo que el lapso de tiempo t_D se compara con el tiempo preestablecido t_p y se altera la tensión total V_T proporcionalmente al lapso de tiempo t_D . Tal como puede apreciarse en la figura 6 (véase

indicación 65), en este ejemplo, el valor del primer instante de medición t_{10} es igual a cero, y el tiempo preestablecido t_p será la media del tiempo definido t_D del ciclo anterior o la media de los ciclos anteriores.

5 Otra manera de realizar el circuito de detección de tensión 50 puede comprender, por ejemplo, en lugar de que el primer circuito de detección de tensión 51 funcione conjuntamente con el segundo circuito de detección de tensión 52, que detecte el nivel cero de la tensión ZT y el nivel de referencia TR, un par de circuitos similares al segundo circuito de detección de tensión 52. En esta opción, es suficiente que el valor de referencia del comparador 56 simplemente pueda ajustarse en dos niveles diferentes, de manera que la medición de dicho primer y segundo nivel de tensión V_{M1} , V_{M2} pueda realizarse en el primer y el segundo instante de medición t_{10} , t_{20} y se proceda con la derivada de las mediciones y se encuentre la tensión de red proporcional V_{AC} '.

10 Como una manera adicional para realizar el circuito de detección de tensión 50 para obtener los valores del primer y el segundo nivel de tensión V_{M1} , V_{M2} en el primer y el segundo instante de medición t_{10} , t_{20} , puede preverse el uso de un convertidor D/A. En esta solución, debe procederse con las mismas mediciones previstas en las realizaciones descritas anteriormente, y la interpretación de las medias realizadas por la central de control electrónico 10 deben adaptarse, las cuales recibirán el número digital correspondiente a la medición realizada por el convertidor D/A.

15 Una de las maneras de detectar cuál es el valor de la tensión de red V_{AC} partir de la medición del primer y el segundo nivel de tensión V_{M1} , V_{M2} es que puede optarse por almacenar una tabla de valores previstos en la central de control electrónico 10 y del valor del lapso de tiempo t_D medido puede concluirse cuál es valor de la tensión de red V_{AC} .

Por lo tanto, la segunda tabla que se da a continuación puede acompañar al ejemplo de la figura 7.

V_{AC} [V]	t_D [ms]
246	2,36
242	2,63
220	3,00
198	3,57
176	5,00

25 Puede notarse, en este ejemplo, que el valor del tiempo preestablecido t_p es de 3,00 ms y el lapso de tiempo t_D varía entre 2,36 (caracterizando una tensión excesiva) y 5,00 (caracterizando una tensión insuficiente).

30 El control sobre la tensión total VT puede realizarse junto con el control sobre la tensión del pistón V_p , suministrada por un control de la posición del pistón. De esta manera, puede actuarse al mismo tiempo con un control interno, por ejemplo, de un sistema que implica un compresor con un control del nivel de la tensión de red V_{AC} , complementando los sistemas y resultando en un control mucho más eficiente y seguro.

35 Por lo tanto, de acuerdo con lo que se describe en la presente invención, se evita que las oscilaciones de la tensión de red V_{AC} interfieran en el estado del motor eléctrico lo cual, por ejemplo, podría provocar un choque mecánico del pistón con la parte superior del cilindro del compresor lineal, mejorándose así la fiabilidad y la vida útil del compresor, además de mejorar la estabilidad de funcionamiento del compresor, evitándose la pérdida de la eficiencia provocada por la variación en el desplazamiento máximo del pistón.

40 Habiéndose descrito una realización preferida, debe comprenderse que el alcance de la presente invención abarca otras variaciones posibles, las cuales están limitadas solamente por el contenido de las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para controlar el movimiento de un motor eléctrico, estando alimentado el motor eléctrico por una tensión total (V_T) proporcional a una tensión de red alterna (V_{AC}), comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- realizar una primera medición de nivel (V_{t10}) de la tensión de red (V_{AC}) en un primer instante de medición (t_{10});
- 10 - realizar una segunda medición de nivel (V_{t20}) de la tensión de red (V_{AC}) en un segundo instante de medición (t_{20});
- calcular el valor de la derivada de los valores de tensión medidos en función del primer y el segundo instante de medición (t_{10} , t_{20}) para obtener un valor de una tensión de red proporcional (V_{AC}'); y
- 15 - alterar el valor de la tensión total (V_T) suministrada al motor, proporcionalmente al valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}'),

caracterizado por el hecho de que la tensión total (V_T) se altera en función de la diferencia entre el valor de una tensión de red proporcional (V_{AC}') calculada en un ciclo presente de la tensión de red (V_{AC}) y el valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}') calculada en el ciclo anterior de la tensión de red (V_{AC}).

