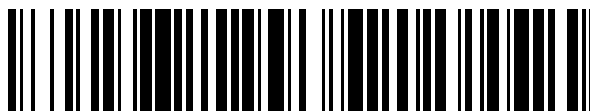


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 782**

51 Int. Cl.:
H01F 7/18

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10354055 .5**
96 Fecha de presentación: **30.09.2010**
97 Número de publicación de la solicitud: **2320438**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.05.2011**

54 Título: **Accionador electromagnético y contador eléctrico que comprende dicho accionador**

30 Prioridad:
06.11.2009 FR 0905335

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.07.2012

73 Titular/es:
Schneider Electric Industries SAS
35 rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR

72 Inventor/es:
Blondel, Charles y
Moussanet, Roland

74 Agente/Representante:
Polo Flores, Carlos

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).

ES 2 384 782 T3

DESCRIPCIÓN

Accionador electromagnético y contactor eléctrico que comprende dicho accionador

5 ÁMBITO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un accionador electromagnético que comprende un circuito magnético que comprende un yugo magnético que colabora con una armadura móvil controlada en movimiento entre una posición abierta y una posición cerrada. Al menos una bobina de control que generará un flujo magnético para desplazar o
10 mantener a la armadura móvil en frente del yugo magnético. Medios de control suministrarán a la bobina de control una tensión de llamada durante una operación de cierre del accionador, y una tensión de mantenimiento durante una operación de mantenimiento del accionador en posición cerrada.

La invención también se refiere a un aparato eléctrico interruptor de tipo contactor que comprende un accionador electromagnético.
15

ESTADO DE LA TÉCNICA

El funcionamiento de un accionador electromagnético en fase de mantenimiento está vinculado generalmente a condiciones de utilización internas que dependen particularmente del estado de envejecimiento del aparato.
20

En referencia a las figuras 1A a 1C, un aparato eléctrico interruptor de tipo contactor comprende de manera conocida un accionador 1 de tipo electromagnético, uno o más polos (por ejemplo tres polos para un contactor tripolar) con, para cada polo, un órgano móvil puesto en movimiento por el accionador, uno o más contactos móviles 21 portados por el órgano móvil y uno o más contactos fijos 20. El accionador 1 comprende, más particularmente, un yugo fijo 10 y una armadura móvil 11 apta para desplazarse con respecto al yugo fijo 10 entre dos posiciones, una posición abierta (figura 1 A) y una posición cerrada (figura 1 C). El accionador electromagnético comprende también una bobina de control 3 controlada por una corriente de control para desplazar a la armadura móvil 11 de su posición abierta a su posición cerrada y un muelle de retroceso 4 situado entre su yugo fijo 10 y su armadura móvil 11 para desplazar a la armadura móvil 11 de su posición cerrada hacia su posición abierta. En las figuras 1A a 1C, el órgano móvil es, por ejemplo, un puente móvil con doble rotura que porta dos contactos móviles 21 desplazables entre dos estados, un estado abierto y un estado cerrado, según la posición de la armadura móvil 11 del accionador 1. Para cada polo, el aparato eléctrico comprende un muelle de polo 5 que permite aplastar los contactos móviles 21 contra los contactos fijos 20 cuando la armadura móvil 11 está en posición de cierre. La invención descrita a continuación podrá funcionar con un órgano móvil de tipo con rotura simple.
25
30
35

En la figura 1A, bajo el efecto de la fuerza ejercida por el muelle de retroceso 4, la armadura móvil 11 está en posición abierta. En cada polo, los contactos móviles 21 están entonces en estado abierto.

40 En la figura 1B, la armadura móvil 11 está en su recorrido de cierre mediante inyección de una corriente de control en la bobina de control 3 del accionador 1. La corriente de control debe ser suficiente para oponerse a la fuerza suministrada por el muelle de retroceso 4. En esta figura, los contactos móviles 21 son llevados al estado cerrado gracias al accionador 1 pero el muelle de polo 5 no resulta solicitado.

