

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 871**

51 Int. Cl.:

H02P 1/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2016 E 16205143 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3322083**

54 Título: **Dispositivo, sistema y procedimiento para arrancar un motor de inducción monofásico**

30 Prioridad:

10.11.2016 BR 102016026339

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

12.05.2020

73 Titular/es:

**EMBRACO INDÚSTRIA DE COMPRESSORES E
SOLUÇÕES EM REFRIGERAÇÃO LTDA. (100.0%)
Rua Rui Barbosa, 1020, Distrito Industrial
89219-100 Joinville, SC, BR**

72 Inventor/es:

**ZANELATO, MARCELO y
DE SOUZA, MARCOS ROBERTO**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 759 871 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

Dispositivo, sistema y procedimiento para arrancar un motor de inducción monofásico

5 La presente invención se refiere a un sistema y un procedimiento para arrancar un motor de inducción monofásico diseñado para aplicarse para arrancar cualquier tipo de motor de inducción monofásico de manera adaptativa.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA ANTERIOR

10 Es conocido que los motores de inducción monofásicos pueden utilizarse en diferentes aplicaciones, tal como en electrodomésticos en general, refrigeradores, compresores, entre otros, en virtud de su simplicidad, robustez y rendimiento.

15 Los motores de inducción comprenden un rotor de tipo de jaula de ardilla y un estator, este último provisto de un devanado principal y un devanado de arranque. Durante su funcionamiento, el devanado principal es alimentado a través de una fuente de tensión alterna, mientras que el devanado inicial es alimentado temporalmente, creando de este modo un campo magnético giratorio en el espacio de aire del estator, una condición que es necesaria para acelerar el rotor y favorecer su arranque.

20 En general, el campo magnético giratorio se obtiene alimentando el devanado de arranque con una corriente retrasada en el tiempo respecto a la corriente en el devanado principal. El desfase es preferiblemente en un ángulo de 90 grados entre las corrientes de los devanados.

25 Tal como es de conocimiento general para un experto en la materia, el cambio de fase puede obtenerse mediante características constructivas de los devanados o mediante una impedancia externa en serie con el devanado de arranque. Dado que el valor de la corriente que circula en el devanado inicial es relativamente alto, se observa que es necesario interrumpir esta corriente después de un cierto período de tiempo.

30 Dicha interrupción se realiza mediante un dispositivo de arranque, tal como un PTC, un relé electromecánico o componentes de arranque de tipo temporizador. En los documentos de patente americana nº 5.053.908 y patente americana nº 5.051.681 y en la publicación de la solicitud de patente internacional PCT WO 02/09624 A1 se citan ejemplos de estos dispositivos.

35 Respecto al PTC, se observa que el problema con este dispositivo está relacionado con la optimización del tiempo de activación del devanado de arranque. Su tiempo de conducción es directamente proporcional al volumen de la pastilla cerámica e inversamente proporcional a la corriente de circulación, lo que implica un tiempo de arranque reducido cuando se aplica a motores que tienen mayor potencia y un tiempo demasiado largo cuando se aplica a motores más pequeños. Estos dos factores conducen a una deficiencia en el arranque de motores más grandes y a un mayor consumo de energía durante el período de arranque en motores más pequeños.

40 Respecto al relé electromecánico, se observa que éste presenta como principal deficiencia la necesidad de dimensionar un componente específico para cada tamaño de motor eléctrico, evitando su uso en motores de alta eficiencia.

45 Haciendo referencia ahora a los componentes de arranque de tipo temporizador, puede apreciarse que éstos no adaptan el tiempo de arranque requerido para diferentes tamaños de motor. Su concepto no permite dimensionar un circuito que pueda proporcionar un tiempo de arranque optimizado para diferentes tamaños de motor, por lo que se hace necesario que existan diversos modelos, cada uno de ellos ajustado para un tiempo de actuación determinado, con el fin de cumplir con una familia de motores eléctricos determinada, lo que provocará falta de estandarización, un alto ajuste en las líneas de fabricación y un aumento de existencias.

50 Para corregir los problemas de estos dispositivos conocidos, se han desarrollado algunas soluciones. Por ejemplo, la patente americana nº 6.320.348 describe un circuito de arranque para un motor monofásico. Dicho circuito se basa en la medición de magnitudes eléctricas (tensión o corriente) del motor y una señal de corriente o variación de tensión en función del tiempo (derivada - di/dt o dV/dt). Si la señal di/dt o dV/dt es más baja (o más alta) en un parámetro determinado, el devanado de arranque se desconecta.

60 En la patente americana nº US 8.508.374 se describe otra solución que se refiere a un circuito de arranque para un motor monofásico. En una de las realizaciones propuestas, se menciona que el control opera a partir de la monitorización del paso por cero de las formas de onda de tensión/corriente que alimentan los devanados del motor.

Adicionalmente, la patente americana nº 4.361.792 describe un sistema de control en base al cambio de fase entre corriente y tensión de un motor de inducción. Este documento se basa en un primer parámetro obtenido a partir del

cambio de fase real entre tensión y corriente, un segundo parámetro obtenido a partir del paso por cero de la forma de onda de la corriente y un tercer parámetro que representa el cambio de fase deseado para tensión y corriente.

5 En la patente americana nº 6.034.503 se describe una solución adicional relacionada con un procedimiento para volver a conectar el devanado de arranque de un motor. Se menciona que el devanado de arranque se desconecta tan pronto como la corriente eléctrica del devanado principal alcanza un cierto valor y sólo se volverá a conectar si la tensión en el devanado de arranque establece una cierta relación con la corriente eléctrica en el devanado principal.

10 Del mismo modo, la solución descrita en la patente americana nº 9.160.259 describe un dispositivo de arranque configurado para alimentar el devanado de arranque en la condición en la que una primera señal de tensión muestreada desde la fuente de tensión, a través de un sensor, es menor o igual a un primer nivel de tensión o es mayor o igual a un segundo nivel de tensión, para iniciar un período de arranque del motor.

15 En la patente americana nº 7.471.058 se menciona otra solución similar, que se refiere a un dispositivo de arranque en el que una unidad de control recibe, de un sensor de corriente, señales relacionadas con el nivel de corriente suministrado al estator, estando conectada la unidad de control a los devanados para abrir y cerrar un interruptor de arranque cuando hay una relación entre el nivel de corriente presente suministrado al estator y el nivel de corriente de avance alcanza un valor predeterminado.

20 Además, la solución descrita en la patente americana nº 9.184.678 se refiere a un dispositivo de arranque para motores de inducción, en el que un dispositivo de procesamiento recibe señales de corriente de un sensor de corriente y señales de tensión de un sensor de paso por cero de la corriente, el procesador activa y desactiva el interruptor de acuerdo con las señales y con sensores de tiempo.

