

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 152**

51 Int. Cl.:

H02J 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2013 PCT/CN2013/083525**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2014 WO14044155**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2013 E 13838926 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 2887496**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de control de seguridad para sistema con circuito de precarga, y sistema asociado**

30 Prioridad:

20.09.2012 CN 201210352313

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

16.06.2020

73 Titular/es:

**SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER EUROPE SAS
(100.0%)**

**33, rue André Blanchet
27120 Pacy sur Eure, FR**

72 Inventor/es:

**WANG, YINGQIANG;
LIU, DAWEI y
LI, ZHE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 767 152 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 y dispositivo de control de seguridad para sistema con circuito de precarga, y sistema asociado

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento y aparato de control de seguridad y a un sistema que comprende el aparato y, de manera más específica, a un procedimiento y aparato de control de seguridad de un convertidor de frecuencia u otro sistema de control con un circuito de precarga, y un sistema que comprende el aparato.

Antecedentes

15 En un sistema de un circuito de precarga que tiene un condensador grande (como un condensador de bus), cuando un relé de precarga tiene una falla en la que no se puede cerrar, surgirá el problema de que una resistencia de precarga se sobrecalienta.

Por ejemplo, la Figura 1 muestra un convertidor de frecuencia que tiene un circuito de precarga.

20 Como se muestra en la Figura 1, cuando el relé de precarga S1 no se puede cerrar, durante el período de carga y descarga del condensador C1, debido a la división de tensión de la resistencia R1, la resistencia R1 se sobrecalentará y el condensador C1 tendrá subtensión debido a la división de tensión debida de la resistencia R1.

25 Un producto usualmente necesita estar sujeto a pruebas UL (Underwrites Laboratories Inc.) para cumplir con los requisitos de pruebas de seguridad. Para el sistema de un circuito de precarga de gran capacidad involucrado en la presente solicitud, los requisitos de prueba UL son los siguientes:

1) el relé de precarga nunca está cerrado (es decir, abriendo manualmente el relé de precarga y simulando una situación de falla) y el motor está bajo carga completa. Todas las corrientes de carga pasarán la resistencia de precarga.

2) cuando la resistencia de precarga se sobrecalienta, se verifica que el objeto similar al algodón alrededor del convertidor de frecuencia no se queme, con el fin de garantizar la seguridad del cliente.

35 Cuando el motor funciona bajo una carga nominal y a una velocidad nominal, el relé de precarga se vuelve a abrir. Un monitor para monitorizar la tensión de un circuito principal indica "NOFF" (es decir, subtensión en el circuito principal). A continuación, el convertidor de frecuencia vuelve a funcionar y "NOFF" se vuelve a producir.

40 Después de aproximadamente 15 minutos, debido al sobrecalentamiento de la resistencia de precarga, la resistencia de precarga siempre enciende el objeto similar al algodón, pero la resistencia de precarga no está fundida.

45 La Figura 2 muestra un dispositivo que está quemado y dañado debido al sobrecalentamiento de una resistencia de precarga. Como se muestra en la Figura 2, todo el dispositivo está dañado ya que la resistencia de precarga enciende el objeto similar al algodón.

Al realizar este tipo de prueba, antes de que se empiece a quemar, la resistencia de precarga se dañará (circuito descompuesto), y no existe otro procedimiento de protección.

50 Este tipo de procedimiento tiene los siguientes peligros asociados:

- También existe el riesgo de ignición, y la resistencia está dañada, por lo que no es muy confiable; y
- Cuando ocurre esta situación, el convertidor de frecuencia se dañará permanentemente.

55 Las características del preámbulo de las reivindicaciones independientes se conocen del documento de patente JP 2005 295697 A. El documento de patente US 2012/0140370 A1 proporciona un controlador aplicado con un circuito de protección y un procedimiento de protección. Un controlador detecta una señal de entrada generada por una corriente que fluye a través de una resistencia de detección, activando o desactivando un interruptor, para controlar la corriente. Un generador de tiempo de protección proporciona un tiempo de protección. Cuando se enciende el interruptor y cuando hay una temporización actual sin el tiempo de protección, un detector de cortocircuito compara la señal de entrada con una primera tensión de referencia, lo que confirma una señal de detección de cortocircuito. Cuando se apaga el interruptor o cuando la temporización actual es durante el tiempo de protección, no se confirma la señal de detección de cortocircuito. Cada vez que se afirma la señal de detección de cortocircuito, un controlador lógico apaga el interruptor, reduciendo así la corriente.

