

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 707**

51 Int. Cl.:

H02P 1/04 (2006.01)

H02P 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2015** **E 15164515 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019** **EP 2937988**

54 Título: **Procedimiento de arranque de un motor de corriente alterna, dispositivo de arranque y producto de programa informático**

30 Prioridad:

23.04.2014 FR 1453654

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

23.06.2020

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**DURAND, CHRISTOPHE y
PENKOV, DELCHO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 768 707 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 de arranque de un motor de corriente alterna, dispositivo de arranque y producto de programa informático

Campo técnico

- 5 La invención se refiere al campo de los motores eléctricos alimentados por tensiones alternas y más particularmente a los procedimientos de arranque de dichos motores.

Estado de la técnica anterior

Para limitar la incursión de corriente durante los arranques de motores eléctricos de corriente alterna es conocida la previsión de un dispositivo de arranque tal como un arrancador electrónico.

- 10 Dicho dispositivo de arranque se coloca entre el circuito de alimentación de corriente alterna y el motor y permite reducir la alimentación de corriente al motor, esto por medio de una alimentación progresiva de la corriente. Para hacer esto, el dispositivo incluye, para cada fase del circuito de alimentación, al menos un interruptor controlado que permite conectar y desconectar el motor de dicha fase del circuito de alimentación. En funcionamiento y para cada una de las fases del circuito de alimentación, el motor se reconecta al circuito de alimentación con un retardo que limita de ese modo el tiempo de alimentación del motor y por tanto el incremento de la corriente en cada período de la tensión de alimentación. Se evita así la incursión de corriente.

- 15 Generalmente, los interruptores de un dispositivo de arranque de ese tipo incluyen, para cada una de las fases del circuito de alimentación, un primer y un segundo tiristor conectados cruzados y que son adecuados para conectar el motor a dicha fase respectivamente en la alternancia positiva y negativa en tensión de esta última. Con cada alternancia de la corriente que atraviesa el tiristor, la puerta del tiristor correspondiente se alimenta con un retardo con respecto a la alternancia en tensión correspondiente de manera que genere una interrupción de la corriente de una duración variable por parte del tiristor y conecte con retardo el motor a la tensión de alimentación proporcionando así la alimentación de corriente reducida del motor.

- 20 El ajuste de este retardo de la alimentación de la puerta puede ser o bien de tipo alfa (α), es decir que la puerta se alimenta con un retardo correspondiente a un ángulo α después del paso por cero de la tensión de la fase correspondiente, o bien del tipo gamma (γ), es decir que la puerta se alimenta con un retardo correspondiente a un ángulo γ y después del paso por cero de la corriente de la fase correspondiente. Tanto si es el ángulo α como el ángulo γ , estos dos retardos, que corresponden respectivamente en los tiempos de $\alpha T/2\pi$ y $\gamma T/2\pi$, siendo T el período de la tensión de alimentación, corresponden a un retardo t_{ret} de alimentación de la corriente del motor.

- 25 No obstante, cualquiera que sea el tipo de ajuste elegido, la regulación del retardo de la alimentación es primordial, y esto en particular en los primeros instantes del arranque del motor. En efecto, un retardo t_{ret} demasiado grande impide cualquier arranque del motor mientras que un retardo t_{ret} demasiado corto no permite obtener una reducción significativa de las incursiones de corriente en el arranque del motor.

- 30 De este modo, con el fin de regular mejor el retardo t_{ret} de la alimentación de corriente del motor, tanto si es en el primer instante del arranque como a continuación del arranque, se conoce por el documento EP 2403132 A2 un procedimiento de ajuste del retardo t_{ret} en función de la frecuencia de rotación del motor. Para hacer esto, este documento describe dos secuencias sucesivas durante el arranque del motor, una primera dedicada a las bajas velocidades, en la que se utiliza un algoritmo de voltios por hercios (llamado algoritmo en bucle abierto) para determinar la velocidad del motor y una segunda secuencia dedicada a las altas velocidades en la que la frecuencia de rotación del motor se determina mediante una comparación de la consigna de velocidad del motor y de la velocidad real o estimada.

- 35 No obstante, aunque el procedimiento descrito en EP 2403132 A2 permite el arranque adecuado del motor, continúa siendo engorroso de implementar. En efecto, dicho procedimiento recurre a dos secuencias de funcionamiento diferentes y además, necesita la puesta en práctica de una secuencia de transición relativamente compleja. Además, para realizar estas dos secuencias, es necesario controlar a la vez la tensión y la corriente del circuito de alimentación y las del motor, lo que complica significativamente el dispositivo de arranque.

- 40 Se conoce igualmente por el documento US 2011/148332 un procedimiento de arranque de un motor eléctrico basado en una alimentación retardada del motor. Este procedimiento utiliza una medida de la velocidad del motor para controlar dicha alimentación retardada.

