

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 495**

51 Int. Cl.:

H01H 83/22 (2006.01)

H02H 1/06 (2006.01)

H02H 3/33 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2018** **E 18166142 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019** **EP 3389076**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de control de un accionador y aparato de protección eléctrica que incluye dicho dispositivo**

30 Prioridad:

11.04.2017 FR 1753154

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

22.04.2020

73 Titular/es:

SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)

35 Rue Joseph Monier
92500 Rueil Malmaison, FR

72 Inventor/es:

BERNARD, JEAN-BAPTISTE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 755 495 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 un accionador y aparato de protección eléctrica que incluye dicho dispositivo

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento de control de un accionador destinado a activar la apertura de un interruptor de corriente. La invención se refiere también a un dispositivo de control de un accionador que implementa dicho procedimiento de control. La invención se refiere igualmente a un aparato de protección eléctrica que incluye un dispositivo de control de un accionador de ese tipo.

Estado de la técnica

- 10 Los aparatos de protección eléctrica se utilizan ampliamente en las redes eléctricas con el fin de proteger los bienes y las personas contra defectos eléctricos. Estos aparatos de protección tienen por función, entre otras, interrumpir la alimentación eléctrica de una parte defectuosa del circuito eléctrico a partir de que se detecte un defecto con el fin de aislar la parte defectuosa del resto del circuito eléctrico. Para ello, los aparatos de protección incluyen un circuito de detección que detecta un defecto tal como un cortocircuito, una sobrecarga, un defecto de aislamiento a tierra o también un defecto de arco y un circuito de control para controlar la apertura de un interruptor de corriente por medio de un accionador. Este comando de apertura debe efectuarse lo más rápidamente posible a partir de que se detecta el defecto con el fin de limitar las consecuencias.

- 20 Por otra parte, existen restricciones a tener en cuenta para ejecutar el comando de apertura en todas las condiciones de funcionamiento. En presencia de un cortocircuito sobre la red eléctrica, la tensión puede bajar en grandes proporciones según la longitud y la sección de los conductores de corriente sometidos al cortocircuito. Por otra parte, ciertos aparatos de protección eléctrica, por ejemplo aquellos sometidos a la norma EN 61009, que tienen una tensión nominal de alimentación de 240 voltios, deben poder funcionar hasta una tensión de alimentación de 50 voltios entre fases. Finalmente, los circuitos deben funcionar en un entorno en el que la densidad de aparatos es grande y la temperatura de funcionamiento puede ser superior a algunas decenas de grados con relación a la temperatura ambiente, en particular cuando los equipos eléctricos se reagrupan próximos entre sí en unos tableros o armarios eléctricos. Para beneficiarse de una cantidad de energía suficiente sin utilizar un medio de almacenamiento de energía caro o voluminoso, es ventajoso utilizar un accionador que pueda ser alimentado directamente por la red eléctrica. Para ello, puede utilizarse un circuito de control del accionador simple y poco oneroso tal como un relé o un semiconductor. Por el contrario un accionador alimentado directamente por la red eléctrica es más o menos sensible a la bajada de la tensión de la red eléctrica. Cuando disminuye la tensión de alimentación de un accionador, su funcionamiento puede ser ralentizado e incluso bloqueado si la tensión es demasiado baja. En estas condiciones, no puede accionar la apertura del interruptor de corriente y el defecto persiste en la instalación eléctrica. Una solución para resolver este problema técnico consiste en alimentar el accionador en tanto que la tensión de alimentación esté presente. Esta solución tiene el inconveniente de provocar un calentamiento del accionador cuando el comando se prolonga y no resuelve el problema de los aparatos que pueden ser alimentados desde más abajo es decir del lado de la carga. En este caso, la tensión de la red está siempre presente y el accionador permanece constantemente alimentado. La utilización de una alimentación recortada reduciría el problema del calentamiento pero induce un sobrecoste significativo al coste de la función. Por otra parte, el tiempo de arranque de una alimentación conmutada no es compatible con los tiempos de respuesta solicitados en presencia de un defecto eléctrico. Se conocen soluciones para favorecer la activación de un interruptor en condiciones correctas.

- 40 El documento WO2015/082629 describe un aparato de protección eléctrica, que comprende una medida de tensión de la línea eléctrica y una reserva de potencia para alimentar el disparador durante un cierto periodo después de que la tensión de la línea eléctrica caiga por debajo de la tensión de operación.

- 45 El documento EP 2.200.050 A1 describe un dispositivo de control de un accionador mediante una trama de ondas de tensión. Este dispositivo está particularmente adaptado para el control de un contactor que debe efectuar varios millones de maniobras sin fallar, teniendo que vencer una fuerza de resistencia variable, con un gran intervalo de temperaturas de funcionamiento y para una tensión de alimentación que puede variar más o menos el 15 % con relación a la tensión nominal. El tren de ondas de tensión tiene preferentemente una duración igual o superior a 50 ms. Este tipo de comando está bien adaptado para efectuar un control suave del cierre de los contactos del contactor con el fin de limitar las restricciones mecánicas y permitir así un gran número de maniobras del aparato.

- 50 Se conocen también soluciones para desconectar el accionador después de la apertura del circuito con el fin de evitar un calentamiento excesivo del accionador: el documento FR 2.604.295 A1 describe un dispositivo de protección con dos contactos para asegurar una puesta afuera de tensión de un botón de ensayo, independientemente del modo de alimentación desde más arriba o desde más abajo. Para resolver el mismo problema técnico de calentamiento, se conoce el documento JP 4.949.927 B2 que describe un control del accionador durante dos alternancias con el fin de no provocar un calentamiento excesivo en caso de pulsación prolongada sobre el botón de ensayo o en caso de alimentación desde más abajo. Sin embargo las soluciones descritas no mencionan una respuesta a la restricción de un funcionamiento satisfactorio cuando la tensión de alimentación fluctúa grandemente.

El objeto de la invención es proporcionar un procedimiento que permita controlar lo más rápidamente posible un

accionador alimentado por una red eléctrica cuya tensión puede bajar en proporciones muy grandes limitando el calentamiento del accionador. Además, el procedimiento de la invención permite una alimentación desde más arriba o desde más abajo del dispositivo de protección en el que se implementa procedimiento.

Exposición de la invención

5 Para ello, la invención describe, un procedimiento de control de un accionador destinado a activar la apertura de un interruptor de corriente conectado a una línea eléctrica que incluye:

- una medida de tensión de la línea eléctrica,
- una determinación de una duración del comando del accionador en función de la tensión medida y de una duración del comando nominal predefinida, siendo la duración del comando superior a la duración del comando nominal cuando la tensión medida es inferior a una tensión nominal predefinida y
- 10 - un comando del accionador durante la duración del comando determinada.

En un modo de realización particular, si la tensión medida es superior a la tensión mínima predefinida e inferior o igual a la tensión nominal predefinida, la determinación de la duración del comando del accionador incluye un cálculo según la ecuación:

$$15 \quad \text{duración del comando} = \text{duración del comando nominal} \times \frac{\text{tensión nominal}}{\text{tensión medida}}$$

En un modo de realización preferente, la determinación de la duración del comando del accionador utiliza una tabla de asociación tensión-duración predefinida formada por, al menos, dos intervalos consecutivos de tensión de entre los que un intervalo, llamado nominal, contiene la tensión nominal, asociándose cada intervalo de tensión a una duración predefinida de comando, llamada determinación de la duración del comando que incluye:

- 20 - una o varias etapas de selección de un intervalo de tensión en el que está comprendida la tensión medida y
- una o varias etapas de determinación de la duración del comando del accionador igual a la duración predefinida del comando asociada al intervalo de tensión seleccionado.

Preferentemente, la línea eléctrica suministra una tensión alterna y la duración del comando del accionador corresponde a un número entero de alternancias de la tensión alterna.

25 La invención se refiere igualmente a un dispositivo de accionamiento que comprende:

- un circuito de medida conectado a una línea eléctrica para proporcionar una medida de la tensión de la línea eléctrica,
- un circuito de control de un accionador dispuesto para controlar una alimentación del accionador por la red eléctrica,
- un circuito de procesamiento conectado al circuito de medida, a un circuito de detección de defectos y al circuito de control del accionador, disponiéndose dicho circuito de tratamiento para:
- 30 - recibir una señal de defecto emitida por el circuito de detección de defecto,
- recibir la medida de la tensión de la línea eléctrica y
- ejecutar el procedimiento de control del accionador descrito anteriormente cuando el circuito de tratamiento recibe la señal de defecto.