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el valor de la tensión total (V_T) se altera en función de la diferencia entre el valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}') calculada en un semiciclo presente de la tensión de red (V_{AC}) y el valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}') calculada en el semiciclo anterior de la tensión de red (V_{AC}).

25 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que el valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}') se obtiene a partir de la ecuación:

$$V_{AC}' = f \left(\frac{\partial V_0}{\partial t} \right)$$

30 en el que ∂V_0 se obtiene restando la primera y la segunda medición de nivel (V_{t10} , V_{t20}), y el valor de ∂t se obtiene restando los valores del primer y el segundo instante de medición (t_{10} , t_{20}).

35 4. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que después de la etapa de obtener el valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}') se prevé una etapa de:

- medir el lapso de tiempo (t_D) entre cuando se produce la medición del primer instante de la medición (t_{10}) y cuando se produce la medición del segundo instante de medición (t_{20}),
- comparar el lapso de tiempo (t_D) con un tiempo preestablecido (t_p),
- 40 - alterar el valor de la tensión total (V_T) proporcionalmente al valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}'), siendo el valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}') proporcional al lapso de tiempo (t_D), cuando el lapso de tiempo (t_D) es diferente de un tiempo preestablecido (t_p).

45 5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que el tiempo preestablecido corresponde con el tiempo de retraso (t_D) del ciclo anterior de la tensión de red (V_{AC}).

6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que en la etapa de alterar la tensión total (V_T) se prevé la elevación de la tensión total (V_T) si el lapso de tiempo (t_D) es mayor que el tiempo preestablecido (t_p).

50 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que en la etapa de alterar la tensión total (V_T) se prevé la disminución de la tensión total (V_T) si el lapso de tiempo (t_D) es menor que el tiempo preestablecido (t_p).

55 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que el valor de la tensión total (V_T) corresponde a una diferencia entre el valor de la tensión de pistón (V_p) y el valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}'), estableciéndose previamente el valor de la tensión del pistón (V_p).

60 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por el hecho de que la tensión total (V_T) alimenta un motor eléctrico de un compresor, comprendiendo el compresor un pistón.