Exposición de la invención

- 50 La invención tiene como objeto resolver dicho inconveniente y se proporciona así por objetivo suministrar un procedimiento de arranque de un motor que, aunque permita, al menos en los primeros instantes del arranque, definir un retardo t_{ret} en la alimentación optimizado, no necesite complicar el dispositivo de arranque como es el caso en el procedimiento de la técnica anterior.

Con este fin, la invención se refiere a un procedimiento de arranque de un motor eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1.

Además el procedimiento se basa simplemente en un cálculo de variación de la resistencia, es robusto con respecto a eventuales cambios o derivas del circuito de alimentación contrariamente al procedimiento de la técnica anterior.

- 5 La etapa a) es una etapa de determinación de una variación temporal relativa de la resistencia del motor $\frac{\Delta R}{R}(t)$, calculándose preferentemente dicha variación temporal relativa a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{\Delta R}{R}(t) = \frac{R(t) - R(t - nT)}{nT}$$

siendo R(t) un valor relativo de la resistencia del motor determinado en un instante t y T la duración de un periodo de la tensión de alimentación alterna.

- 10 Las etapas a) a c) solo se implementan después de una duración inicial $t_{\text{inic}1}$.

Dicho tiempo de inicialización durante el que no hay reajuste del retardo t_{ret} , permite no tener en cuenta los regímenes transitorios vinculados al arranque de la alimentación del motor.

Después de una disminución del retardo t_{ret} , la primera secuencia puede repetirse después de un tiempo de espera $t_{\text{inic}2}$ preferentemente igual a $t_{\text{inic}1}$.

- 15 Con un segundo tiempo de inicialización así, es posible evitar la incorporación de los regímenes transitorios que pudieran perturbar el procedimiento según la invención.

La primera secuencia puede incluir la etapa suplementaria siguiente:

- a) si el valor de la variación de la resistencia del motor determinada es igual o es superior al primer valor de umbral, pasar a una segunda secuencia del procedimiento arranque,

- 20 incluyendo dicha segunda secuencia las etapas siguientes realizadas cada m periodos de la tensión de alimentación, siendo m un entero superior a 0:

- b) determinación del valor de una variación de la resistencia del motor,
c) comparación de dicho valor de variación de la resistencia del motor determinada con un segundo valor de umbral de resistencia,

- 25 d) si la variación de resistencia del motor determinada es inferior al segundo valor de umbral de resistencia, disminución de t_{ret} .

Dicha segunda fase permite regular mejor la incursión de corriente del motor después de que este último comience a girar.

- 30 Durante la etapa e) puede determinarse igualmente a partir de la variación de la resistencia del motor una aceleración o una velocidad del motor.

Por determinado, es necesario entender por supuesto estimado. Al variar la resistencia del motor con su velocidad, se puede por tanto estimar a partir de la resistencia del motor si el motor acelera o desacelera e incluso una velocidad de rotación de este último.

- 35 En la etapa e) la variación del valor de resistencia determinado puede ser un valor corregido en al menos dos periodos de la tensión de alimentación.

La etapa f) puede ser una etapa de determinación del valor de la variación temporal relativa de la resistencia del motor preferentemente calculada a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{\Delta R}{R}(t) = \frac{R(t) - R(t - mT)}{mT}$$

- 40 siendo R(t) el valor de la resistencia del motor determinada en un instante t y T la duración de un periodo de la tensión de alimentación alterna.

Puede preverse además en la segunda secuencia la etapa suplementaria siguiente:

- e) comparación de la corriente de alimentación del motor en el instante t con relación al valor de la corriente de alimentación del motor en el instante t-mT siendo T la duración de un periodo de la tensión de alimentación alterna,
f) si la corriente de alimentación del motor en el instante t es inferior al valor de la corriente de alimentación del

motor en el instante t_{mT} , conectar directamente el motor al circuito de alimentación, habiéndose arrancado entonces el motor.

Dichas etapas permiten una buena detección del arranque del motor y por tanto una transición optimizada entre la alimentación de arranque del motor según la invención y la alimentación normal del motor.

- 5 Si en la etapa g) el retardo t_{ret} se disminuye y se aumenta el segundo valor de umbral de resistencia, puede preverse un tiempo de espera t_{inic3} antes de repetir la segunda secuencia.

La invención se refiere igualmente a un dispositivo de arranque de un motor eléctrico alimentado por una tensión de alimentación alterna, incluyendo dicho dispositivo:

- 10 - unos medios de retardo de la alimentación del motor adaptados para retardar la alimentación del motor con un retardo t_{ret} ,
 - unos medios de medida de la corriente de alimentación del motor aguas abajo o arriba de los medios de retardo,
 - unos medios de determinación de la tensión de alimentación del motor aguas arriba o abajo de los medios de retardo,
 15 - una unidad de tratamiento y de control adaptada para controlar los medios de retardo, de determinación de la corriente y de determinación de la tensión,

estando adaptada la unidad de tratamiento y de control para determinar, a partir de los medios de determinación de la corriente y de la tensión de alimentación del motor, la variación de resistencia del motor y para modificar el retardo t_{ret} en función de la variación de resistencia del motor siguiendo un procedimiento según la invención.