El documento de patente CN 101 316 050 A proporciona un procedimiento de monitoreo para el estado de funcionamiento de un sistema de CC de subestación, que pertenece al campo de medición. El procedimiento de monitoreo comprende las siguientes etapas: detectar la tensión de bus del sistema de CC y comparar y emitir la señal de alarma de sobretensión/subtensión; el componente de CC de la tensión de bus se detecta, mientras tanto, el componente de CA Uac de la tensión de bus también se detecta mediante un bloque de CC; se compara el valor absoluto de Uac' y el valor establecido Uac"; si el valor absoluto de Uac' es mayor que Uac', la unidad de control emite una señal de alarma de exceso de tensión de rizado. La invención también proporciona un monitoreo dispositivo utilizado para monitorizar el estado de funcionamiento del sistema de CC. El procedimiento de monitoreo y el dispositivo de monitoreo realizan la función de monitoreo dual en el sistema de CC, tienen un efecto de uso dual con una máquina, proporcionan una garantía más eficaz para un funcionamiento seguro y estable del sistema de CC, reducen el número del dispositivo de monitoreo, son beneficiosos para ahorrar el costo de compra y funcionamiento y la carga de trabajo de mantenimiento del sistema, y pueden ser ampliamente utilizados para el campo de la medición, monitoreo y funcionamiento seguro del estado de funcionamiento del sistema de transformación y distribución de CC.

Sumario

Las características y ventajas adicionales de la presente solicitud se expondrán en la siguiente descripción, y en parte serán evidentes a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la práctica de la invención.

Un objeto de la presente solicitud es encontrar un nuevo procedimiento de control de seguridad para garantizar la seguridad del cliente. Al usar el procedimiento de la presente solicitud, un relé de precarga que tiene un estado que nunca cierra puede probarse de manera segura. El procedimiento de acuerdo con la presente solicitud no dañará una resistencia ni provocará que se quemé el algodón.

El objeto de la presente solicitud es asegurar:

- evitar el riesgo de ignición;
- proteger un convertidor de frecuencia de daños permanentes; y
- ahorro de costos.

La presente solicitud pretende:

- evitar situaciones peligrosas; y
- pasar las pruebas UL.

La presente invención se define en las reivindicaciones independientes.

La presente solicitud proporciona un procedimiento de control de seguridad para un sistema con un circuito de precarga, que comprende: emitir una alarma de error y detener la operación del sistema cuando el número de veces de subtensión ocurrido en un circuito de precarga alcanza m veces y la duración entre primera subtensión y la m^{ésima} subtensión es menor o igual que τ segundos, en el que m y τ son números enteros positivos.

La presente solicitud también proporciona un aparato de control de seguridad para un sistema con un circuito de precarga, que comprende: un primer dispositivo de determinación configurado para determinar si el número de veces que se produjo una subtensión en un circuito de precarga alcanza m veces; un segundo dispositivo de determinación configurado para determinar si la duración entre la primera subtensión y la m^{ésima} subtensión es menor o igual que τ segundos; un dispositivo de alarma configurado para emitir una alarma de error y detener la operación del sistema cuando el primer dispositivo de determinación determina que el número de veces de subtensión ocurrido en el circuito de precarga alcanza m veces y el segundo dispositivo de determinación determina la duración entre la primera subtensión y la m^{ésima} subtensión es menor o igual que τ segundos, en el que m y τ son números enteros positivos.

La presente solicitud proporciona además un sistema con un circuito de precarga que contiene el aparato de control de seguridad mencionado anteriormente.

En comparación con el procedimiento anterior, la presente solicitud tiene las siguientes ventajas:

- no existe peligro de combustión y alta fiabilidad; y
- ahorro de costos y no existe necesidad de agregar hardware adicional.