10. Sistema para controlar el movimiento de un motor eléctrico, que comprende: una central de control electrónico (10), estando alimentado el motor eléctrico por una tensión total (V_T) controlada por la central de control electrónico (10), y siendo la tensión total (V_T) proporcional a una tensión de red alterna (V_{AC}), en el que
 5 la central de control electrónico (10) incluye un circuito de detección de tensión (50) que comprende un primer circuito de detección de tensión (51) que detecta un primer nivel de tensión de red (V_{M1}) y un segundo circuito de detección de tensión (52) que detecta el segundo nivel de tensión de red (V_{M2}) y
 estando dispuesta la central de control electrónico (10) para medir el primer nivel de tensión de red (V_{M1}) en un primer instante de medición (t_{10}) y el segundo nivel de tensión de red (V_{M2}) en un segundo instante de medición (t_{20}),
 10 estando dispuesta la central de control electrónico para calcular el valor de la derivada de los valores de tensión medidos en función del primer y el segundo instante de medición (t_{10} , t_{20}), para obtener un valor de una tensión de red proporcional (V_{AC}'); y
 estando dispuesta la central de control electrónico para calcular el valor de la tensión total (V_T) proporcionalmente al valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}'),
 15 caracterizado por el hecho de que
 la tensión total (V_T) se altera en función de la diferencia entre el valor de una tensión de red proporcional (V_{AC}') calculado en un presente ciclo de la tensión de red (V_{AC}) y el valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}') calculado en el ciclo anterior de la tensión de red (V_{AC}).
 20
11. Sistema según la reivindicación 10, caracterizado por el hecho de que el primer circuito de detección de tensión (51) se ajusta para medir el primer nivel de tensión de red (V_{M1}) en el instante del paso respectivo por un nivel cero.
- 25 12. Sistema según la reivindicación 11, caracterizado por el hecho de que el segundo circuito de detección de tensión (52) se ajusta para medir el segundo nivel de tensión de red (V_{M2}), estando situado el segundo nivel de tensión de red (V_{M2}) entre el nivel cero de la tensión de red (V_{AC}) y el nivel máximo de la tensión de red (V_{ACM}).
- 30 13. Sistema según la reivindicación 12, caracterizado por el hecho de que la central de control electrónico (10) comprende un dispositivo contador de tiempo que compara el lapso de tiempo (t_D) entre el evento de la medición de del primer instante de la medición (t_{10}) y el evento de la medición del segundo instante de la medición (t_{20}) con un tiempo predeterminado (t_p) y para alterar la tensión total (V_T) proporcionalmente al lapso de tiempo (t_D).
- 35 14. Sistema según la reivindicación 13, caracterizado por el hecho de que la central de control electrónico (10) está dispuesta para general un valor de una tensión de red proporcional (V_{AC}'), siendo valor de tensión (V_{AC}') proporcional al valor del lapso de tiempo (t_D), y la central de control electrónico (10) está dispuesta para alterar el valor de la tensión total (V_T) a un valor de tensión total corregido (V_T') proporcionalmente al valor de la tensión de red proporcional (V_{AC}') cuando el lapso de tiempo (t_D) es diferente del tiempo preestablecido (t_p).
- 40 15. Sistema según la reivindicación 14, caracterizado por el hecho de que la central de control electrónico (10) está dispuesta para elevar el valor de la tensión total (V_T) a un valor de tensión total corregida (V_T') si el lapso de tiempo (t_D) es mayor que el tiempo preestablecido (t_p).
- 45 16. Sistema según la reivindicación 15, caracterizado por el hecho de que la central de control electrónico (10) está dispuesta para reducir el valor de la tensión total (V_T) a un valor de tensión total corregida (V_T') si el lapso de tiempo (t_D) es menor que el tiempo preestablecido (t_p).
- 50 17. Sistema según la reivindicación 16, caracterizado por el hecho de que la tensión total (V_T) alimenta un motor eléctrico de un compresor, comprendiendo el compresor un pistón, comprendiendo la central de control electrónico (10) un valor de tensión definida (V_p), siendo la tensión definida (V_p) proporcional a un error (E_{DP}) entre una posición de desplazamiento de referencia (DP_{REF}) y un desplazamiento máximo (DP_{MAX}) del pistón,
 siendo la posición de desplazamiento de referencia (DP_{REF}) proporcional a la posición del pistón en el compresor, y
 siendo el desplazamiento máximo (DP_{pMAX}) proporcional a un desplazamiento deseable del pistón en el compresor.
- 55 18. Sistema según la reivindicación 17, caracterizado por el hecho de que el circuito de generación de señal (50) comprenden un convertidor D/A.
19. Compresor que tiene un sistema caracterizado por el hecho de que comprende un sistema tal como se define en las reivindicaciones 10 a 18.
- 60