Dicho dispositivo de arranque permite un arranque optimizado del motor.

- 20 La invención se refiere igualmente a un producto de programa informático que incluye unas instrucciones de código de programa para la ejecución de las etapas de determinación de una variación de una resistencia del motor, de comparación de dicha variación con un valor de umbral de resistencia y de disminución del retardo t_{ret} si la variación es inferior al valor de umbral según la invención.

Breve descripción de los dibujos

- 25 La presente invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción de ejemplos de realización, dados a título puramente indicativo y en ningún caso limitativo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 ilustra un ejemplo de circuito de alimentación de un motor que incluye un dispositivo de arranque según la invención,
 - la figura 2 ilustra un esquema de equivalencia de un motor eléctrico de tipo asíncrono,
 30 - la figura 3 ilustra el principio de regulación de la corriente con un dispositivo de arranque tal como se ilustra en la figura 1,
 - la figura 4 es un diagrama que describe el encadenamiento de las principales etapas del procedimiento según la invención.

- 35 Las diferentes partes representadas en las figuras no lo son necesariamente según una escala uniforme, para hacer las figuras más legibles.

Las diferentes posibilidades (variantes y modos de realización) deben comprenderse como no siendo exclusivas entre sí y pueden combinarse entre ellas.

Exposición detallada de modos de realización particulares

- 40 La figura 1 ilustra una instalación 1 que incluye un motor 10 eléctrico de corriente alterna y un circuito 20 de alimentación del motor 10, disponiéndose un dispositivo 30 de arranque entre el motor 10 y el circuito 20 de alimentación de manera que limite la incursión de corriente durante el arranque del motor 10.

En la figura 1, el circuito de alimentación es un circuito 20 de alimentación trifásico que alimenta el motor con corriente por medio de tres fases 21a, b, c y un transformador 22.

Dicho dispositivo 30 de arranque incluye para cada fase del circuito de alimentación:

- 45 - un interruptor 31a, b, c controlado, que permite conectar y desconectar el motor 10 de dicha fase del circuito 20 de alimentación,
 - un sistema 32a, b, c de medida de la corriente de alimentación,
 - un sistema 33a, b, c de medida de la tensión de alimentación.

- 50 El dispositivo de arranque incluye además una unidad 35 de tratamiento y de control adaptada para procesar los valores de las tensiones y de las corrientes obtenidas por los sistemas 32a, b, c de medida de la corriente y de la tensión 33a, b, c de alimentación y para controlar sobre la base de estos valores el control de los interruptores 31a, b,

c controlados.

5 Cada interruptor 31a, b, c controlado incluye dos tiristores 311a, 312a cruzados montados en paralelo tal como se ilustra en la figura 1. De esta manera, los tiristores 311a, 312a de una fase del circuito de alimentación son adecuados para conectar el motor a dicha fase 21a, b, c del circuito 20 de alimentación respectivamente en la alternancia positiva y negativa de la corriente de esta última. La unidad 35 de tratamiento y de control se configura para alimentar individualmente cada una de las puertas, no referenciadas, de los tiristores 311a, 312a y controlar así el cierre de estos últimos cuando están alimentados con la alternancia en tensión adecuada de la fase correspondiente.

Cada interruptor 31a, b, c forma de ese modo un medio de retardo de la alimentación del motor 10 adaptado para retardar la alimentación de la corriente del motor con un retardo t_{ret} .

10 Los sistemas 33a, b, c de medida de la tensión de alimentación se disponen de manera que permitan en cada una de las fases del circuito de alimentación, una medida de la tensión aguas arriba del interruptor 31a, b, c controlado.

Los sistemas 32a, b, c de medida de la corriente forman cada uno un medio de determinación de la corriente de alimentación del motor aguas arriba del interruptor 31a, b, c correspondiente.

15 La unidad 35 de tratamiento y de control está configurada para, a partir de los valores medidos por los diferentes sistemas 32a, b, c y 33a, b, c de medida de la corriente y de la tensión de alimentación, determinar una resistencia del conjunto de interruptores/motor llamada resistencia interruptores/motores. La determinación de esta resistencia interruptores/motor se realiza preferentemente según un cálculo de componente directa que es un valor de las componentes simétricas. Dicho valor presenta la ventaja de proporcionar un valor que refleja al estado del motor según las tres fases. Dicho cálculo puede obtenerse a partir de las siguientes etapas de:

- 20 - determinación, a partir de los sistemas 32a, b, c y 33a, b, c de medida de la corriente y de la tensión, de unos valores fundamentales, a la frecuencia de la red, de la corriente aguas arriba o aguas abajo y de la tensión aguas arriba de los interruptores 31a, b, c controlados,
 - cálculo a partir de estos valores fundamentales de las componentes directas de la corriente y de la tensión,
 25 - división de la componente directa de la tensión por la componente directa de la corriente de manera que se obtenga la resistencia directa.