25 Además, la patente americana nº 6.756.756 (Chmiel, Steven T), publicada el 29 de Junio de 2004, describe un controlador de arranque de un motor que es sensible a la velocidad, sensible a la carga e insensible a la tensión de una línea de CA. Un devanado de arranque se desconecta, a través de un circuito de desconexión, en respuesta a una relación de fase determinada entre la tensión del devanado principal y la corriente de devanado de arranque. La comparación entre la fase de tensión y la fase de corriente se realiza durante el arranque del motor.

30 Finalmente, las enseñanzas de la patente americana nº 2015/0137730 (Peng, Xiaoming), publicada el 21 de Mayo de 2015, describe a un motor asíncrono que comprende un devanado principal, un devanado auxiliar y un condensador de arranque conectado en serie al devanado auxiliar. El condensador de arranque se desconecta en un instante determinado utilizando un modelo matemático que se emplea para modelar la amplitud de la tensión del devanado auxiliar en el tiempo. El modelo incluye un parámetro del proceso dinámico del procedimiento de arranque del motor, en el que ese parámetro determina el punto en el tiempo para desconectar el condensador de arranque.

35 Sin embargo, se observa que ninguna de las soluciones anteriores describe un dispositivo y sistema implementado a través de una metodología de arranque de un motor de inducción, en el que el control del giro del motor y la fase entre magnitudes eléctricas se realiza en tres etapas durante el arranque del motor. Dicho control demuestra una clara relación entre la variación de fase y el aumento del giro del motor hasta que llega a un régimen de giro, situación que es el final del arranque del motor.

40 La presente invención permite que realizar un arranque adaptativo en cualquier tipo de motor de inducción monofásico, de modo que el devanado de arranque deja de alimentarse en el momento óptimo, con lo que se tiene así una optimización en el arranque y un mayor rendimiento.

45 Tampoco se observa en el estado de la técnica una metodología en la que pueda utilizarse un sistema de arranque simple en cualquier tipo de motor, ya que no hay necesidad de componentes específicos para un motor determinado. En otras palabras, la presente invención permite que motores tanto grandes como pequeños tengan una adaptación óptima a partir de la metodología propuesta, independientemente de la tensión de alimentación o la carga acoplada al eje.

55 OBJETIVOS DE LA INVENCION

Un primer objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema y un procedimiento para arrancar motores de inducción monofásicos que permitan una optimización del arranque en el momento óptimo para dejar de alimentar el devanado de arranque.

60 Un segundo objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema y un procedimiento para arrancar motores de inducción monofásicos en los que el control del giro del motor a través de la fase entre magnitudes eléctricas se lleva a cabo en tres etapas durante el arranque del motor, para identificar el momento óptimo para dejar de alimentar el devanado de arranque.

Un tercer objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema y un procedimiento de arranque para motores de inducción monofásicos que puedan utilizarse en cualquier tipo de motor, sin necesidad de componentes específicos para un motor determinado.

Un objetivo final de la presente invención es proporcionar un sistema y un procedimiento para iniciar la inducción monofásica a un coste bajo y de manera simple, que no requieran cambios importantes para su implementación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La invención está en las reivindicaciones independientes. Las modificaciones preferidas están en las reivindicaciones dependientes.

Los objetivos de la presente invención se logran mediante un procedimiento para arrancar un motor de inducción monofásico, estando provisto el motor de un rotor y un estator, estando provisto el estator de un devanado principal y un devanado de arranque, alimentándose el devanado principal y el devanado de arranque del motor de inducción monofásico a través de una fuente de tensión alterna, activándose y desactivándose selectivamente el devanado de arranque mediante un dispositivo de arranque, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- i) alimentar el devanado de arranque y estimar continuamente un giro en funcionamiento del motor de inducción monofásico durante todo su funcionamiento a través del cambio de fase entre por lo menos dos magnitudes eléctricas;
- ii) medir un primer nivel de cambio de fase entre por lo menos dos magnitudes de motor eléctrico a lo largo de una primera etapa de estabilidad;
- iii) controlar la variación del primer nivel de cambio de fase de acuerdo con el aumento del giro en funcionamiento del motor de inducción monofásico a lo largo de la primera etapa de estabilidad;
- iv) detectar una etapa de inflexión desde el primer nivel de cambio de fase hasta un segundo nivel de cambio de fase, cuando el giro en funcionamiento del motor de inducción monofásico se encuentra cerca de un régimen de giro;
- v) medir el segundo nivel de cambio de fase entre las por lo menos dos magnitudes de motor eléctrico a lo largo de una segunda etapa de estabilidad después de la etapa de inflexión del primer nivel de cambio de fase; y
- vi) dejar de alimentar el devanado de arranque cuando el giro en funcionamiento llega al régimen de giro.

Además, los objetivos de la presente invención se logran mediante un sistema de arranque para un motor de inducción monofásico, estando provisto el motor de un rotor y un estator, estando provisto el estator de un devanado principal y un devanado de arranque, alimentándose el devanado principal y el devanado de arranque del motor de inducción monofásico a través de una fuente de tensión alterna, activándose y desactivándose selectivamente el devanado de arranque mediante un dispositivo de arranque, estando configurado el sistema para alimentar el devanado de arranque y estimar continuamente un giro en funcionamiento del motor de inducción monofásico durante todo su funcionamiento mediante el cambio de fase entre por lo menos dos magnitudes eléctricas, estando configurado el sistema, además, para medir un primer nivel de cambio de fase entre por lo menos dos magnitudes eléctricas del motor y detectar si el primer nivel de cambio de fase varía a un segundo nivel de cambio de fase, midiéndose el segundo nivel de cambio de fase entre las mismas dos magnitudes eléctricas del motor utilizadas para medir el primer nivel de cambio de fase, variando el primer nivel de cambio de fase de acuerdo con el aumento del giro en funcionamiento del motor de inducción monofásico, dejando se alimentar el sistema el devanado de arranque cuando el giro del funcionamiento llega a un régimen de giro.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se describirá adicionalmente con más detalle en base a un ejemplo de realización representado en los dibujos. Las figuras muestran:

La figura 1 ilustra una vista esquemática del sistema de arranque para un motor de inducción monofásico objeto de la presente invención;

La figura 2 ilustra el circuito equivalente de un motor de inducción monofásico;

La figura 3 representa gráficas del giro y del comportamiento de fase entre las magnitudes eléctricas del motor durante una primera etapa de estabilidad, una etapa de inflexión y una segunda etapa de estabilidad, demostrando las gráficas una relación clara entre la variación de fase y el aumento del giro del motor hasta que éste llega a un régimen de giro, situación que constituye el arranque del motor.

La figura 4 ilustra unas gráficas del comportamiento de giro y fase entre magnitudes eléctricas del motor a lo largo de una primera etapa de estabilidad, así como el estado del sistema de arranque objeto de la presente invención antes de arrancar el motor (devanado de arranque alimentado).