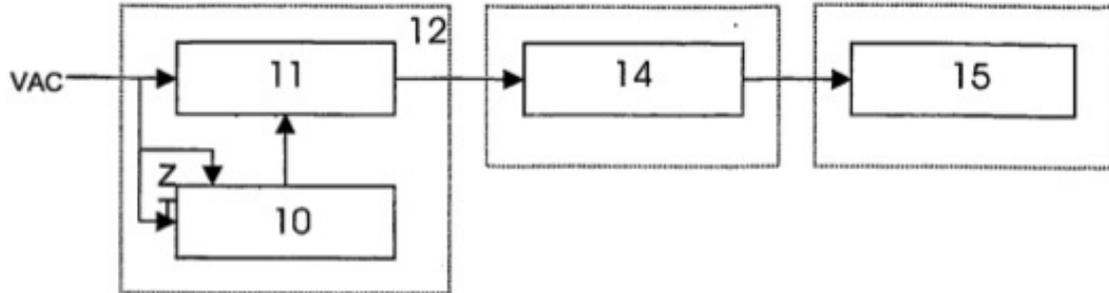


Fig. 1

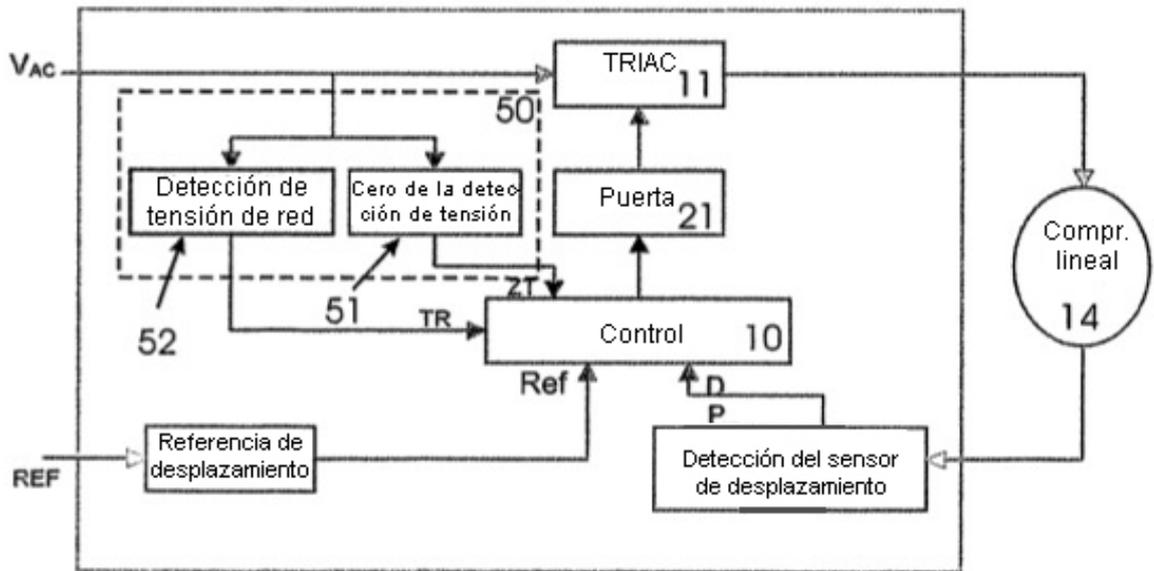


Fig. 2

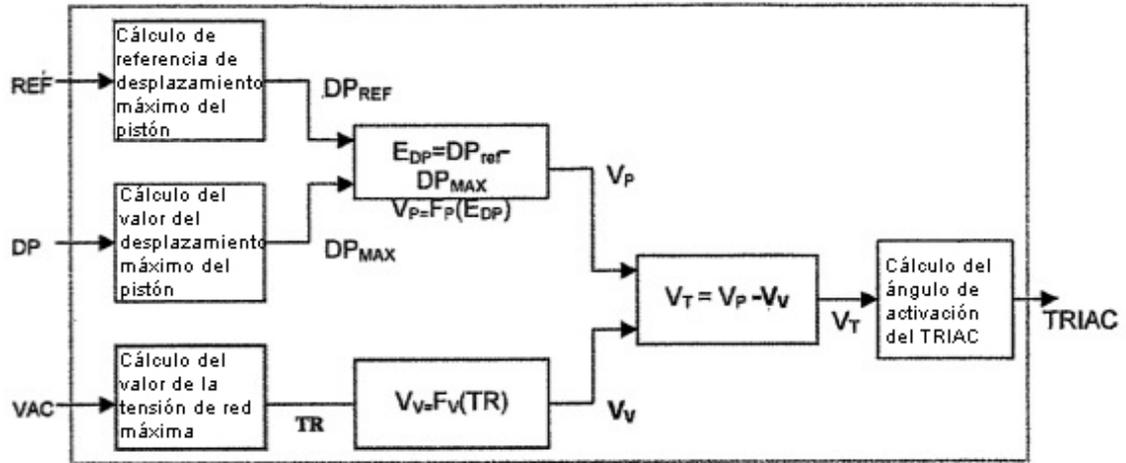