Ahora bien la resistencia de los interruptores 31a, b, c no varía en función de la velocidad de rotación del motor 10 y al ser reducida la resistencia de los tiristores en el estado conductor, por tanto despreciable, cualquier variación de la resistencia interruptores/motor corresponde por tanto principalmente a una variación de resistencia del motor. La figura 2 ilustra de ese modo un esquema de equivalencia llevado al estator de un motor 10 de tipo asíncrono para el que la invención es particularmente ventajosa. Se puede ver que las componentes resistivas de un motor 10 de ese tipo presentan dos contribuciones, una resistencia estática R_s (Resistencia del estator) y una resistencia variable $\frac{R_r}{s}$ (Resistencia del rotor) que es inversamente proporcional al deslizamiento del motor s .

35 Durante el arranque del motor, el deslizamiento del motor s pasa de un valor de 1, para el motor en la parada a un valor típicamente inferior al 1 %, correspondiente al motor girando a velocidad nominal. De donde resulta por tanto que durante el arranque del motor el valor de la resistencia del rotor $\frac{R_r}{s}$ se multiplica por cerca de 100 y que es posible determinar a partir de la variación de la resistencia del motor que el motor 10 ha arrancado, si el motor 10 está en trance de acelerar o también si el motor 10 gira a una velocidad inferior a su velocidad nominal.

La unidad 35 de tratamiento y de control se configura así para implementar una medida de la variación de la resistencia motor para determinar un retardo de realimentación t_{ret} del motor durante un procedimiento de arranque del motor.

40 La figura 3 ilustra el principio de un procedimiento de ese tipo para el arranque del motor 10 cuando el ajuste del retardo t_{ret} de alimentación de corriente del motor 10 es del tipo alfa (α) y esto para la fase 21a, b, c dada del circuito 20 de alimentación durante una alternancia positiva de la tensión de esta fase.

45 La unidad 35 de tratamiento y de control detecta a partir del sistema de medida de la tensión correspondiente cuándo la tensión de la fase pasa por cero en un frente ascendente. La detección de este paso, t_0 en la figura 3, es la referencia para la aplicación del desfase angular α determinante para la alimentación de la corriente de la puerta del tiristor 32a correspondiente a la alternancia positiva. De este modo, el tiristor 32a correspondiente a la alternancia positiva se convierte en conductor únicamente cuando la unidad 35 de tratamiento y de control ordena su cierre alimentando su puerta después del desfase angular α . En estas condiciones, el motor se alimenta con corriente positiva con un retardo t_{ret} lo que permite limitar la elevación de la corriente y por tanto limitar la amplitud de la incursión de la corriente durante el arranque.

50 La unidad de tratamiento se configura para variar durante el arranque del motor el desfase angular α y por tanto el retardo t_{ret} de la corriente, según el procedimiento de arranque que incluye la primera y la segunda secuencias posteriores y por tanto el encadenamiento de las etapas que se describen en el ordinograma de la figura 4.

Después de un tiempo de inicialización t_{inic1} , la primera secuencia de funcionamiento del procedimiento de arranque

incluye cada n periodos de la tensión de alimentación, siendo n un entero superior a 0,

- 5 a) determinación del valor de una variación de la resistencia del motor eléctrico a partir de la variación de la resistencia interruptores/motor,
 b) comparación del valor de la variación de resistencia del motor determinada con un primer valor de umbral de resistencia,
 c) si el valor de la variación de la resistencia del motor es inferior al primer valor de umbral, disminución de t_{ret} ; y posteriormente un tiempo de espera t_{inic2} que se incluye antes de la vuelta a la etapa a).
 d) si el valor de la variación de la resistencia del motor determinada es igual o es superior al primer valor de umbral, pasar a la segunda secuencia del procedimiento de arranque.

10 La segunda secuencia incluye las etapas siguientes repetidas cada m periodos de la tensión de alimentación, siendo m un entero superior a 0:

- e) determinación del valor de una variación de la resistencia del motor,
 f) comparación de dicho valor de variación de la resistencia del motor determinada con un segundo valor de umbral de resistencia,
 15 d) si el valor de la variación de resistencia del motor determinada es inferior al segundo valor de umbral de resistencia, disminución de t_{ret} .

Cada vez que se realiza la etapa g), la unidad 35 de tratamiento y de control se configura para esperar un tiempo t_{inic3} antes de volver a la etapa e).