35 Ventajosamente, la duración del comando del accionador es inferior o igual a 40 ms cuando la tensión de la línea eléctrica es igual a un valor de tensión nominal predefinido.

Ventajosamente, la duración del comando del accionador está limitada a una duración máxima predefinida.

Ventajosamente, el circuito de control del accionador suministra una tensión alterna rectificada al accionador.

Ventajosamente, el comando del accionador se inicializa con un paso por cero de la tensión de la línea eléctrica.

40 Preferentemente, el circuito de control del accionador comprende un tiristor. Preferentemente, para una tensión nominal de la línea eléctrica igual a 240 voltios, el comando del accionador controla la alimentación del accionador durante:

- dos alternancias cuando la tensión medida es superior o igual a 150 voltios,
- tres alternancias cuando la tensión medida es inferior a 150 voltios y superior o igual a 100 voltios, y
- 45 - cuatro alternancias cuando la tensión medida es inferior a 100 voltios.

La invención se refiere igualmente a un aparato de protección eléctrica conectado a una red eléctrica que incluye:

- un interruptor de corriente para establecer o para interrumpir la circulación de una corriente eléctrica en una línea eléctrica,
- un accionador para activar la apertura del interruptor de corriente y
- 50 - un circuito de detección de defecto en la red eléctrica para suministrar una señal de defecto,

incluyendo dicho aparato de protección eléctrica un dispositivo de accionamiento tal como se ha descrito anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

Otras ventajas y características se desprenderán más claramente de la descripción que va a seguir, de modos particulares de realización de la invención, dados a título de ejemplos no limitativos y representados en los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 ilustra, en forma de esquema de bloques, un aparato de protección eléctrica que incluye un interruptor de corriente, un accionador y unos circuitos para implementar el procedimiento de la invención,
- la figura 2 representa un organigrama del procedimiento de control del accionador según un primer modo de realización,
- la figura 3A es una representación gráfica de una duración del comando de un accionador calculada por medio de una ecuación, según un primer modo de determinación,
- la figura 3B es una representación gráfica de una duración del comando de un accionador determinada por medio de una tabla de asociación tensión-duración, según un modo de realización preferente,
- la figura 4 representa una tabla de asociación tensión-duración utilizada en una etapa de determinación de una duración del comando de un accionador según un modo de realización preferente,
- la figura 5 representa un organigrama detallado de una determinación de la duración del comando del accionador por medio de una tabla de asociación tensión-duración,
- la figura 6 representa un organigrama del procedimiento de control del accionador según un segundo modo de realización que permite reducir el tiempo de respuesta durante el comando del accionador,
- la figura 7A representa un esquema de un circuito de control del accionador según un modo de realización preferente,
- la figura 7B representa un esquema de una variante del circuito de control del accionador,

Descripción detallada de modos de realización preferentes

La invención tiene por objeto un procedimiento de control de un accionador 4 para activar la apertura de un interruptor 2 de corriente en un aparato 1 de protección para una red eléctrica. Tal como se ha representado en la figura 1 en la forma de un esquema de bloques, el aparato 1 de protección se conecta a la red eléctrica suministradora de energía por medio de conductores 3a y conectado a unas cargas que utilizan la energía eléctrica por medio de conductores 3b. En el interior del aparato de protección, los conductores 3a del lado de arriba se conectan en serie con el interruptor 2 de corriente, igualmente conectado serie con unos conductores 3. Los conductores 3b del lado de abajo se conectan en serie con los conductores 3. En caso de defecto eléctrico a la altura de las cargas conectadas a los conductores 3b, el aparato 1 de protección abre el interruptor 2 con el fin de interrumpir la circulación de energía entre los conductores 3a y los conductores 3b. El comando de apertura del interruptor 2 se activa mediante el accionador 4.

El accionador 4 es un órgano electromecánico que recibe una energía eléctrica de control en sus enlaces 11a y 11b para transformar la energía eléctrica recibida en energía mecánica utilizada para la activación del interruptor 2. El circuito 5 de control se conecta a los conductores 3 y se dispone para extraer la energía eléctrica de la red para alimentar el accionador 4 cuando es necesario accionar el interruptor 2. El accionador 4 se controla preferentemente mediante una aplicación de una tensión extraída en los conductores 3 de la red eléctrica. La figura 1 representa, según un modo de realización preferente, un aparato de protección destinado a una utilización en una red eléctrica monofásica que incluye dos conductores 3a de corriente. Está presente una tensión eléctrica U entre los conductores 3a, 3, 3b, por ejemplo 240 voltios, en funcionamiento nominal. Cuando está presente un defecto eléctrico, tal como un cortocircuito, a la altura de las cargas conectadas a los conductores 3b, la tensión U puede bajar significativamente, por ejemplo hasta 50 voltios y sin embargo el accionador, previsto para funcionar bajo una tensión U_n nominal igual a 240 voltios por ejemplo, debe estar siempre en condiciones de activar el interruptor 2. Por otra parte, existen instalaciones eléctricas para las que el aparato de protección puede alimentarse desde más abajo es decir que los conductores 3b de corriente se conectan a la red eléctrica suministradora de energía y los conductores 3a se conectan a las cargas. La tensión U está por tanto presente permanentemente entre los dos conductores 3b, incluso cuando está abierto el interruptor 2.

La figura 2 es un organigrama del procedimiento de control del accionador según un primer modo de realización de la invención. El procedimiento incluye una etapa 20 de medida de la tensión U entre los conductores 3 por medio de un circuito 6 de medida. A continuación, el procedimiento incluye una etapa 30 de determinación de la duración T durante la que debe aplicarse un comando al accionador para activar la apertura del interruptor 2. Según la invención, la duración T es función de la tensión U presente en el instante del comando. Un punto de referencia es una duración nominal del comando T_n , predefinida por el constructor del accionador, para una tensión U_n nominal de control del accionador. Por ejemplo, T_n es igual a 40 ms para tensión U_n nominal igual a 240 voltios. Según la invención, la relación entre la duración T y la tensión U es tal que para una tensión U inferior a la tensión U_n nominal, la duración T del comando es superior a la duración T_n nominal. De este modo, el accionador dispone de una energía sustancialmente constante, adaptada en función del nivel de la tensión U , para accionar el interruptor 2. A continuación, en el curso de la etapa 40, se inicializa a cero un contador de tiempos $Tempo$, posteriormente, en el curso de la etapa 50, se controla el accionador 4. A continuación, en la etapa 60, el contador de tiempos $Tempo$ se incrementa con cada

unidad de tiempo transcurrido. Preferentemente, una unidad de tiempo es igual a un milisegundo. El procedimiento pasa a continuación a una etapa 70 para comparar el tiempo transcurrido Tempo con la duración T del comando. En tanto que el tiempo transcurrido Tempo sea inferior al tiempo T del comando, se mantiene el comando. Cuando el tiempo transcurrido Tempo es igual o superior a T, el procedimiento pasa a la etapa 80 que incluye una detención del comando del accionador 4. Este procedimiento presenta la ventaja de controlar la alimentación del accionador 4 durante el tiempo necesario para el accionamiento del interruptor 2 y posteriormente detiene el comando del accionador para limitar el calentamiento de dicho accionador. Este modo de funcionamiento es idéntico tanto si el aparato de protección es alimentado desde más arriba como desde más abajo.

Un primer modo de determinación de la duración T del comando en función de la tensión U se utiliza en la forma de una representación gráfica en la figura 3A. En este primer modo de realización, la duración T del comando se calcula por medio de una ecuación:

$$\text{duración } T \text{ del comando} = \text{duración } T_n \text{ del comando nominal} \times \frac{\text{tensión } U_n \text{ nominal}}{\text{tensión } U \text{ medida}}$$

Para una tensión U igual a la tensión U_n nominal, la duración T del comando es igual a la duración T_n nominal y para cualquier valor de tensión U medido inferior a la tensión U_n nominal, la duración T del comando del accionador es superior a la duración T_n de comando nominal. Por ejemplo, para una tensión U = la mitad de la tensión U_n nominal, la duración T del comando es igual al doble de la duración T_n nominal.