Fig. 3

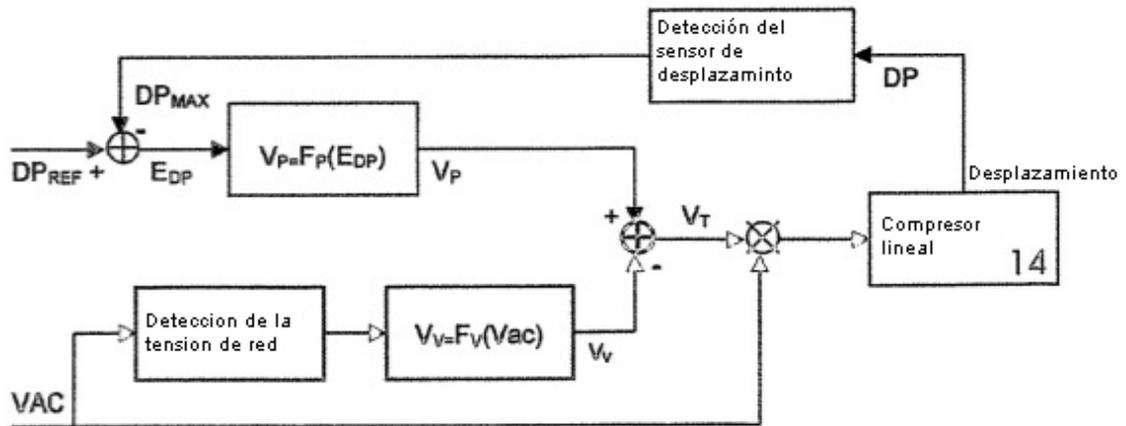


Fig. 4

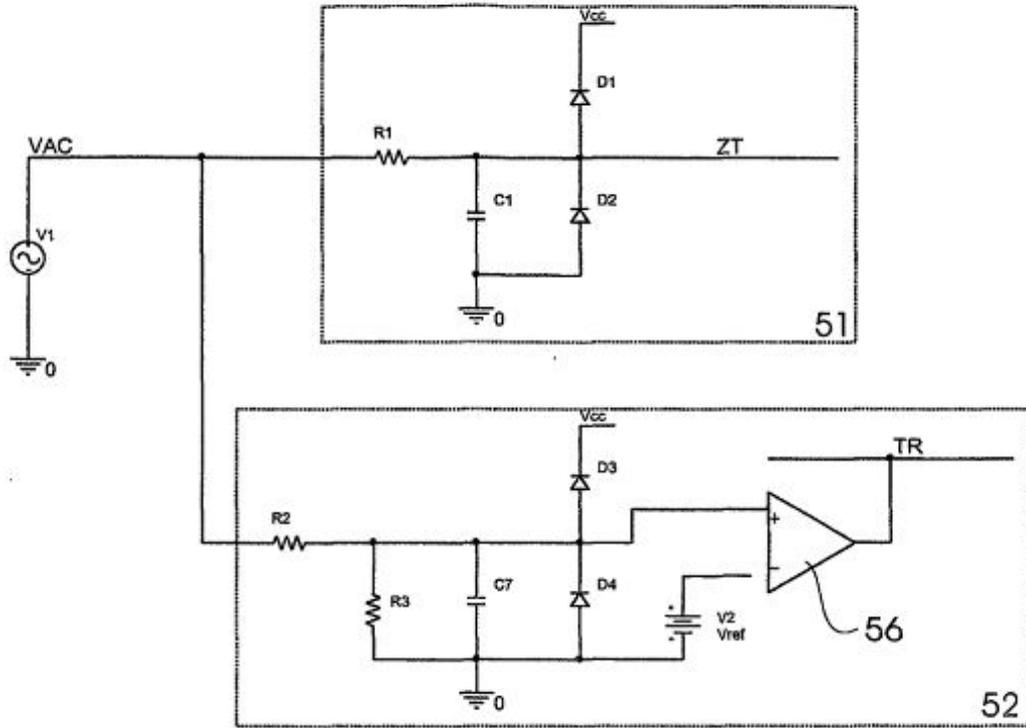


Fig. 5