20 En la segunda secuencia se prevén igualmente las etapas siguientes para detectar cuándo el motor ha llegado a su velocidad de rotación nominal:

- h) comparación de la corriente de alimentación del motor en el instante t con relación al valor de la corriente de alimentación del motor en el instante t-mT siendo T la duración de un periodo de la tensión de alimentación alterna,
 i) si la corriente de alimentación del motor en el instante t es inferior al valor de la corriente de alimentación del motor en el instante t-mT, conectar directamente el motor al circuito de alimentación, habiéndose arrancado entonces el motor.
 25

En la primera secuencia el cálculo de variación de resistencia en la etapa a) es un cálculo de variación temporal relativa tal que:

$$\frac{\Delta R}{R}(t) = \frac{R(t) - R(t - nT)}{R(t - nT)}$$

30 siendo R la resistencia interruptores/motor, T la duración de un periodo de la tensión de alimentación y n el número de periodos de la tensión de alimentación entre dos repeticiones de la primera secuencia, correspondiendo R(t) y R(t-nT) de ese modo respectivamente a los valores de resistencia interruptores/motor que se calcula y que se ha calculado durante unas repeticiones anteriores de la primera secuencia.

Igualmente en la segunda secuencia el cálculo de variación de la resistencia en la etapa e) es un cálculo de variación temporal relativa tal como:

35
$$\frac{\Delta R}{R}(t) = \frac{R(t) - R(t - mT)}{R(t - mT)}$$

siendo R la resistencia interruptores/motor, T la duración de un periodo de la tensión de alimentación y m el número de periodos que se repite la tensión de alimentación entre dos repeticiones de la segunda secuencia, correspondiendo R(t) y R(t-nT) de ese modo respectivamente a los valores de resistencia interruptores/motor que se calcula y que se ha calculado durante unas repeticiones anteriores de la segunda secuencia.

40 Para mejorar la calidad de la medición de la resistencia interruptores/motor durante la medición de la variación de resistencia en la etapa e) y para limitar la influencia de las oscilaciones de la resistencia del motor 10 cuando el motor 10 vuelve a su rotación, el valor de la resistencia puede ser un valor tratado digitalmente tal como un valor medio, un valor filtrado o cualquier otro valor obtenido con un tratamiento que permita limitar la influencia de las oscilaciones del cálculo de la resistencia del motor.

45 En la configuración clásica, tal como se ilustra en la figura 1, y por tanto para un circuito de alimentación trifásico funcionando a 50 Hz, es decir con un periodo de 20 ms, el procedimiento anterior puede, por ejemplo, implementarse con los valores siguientes:

- 50 - el desfase angular α puede ser de aproximadamente 120°, es decir de 6,7 ms, lo que corresponde por tanto a un retardo t_{ret} para la alimentación de corriente al motor de 6,7 ms,
 - N puede ser igual a 2, es decir que la primera secuencia se repite cada 40 ms,

- en la etapa c), como en la etapa g), el desfase angular α puede disminuirse cada vez en $1,8^\circ$, es decir en $100 \mu\text{s}$, lo que corresponde por tanto a una reducción de retardo t_{ret} de $100 \mu\text{s}$,
- m puede ser igual a 1, lo que corresponde a una repetición de la segunda secuencia cada 20 milisegundos para una frecuencia de 50 Hz; se realiza una media de estos valores sobre los 50 últimos valores.

5 La unidad 35 de tratamiento y de control, al estar configurada para hacer variar durante el arranque del motor el desfase angular α , y por tanto el retardo t_{ret} de la corriente, según el procedimiento de arranque anterior, está adaptada para controlar los medios de retardo, de determinación de la corriente y de determinación de la tensión y para determinar a partir de los medios de determinación de la corriente y de la tensión de alimentación del motor la variación de resistencia del motor y para modificar el retardo t_{ret} en función de la variación de resistencia del motor.

10 La configuración de la unidad de control puede obtenerse por medio de un producto de programa informático que incluye unas instrucciones de código de programa para la ejecución de las etapas de determinación de una variación de una resistencia del motor, de comparación de dicha variación con un valor de umbral de resistencia y de disminución del retardo t_{ret} si la variación es inferior al valor de umbral según el procedimiento de arranque explicado anteriormente.

15 Se observará igualmente que en una configuración clásica los tiempos de inicialización $t_{\text{inic 1}}$, $t_{\text{inic 2}}$, $t_{\text{inic 3}}$ son independientes.