La figura 5 ilustra unas gráficas del comportamiento de giro y fase entre magnitudes eléctricas del motor a lo largo de un estado de inflexión, así como el sistema de arranque objeto de la presente invención antes de arrancar el motor (devanado de arranque alimentado); y

5 La figura 6 ilustra unas gráficas del comportamiento de giro y fase entre magnitudes eléctricas del motor a lo largo de una segunda etapa de estabilidad, así como el sistema de arranque objeto de la presente invención antes de arrancar el motor (devanado de arranque no alimentado).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

10 Una gran ventaja de la presente invención sobre la técnica anterior es el hecho de que el procedimiento de arranque puede utilizarse en diferentes tipos de motores de inducción monofásicos, ya que no se necesitan componentes específicos para un motor determinado. En otras palabras, la presente invención permite que motores tanto grandes como pequeños tengan una adaptación óptima a partir de la metodología propuesta, independientemente de la tensión de alimentación o la carga acoplada al eje.

15 En una realización preferida, el procedimiento de la presente invención se implementa a través de un sistema compuesto por un motor de inducción monofásico, una fuente de tensión alterna F y un dispositivo de arranque 100.

20 Tal como puede apreciarse en la figura 1, el motor está provisto de un rotor (no mostrado) y un estator 50, estando provisto este último de un devanado principal 50a y un devanado de arranque 50b. Respecto a la fuente de tensión alterna F, se observa que ésta puede ser cualquier fuente conocida de la técnica anterior capaz de suministrar energía eléctrica al motor. Finalmente, el dispositivo de arranque 100 comprende preferiblemente un microprocesador 70, un interruptor 60, un circuito de detección de paso por cero 90 y una fuente de CC 80.

25 Todavía en una realización preferida, el microprocesador 70 es un circuito de procesamiento de señales alimentado por la fuente de CC 80 y el interruptor 60 es un TRIAC o está formado por al menos un rectificador controlado por silicio configurado para alimentar y dejar de alimentar selectivamente un devanado de arranque 50b. Debe observarse que los interruptores electrónicos 60 son simplemente ejemplos de componentes de conmutación, que no representan ninguna obligación ni limitan la invención.

30 El circuito de detección de paso por cero 90 está configurado para detectar períodos de tiempo, o instantes, en los que la corriente o tensión del motor pasa por cero.

35 Todavía haciendo referencia a la figura 1, cabe señalar que se ilustran las conexiones de los elementos descritos anteriormente. Tal como puede apreciarse, la fuente de tensión alterna F está conectada preferiblemente en paralelo con el devanado principal 50a para su alimentación.

40 Por otra parte, el devanado de arranque 50b tiene uno de sus extremos conectado eléctricamente a uno de los nodos de la fuente de tensión alterna F y el otro extremo está conectado al interruptor 60 del dispositivo de arranque 100, estando conectado el interruptor 60 al otro nodo de la fuente de tensión alterna F.

Se observa así que el devanado de arranque 50b es alimentado solamente por la fuente de tensión alterna F, cuando se activa el interruptor 60, es decir, al alimentarse el motor inicialmente para arrancar.

45 Todavía en relación con las conexiones de los elementos del sistema de la presente invención, se observa que el circuito de detección de paso por cero 90 está configurado para medir y controlar períodos de tiempo, o instantes, en los que magnitudes eléctricas, procedentes de la fuente de tensión alterna F, del devanado principal 50a o del devanado inicial 50b, pasan por cero.

50 Después de detectar períodos de tiempo, o instantes, cuando las magnitudes eléctricas pasan por cero, el microprocesador 70 calcula un primer nivel de cambio de fase D₁ entre por lo menos dos magnitudes eléctricas basadas en las señales recibidas del circuito de detección de paso por cero 90. Si el primer nivel de cambio de fase D₁ varía de acuerdo con el aumento del giro en funcionamiento R₁ del motor de inducción monofásico, el microprocesador 70 espera a que se produzca un segundo nivel de cambio de fase D₂ entre por lo menos dos magnitudes de manera que este último tenga una variación nula.

55 Las magnitudes eléctricas utilizadas pueden ser las más variadas, no estableciendo éstas un carácter limitativo de la presente invención. Pueden utilizarse dos, tres, una pluralidad o combinaciones de magnitudes eléctricas en la presente invención dependiendo de la elección del usuario.

60 Sólo a modo de ejemplo, el primer nivel de cambio de fase D₁ y el segundo nivel de cambio de fase D₂ pueden calcularse i) entre la tensión de entrada de la fuente de tensión alterna F y la corriente en el devanado principal 50a; ii) entre la tensión de entrada de la fuente de tensión alterna F y la corriente en el devanado de arranque 50b; iii)

entre la corriente en el devanado principal 50a y la corriente en el devanado de arranque 50b; iv) entre la tensión en el devanado de arranque 50b y la corriente en el devanado de arranque 50b, etc.

5 El segundo nivel de cambio de fase D_2 debe tener una diferencia significativa respecto al primer nivel de cambio de fase D_1 , asegurando de este modo que el motor ya no se encuentre en estado de rotor bloqueado. Los niveles de cambio de fase D_1 y D_2 varían según el diseño del motor y la configuración del mismo (con o sin condensador de arranque). A partir del valor D_1 definido inicialmente, se calcula un valor porcentual para un valor mínimo para D_2 , asegurando así la aceleración del motor.

10 Preferiblemente, el microprocesador 70 está configurado para alimentar y dejar de alimentar selectivamente un devanado de arranque 50b, cuando el giro en funcionamiento R_1 llega al giro en funcionamiento R_2 , estimado variando los niveles de cambio de fase D_1 y D_2 , tal como se describirá mejor a continuación.

15 Tal como se ha descrito anteriormente, el sistema de arranque descrito anteriormente se ha desarrollado para optimizar el arranque a través de un único dispositivo de arranque 100, que puede llevar a cabo el arranque de diferentes tipos de motores de inducción monofásicos. El dispositivo de arranque 100 permite realizar un arranque adaptativo en cualquier tipo de motor de inducción monofásico, ya sean motores que requieren un tiempo de conexión más largo o un tiempo de conexión más corto con el devanado de arranque 50b.

20 Para una mejor comprensión de la presente invención, es importante hacer referencia al circuito equivalente de un motor de inducción monofásico que se muestra en la figura 2. Tal como puede apreciarse, los elementos variables son la tensión de entrada, la velocidad del rotor y el par de carga (no mostrado). Dado que la tensión de entrada y el par de carga son prácticamente constantes durante el período de arranque del motor, se observa que la relación de fase entre las magnitudes eléctricas (tensiones y corrientes) depende solamente de la variación de la velocidad del motor.

25 Teniendo en cuenta tal condición, se observa que la presente invención tiene la ventaja de controlar el giro del motor a través de la fase entre magnitudes eléctricas durante tres etapas durante el arranque del motor. Las simulaciones de la figura 3 representan gráficas del giro y del comportamiento de fase entre las magnitudes eléctricas del motor en una primera etapa de estabilidad E_1 , una etapa de inflexión E_{inf} y una segunda etapa de estabilidad E_2 , demostrando las gráficas una clara relación entre la variación de fase y el aumento del giro del motor hasta que se llega a un régimen de giro, situación que constituye el arranque del motor.