45 En la figura 1C, la armadura móvil 11 termina su recorrido de cierre y es mantenida en su posición de cierre con respecto al yugo fijo 10 inyectando una corriente de control suficiente en la bobina de control 3 del accionador 1. El muelle de retroceso 4 es, por lo tanto, comprimido al máximo entre la armadura móvil 11 y el yugo fijo 10. En esta figura 1C, los contactos móviles 21 se mantienen en estado cerrado y se aplastan contra los contactos fijos 20 con ayuda del muelle de polo 5 que está comprimido gracias al accionador 1.
50

Según el nivel de desgaste de los contactos fijos y móviles, los muelles de polo 5 estarán más o menos comprimidos y la fuerza suministrada por el accionador 1 será más o menos importante. En efecto, cuanto menos desgastados estén los contactos 20, 21, más comprimidos estarán los muelles de polo 5 y, por lo tanto mayor, debe ser la fuerza suministrada por el accionador 1 para comprimir estos muelles. Por consiguiente, es posible correlacionar el nivel de
55 desgaste de los contactos con la fuerza suministrada por el accionador para comprimir los muelles de polo 5.

La eficacia energética se ha convertido en valor cliente cada vez más importante. Durante la utilización de un aparato de conmutación de tipo contactor, la fase de mantenimiento necesita energía para mantener al aparato en una posición dada. El ajuste del valor de la corriente es, por lo tanto, primordial. Además, si se implementa una estrategia de regulación para optimizar la corriente "justamente necesaria", es importante disponer de un sistema que ofrezca un intervalo de ajuste suficientemente preciso.
60

El principal problema es debido a que el dispositivo de alimentación existente debe ser utilizado a la vez durante la fase de llamada y durante la fase de mantenimiento, y que el orden de magnitud de las energías empleadas es muy diferente en estos dos casos. En efecto, la necesidad de energía durante las diferentes fases de funcionamiento puede presentar diferencias notables. Como ejemplo, la energía necesaria en fase de mantenimiento puede estar prácticamente comprendida entre el 1 % y el 4 % de la energía útil en fase de llamada. Con dicho dispositivo de alimentación, a veces es difícil tener un nivel de alimentación preciso en fase de mantenimiento.

En efecto, según un primer ejemplo de aplicación de un dispositivo de alimentación conocido, la corriente de llamada máxima es igual a 2 A, y la corriente de mantenimiento puede ajustarse a un primer valor inicial igual a 80 mA. Además, el ajuste de la corriente de mantenimiento en la bobina de control se realiza con un paso de ajuste con un valor igual al 1 % de la corriente de llamada máxima. Una variación de la corriente de mantenimiento de más o menos el 1 % corresponde entonces a una variación de más o menos 20 mA. Dicho de otro modo, teniendo en cuenta el valor del paso de ajuste (1 %), la corriente de mantenimiento puede asumir, particularmente, los siguientes valores 60 mA (80 mA - 20 mA) o 100 mA (80 mA + 20 mA). De este modo, el paso de ajuste del 1 % llevado a un valor de la corriente de mantenimiento igual a 80 mA, fija el nivel de precisión de ajuste de dicha corriente de mantenimiento en el ± 25 % del valor inicial fijado. Además, según un segundo ejemplo de aplicación, la corriente de mantenimiento puede ajustarse a un segundo valor inicial igual a 20 mA (caso de un contactor desgastado). Una variación de la corriente de mantenimiento de más o menos el 1 % corresponde a una variación de más o menos 20 mA. Dicho de otro modo, teniendo en cuenta el valor del paso de ajuste (1 %), la corriente de mantenimiento puede asumir particularmente los siguientes valores 0 mA (20 mA - 20 mA) o 40 mA (20 mA + 20 mA). De este modo, el paso de ajuste del 1 % llevado a un valor de una corriente de mantenimiento igual a 20 mA, fija el nivel de precisión de ajuste de dicha corriente de mantenimiento en el ± 100 % del valor inicial fijado.