Breve descripción de los dibujos

Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción detallada de las realizaciones preferentes de la presente invención tomadas en conjunto con los dibujos, en los que números de referencia idénticos se refieren a unidades que tienen estructuras idénticas y en los que:

La Figura 1 muestra un convertidor de frecuencia que tiene un circuito de precarga;

La Figura 2 muestra un dispositivo que está quemado y dañado debido al sobrecalentamiento de una resistencia de precarga;

La Figura 3 muestra la instalación de un convertidor de frecuencia que tiene un circuito de precarga cuando se realiza una prueba UL;

La Figura 4 muestra una forma de onda en un convertidor de frecuencia que tiene un circuito de precarga cuando el circuito de precarga tiene una falla; y

La Figura 5 muestra un diagrama de flujo de las etapas de un procedimiento de control de seguridad de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada

Las realizaciones de la presente invención se explicarán a continuación. Sin embargo, la presente invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones establecidas en la presente memoria descriptiva. Por el contrario, estas realizaciones se proporcionan de modo que la presente divulgación sea exhaustiva y completa y exprese completamente el ámbito de la invención a los expertos en la técnica.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) usados en la presente memoria descriptiva tienen el mismo significado que el entendido comúnmente por un experto en la técnica al que pertenece la presente invención. Se entenderá además que los términos, como los definidos en los diccionarios de uso común, deben interpretarse como que tienen un significado que sea coherente con su significado en el contexto de la técnica relevante y no se interpretarán en un sentido idealizado o demasiado formal a menos que sea expresamente definido en la presente memoria.

La presente solicitud proporciona un procedimiento y aparato de control de seguridad de un circuito de precarga simple, y un sistema que comprende el aparato.

La Figura 3 muestra la instalación de un convertidor de frecuencia que tiene un circuito de precarga cuando se realiza una prueba UL. Primero, como se muestra en la Figura 3, se instala un convertidor de frecuencia para la prueba de acuerdo con el requisito de la prueba UL, es decir, el convertidor de frecuencia se envuelve utilizando un objeto similar al algodón, para probar si se puede garantizar la seguridad cuando el relé de precarga tiene una falla.

Entonces, la situación de que el circuito de precarga tiene una falla cuando el convertidor de frecuencia está funcionando se crea usando las siguientes etapas, con el fin de probar el procedimiento de control de seguridad de acuerdo con la presente solicitud.

- 1) establecer un comando de operación para el convertidor de frecuencia;
- 2) agregar una carga completa y ejecutar el convertidor de frecuencia; y
- 3) siempre abrir manualmente un relé de precarga.

Se iniciará un ciclo de prueba:

Ejecutar → “NOFF” → ejecutar → “NOFF” - ...

La Figura 4 muestra una forma de onda en un convertidor de frecuencia que tiene un circuito de precarga cuando el circuito de precarga tiene una falla.

Cuando el relé de precarga S1 no se puede cerrar, en un período t1+t2 de carga y descarga del condensador C1, debido a la división de tensión de la resistencia R1, la resistencia R1 se sobrecalentará y la condición de subtensión

del condensador C1 se produce debido a división de tensión de la resistencia R1.

5 Como se muestra en la Figura 4, durante la operación del convertidor de frecuencia, cuando un relé de precarga S1 tiene una falla en la que no se puede cerrar, durante t_1 , un motor M1 funciona, mientras que una tensión de bus (la tensión entre los dos extremos de C1) disminuye bruscamente. Dado que la tensión de bus disminuye al mínimo al final de t_1 , el motor no se puede accionar para funcionar y, por lo tanto, al final de t_1 , el motor se detiene. En este momento, el convertidor de frecuencia indica que el circuito de precarga está en subtensión. Durante t_2 , al cargar el condensador de bus C1 a través de la resistencia de precarga R1, la tensión de bus aumenta para hacer que el motor se accione. Como se muestra en la Figura 4, al tomar t_1+t_2 como un período, se repite un procedimiento de carga y descarga, en el que t_1+t_2 es aproximadamente igual a 1,22 s, por ejemplo.