La cantidad $T_n \times U_n$ es igual a una constante K_n que representa la energía necesaria para activar el accionador. La ecuación puede por tanto representarse en una forma equivalente:

$$\text{duración } T \text{ del comando} = \frac{K_n}{\text{tensión } U \text{ medida}}$$

La utilización de la ecuación de cálculo es fácil de implementar pero, para una tensión U reducida, la duración T es muy larga. Por ejemplo, para $U = U_n / 10$, la duración $T = 10 \times T_n$. Un comando del accionador durante una duración larga puede provocar un calentamiento excesivo del accionador. Para evitar dicho efecto, si la tensión U, medida en la etapa 20, es inferior a una tensión $U_{\min}$ mínima, entonces el accionador es controlado durante una duración $T_{\max}$ máxima predeterminada después de la que se detiene el comando del accionador.

A la inversa, para una tensión U superior a U_n , la duración T es igual a T_n .

Es posible introducir variantes en la ecuación de cálculo: por ejemplo añadir una constante a la tensión U_n nominal o una constante al tiempo T_n o también utilizar un coeficiente multiplicador de la tensión U_n nominal o de la constante al tiempo T_n . La utilización de constantes o coeficientes multiplicadores modifica la concavidad de la curva representada en la figura 3A y los valores en los límites. Esta utilización está destinada a una adaptación de la duración T del comando a unas restricciones de construcción del accionador 4. De manera más general, la constante K_n puede definirse a partir de la tensión U_n nominal y/o de cualquier otro parámetro eléctrico propio del accionador tal como, por ejemplo, la corriente nominal que circula en el accionador o el valor de la inductancia del accionador.

Un segundo modo de determinación de la duración T del comando en función de la tensión U se utiliza en la figura 3B. En este modo de realización, la duración T del comando es constante en el interior de intervalos predefinidos de tensión U. De ese modo, para una tensión U inferior a la tensión U_n nominal y superior o igual a un primer umbral de tensión U_{s1} , siendo U_{s1} inferior a U_n , la duración T del comando asociado es igual a T_n . Para una tensión U inferior al primer umbral de tensión U_{s1} y superior o igual a un segundo umbral de tensión $U_{\min}$, siendo $U_{\min}$ inferior a U_{s1} , la duración T del comando es igual a una duración predefinida T_{s1} , siendo T_{s1} superior a T_n . Para una tensión U inferior al segundo umbral de tensión $U_{\min}$, la duración T del comando es igual a $T_{\max}$, siendo $T_{\max}$ superior a T_{s1} . A continuación, se empleará la expresión: "la duración T del comando se asocia a un intervalo de tensión U" para indicar una asociación única entre un intervalo de tensión y una duración del comando. De ese modo en el ejemplo ilustrado en la figura 3B:

- la duración T_n del comando se asocia al intervalo de tensión $U_n - U_{s1}$,
- la duración T_{s1} del comando se asocia al intervalo de tensión $U_{s1} - U_{\min}$ y
- la duración $T_{\max}$ del comando se asocia al intervalo de tensión $U_{\min} - 0$ voltios.

De manera más general, es posible asociar una duración T del comando a cualquier intervalo de tensión dado respetando varias reglas:

- una duración del comando asociada a un intervalo dado es superior a la duración del comando asociada al intervalo de tensión inmediatamente superior,
- los intervalos de tensión son consecutivos, es decir que el límite inferior de un intervalo de tensión dado es igual al límite superior del intervalo de tensión inmediatamente inferior,
- la tensión U_n nominal forma parte de un intervalo de tensión U llamado "intervalo nominal" que contiene las tensiones más elevadas y
- la duración T_n del comando nominal se asocia al intervalo de tensión nominal y

- la duración T del comando del accionador no sobrepasa la duración T_{máx} máxima.

Según el ejemplo ilustrado en la figura 3B, el intervalo de tensión nominal es el intervalo $U_n - U_{s1}$. Es posible definir tantos intervalos como sea necesario, por ejemplo para adaptarse a las características de funcionamiento del accionador. Una definición de al menos dos intervalos de tensión es evidentemente necesaria. La tensión U_n nominal puede constituir un límite superior del intervalo nominal. Sin embargo la tensión de alimentación de los equipos puede evolucionar por encima del valor nominal dado, por ejemplo +10 %, el intervalo nominal podrá ser $U_n + 10 \% - U_{s1}$. Más generalmente, la duración T del comando es igual a la duración T_n del comando nominal para una tensión U superior a U_n . En este modo de realización, para cada intervalo de tensión predefinido, la duración T del comando es superior o igual a la duración del comando T_n nominal para cualquier valor de tensión U medida inferior a la tensión U_n nominal.

Con el fin de facilitar la implementación de este modo de realización, se construye una tabla de asociación tensión-duración. Un ejemplo de tabla de asociación tensión-duración se representa en la figura 4. En una columna se identifican los intervalos de tensión de alimentación U con relación, en una segunda columna, a la duración T del comando asociado a cada intervalo. Una tabla de asociación de ese tipo puede implantarse fácilmente en una memoria de un circuito de procesamiento.

Como variante, para una alimentación a partir de una línea eléctrica que suministre una tensión alterna a frecuencia F, la duración del comando puede definirse en número de alternancias de dicha red, definiéndose una alternancia como un semiperiodo de un fenómeno alterno. Para una alimentación mono-alternancia del accionador a partir de una red de frecuencia F=50 Hz, es decir un periodo de 20 ms, una duración T_n igual a 40 ms corresponde a dos alternancias.

En un modo de realización preferente, para una tensión U_n nominal de la línea 3 eléctrica igual a 240 voltios, la duración T del comando de alimentación del accionador 4 es igual a:

- una duración T_n igual a 40 ms es decir dos alternancias de una alimentación mono-alternancia, cuando la tensión U medida es superior o igual a 150 voltios,
- una duración T_{s1} igual a 60 ms es decir tres alternancias de una alimentación mono-alternancia, cuando la tensión U medida es inferior a 150 voltios y superior o igual a 100 voltios y
- una duración T_{máx} igual a 80 ms es decir cuatro alternancias de una alimentación mono-alternancia cuando la tensión U medida es inferior a 100 voltios.

Una duración T del comando del accionador, inferior o igual a 40 ms cuando la tensión U de la línea eléctrica es igual a un valor de tensión U_n nominal fijado en 240 voltios permite responder a las exigencias de las normas IEC/EN 61008 y IEC/EN 61009 que se refieren al tiempo de respuesta para la protección de las personas.

La tabla de asociación representada en la figura 4 ilustra igualmente la correspondencia entre cada intervalo de tensión de alimentación U y la duración T del comando asociado, expresado en número de alternancias de la alimentación mono-alternancia. El procedimiento descrito es independiente de la frecuencia de la red eléctrica cuando la duración T_n del comando se expresa en número de alternancias de una alimentación mono-alternancia. Así para una red de frecuencia 60 Hz, una duración T_n correspondiente a dos alternancias de una alimentación mono-alternancia será igual a 33,3 ms.

Preferentemente, la duración del comando del accionador corresponde a un número entero de alternancias de la tensión alterna. Esta correspondencia ingeniosa permite simplificar la implementación del algoritmo de comando de un accionador haciéndole independiente de eventuales variaciones de la frecuencia de la red eléctrica. Por otra parte la elección de un número entero de alternancias favorece la implementación simplificando el conteo de las alternancias y favorece igualmente la realización práctica de la alimentación del accionador tal como se describe posteriormente y representa en las figuras 7A y 7B.