30 Puede observarse en la primera etapa de estabilidad E_1 que el primer nivel de cambio de fase D_1 es prácticamente constante, mientras que el giro en funcionamiento R_1 del motor de inducción monofásico aumenta. Tal como se muestra claramente en la figura 4, esta etapa es el comienzo del período de arranque del motor, situación en la que el interruptor 60 ya está cerrado desde el arranque, para alimentar el devanado de arranque 50b. Preferiblemente, la primera etapa de estabilidad E_1 es entre un 0% y un 40% del tiempo total de un arranque en condiciones normales de tensión y carga de alimentación.

35 Con referencia ahora a la figura 5, puede observarse que, en la etapa de inflexión E_{inf} , el primer nivel de cambio de fase D_1 comienza a variar significativamente, por ejemplo, después de que el giro en funcionamiento R_1 del motor de inducción monofásico llega a aproximadamente un 50% del régimen de giro R_2 . El primer nivel de cambio de fase D_1 llega al segundo nivel de cambio de fase D_2 cuando el giro en funcionamiento R_1 se encuentra cerca del régimen de giro R_2 . Tal como se muestra claramente en la figura 5, esta etapa es el período intermedio de arranque del motor, situación en la que el interruptor 60 todavía está cerrado para alimentar el devanado de arranque 50b. Preferiblemente, la etapa de inflexión E_{inf} dura entre un 40% y un 90% del tiempo de arranque total. Alternativamente, la etapa de inflexión E_{inf} puede obtenerse mediante un tiempo de espera mínimo entre la primera etapa de estabilidad (E_1) y la segunda etapa de estabilidad (E_2).

40 Finalmente, puede observarse en la figura 6 que, en la segunda etapa de estabilidad E_2 , el giro en funcionamiento R_1 del motor de inducción monofásico preferiblemente llega al régimen de giro R_2 , que está muy cerca del giro sincrónica del motor. El giro en funcionamiento R_1 y el segundo nivel de cambio de fase D_2 permanecen constantes durante toda la segunda etapa de estabilización E_2 . Tal como se muestra claramente en la figura 6, esta etapa es el final del período de arranque del motor, situación en la cual el interruptor 60 se abre para la desactivación del devanado de arranque 50b. Preferiblemente, la segunda etapa de estabilidad E_2 dura entre un 90% y un 100% del tiempo de arranque total.

45 Considerando las tres etapas del tiempo de arranque anteriores del motor de inducción monofásico, se observa que el sistema funciona de la siguiente manera:

50 Inicialmente, el motor de inducción monofásico se alimenta, que es el comienzo de la primera etapa de estabilidad E_1 , alimentándose el devanado principal 50a y el devanado de arranque 50b a través de una fuente de tensión

5 alterna F, siendo alimentado inicialmente el devanado de arranque 50b por el interruptor 60 del dispositivo de arranque 100. El microprocesador 70 estima continuamente el giro en funcionamiento R_1 del motor de inducción monofásico a través de las señales recibidas del circuito de detección de paso por cero 90, el microprocesador 70 define el primer nivel de cambio de fase D_1 entre por lo menos dos magnitudes eléctricas del motor, tal como se muestra en la figura 4 (primera etapa de estabilidad E_1).

10 El microprocesador 70 está configurado, además, para verificar si el primer nivel de cambio de fase D_1 ha variado a un segundo nivel de cambio de fase D_2 , cuando el giro en funcionamiento R_1 del motor de inducción monofásico se encuentra cerca de un régimen de giro R_2 , tal como se ilustra en la figura 5 (etapa de inflexión E_{inf}).

15 Durante la etapa de inflexión E_{inf} , el microprocesador 70 determina si el primer nivel de cambio de fase D_1 es diferente del segundo nivel de cambio de fase D_2 . Si eso es cierto (figura 6 - segunda etapa de estabilidad E_2), el microprocesador 70 sigue estimando el giro en funcionamiento R_1 del motor de inducción monofásico hasta que alcance preferiblemente el régimen de giro R_2 . El microprocesador 70 genera señales de control y las envía al interruptor 60, abriéndose este último para dejar de alimentar el devanado de arranque 50b. El final de la segunda etapa de estabilidad E_2 establece el final del período de arranque del motor de inducción monofásico.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para arrancar un motor de inducción monofásico, estando provisto el motor de un rotor y un estator (50), estando provisto el estator de un devanado principal (50a) y un devanado de arranque (50b), alimentándose el devanado principal (50a) y el devanado de arranque (50b) del motor de inducción monofásico a través de una fuente de tensión alterna (F), activándose y desactivándose selectivamente el devanado de arranque (50b) por un dispositivo de arranque (100), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 5 i) alimentar el devanado de arranque (50b) y estimar continuamente un giro en funcionamiento (R_1) del motor de inducción monofásico durante su funcionamiento a través del cambio de fase entre por lo menos dos magnitudes eléctricas;
 - 10 ii) medir un primer nivel de cambio de fase (D_1) entre las por lo menos dos magnitudes eléctricas del motor a lo largo de una primera etapa de estabilidad (E_1);
 - 15 iii) controlar la variación del primer nivel de cambio de fase (D_1) según el aumento del giro en funcionamiento (R_1) del motor de inducción monofásico a lo largo de la primera etapa de estabilidad (E_1);
 - iv) detectar una etapa de inflexión (E_{inf}) desde el primer nivel de cambio de fase (D_1) hasta un segundo nivel de cambio de fase (D_2), cuando el giro en funcionamiento (R_2) del motor de inducción monofásico se encuentra cerca de un régimen de giro (R_2);
 - 20 v) medir el segundo nivel de cambio de fase (D_2) entre las por lo menos dos magnitudes eléctricas del motor durante toda una segunda etapa de estabilidad (E_2), después de la etapa de inflexión (E_{inf}) del primer nivel de cambio de fase (D_1); y
 - vi) dejar de alimentar el devanado de arranque (50b) cuando el giro en funcionamiento (R_1) llega al régimen de giro (R_2).
- 25 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el dispositivo de arranque (100) comprende un microprocesador (70), un interruptor (60) y un circuito de detección de paso por cero (90).
- 30 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que la etapa i) de estimar continuamente un giro en funcionamiento (R_1) del motor de inducción monofásico durante todo su funcionamiento se realiza mediante el microprocesador (70).
- 35 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que las etapas ii) a v) de medir y controlar el primer nivel de cambio de fase (D_1) y medir el segundo nivel de cambio de fase (D_2) entre por lo menos dos magnitudes eléctricas del motor se realizan a través del circuito de paso por cero (90) del dispositivo de arranque (100) y del microprocesador (70).
- 40 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que comprende una etapa intermedia entre las etapas v) y vi) para determinar si el primer nivel de cambio de fase (D_1) es diferente del segundo nivel de cambio de fase (D_2).
- 45 6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por el hecho de que el microprocesador (70) envía las señales de control al interruptor (60).
- 50 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que el interruptor (60) es un TRIAC.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que el interruptor (60) está formado por al menos un rectificador controlado por silicio.
- 55 9. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por el hecho de que el interruptor (60) permanece alimentado inicialmente antes de arrancar el motor de inducción monofásico.
- 60 10. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por el hecho de que las por lo menos dos magnitudes eléctricas del motor del primer nivel de cambio de fase (D_1) y el segundo nivel de cambio de fase (D_2) se seleccionan de un grupo que consiste en: tensión de entrada de la fuente de tensión alterna (F), corriente de entrada de la fuente de tensión alterna (F), tensión en el devanado principal (50a), corriente en el devanado principal (50a), tensión en el devanado de arranque (50b) y corriente en el devanado de arranque (50b), la tensión entre el devanado principal (50a) y el devanado de arranque (50b).
11. Sistema de arranque de un motor de inducción monofásico, estando provisto el motor de un rotor y un estator (50), estando provisto el estator de un devanado principal (50a) y un devanado de arranque (50b), alimentándose el devanado principal (50a) y el devanado de arranque (50b) del motor de inducción monofásico a través de una fuente