15 Se puede saber por la forma de onda de la Figura 4 que, cuando el relé de precarga no se puede cerrar, el estado de subtensión de la tensión de bus se repetirá en un período de aproximadamente 1,22 s. Es decir, en muy poco tiempo, se detectará muchas veces el estado de subtensión. De acuerdo con las características mencionadas anteriormente, el procedimiento de control de seguridad de acuerdo con la presente solicitud verifica continuamente la tensión en el circuito, y cuando el número de veces de subtensión ocurrido en el circuito de precarga alcanza tiempos predeterminados y la duración entre la primera subtensión y el tiempo predeterminado de subtensión es menor o igual que un tiempo preestablecido, se puede determinar que el relé de precarga no se puede cerrar y, por lo tanto, se emite una alarma y el sistema se detiene.

20 La Figura 5 muestra un diagrama de flujo de las etapas de un procedimiento de control de seguridad de acuerdo con una realización de la presente invención.

25 Como se muestra en la Figura 5, en la etapa 501, se inicializa un contador, $n=0$, y el número de veces de "NOFF" (es decir, el número de veces de subtensión ocurrido en el circuito de precarga) se registra usando el contador; y se inicializa un temporizador t , $t=0s$, en el que t se utiliza para registrar el período desde la aparición de "NOFF" por primera vez.

30 En la etapa 502, se determina si el monitor indica "NOFF".

En caso afirmativo, entonces el procedimiento continúa con la etapa 503. En la etapa 503, $n=n+1$. Si se determina que no se indica "NOFF", entonces el procedimiento regresa a la etapa 502 para continuar la determinación.

35 En la etapa 504, se determina que si $n=1$. Si $n=1$, entonces el procedimiento continúa a la etapa 505. Si n no es igual a 1, el procedimiento avanza a la etapa 506.

En la etapa 505, se inicia el temporizador t , y comienza a registrarse el período desde el comienzo de la aparición de "NOFF". A continuación, el procedimiento procede a la etapa 506.

40 En la etapa 506, se determina si n es igual a m , siendo m un número entero. Por ejemplo, $m=40$. Pero los expertos en la técnica deben comprender que a m también se le puede asignar cualquier valor adecuado de acuerdo con situaciones prácticas.

45 Si n no es igual a m , entonces el procedimiento regresa a la etapa 502. Si $n=m$, entonces el procedimiento procede a la etapa 507.

En la etapa 507, se determina que si t es menor o igual que τ segundos. Si t es menor o igual que τ segundos, entonces el procedimiento procede a la etapa 509; de lo contrario, el procedimiento procede a la etapa 508. Siendo τ un número entero. Por ejemplo, $\tau = 225$.

50 En la etapa 508, el contador n y el temporizador t se reinician, es decir, $n=0$ y $t = 0$, y el procedimiento regresa a la etapa 501. Es decir, si el período durante el cual se produce una subtensión 40 veces es mayor que 225 segundos (aproximadamente 3 minutos más), entonces puede haber otras fallas en el convertidor de frecuencia en lugar de una falla del relé de precarga. Por ejemplo, al encender y apagar la fuente de alimentación para el convertidor de frecuencia cada vez, se detecta la tensión y ocurrirá el caso de NOFF. Por lo tanto, las otras fallas pueden ser casos de apagado manual o no manual. Por lo tanto, el convertidor de frecuencia o el sistema se restablecen para reiniciar el convertidor de frecuencia o el sistema.

55 En la etapa 509, se indica el error "E-31" (el relé de precarga tiene un error). Es decir, si el período durante el cual se produce una subtensión 40 veces está dentro de 225 segundos (aproximadamente 3 minutos más), entonces se determina que puede ser una falla del relé de precarga, y el monitor indica el error. A continuación, el procedimiento procede a la etapa 510.

60 En la etapa 510, se detiene el comando "ejecutar".

65

De acuerdo con el procedimiento de control de seguridad de la presente solicitud, cuando el número de veces de subtensión ocurrido en el circuito de precarga alcanza m veces y la duración entre la primera subtensión y la $m^{\text{ésima}}$ subtensión es menor o igual que τ segundos, indica que el relé de precarga no se puede cerrar. En este momento, se emitirá una alarma de error y el sistema dejará de ejecutarse.

5

Y cuando el número de veces de subtensión ocurrido en el circuito de precarga alcanza m veces y la duración entre la primera subtensión y la $m^{\text{ésima}}$ subtensión es mayor que τ segundos, indica que no es una falla en la que el relé de precarga no se pueda cerrar. En este momento, el sistema se reinicia para que pueda volver a ejecutarse.