Estos niveles de precisión son relativamente reducidos y no son satisfactorios para algunas aplicaciones en las que el nivel de precisión de la corriente de mantenimiento debe ser elevado.

Algunas soluciones existentes recomiendan la utilización de dos bobinas. Una primera bobina está dedicada entonces a la fase de llamada y una segunda bobina está dedicada entonces a la fase de mantenimiento. Una optimización de la geometría de los bobinados de las bobinas de llamada y de mantenimiento permite adaptar el valor de potencia consumida respectivamente en fase de llamada y en fase de mantenimiento. Sin embargo, estas soluciones presentan el inconveniente de un sistema electrónico suplementaria para la conmutación eléctrica entre el circuito de control y las bobinas utilizadas. Además, los sistemas electrónicos de alimentación no comprenden obligatoriamente medios de regulación precisa de la alimentación de las bobinas, particularmente de la bobina de mantenimiento.

Otras soluciones pueden utilizar soluciones electrónicas sofisticadas para obtener una precisión de regulación de corriente en fase de mantenimiento. Estas soluciones que emplean componentes de gran precisión son costosas. Además, estas soluciones, que utilizan generalmente una tecnología a base de modulación de amplitud de tipo PWM, pueden conllevar la producción de perturbaciones electromagnéticas y ser la fuente de radiación de tipo CEM.

EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

La invención pretende, por lo tanto, remediar los inconvenientes del estado de la técnica, para proponer un aparato eléctrico interruptor cuyo funcionamiento puede optimizarse para reducir su consumo de energía.

Los medios de control del accionador electromagnético según la invención comprenden medios de regulación de tensión de mantenimiento que comprenden un primer reductor de tensión de la tensión de llamada para suministrar una tensión intermedia inferior y proporcional a la tensión de llamada. Dichos medios de regulación de tensión de mantenimiento comprenden un segundo reductor de tensión de la tensión intermedia para suministrar una tensión de mantenimiento inferior y proporcional a la tensión intermedia.

Según un primer modo de desarrollo de la invención, el primer reductor de tensión generará una tensión intermedia fija, y el segundo reductor de tensión generará una tensión de mantenimiento variable proporcional a la tensión intermedia fija.

Preferentemente, el segundo reductor de tensión comprende un medio para modular la tensión intermedia fija según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM.

Según un primer modo de desarrollo de la invención, el primer reductor de tensión generará una tensión intermedia variable, y el segundo reductor de tensión generará una tensión de mantenimiento fija y proporcional a dicha tensión intermedia variable.

Preferentemente, el primer reductor de tensión comprende un medio para modular la tensión de llamada según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM.

5 Según un primer modo de desarrollo de la invención, el primer reductor de tensión generará una tensión intermedia variable, y el segundo reductor de tensión generará una tensión de mantenimiento variable proporcional a dicha tensión intermedia variable.

10 Preferentemente, el primer reductor de tensión comprende un medio para modular la tensión de llamada según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM y el segundo reductor de tensión comprende un medio para modular la tensión intermedia variable según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM.

15 Preferentemente, los medios de control comprenden medios de medición de la corriente de control en la bobina de accionamiento y medios de determinación de un nivel de desgaste de los contactos fijos y móviles a partir de la corriente de control durante la separación de la armadura móvil con respecto al yugo fijo.

Ventajosamente, los medios de control comprenden medios para determinar, en función del nivel de desgaste de los contactos, una corriente de control óptima para el mantenimiento de la armadura móvil en posición cerrada, controlando los medios de regulación una tensión de mantenimiento suministrada a la bobina de control.

20 Aparato eléctrico interruptor de tipo contactor según la invención comprende un órgano móvil apto para desplazarse entre un estado abierto y un estado cerrado, portando dicho órgano al menos un contacto móvil con respecto a un contacto fijo para controlar un circuito eléctrico.