de tensión alterna (F), activándose y desactivándose selectivamente el devanado de arranque (50b) a través de un dispositivo de arranque (100), estando configurando el sistema para:

- 5 alimentar el devanado de arranque (50b) y estimar continuamente un giro en funcionamiento (R_1) del motor de inducción monofásico durante su funcionamiento a través del cambio de fase entre por lo menos dos magnitudes eléctricas;
- medir un primer nivel de cambio de fase (D_1) entre las por lo menos dos magnitudes eléctricas del motor;
- 10 controlar la variación del primer nivel de cambio de fase (D_1) de acuerdo con el aumento del giro en funcionamiento (R_1) del motor de inducción monofásico a lo largo de la primera etapa de estabilidad (E_1);
- detectar una etapa de inflexión (E_{inf}) desde el primer nivel de cambio de fase (D_1) hasta un segundo nivel de cambio de fase (D_2), cuando el giro en funcionamiento (R_1) del motor de inducción monofásico se encuentra cerca de un régimen de giro (R_2);
- 15 medir el segundo nivel de cambio de fase (D_2) entre las por lo menos dos magnitudes eléctricas del motor a lo largo de una segunda etapa de estabilidad (E_2), después de la etapa de inflexión (E_{inf}) del primer nivel de cambio de fase (D_1);
- dejar de alimentar el devanado de arranque (50b) cuando el giro en funcionamiento (R_1) llega a un régimen de giro (R_2).