10

Por lo tanto, de acuerdo con el procedimiento de control de seguridad de la presente solicitud, se puede encontrar a tiempo que el relé de precarga en el circuito de precarga tiene una falla, y el sistema se detiene a tiempo, para evitar problemas tales como la ignición y daños en el sistema debido al sobrecalentamiento de una resistencia. Y se puede garantizar la seguridad de un cliente que utiliza el sistema.

15

Aunque, en lo anterior, m y τ tienen los valores asignados 40 y 255, respectivamente, los expertos en la técnica deben comprender que, m y τ se determinan en función de los períodos de carga y descarga en el momento de la prueba y el tiempo de combustión del algodón cuando no se adopta la medida. Entonces, los valores de m y τ son diferentes para diferentes casos y dependen de datos experimentales. Por ejemplo, generalmente de acuerdo con los experimentos, el algodón comienza a arder después de 15 minutos (900 segundos). Por lo tanto, siempre que el período durante el cual se produce la subtensión sea mucho menor de 900 segundos, se puede garantizar la seguridad del sistema. Del mismo modo, se puede saber de acuerdo con la Figura 4 que el período de carga y descarga es de aproximadamente 1,22 segundos, por lo que, en el procedimiento de la presente solicitud, resulta eficaz siempre que n y τ sean valores asignados adecuadamente para cumplir $1,22 \text{ segundos} \times n < \tau \text{ segundos} << 900 \text{ segundos}$.

25

Debe entenderse que cada bloque en el diagrama de flujo y las combinaciones de los bloques del diagrama de flujo pueden implementarse a través de instrucciones de programa informático. Estas instrucciones del programa informático también se pueden almacenar en un almacenamiento legible por ordenador, pueden instruir a un ordenador u otro dispositivo de procesamiento de datos programable para que se ejecute de cierta manera, y permite que las instrucciones almacenadas en el almacenamiento legible por ordenador generen una fabricación que implemente medios de instrucción de funciones/actos especificados en los bloques del diagrama de flujo.

30

Las instrucciones del programa informático también se pueden cargar en el ordenador u otro dispositivo de procesamiento de datos programable, lo que resulta en que se ejecuten una serie de etapas de operación en el ordenador o en el otro dispositivo de procesamiento de datos programable para generar un procedimiento implementado por el ordenador, permitiendo que las instrucciones ejecutadas en el ordenador u otro dispositivo de procesamiento de datos programable proporcionen etapas para implementar funciones/actos específicos en los bloques del diagrama de flujo. Cada bloque puede denotar un módulo de código, un fragmento o una porción, que comprende una o más instrucciones ejecutables utilizadas para implementar funciones lógicas específicas. También se debe tener en cuenta que, en otras implementaciones, las funciones marcadas en los bloques pueden no ocurrir de acuerdo con la secuencia marcada en la figura. Por ejemplo, de acuerdo con las funciones involucradas, dos bloques mostrados continuamente pueden ocurrir de manera sustancialmente concurrente, o los bloques pueden ejecutarse en un orden inverso a veces.

35

40

45

Aunque el diagrama de flujo en la Figura 5 describe el procedimiento de control de seguridad de acuerdo con la realización de la presente invención usando ciertas etapas como ejemplo, pero las etapas de implementación específicas del procedimiento de control de seguridad de acuerdo con la realización de la presente invención no están limitadas al diagrama de flujo de la Figura 5. Otros diagramas de flujo que pueden implementar funciones idénticas también están dentro del ámbito de protección de la presente invención.

50

Para el sistema con el circuito de precarga, primero, de conformidad con los requisitos de UL, el procedimiento de control de seguridad de acuerdo con la realización de la presente invención se usa para actualizar el software del sistema y establecer un convertidor de frecuencia u otro sistema de control.

55

En segundo lugar, comienza una prueba UL e indica "E-31". La prueba pasa, lo que indica que el procedimiento de control de seguridad puede garantizar la seguridad del sistema.