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Otras ventajas y características surgirán más claramente de la siguiente descripción de una realización particular de la invención, que se da como ejemplo no limitante, y representada en los dibujos adjuntos, en los que:

30 • las figuras 1A, 1B y 1C ilustran esquemáticamente el principio conocido de funcionamiento de un aparato eléctrico interruptor de tipo contactor;

• la figura 2 muestra esquemáticamente el perfil de fuerza seguido por el accionador de un aparato eléctrico interruptor de tipo contactor;

35 • la figura 3 representa un esquema de principio de los medios de control de un accionador según una primera realización preferente de la invención;

• la figura 4 representa un esquema funcional de los medios de control según la figura 3;

40 • la figura 5 representa un esquema de principio de los medios de control de un accionador según una segunda realización preferente de la invención;

• la figura 6 representa un esquema funcional de los medios de control según la figura 5;

45 • la figura 7 representa un esquema de principio de los medios de control de un accionador según una tercera realización preferente de la invención;

• la figura 8 representa un esquema funcional de los medios de control según la figura 7;

50 • la figura 9 representa las curvas de corriente y de tensión de mantenimiento suministradas por los medios de control de un accionador de tipo conocido;

• la figura 10 representa las curvas de corriente y de tensión de mantenimiento suministradas por los medios de control de un accionador según las realizaciones de la invención.

55 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UNA REALIZACIÓN

60 Según una realización de la invención, el accionador electromagnético 100 comprende un circuito magnético 1 que comprende un yugo magnético 10 que colabora con una armadura móvil 11 controlada en movimiento entre una posición abierta y una posición cerrada. El accionador electromagnético 100 comprende al menos una bobina de control 3 que generará un flujo magnético para desplazar o mantener a la armadura móvil 11 en frente del yugo magnético 10.

Según un modo de desarrollo particular de la invención, el yugo magnético 10 comprende preferentemente una sección en forma de E que comprende dos ramas externas, al menos una rama central, y una armadura transversal unido a un primer extremo de las ramas externas y central. La armadura móvil 11 está situada en frente de los segundos extremos de las ramas externas y se desplaza en traslación. Comprendiendo la bobina de control 3 un eje longitudinal prácticamente confundido con el de la rama central del yugo magnético 10 en forma de E. En efecto, dicha bobina de control 3 está enrollada sobre la rama central del yugo magnético 10. Además, un muelle de retroceso 4 está situado entre el yugo magnético 10 y la armadura móvil 11 para desplazar a la armadura móvil 11 de su posición cerrada hacia su posición abierta.

Como ejemplo, el accionador según la invención puede ser para un aparato eléctrico interruptor de tipo contactor que comprende uno o más polos eléctricos (por ejemplo tres polos para un contactor tripolar). Tal como se representa en las figuras 1A, 1B y 1C, la armadura móvil 11 está entonces asociada a un órgano móvil apto para desplazarse entre un estado abierto y un estado cerrado. El órgano móvil porta al menos un contacto móvil 21 con respecto a un contacto fijo 20 para controlar un circuito eléctrico. Cada polo eléctrico del contactor comprende al menos un contacto fijo 20 y un contacto móvil 21. El órgano móvil es, por ejemplo, un puente móvil con rotura doble que porta dos contactos móviles 21 desplazables entre dos estados, un estado abierto y un estado cerrado, según la posición de la armadura móvil 11 del accionador 1. Para cada polo, el aparato eléctrico comprende un muelle de polo 5 que permite aplastar los contactos móviles 21 contra los contactos fijos 20 cuando la armadura móvil 11 está en posición de cierre. La invención descrita a continuación podrá funcionar con un órgano móvil de tipo con rotura simple. Por razones de simplificación, las figuras 1A a 1C solamente muestran un solo polo del aparato eléctrico interruptor. Es preciso comprender que la invención se aplica al conjunto de los polos del aparato.