20 Es posible igualmente observar que si en este modo de realización, el dispositivo 20 de arranque incluye unos sistemas de medida de la corriente y de la tensión del circuito de alimentación, por tanto aguas arriba de los interruptores se puede concebir igualmente, esto sin salirse del marco de la invención, que el dispositivo 20 de arranque incluya unos sistemas de medida de la tensión y de la corriente aguas abajo de los interruptores de manera que permita una determinación directa de la variación de la resistencia del motor 10.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de arranque de un motor (10) eléctrico alimentado por una tensión de alimentación alterna, consistiendo dicho procedimiento en cada periodo de la tensión de alimentación en la alimentación con corriente al motor (10) con un retardo t_{ret} , incluyendo dicho procedimiento de arranque una primera secuencia en la que todos los enésimos periodos de la tensión de alimentación, siendo n un entero superior a 0, se realizan las etapas siguientes:

- a) determinación del valor de una variación de una resistencia del motor durante los n periodos anteriores de la tensión de alimentación,
- b) comparación del valor de la variación de la resistencia del motor determinada con un primer valor de umbral de resistencia,
- c) si el valor de la variación de la resistencia del motor es estrictamente inferior al primer valor de umbral, disminución del retardo t_{ret} ,
- d) si el valor de la variación de la resistencia del motor determinada es igual o es superior al primer valor de umbral, pasar a una segunda secuencia del procedimiento arranque,

en el que las etapas a) a c) solo se implementan después de una duración inicial t_{inic1} .

2. Procedimiento de arranque según la reivindicación 1 en el que la etapa a) es una etapa de determinación de una variación temporal relativa de la resistencia del motor $\frac{\Delta R}{R}(t)$, calculándose preferentemente dicha variación temporal relativa a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{\Delta R}{R}(t) = \frac{R(t) - R(t - nT)}{nT}$$

siendo R(t) un valor relativo de la resistencia del motor determinado en un instante t y T la duración de un periodo de la tensión de alimentación alterna.

3. Procedimiento de arranque según la reivindicación 1 o 2, en el que después de una disminución del retardo t_{ret} , la primera secuencia se repite después de un tiempo de espera t_{inic2} preferentemente igual a t_{inic1} .

4. Procedimiento de arranque según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la segunda secuencia incluye las etapas siguientes realizadas cada m periodos de la tensión de alimentación, siendo m un entero superior a 0:

- e) determinación del valor de una variación de la resistencia del motor,
- f) comparación de dicho valor de variación de la resistencia del motor determinada con un segundo valor de umbral de resistencia,
- g) si la variación de resistencia del motor determinada es inferior al segundo valor de umbral de resistencia, disminución de t_{ret} .

5. Procedimiento de arranque según la reivindicación 4, en el que durante la etapa e) se determina igualmente a partir de la variación de la resistencia del motor una aceleración o una velocidad del motor (10).

6. Procedimiento de arranque según la reivindicación 4 o 5 en el que en la etapa e) la variación del valor de la resistencia determinada es un valor tratado digitalmente sobre al menos dos periodos de la tensión de alimentación, siendo seleccionado el tratamiento digital de dicho valor tratado digitalmente en el grupo que incluye el cálculo de un valor medio, la aplicación de un filtro y la aplicación de un tratamiento adecuado para limitar la influencia de las oscilaciones del cálculo de la resistencia del motor.

7. Procedimiento de arranque según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que la etapa f) es una etapa de determinación del valor de la variación temporal relativa de la resistencia del motor preferentemente calculada a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{\Delta R}{R}(t) = \frac{R(t) - R(t - mT)}{mT}$$

siendo R(t) el valor de la resistencia del motor determinada en un instante t y T la duración de un periodo de la tensión de alimentación alterna.

8. Procedimiento de arranque según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7 en el que se prevén además en la segunda secuencia las etapas suplementarias siguientes:

- h) comparación de la corriente de alimentación del motor (10) en el instante t con relación al valor de la corriente de alimentación del motor (10) en el instante t-mT con T la duración de un periodo de la tensión de alimentación alterna,

i) si la corriente de alimentación del motor (10) en el instante t es inferior al valor de la corriente de alimentación del motor (10) en el instante $t-mT$, conexión directa del motor al circuito de alimentación, habiéndose arrancado entonces el motor (10),

5 si la corriente de alimentación del motor (10) en el instante t no es inferior al valor de la corriente de alimentación del motor (10) en el instante $t-Tm$, proseguir la segunda secuencia.

9. Procedimiento de arranque según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en el que si en la etapa g) el retardo t_{ret} se disminuye y se aumenta el segundo valor de umbral de resistencia, se prevé un tiempo de espera t_{inic3} antes de repetir la segunda secuencia.