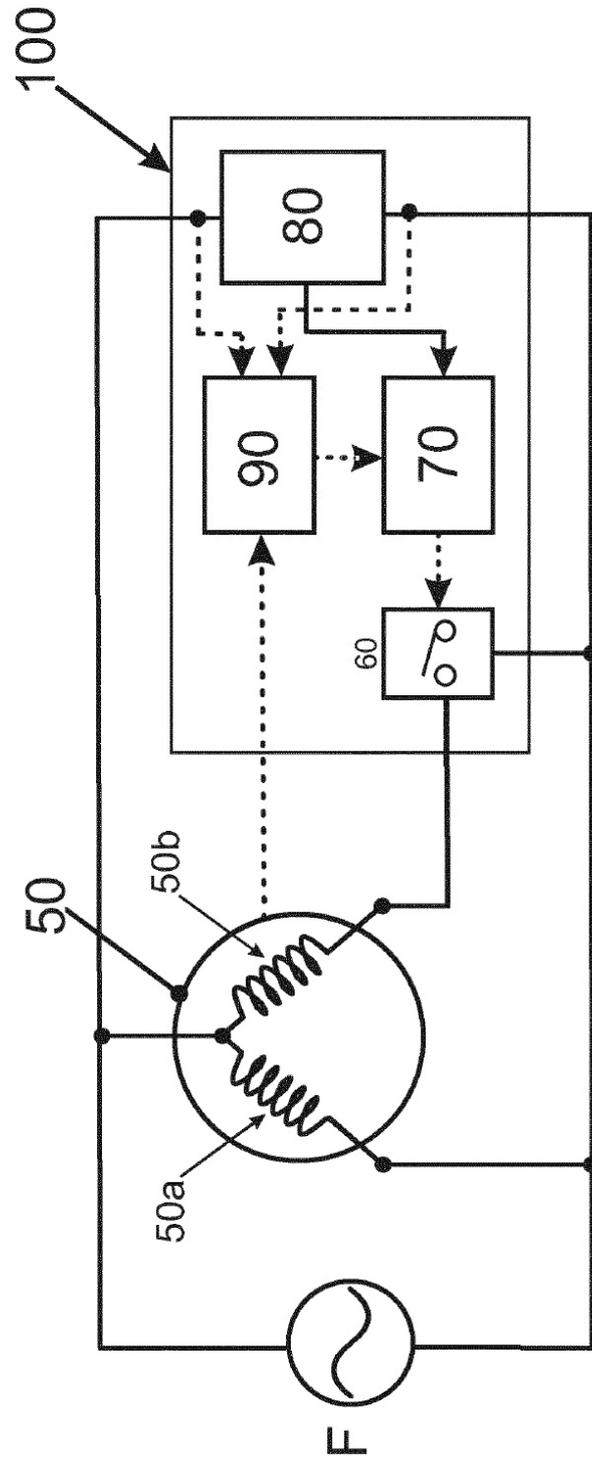


FIG. 1

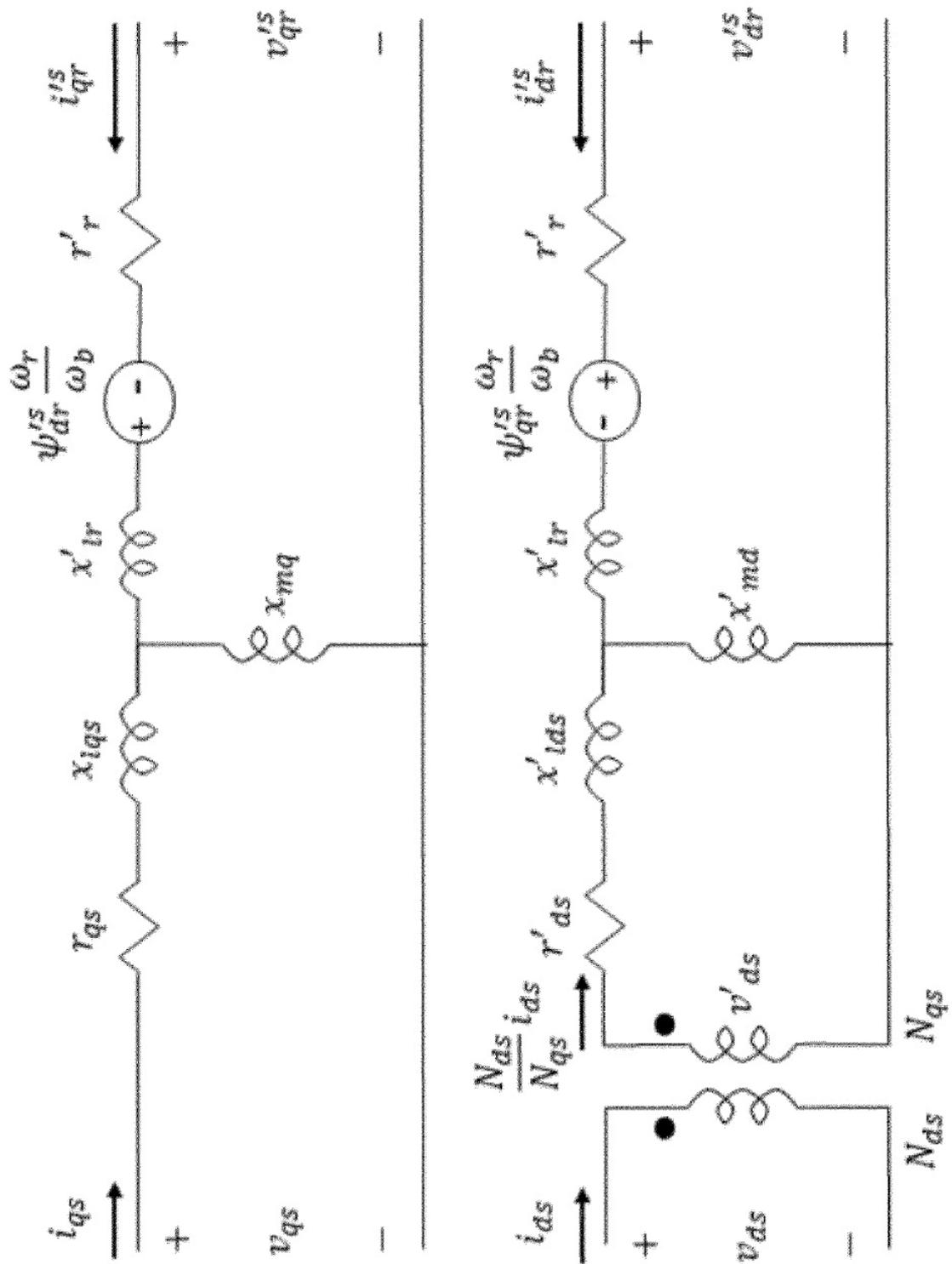
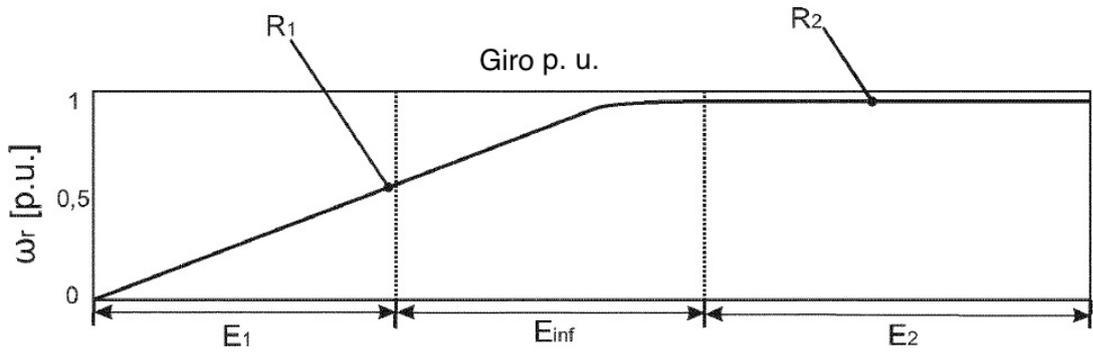
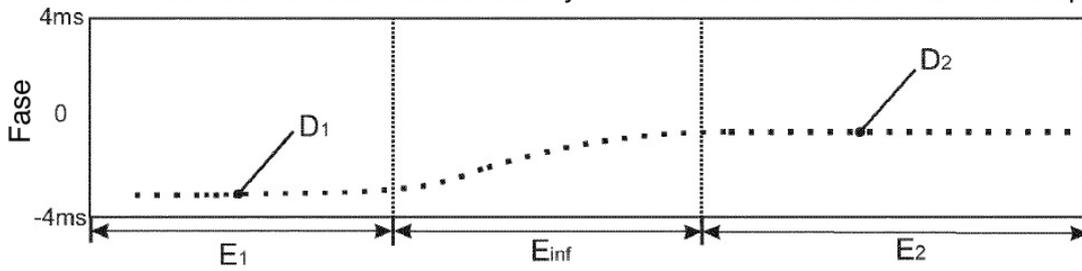


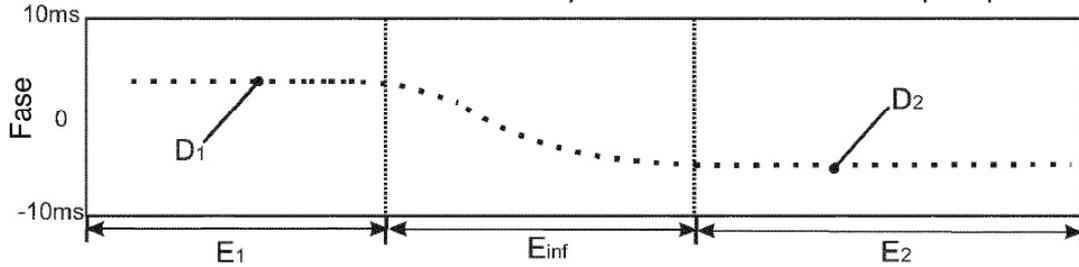
FIG. 2



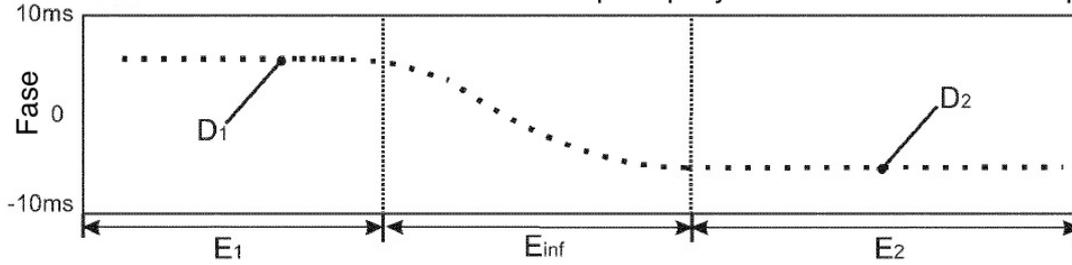
Fase entre la tensión de entrada y la corriente en el devanado de arranque