La figura 5 representa un organigrama detallado de determinación de la duración del comando del accionador por medio de una tabla de asociación tensión-duración. Efectuándose la medida de la tensión U en el curso de la etapa 20, la tensión U se compara con un primer umbral de tensión U_{s1} en el curso de la etapa 31. Si la tensión U es superior o igual al primer umbral de tensión U_{s1} entonces la duración T del comando se fija a la duración T_n nominal en el curso de la etapa 33 y el procedimiento se prosigue mediante la etapa 40 en el curso de la que el contador de tiempos Tempo se inicializa a cero. Si la tensión U es inferior al primer umbral U_{s1} , la tensión U se compara con un segundo umbral de tensión $U_{mín}$ en el curso de la etapa 32. Si la tensión U es superior al segundo umbral de tensión $U_{mín}$ entonces la duración T del comando es igual a la duración T_{s1} predefinida en el curso de la etapa 34 y el procedimiento se prosigue mediante la etapa 40. Si la tensión U es inferior al segundo umbral de tensión $U_{mín}$, entonces la duración T del comando se define igualmente en T_{máx} en el curso de la etapa 35. La etapa 30 está constituida por las etapas 31, 32, 33, 34 y 35. Esta etapa 30 corresponde al procedimiento de determinación de la duración del comando del accionador por medio de una tabla de asociación tensión-duración según el segundo modo de determinación. El procedimiento de control se prosigue a continuación mediante la etapa 40 en el curso de la que se inicializa a cero el contador de tiempos Tempo, y posteriormente por la etapa 50 en el curso de la que se controla el accionador 4. El procedimiento de control se finaliza por las etapas 70 y 80 tal como se representan en la figura 2.

El procedimiento así descrito es aplicable a tantos intervalos de tensión como sea necesario: para n intervalos de tensión, son necesarias $n-1$ comparaciones. En el caso de un gran número de intervalos de tensión, es posible reducir el número de comparaciones procediendo por dicotomía.

5 El procedimiento es tal que, cuando la tensión U es superior a U_n , la duración T del comando del accionador permanece igual a la duración T_n nominal.

La figura 6 representa un organigrama del procedimiento de control del accionador según un segundo modo de realización que permite reducir el tiempo de respuesta durante el comando del accionador. El procedimiento comienza en la etapa 36 en el curso de la que se fija la duración T del comando a la duración T_n nominal. A continuación, en la etapa 41, el contador de tiempo Tempo se inicializa a cero y posteriormente el procedimiento pasa a la etapa 51 correspondiente al comando del accionador 4. En la etapa 61, el contador de tiempo Tempo se arranca y comienza a contar el tiempo transcurrido. El procedimiento pasa a continuación a la etapa 21 de medición de la tensión U y posteriormente a la etapa 37 de determinación de la duración T según uno u otro de los dos modos de determinación. A continuación, en el transcurso de las etapas 62 y 71, el procedimiento incrementa el contador de tiempos Tempo, después de cada unidad de tiempo transcurrida, hasta que el contador de tiempo Tempo sea igual o superior al tiempo T . A continuación, el comando del accionador 4 se detiene en la etapa 81. En este segundo modo de realización, la etapa 36 es equivalente a la etapa 33, la etapa 41 es equivalente a la etapa 40, la etapa 51 es equivalente a la etapa 50, la etapa 21 es equivalente a la etapa 20, la etapa 37 es equivalente a la etapa 30, la etapa 71 es equivalente a la etapa 70 y la etapa 81 es equivalente a la etapa 80. Esta variante del procedimiento permite lanzar inmediatamente el comando de alimentación del accionador en la etapa 51, antes de efectuar la medida de la tensión U en la etapa 21. A continuación se ajusta la duración T , en caso necesario, en la etapa 37. El procedimiento ilustrado en la figura 2 es más simple pero el accionador no se controla mientras no se efectúe la medida de la tensión U en el curso de la etapa 20 lo que retarda en el mismo tiempo la apertura de los contactos 2. El procedimiento de la figura 2 se reserva por tanto a un aparato capaz de efectuar la medida de la tensión U en un tiempo despreciable con relación al tiempo de respuesta nominal T_n . Otra posibilidad de compensar el tiempo de medida de la tensión en la etapa 20 es restar a la duración T determinada en la etapa 30 el tiempo necesario para la medida.

El procedimiento de la invención se destina preferentemente al comando de un accionador 4 destinado a activar la apertura de un interruptor 2 de corriente en un aparato de protección eléctrica 1 que incluye:

- un interruptor 2 de corriente para establecer o para interrumpir la circulación de la corriente eléctrica en una línea 3 eléctrica,
- 30 - un accionador 4 para activar la apertura del interruptor 2 de corriente y
- un circuito de detección de defecto 8 conectado al captador 9 para suministrar una señal de defecto a un circuito 7 de procesamiento cuando está presente un defecto eléctrico en una línea 3 eléctrica, 3a o 3b. El captador 9 es un captador de uno o varios parámetros eléctricos o electromecánicos tales como la corriente, tensión, frecuencia, estados, señal de anomalía de funcionamiento, siendo la lista no limitativa. Preferentemente, el captador 9 es un
- 35 captador de corriente diferencial.

El aparato de protección eléctrica de la invención incluye un dispositivo de accionamiento 10 que comprende:

- un circuito 6 de medida conectado a la línea 3 eléctrica para suministrar una medida de la tensión U entre los conductores de la línea 3 eléctrica,
- un circuito 5 de control del accionador 4 dispuesto para controlar una realimentación del accionador 4 extrayendo
- 40 energía eléctrica en los conductores de la línea 3 eléctrica,
- un circuito 7 de procesamiento conectado:
 - al circuito 6 de medida mediante un enlace 13,
 - al circuito 8 de detección de defecto mediante un enlace 12 y
 - al circuito 5 de control del accionador mediante un enlace 14.

45 El circuito 7 de procesamiento se dispone para:

- recibir la señal de defecto por el enlace 12,
- recibir la medida de la tensión U de la línea eléctrica por el enlace 13 y
- ejecutar el procedimiento de control del accionador cuando el circuito 7 de procesamiento recibe la señal de defecto.

50 El circuito de procesamiento comprende preferentemente un microcontrolador para ejecutar las etapas del procedimiento y una memoria para contener la tabla de asociación tensión-duración y los valores de las constantes U_n y T_n .

La figura 7A representa un esquema de un circuito 5 de control del accionador según un modo de realización preferente. La energía eléctrica bajo la tensión U se extrae en los conductores 3 por medio de enlaces 15a y 15b. El enlace 15a se conecta al accionador 4 a través de un enlace 11b, el enlace 15b se conecta a dos diodos D3 y D4 que forman con D1 y D2 un puente de diodos destinado a suministrar una tensión rectificada en doble alternancia para la alimentación de los circuitos entre los puntos V_{cc} y V_{ss} . Se conecta un tiristor Th entre el enlace 11a y el potencial de referencia V_{ss} . El comando de puesta en conducción del tiristor Th se realiza mediante el enlace 14 conectado al

circuito 7 de procesamiento. De ese modo cuando el circuito de control envía una orden de comando de alimentación del accionador 4, el tiristor Th se pone en conducción y la tensión presente entre los conductores 3 se establece en los bornes del accionador 4 a través de los enlaces 15b, el tiristor Th, el diodo D4 y el enlace 15a. Circula una alternancia positiva en el accionador 4. Con el paso de la tensión U a cero, el tiristor se bloquea y la alternancia negativa suministra una alimentación Vcc pero no permite una alimentación del accionador. El tiristor no permite más que una alimentación mono-alternancia del accionador. El tiristor Th puede ser puesto en conducción en no importa qué momento pero, preferentemente, el circuito de control envía la orden de puesta en conducción del tiristor Th cuando la tensión U pasa por cero, antes de la llegada de una alternancia positiva. De este modo, el accionador se alimenta por una alternancia completa. El comando de alimentación se encuentra sincronizado con la red eléctrica que suministra alimentación.

El tiristor Th puede sustituirse por un triac, un transistor o cualquier otro dispositivo interruptor controlable.

La figura 7B representa un esquema de una variante de circuito de control del accionador. El interruptor controlable mediante el enlace 14 es un transistor Tr. El transistor Tr se conecta entre la salida del puente de diodos formado por D1, D2, D3 y D4 o también entre el cátodo del diodo D1 y el potencial de referencia Vss. Al recibir un comando de alimentación del accionador 4 a través del enlace 14, el transistor Tr se convierte en conductor y cortocircuita las salidas del puente de diodos. La tensión presente entre los conductores 3 se establece en los bornes del accionador 4 a través del enlace 15b, el transistor Tr, el enlace 15a y, según la polaridad de la tensión U, a través de los diodos D1 y D4 o D3 y D2. El accionador se alimenta de la tensión rectificada en doble alternancia. El esquema de la figura 7B suministra al accionador 4 la tensión eficaz más elevada que en el caso del esquema de la figura 7A. Necesita sin embargo un diodo D5 suplementario para conservar la tensión Vcc cuando el transistor Tr es conductor.