10 10. Dispositivo de arranque de un motor (10) eléctrico alimentado por una tensión de alimentación alterna, incluyendo dicho dispositivo:

- unos medios de retardo de la alimentación del motor (10) adaptados para en cada periodo de la tensión de alimentación alimentar con corriente al motor (10) con un retardo t_{ret} ,

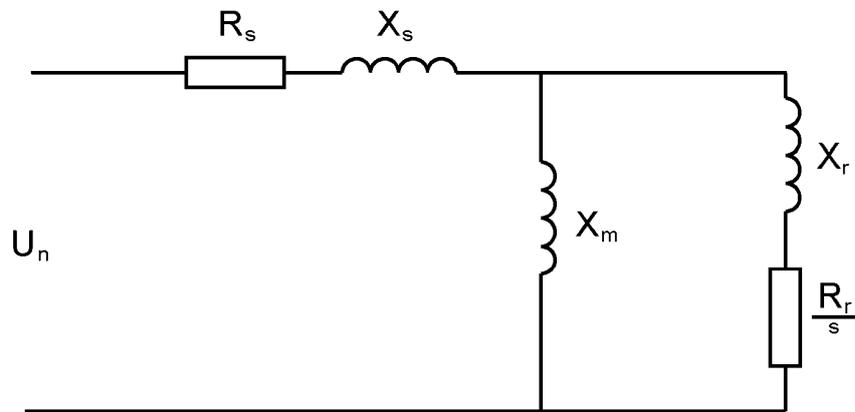
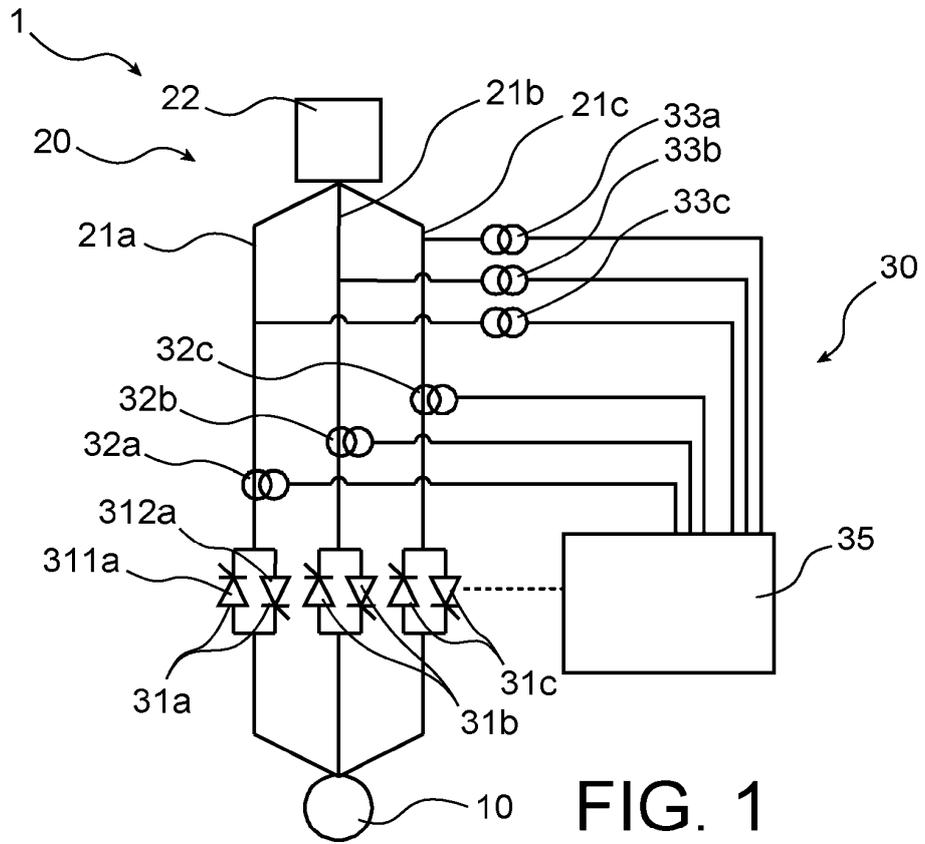
- unos medios de medida de la corriente de alimentación del motor (10) aguas abajo o arriba de los medios de retardo,

15 - unos medios de determinación de la tensión de alimentación del motor (10) aguas arriba o abajo de los medios de retardo,

- una unidad (35) de tratamiento y de control adaptada para controlar los medios de retardo, de determinación de la corriente y de determinación de la tensión,

20 estando el dispositivo **caracterizado porque** la unidad de tratamiento y de control está adaptada para determinar, a partir de los medios de determinación de la corriente y de la tensión de alimentación del motor, la variación de resistencia del motor y para modificar el retardo t_{ret} en función de la variación de resistencia del motor siguiendo un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

25 11. Producto de programa informático que incluye unas instrucciones de código de programa para la ejecución de las etapas de determinación de una variación de una resistencia del motor, de comparación de dicha variación con un valor de umbral de resistencia y de disminución del retardo t_{ret} si la variación es inferior al valor de umbral según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.