Fase entre la tensión de entrada y la corriente en el devanado principal



Fase entre las corrientes en el devanado principal y en el devanado de arranque



Fase entre la tensión y la corriente en el devanado de arranque

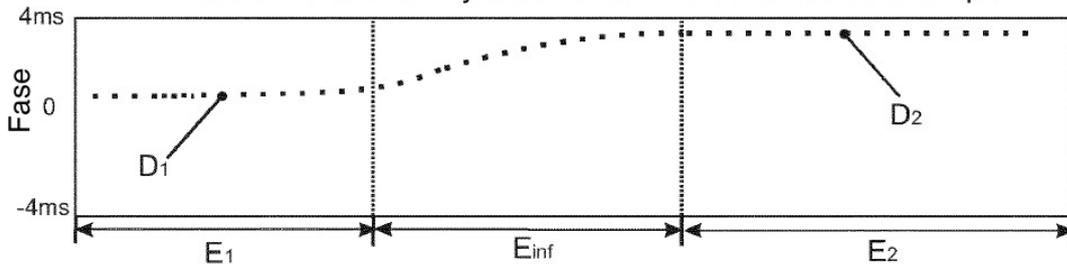
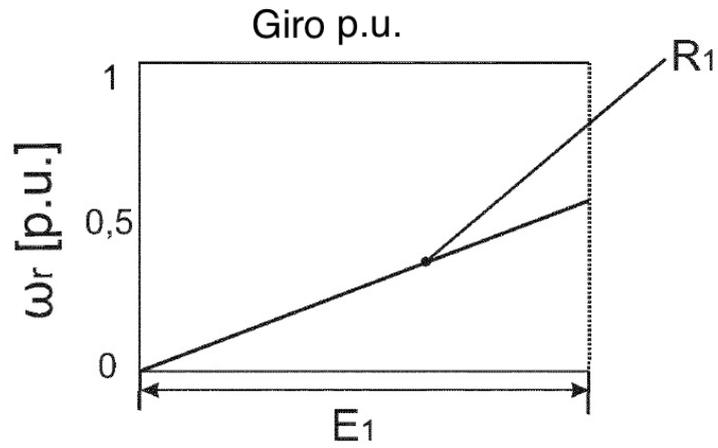


FIG. 3



Fase entre la tensión de entrada y la corriente en el devanado de arranque

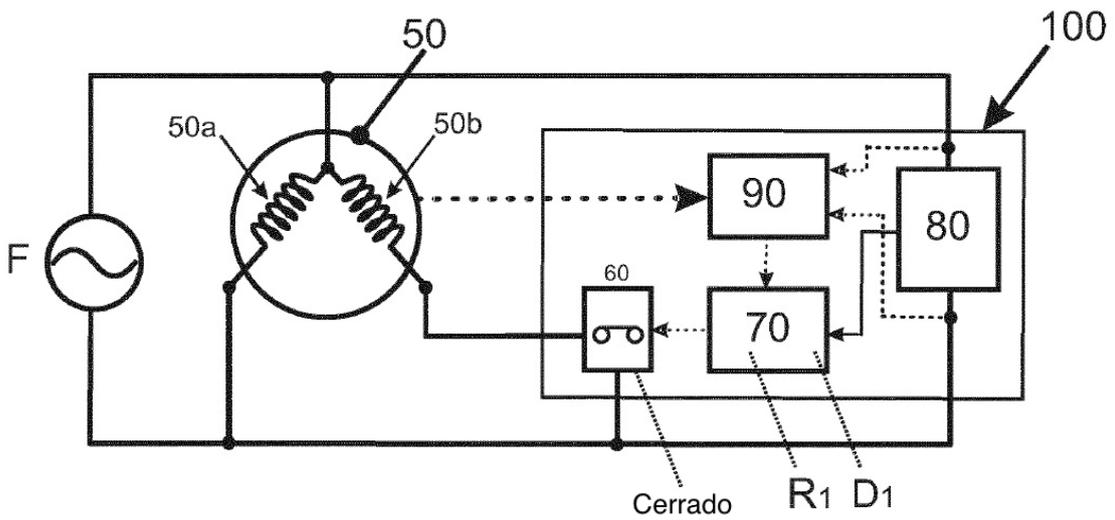
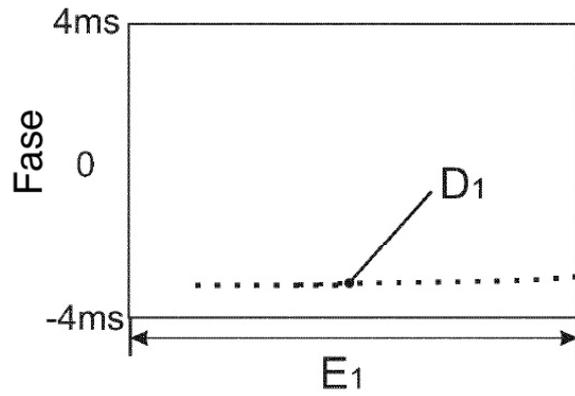
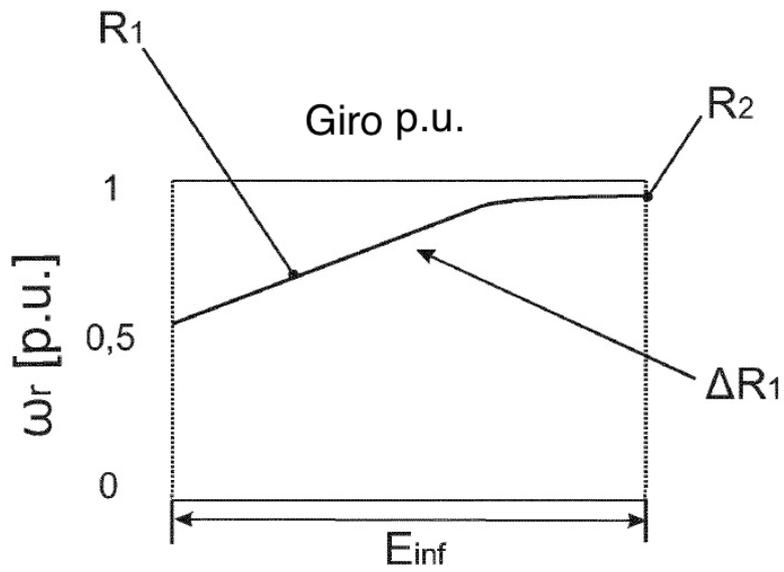