Cuando no se controlan el tiristor Th o el transistor Tr, la alimentación para los circuitos 6 de medida, 7 de procesamiento u 8 de detección, proporcionada entre los puntos Vcc y Vss, se efectúa a través del accionador 4. La corriente es reducida porque los circuitos consumen poco y el accionador no dispone de suficiente energía para ser activado. En cambio, la impedancia del accionador juega el papel de filtro contra las perturbaciones electromagnéticas de alta frecuencia lo que permite una reducción de tamaño y de potencia de los componentes de protección contra este tipo de perturbación. Según un modo de realización preferente de la invención, se conecta una varistancia RV por un lado al enlace 11a y por otro lado al enlace 15a para nivelar cualquier sobretensión sustancialmente superior a Un presente entre los conductores 3.

El procedimiento de la invención así descrito permite un comando de alimentación del accionador que se adapta a una bajada importante de la tensión de alimentación U, adaptando la duración T del comando de manera que proporcione la energía necesaria para activar la apertura del interruptor 2 en el tiempo lo más corto posible. La duración del comando está sin embargo limitada con el fin de reducir el calentamiento del accionador 4 y permite la implantación del accionador y del dispositivo 10 de accionamiento en un aparato sometido a una temperatura ambiente elevada y/o integrado en un entorno en el que la densidad de aparellaje es grande. El procedimiento puede implementarse con medios simples y económicos adaptados a la utilización en un aparato de producción producido en grandes series. La utilización del procedimiento de la invención permite igualmente una reducción del número de variantes industriales de accionadores puesto que hace posible la utilización de un accionador en un gran intervalo de tensión. La influencia de una variación de la frecuencia de la red eléctrica se atenúa lo que aporta un suplemento de adaptabilidad de funcionamiento de cara a las perturbaciones de dicha red.

Más generalmente, el procedimiento de la invención puede utilizarse en un aparato de protección para red eléctrica monofásica o trifásica, en baja, media o alta tensión. El procedimiento puede utilizarse igualmente en un aparato que funcione en una red de tensión continua, no pudiendo expresarse en este caso evidentemente la duración del comando en número de alternancias.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de un accionador (4) destinado a activar la apertura de un interruptor (2) de corriente conectado a una línea eléctrica, incluyendo el procedimiento:

- una medida de tensión (U) de la línea eléctrica,

5 estando este procedimiento **caracterizado porque** incluye:

- una determinación de una duración (T) del comando del accionador (4) en función de la tensión (U) medida y de una duración (Tn) del comando nominal predefinida, siendo la duración (T) del comando superior o igual a la duración (Tn) del comando nominal cuando la tensión (U) medida es inferior a una tensión (Un) nominal predefinida y

10 - un comando del accionador durante la duración (T) del comando determinada.

2. Procedimiento de control de un accionador (4) según la reivindicación 1 **caracterizado porque**, si la tensión (U) medida es superior a la tensión (U_{mín}) mínima predefinida e inferior o igual a la tensión (Un) nominal predefinida, la determinación de la duración (T) del comando del accionador (4) incluye un cálculo según la ecuación:

$$\text{duración } T \text{ del comando } (Tn) = \text{duración de comando nominal}(Tn) \times \frac{\text{tensión } (Un) \text{ nominal}}{\text{tensión } (U) \text{ medida}}.$$

15 3. Procedimiento de control de un accionador (4) según la reivindicación 1 **caracterizado porque** la determinación de la duración (T) del comando del accionador utiliza una tabla de asociación tensión-duración predefinida formada por, al menos, dos intervalos consecutivos de tensión de entre los que un intervalo, llamado nominal, contiene la tensión (Un) nominal, asociándose cada intervalo de tensión a una duración predefinida de comando, llamada determinación de la duración del comando que incluye:

- una o varias etapas (31, 32) de selección de un intervalo de tensión en el que está comprendida la tensión (U) medida y
- una o varias etapas (33, 34, 35) de determinación de la duración (T) del comando del accionador igual a la duración (Tn, Ts1, T_{máx}) predefinida del comando asociada al intervalo de tensión seleccionado.

25 4. Procedimiento de control de un accionador según la reivindicación 3 **caracterizado porque** la línea eléctrica suministra una tensión alterna y la duración (T) del comando del accionador corresponde a un número entero de alternancias de la tensión alterna.

5. Dispositivo (10) de accionamiento **caracterizado porque** comprende:

- un circuito (6) de medida conectado a una línea (3) eléctrica para proporcionar una medida de la tensión (U) de la línea (3) eléctrica,
- un circuito (5) de control de un accionador (4) dispuesto para controlar una alimentación del accionador (4) por la red eléctrica,
- un circuito (7) de tratamiento conectado al circuito (6) de medida, a un circuito (8) de detección de defectos y al circuito (5) de control del accionador, disponiéndose dicho circuito de tratamiento para:

- recibir una señal de defecto emitida por el circuito (8) de detección de defecto,
- recibir la medida (U) de la tensión de la línea (3) eléctrica, y
- ejecutar el procedimiento de control del accionador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 cuando el circuito (7) de procesamiento recibe la señal de defecto.

40 6. Dispositivo (10) de accionamiento según la reivindicación 5 **caracterizado porque** la duración (T) del comando del accionador es inferior o igual a 40 ms cuando la tensión (U) de la línea eléctrica es igual a un valor de tensión (Un) nominal predefinido.

7. Dispositivo (10) de accionamiento según una de las reivindicaciones 5 o 6 **caracterizado porque** la duración (T) del comando del accionador está limitada a una duración (T_{máx}) máxima predefinida.

8. Dispositivo (10) de accionamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7 **caracterizado porque** el circuito (5) de control del accionador (4) suministra una tensión alterna rectificada al accionador (4).

45 9. Dispositivo (10) de accionamiento según la reivindicación 8 **caracterizado porque** el control (5) del accionador (4) se inicializa con un paso por cero de la tensión (U) de la línea eléctrica.

10. Dispositivo (10) de accionamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9 **caracterizado porque** el circuito (5) de control del accionador (4) comprende un tiristor (Th).

50 11. Dispositivo (10) de accionamiento según la reivindicación 10 **caracterizado porque**, para una tensión (Un) nominal de la línea eléctrica igual a 240 voltios, el control (5) del accionador (4) controla la alimentación del accionador (4) durante:

- dos alternancias cuando la tensión (U) medida es superior o igual a 150 voltios,
- tres alternancias cuando la tensión (U) medida es inferior a 150 voltios y superior o igual a 100 voltios, y
- cuatro alternancias cuando la tensión (U) medida es inferior a 100 voltios.

12. Aparato (1) de protección eléctrica conectado a una red eléctrica que incluye:

- 5
- un interruptor (2) de corriente para establecer o para interrumpir la circulación de una corriente eléctrica en una línea (3) eléctrica,
 - un accionador (4) para activar la apertura del interruptor (2) de corriente, y
 - un circuito (8) de detección de defecto en la red eléctrica para suministrar una señal de defecto,

10 **caracterizado porque** dicho aparato (1) de protección eléctrica incluye un dispositivo (10) de accionamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11.