En la figura 1A, bajo el efecto de la fuerza ejercida por el muelle de retroceso 4, la armadura móvil 11 está en posición abierta. En cada polo, los contactos móviles 21 están entonces en estado abierto.

En la figura 1B, la armadura móvil 11 está en su recorrido de cierre mediante inyección de una corriente de control en la bobina de control 3 del accionador 1. La corriente de control debe ser suficiente para oponerse a la fuerza suministrada por el muelle de retroceso 4. En esta figura, los contactos móviles 21 son llevados al estado cerrado gracias al accionador 1 pero el muelle de polo 5 no resulta solicitado.

En la figura 1C, la armadura móvil 11 termina su recorrido de cierre y es mantenido en su posición cerrada con respecto al yugo fijo 10 inyectando una corriente de control suficiente en la bobina de control 3 del accionador 1. El muelle de retroceso 4 está, por lo tanto, comprimido al máximo entre la armadura móvil 11 y el yugo fijo 10. En esta figura 1C, los contactos móviles 21 se mantienen en estado cerrado y son aplastados contra los contactos fijos 20 con ayuda del muelle de polo 5 que es comprimido gracias al accionador 1.

Según otro modo de desarrollo no representado, la armadura móvil comprende una armadura transversal portada para pivotar sobre una rama central del circuito magnético en forma de E entre dos posiciones estables. Cada posición estable de la armadura corresponde a un estado eléctrico abierto o cerrado de contactos eléctricos del contactor.

El accionador electromagnético 100 comprende medios de control 2 que generarán una tensión en los bornes de la bobina de control 3 para suministrar una corriente de control $i(t)$ a dicha bobina.

Los medios de control 2 suministrarán una tensión de llamada U a la bobina de control 3 durante una operación de cierre del accionador. Como ejemplo de aplicación, la tensión de llamada U es igual a la tensión continua de un bus fijo de alimentación (*Direct Current Bus*). La tensión de llamada es igual a 320 V. Los medios de control 2 también suministrarán una tensión de mantenimiento %u a la bobina de control 3 durante una operación de mantenimiento del accionador 100 en posición cerrada.

Los medios de control 2 según las realizaciones preferentes comprenden medios de regulación 50 de la tensión de mantenimiento. Los medios de regulación comprenden un primer reductor de tensión 51, 54, 56 de la tensión de llamada U para suministrar una primera tensión intermedia de alimentación. La tensión intermedia de alimentación es inferior y proporcional a la tensión de llamada U. Los medios de regulación 50 comprenden además un segundo reductor de tensión 52, 55, 57 de la tensión intermedia para suministrar una tensión de mantenimiento %u. La tensión de mantenimiento es inferior y proporcional a la tensión intermedia de alimentación. La tensión de mantenimiento se aplica a los bornes de la bobina de control 3.

Preferentemente, un dispositivo de rueda libre D2 está presente en paralelo de la bobina de control 3 para evitar las sobretensiones en los bornes de los conmutadores y permitir la continuidad de corriente en dicha bobina.

Según una primera realización preferente de la invención, tal como se representa en las figuras 3 y 4, el primer

reductor de tensión 51 generará una tensión intermedia u fija. El segundo reductor de tensión 52 generará una tensión de mantenimiento %u variable proporcional a la tensión intermedia u fija. Preferentemente, el segundo reductor de tensión 52 comprende un medio para modular la tensión intermedia fija según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM.

5 En fase de llamada, los medios de control 2 comprenden una unidad de control (*Control unit*) que controla un primer interruptor T1 colocado en serie con la bobina de control 3. La unidad de control coloca a dicho primer interruptor en posición conductora. La unidad de control (*Control unit*) controla un segundo interruptor T2 conectado entre la bobina de control 3 y los medios de regulación 50. El segundo interruptor T2 está colocado en posición abierta. La corriente en la bobina de control 3 es entonces máxima. Como ejemplo, la fase de llamada dura aproximadamente 50 ms. Como ejemplo de realización, los primer y segundo interruptores T1, T2 pueden ser transistores.