FIG. 4



Fase entre la tensión de entrada y la corriente en el devanado de arranque

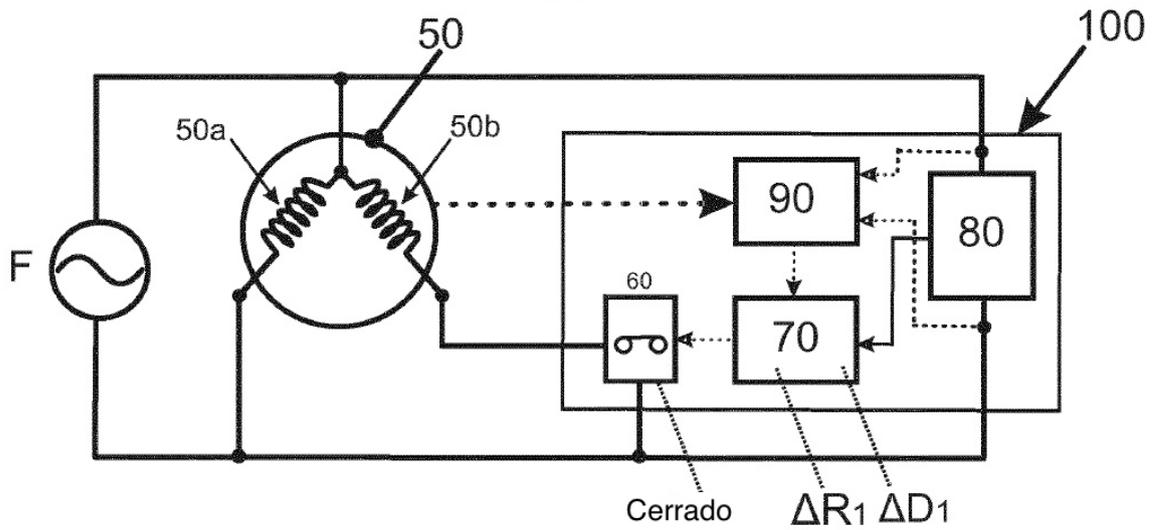
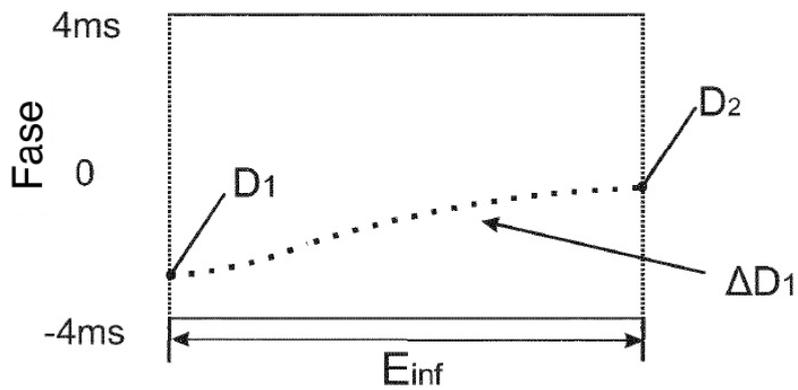
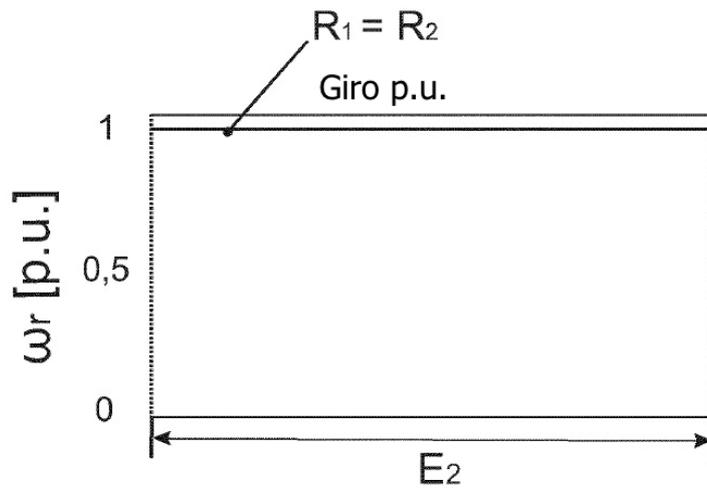


FIG. 5



Fase entre la tensión de entrada y la corriente en el devanado de arranque

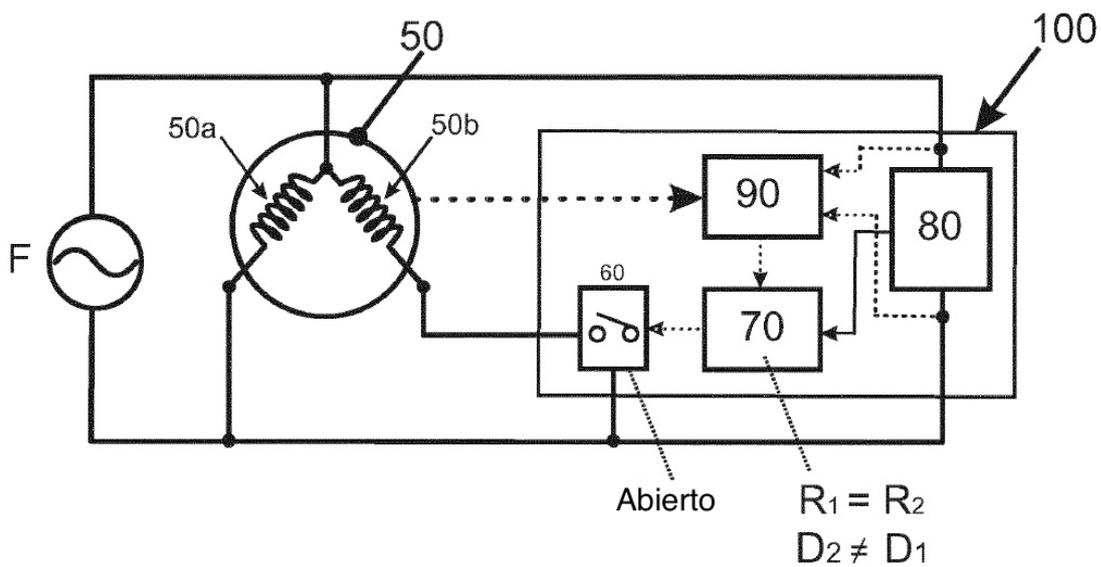
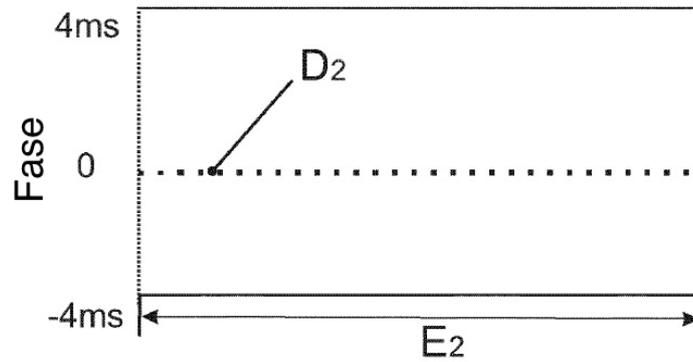


FIG. 6

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.*

10 **Documentos de patentes citados en la descripción**

- 15
- US 5053908 A [0006]
 - US 5051681 A [0006]
 - WO 0209624A1 PCT [0006]
 - US 6320348 B [0010]
 - US 8508374 B [0011]
 - US 4361792 A [0012]
 - US 6034503 A [0013]
 - US 9160259 B [0014]
 - US 7471058 B [0015]
 - US 9184678 B [0016]
 - US 6756756 B, Chmiel, Steven T [0017]
 - US 20150137730 A, Peng, Xiaoming [0018]