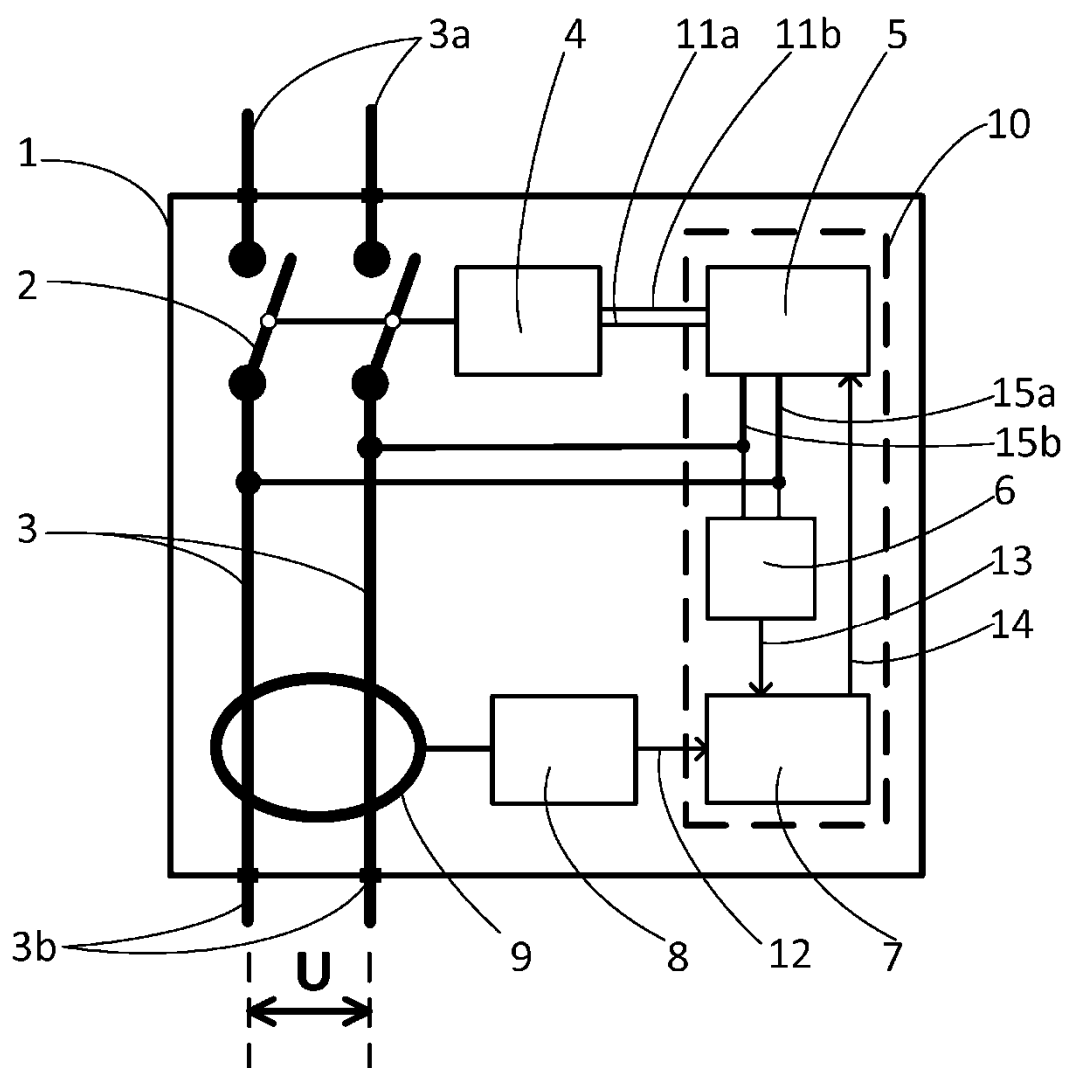


FIG. 1

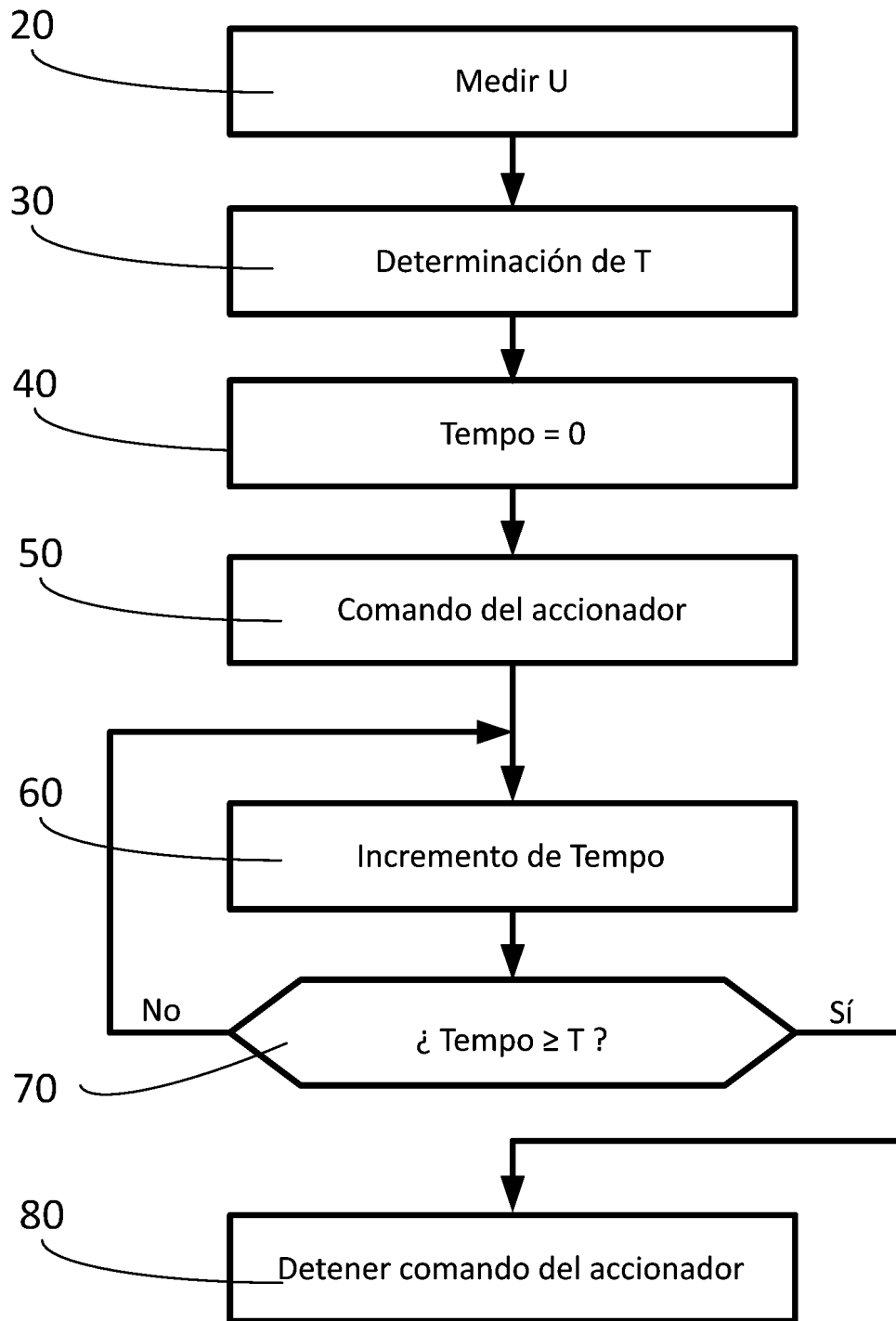


FIG. 2

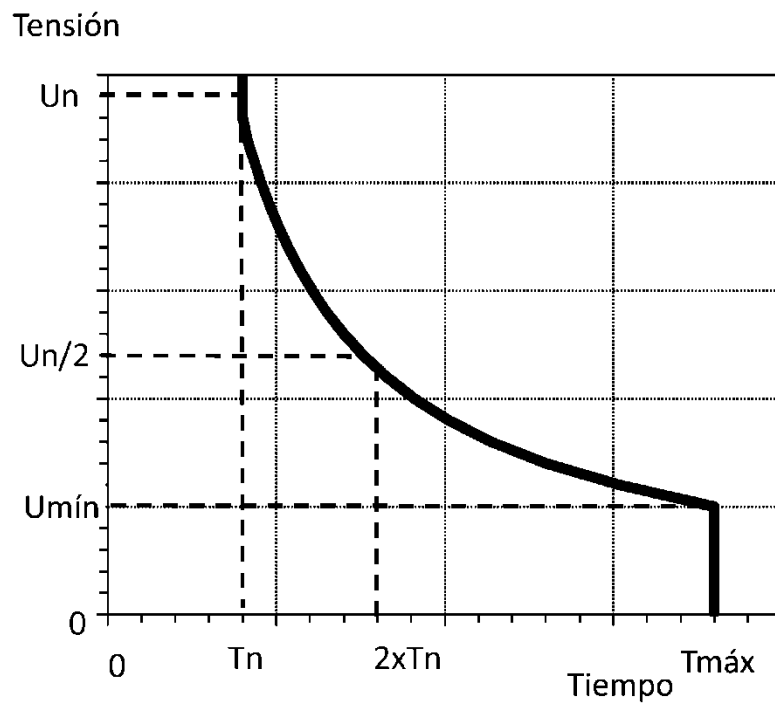


FIG. 3A