10 En fase de mantenimiento, la unidad de control (*Control unit*) abre el primer interruptor T1 y aplica al segundo interruptor T2 una señal modulada de tipo PWM. La fase de mantenimiento comienza después de la fase de llamada. El primer reductor de tensión 51 (*fixed supply*) suministra una tensión intermedia fija que se aplica entonces a través del segundo interruptor T2 y el diodo D1 en la bobina de control 3. La modulación del control de tipo PWM aplicada al segundo interruptor T2 permite hacer variar el valor medio de la corriente en la bobina de control 3.

15 El diodo D1 permite utilizar un segundo interruptor T2 de tensión reducida y protegerlo de la tensión de llamada U suministrada por el primer interruptor T1 durante la fase de llamada.

20 La amplitud de la corriente de mantenimiento de un contactor puede variar fuertemente en función de diferentes parámetros y, particularmente, del estado de desgaste del contactor. La corriente de mantenimiento en la bobina de control 3 puede variar en un factor de 1 a 4. Como ejemplo de aplicación, la corriente de mantenimiento varía entre 20 mA y 80 mA mientras que la corriente de llamada máxima es del orden de 2 A.

25 Según un ejemplo de aplicación de la primera realización, el primer reductor de tensión 51 fija un primer valor de corriente intermedia igual a 100 mA, es decir el 5 % de 2 A. El segundo reductor de tensión 52 fija la corriente de mantenimiento a un primer valor inicial igual a 80 mA (80 %). Una variación de la corriente de mantenimiento de más o menos el 1 % corresponde a una variación de más o menos 1 mA. Dicho de otro modo, teniendo en cuenta el valor del paso de ajuste (1 %), la corriente de mantenimiento puede asumir particularmente los siguientes valores 79 mA (80 mA - 1 mA) u 81 (80 mA + 1 mA). De este modo, el paso de ajuste del 1 % llevado a un valor de la corriente de mantenimiento igual a 80 mA, fija el nivel de precisión de ajuste de dicha corriente de mantenimiento en el $\pm 1,25$ % del valor inicial fijado. Según un segundo ejemplo de aplicación, la corriente de mantenimiento puede ajustarse en un segundo valor inicial igual a 20 mA (caso de un contactor desgastado). Una variación de la corriente de mantenimiento de más o menos el 1 % corresponde a una variación de corriente de mantenimiento de más o menos 1 mA. Dicho de otro modo, teniendo en cuenta el valor del paso de ajuste (1 %), la corriente de mantenimiento puede asumir particularmente los siguientes valores 19 mA (20 mA - 1 mA) o 21 mA (20 mA + 1 mA). De este modo, el paso de ajuste del 1 % llevado al valor de una corriente de mantenimiento igual a 20 mA, fija el nivel de precisión de ajuste de dicha corriente de mantenimiento en el ± 5 % del valor inicial fijado. Estos niveles de precisión son superiores a los obtenidos con medios de alimentación conocidos.

30 Según una segunda realización preferente de la invención, tal como se representa en las figuras 5 y 6, el primer reductor de tensión 54 generará una tensión intermedia u variable. El segundo reductor de tensión 55 generará una tensión de mantenimiento %u fija, proporcional a la tensión intermedia u variable. Preferentemente, el primer reductor 54 comprende un medio para modular la tensión de llamada U según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM.

35 En fase de llamada, los medios de control 2 comprenden una unidad de control (*Control unit*) que controla un primer interruptor T1 de modo que esté en posición conductora. La unidad de control coloca a un segundo interruptor T2 en posición abierta. La corriente en la bobina de control 3 es entonces máxima. Como ejemplo, la fase de llamada dura aproximadamente 50 ms. Como ejemplo de realización, los primer y segundo interruptores T1, T2 pueden ser transistores.