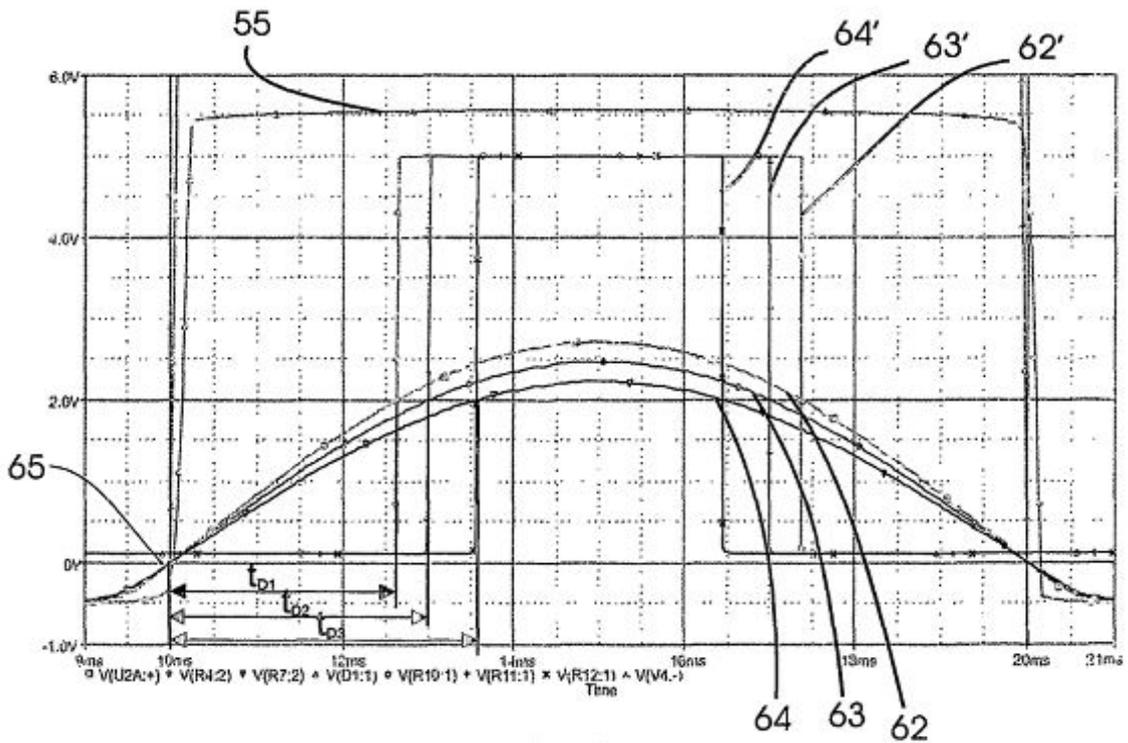


Fig. 6

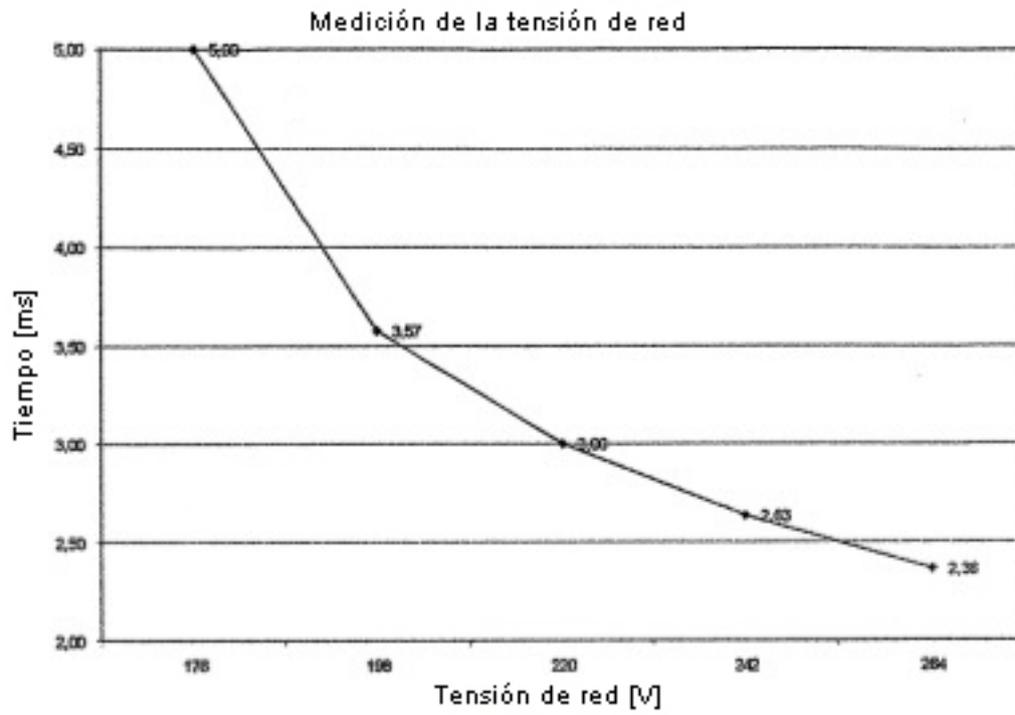


Fig. 7

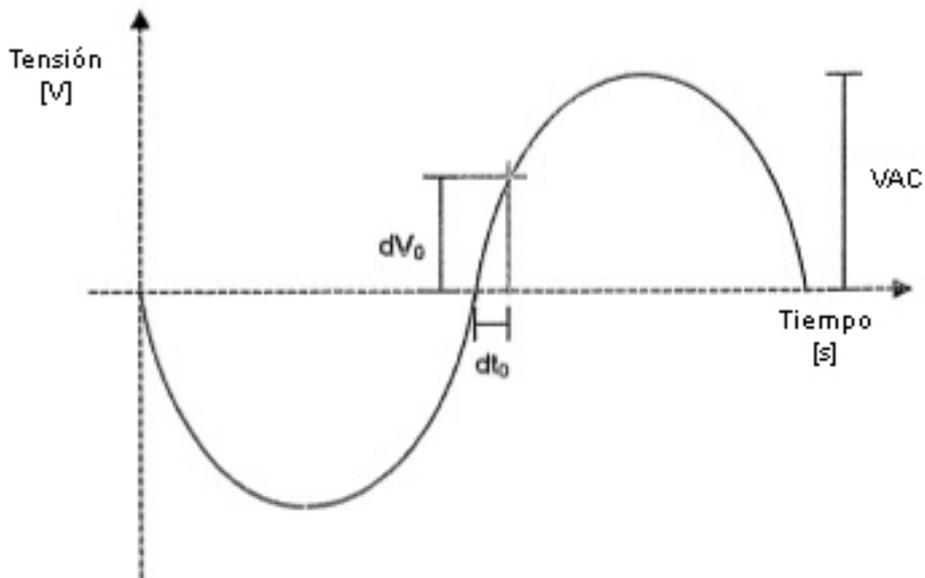