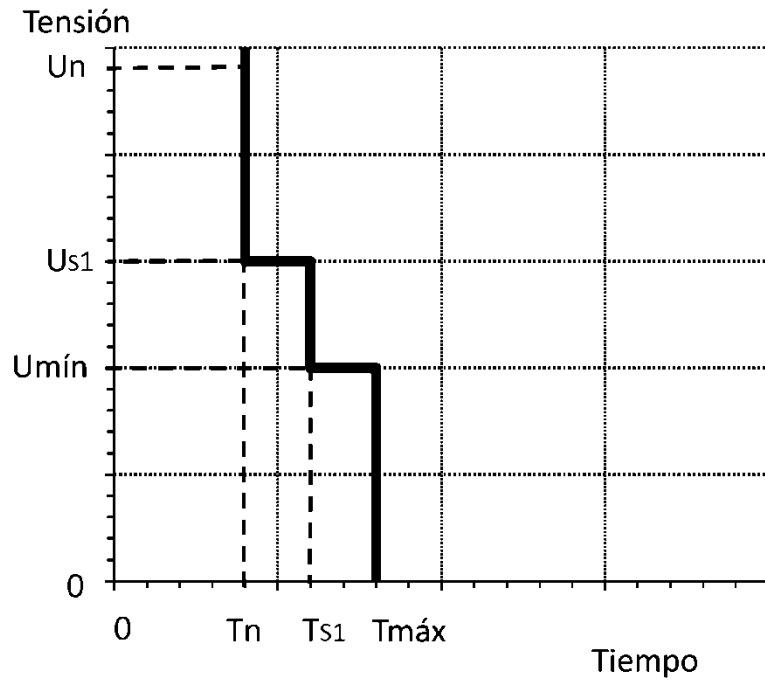


FIG. 3B

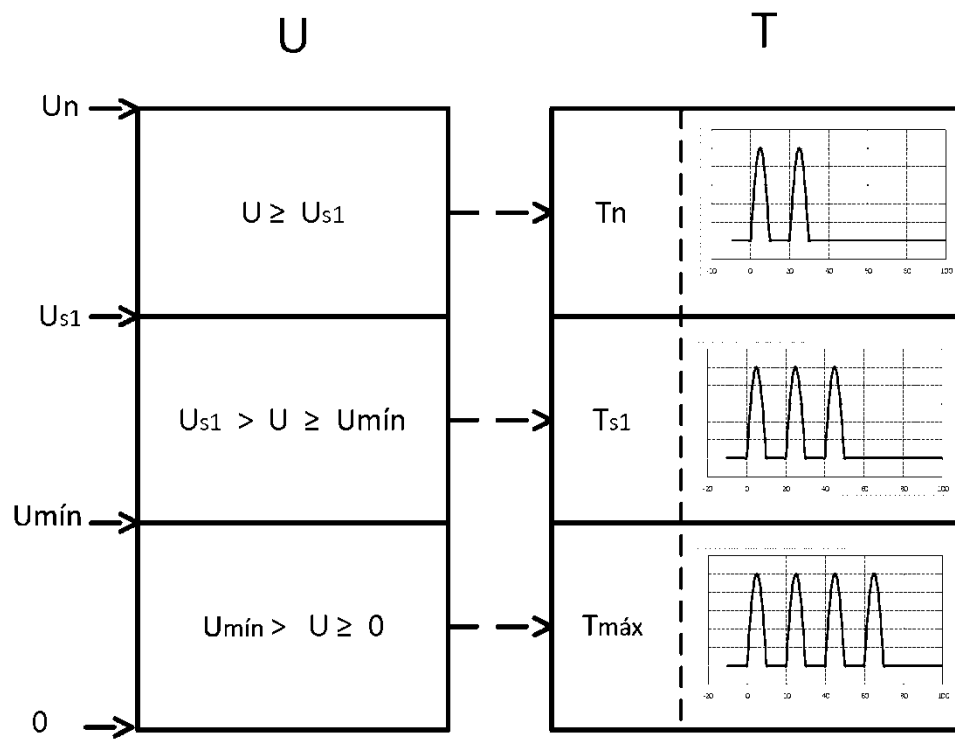


FIG. 4

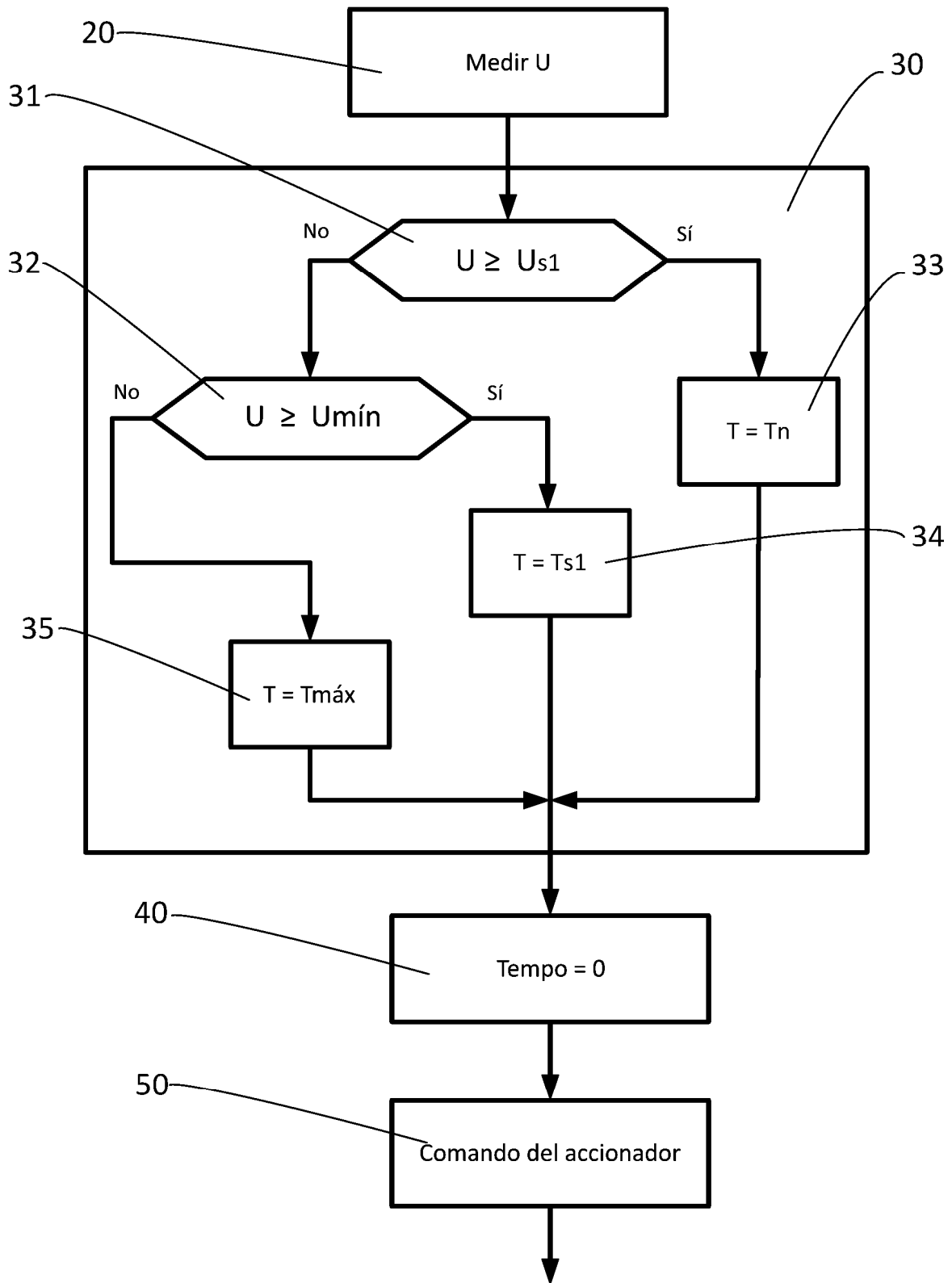


FIG. 5