60

Aunque la presente solicitud se describe usando un convertidor de frecuencia con un circuito de precarga como ejemplo, los expertos en la técnica deben comprender que la presente invención puede aplicarse a un convertidor de frecuencia que tiene un circuito de precarga u otro sistema de control tal como un circuito que tiene un condensador de bus de CC de gran capacidad o un supercondensador como un UPS e inversor, etc.

65

La descripción anterior es ilustrativa de la presente invención y no debe interpretarse como limitante de la misma. Aunque se han descrito varias realizaciones de la presente invención, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que se pueden hacer muchas modificaciones a las realizaciones ejemplares sin apartarse de las nuevas

enseñanzas y ventajas de la presente invención. Por consiguiente, todas estas modificaciones están destinadas a ser incluidas dentro del alcance definido por las reivindicaciones. Debe entenderse que lo anterior es ilustrativo de la presente invención y no debe interpretarse como limitado a las realizaciones específicas divulgadas, y que las modificaciones a las realizaciones divulgadas, así como otras realizaciones, están destinadas a ser incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. La presente invención se define por las reivindicaciones y sus equivalentes.

5

10

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de control de seguridad para un sistema con un circuito de precarga, **caracterizado porque** comprende:

5 configurar (501) un contador para contar el número de veces que se produjo una subtensión en el circuito de precarga en el sistema;

10 configurar (501) un temporizador para registrar la duración desde la primera aparición de subtensión; y emitir una alarma de error y detener (510) la operación del sistema cuando el número de veces de subtensión ocurrido en un circuito de precarga alcanza m veces y la duración entre la primera subtensión y la m^{ésima} subtensión es menor o igual que τ segundos (506, 507), donde m y τ son números enteros positivos, y m es mayor que 1.
2. El procedimiento de control de seguridad de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende: determinar continuamente (502) si se produce una subtensión en el circuito de precarga; y cuando se produce una subtensión, contar (503), usando un contador, el número de veces de subtensión, y comenzar sincronización (505), usando un temporizador, a partir de la primera subtensión.
3. El procedimiento de control de seguridad de acuerdo con la reivindicación 2, que además comprende: cuando el número de veces de subtensión ocurrido en el circuito de precarga alcanza m veces y la duración entre la primera subtensión y la m^{ésima} subtensión es mayor que τ segundos, reiniciar (508) el contador y el temporizador.
4. El procedimiento de control de seguridad de acuerdo con la reivindicación 3, en el que m es igual a 40 y τ es igual a 225.
5. Un aparato de control de seguridad para un sistema con un circuito de precarga, **caracterizado porque** comprende:

30 un contador configurado para contar el número de veces que se produjo una subtensión en el circuito de precarga en el sistema;

 un temporizador configurado para registrar la duración desde la primera aparición de subtensión;

 un primer dispositivo de determinación configurado para determinar si el número de veces que se produjo una subtensión en un circuito de precarga alcanza m veces;

35 un segundo dispositivo de determinación configurado para determinar si la duración entre la primera subtensión y la m^{ésima} subtensión es menor o igual que τ segundos; y

 un dispositivo de alarma configurado para emitir una alarma de error y detener la operación del sistema cuando el primer dispositivo de determinación determina que el número de veces de subtensión ocurrido en el circuito de precarga alcanza m veces y el segundo dispositivo de determinación determina la duración entre la primera subtensión y la m^{ésima} subtensión es menor o igual que τ segundos,

40 en el que m y τ son números enteros positivos, y m es mayor que 1.
6. El aparato de control de seguridad de acuerdo con la reivindicación 5, que además comprende: un dispositivo de determinación de continuidad configurado para determinar continuamente si se produce una subtensión en el circuito de precarga; y cuando se produce una subtensión, contar, usando el contador, el número de veces de subtensión, y comenzar sincronización, usando el temporizador, a partir de la primera subtensión.
7. El aparato de control de seguridad de acuerdo con la reivindicación 6, que además comprende: un dispositivo de reinicio configurado para, cuando el primer dispositivo de determinación determina que el número de veces de subtensión ocurrido en el circuito de precarga alcanza m veces y el segundo dispositivo de determinación determina que la duración entre la primera subtensión y la m^{ésima} subtensión es mayor que τ segundos, reiniciar el contador y el temporizador.
8. El aparato de control de seguridad de acuerdo con la reivindicación 7, en el que m es igual a 40, y τ es igual a 225.
9. Un sistema con un circuito de precarga que contiene un aparato de control de seguridad, el aparato de control de seguridad **caracterizado porque** comprende:

60 un contador configurado para contar el número de veces que se produjo una subtensión en el circuito de precarga en el sistema;

 un temporizador configurado para registrar la duración desde la primera aparición de subtensión;

 un primer dispositivo de determinación configurado para determinar si el número de veces que se produjo una subtensión en un circuito de precarga alcanza m veces;

65 un segundo dispositivo de determinación configurado para determinar si la duración entre la primera

- subtensión y la $m^{\text{ésima}}$ subtensión es menor o igual que τ segundos; y un dispositivo de alarma configurado para emitir una alarma de error y detener la operación del sistema cuando el primer dispositivo de determinación determina que el número de veces de subtensión ocurrido en el circuito de precarga alcanza m veces y el segundo dispositivo de determinación determina la duración entre la primera subtensión y la $m^{\text{ésima}}$ subtensión es menor o igual que τ segundos, en el que m y τ son números enteros positivos, y m es mayor que 1.
- 5
10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el aparato de control de seguridad además comprende: un dispositivo de determinación de continuidad configurado para determinar continuamente si se produce una subtensión en el circuito de precarga; y cuando se produce una subtensión, contar, usando el contador, el número de veces de subtensión, y comenzar sincronización, usando el temporizador, a partir de la primera subtensión.
- 10
11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el aparato de control de seguridad además comprende: un dispositivo de reinicio configurado para, cuando el primer dispositivo de determinación determina que el número de veces de subtensión ocurrido en el circuito de precarga alcanza m veces y el segundo dispositivo de determinación determina que la duración entre la primera subtensión y la $m^{\text{ésima}}$ subtensión es mayor que τ segundos, reiniciar el contador y el temporizador.
- 15
12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en el que m es igual a 40 y τ es igual a 225.
- 20