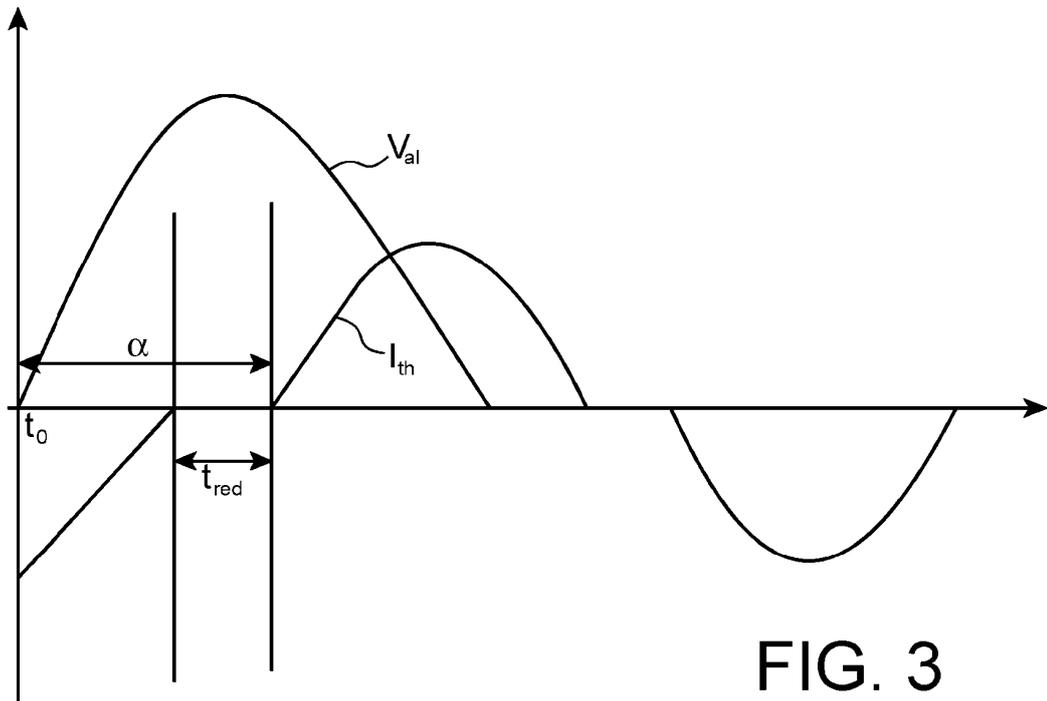


FIG. 3

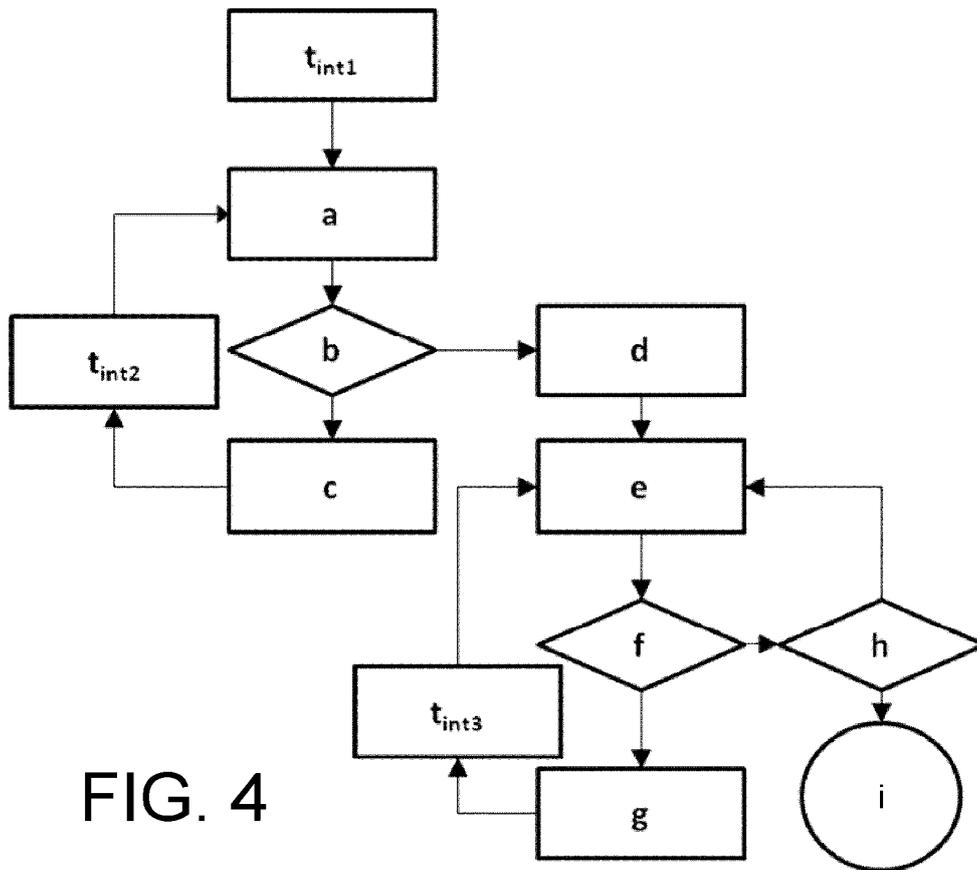


FIG. 4