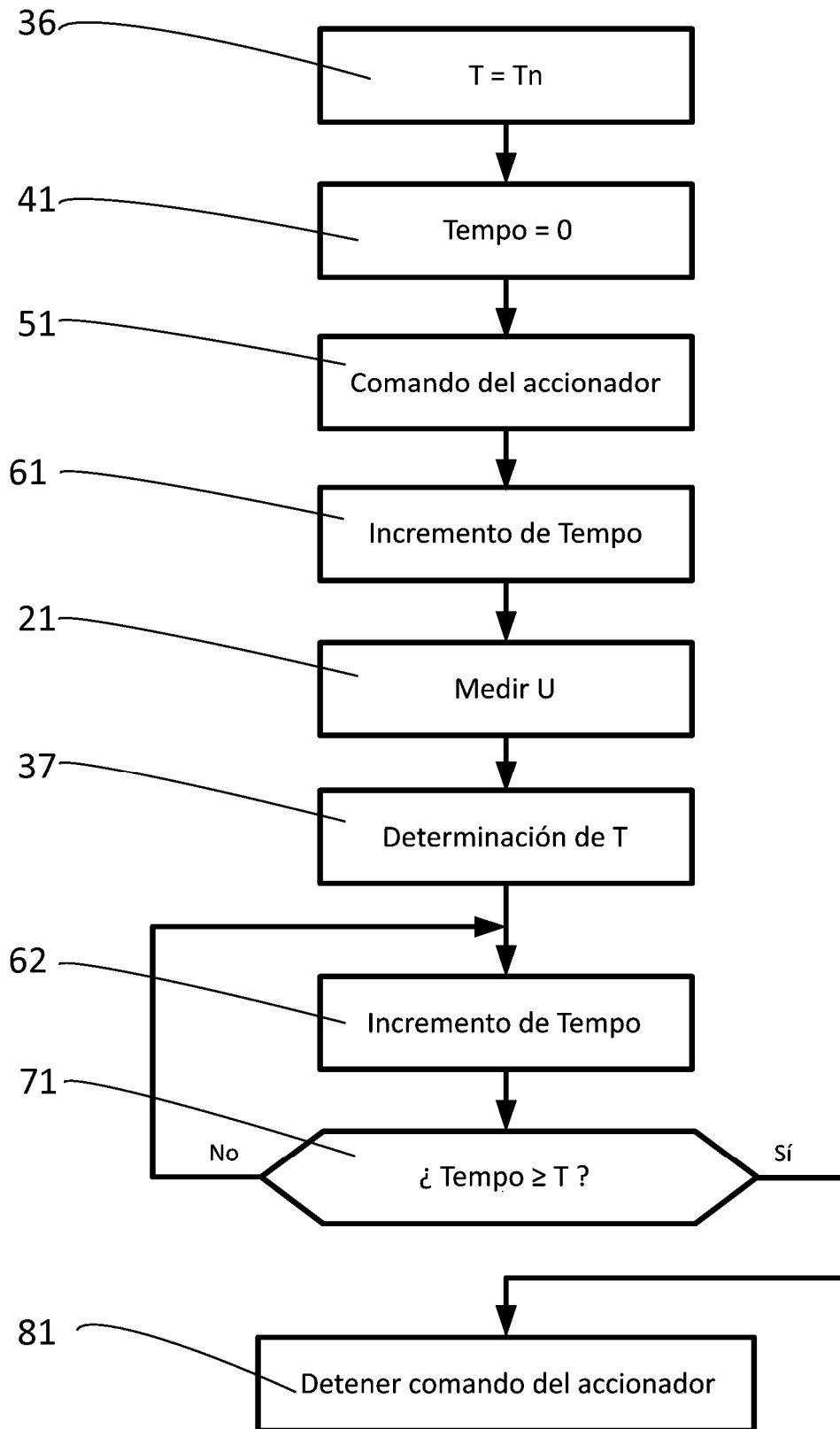


FIG. 6

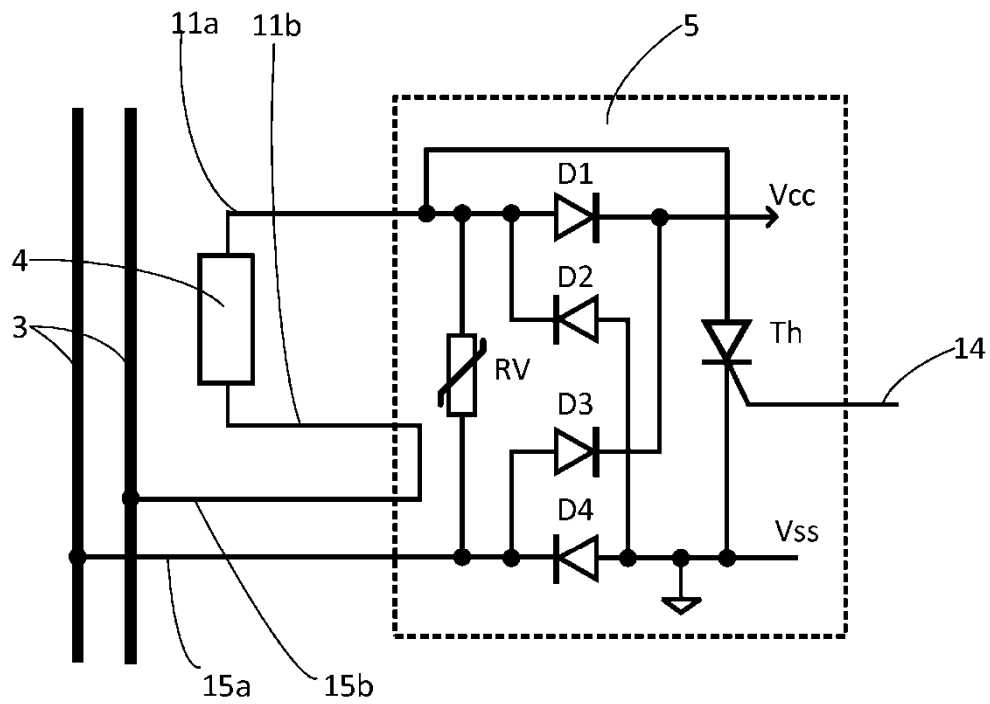


FIG. 7A

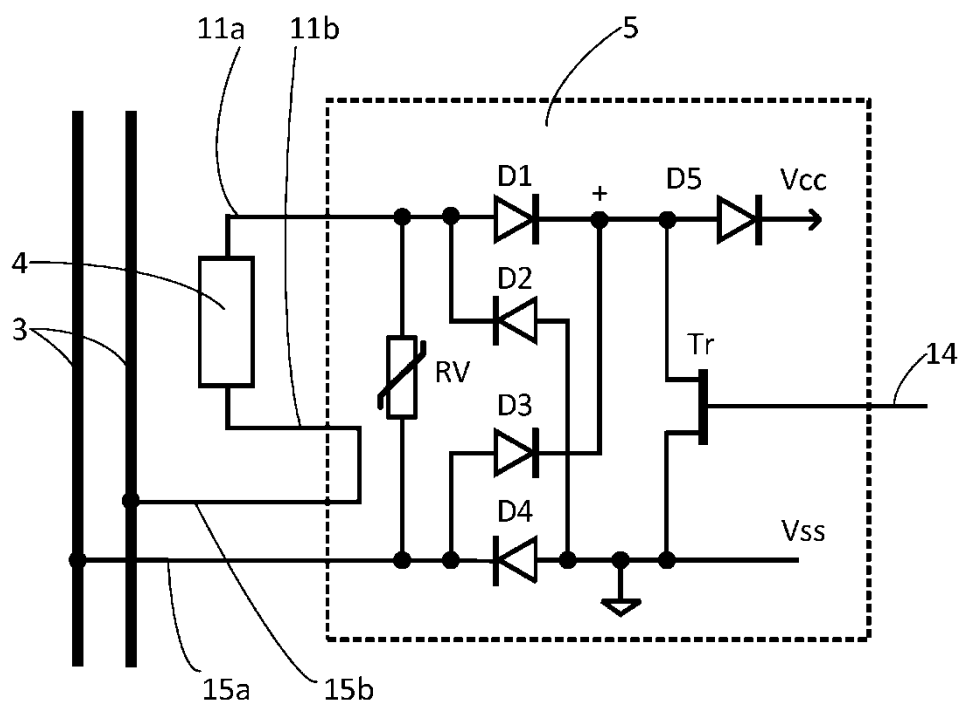


FIG. 7B