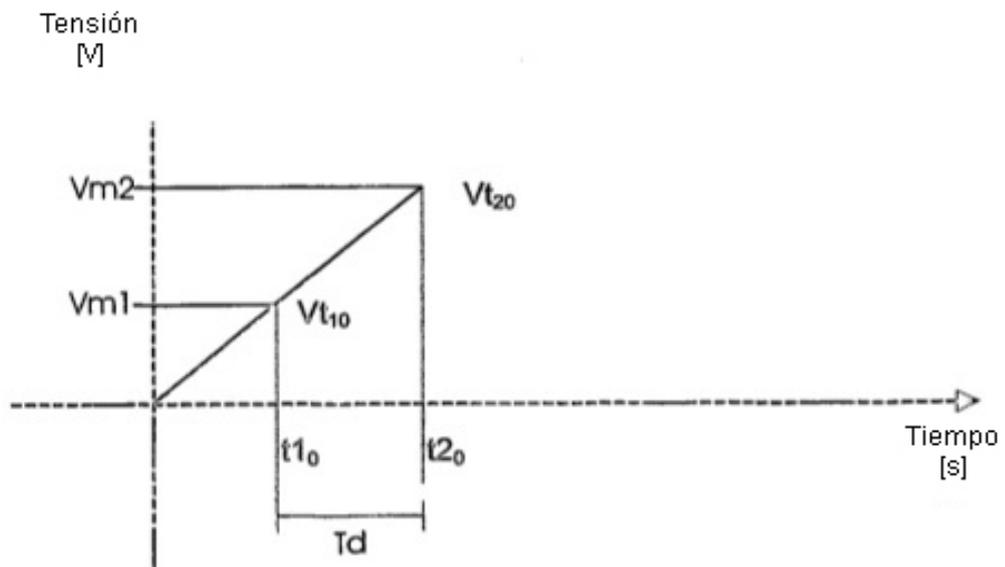
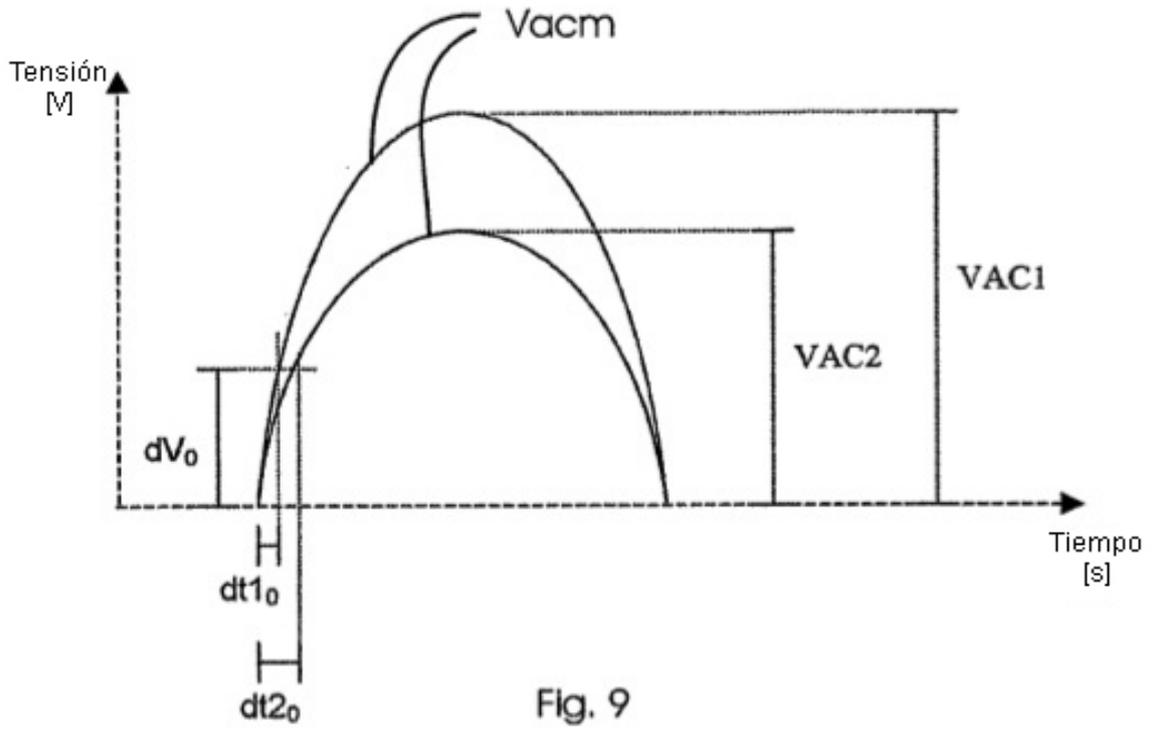


Fig. 8



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- 10
- US 5432176 A
 - US 5496153 A
 - US 5450521 A
 - US 5592073 A
 - US 5325037 A
 - EP 0312686 A