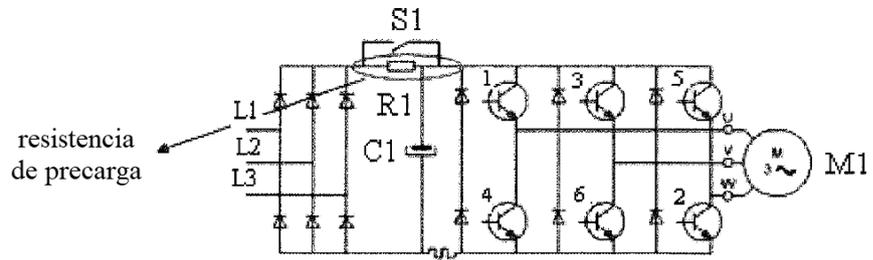


Figura 1

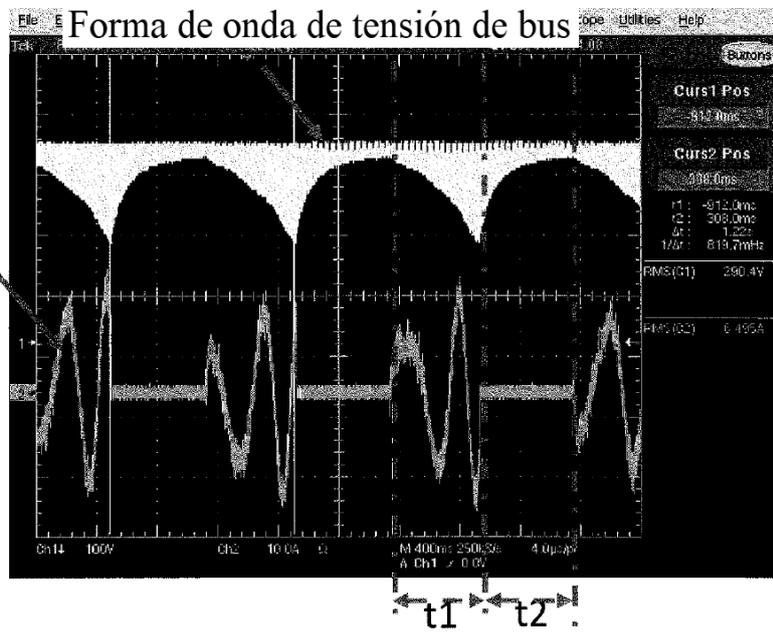


Figura 2



Figura 3

Forma de onda de corriente en el motor



El ciclo es de aproximadamente 1,22 segundos

Figura 4

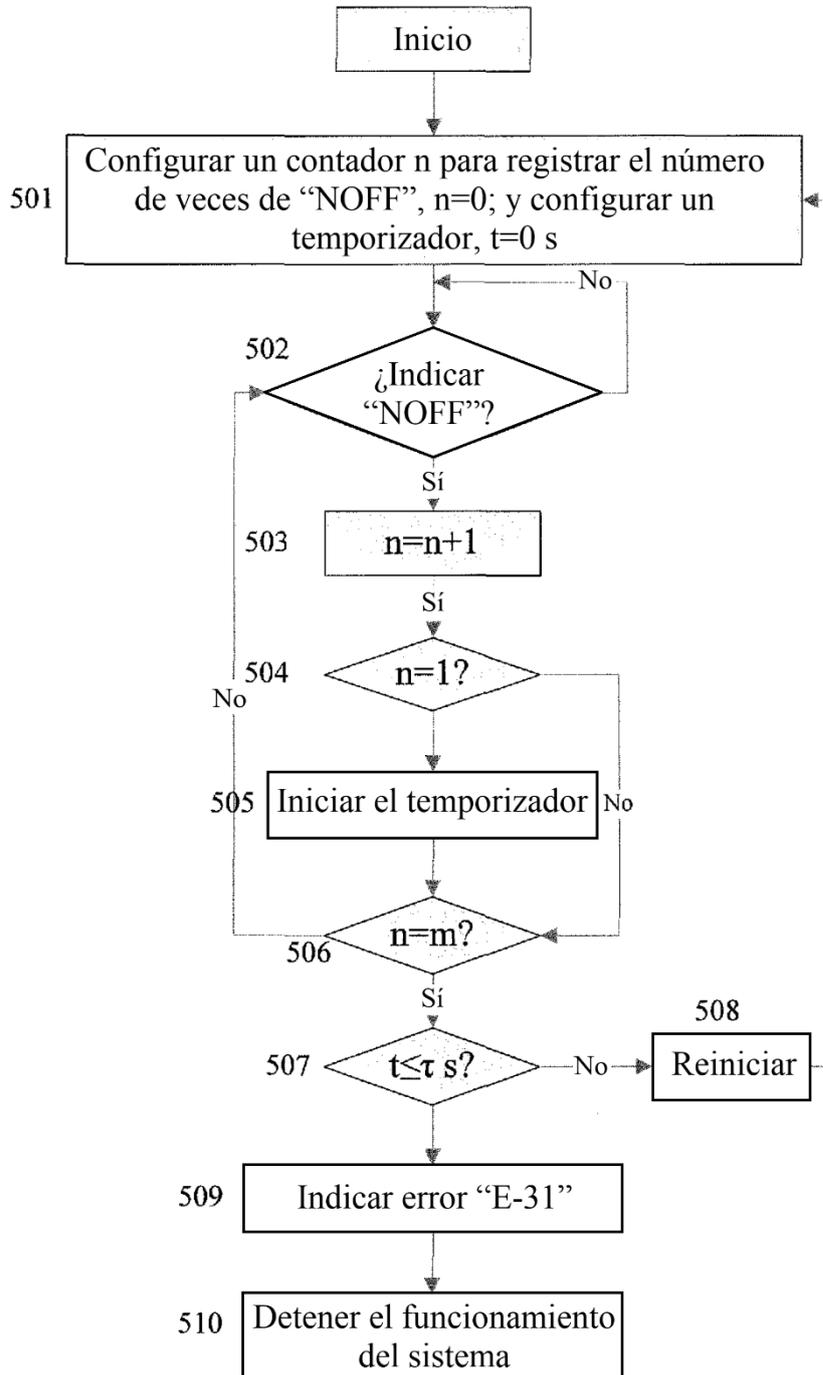


Figura 5