40 En fase de mantenimiento, la unidad de control (*Control unit*) ordena la apertura del primer interruptor T1 y aplica al segundo interruptor T2 una señal modulada de tipo PWM. La fase de mantenimiento comienza después de la fase de llamada. Gracias al control de tipo PWM aplicado al segundo interruptor T2, la tensión de llamada U, preferentemente igual a la del bus fijo (*Direct Current Bus*), está modulada. El segundo reductor de tensión 55 comprende un divisor de tensión (*fixed divisor*) que reduce la tensión modulada para suministrar una tensión de mantenimiento %u a la bobina de control 3. La tensión de mantenimiento se aplica a la bobina de control 3 a través del diodo D1. La modulación del control de PWM aplicado al segundo interruptor T2 permite hacer variar el valor medio de la corriente en la bobina de control 3.

El diodo D1 permite proteger la salida del reductor de tensión fijo (*fixed divisor*) de la tensión de llamada suministrada por el interruptor T1 durante la fase de llamada.

Según un ejemplo de aplicación de la segunda realización, el primer reductor de tensión 54 variable suministra un primer valor de corriente intermedia igual a 1,6 A, es decir el 80 % de 2 A. El segundo reductor de tensión 55 fija la corriente de mantenimiento en un primer valor inicial igual a 80 mA (5 %). Una variación de la corriente de mantenimiento de más o menos el 1 % corresponde a una variación de más o menos 1 mA. Dicho de otro modo, teniendo en cuenta el valor del paso de ajuste (1 %), la corriente de mantenimiento puede asumir particularmente los siguientes valores 79 mA (80 mA - 1 mA) u 81 (80 mA + 1 mA). De este modo, el paso de ajuste del 1 % llevado a un valor de la corriente de mantenimiento igual a 80 mA, fija el nivel de precisión de ajuste de dicha corriente de mantenimiento en el $\pm 1,25$ % del valor inicial fijado. Según un segundo ejemplo de aplicación, el primer reductor de tensión 54 variable suministra un primer valor de corriente intermedia igual a 0,4 A, es decir el 20 % de 2 A. El segundo reductor de tensión 55 fija la corriente de mantenimiento en un segundo valor inicial igual a 20 mA (caso de un contactor desgastado). Una variación de la corriente de mantenimiento de más o menos el 1 % corresponde a una variación de corriente de mantenimiento de más o menos 1 mA. Dicho de otro modo, teniendo en cuenta el valor del paso de ajuste (1 %), la corriente de mantenimiento puede asumir particularmente los siguientes valores 19 mA (20 mA - 1 mA) o 21 mA (20 mA + 1 mA). De este modo, el paso de ajuste del 1 % llevado al valor de una corriente de mantenimiento igual a 20 mA, fija el nivel de precisión de ajuste de dicha corriente de mantenimiento en el ± 5 % del valor inicial fijado. Estos niveles de precisión son superiores a los obtenidos con medios de alimentación conocidos.

Según una tercera realización preferente de la invención tal como se representa en las figuras 7 y 8, el primer reductor de tensión 56 generará una tensión intermedia u variable. Este primer reductor de tensión 56 está compuesto por un interruptor T1 y por un medio de suavizado 58 de la tensión intermedia u. El segundo reductor de tensión 57 generará una tensión de mantenimiento %u variable proporcional a la tensión intermedia u variable. Preferentemente, El primer reductor comprende un medio para modular la tensión de llamada U según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM. Preferentemente, el segundo reductor de tensión comprende un medio para modular la tensión intermedia variable según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM. El hecho de asociar dos funciones variables en serie ofrece una flexibilidad y una precisión de ajuste suplementaria.

En fase de llamada, los medios de control 2 comprenden una unidad de control (*Control unit*) que controla los primer y segundo interruptores T1 y T2, de modo que estén siempre en posición conductora. La corriente de llamada en la bobina de control 3 es entonces máxima. Como ejemplo, la fase de llamada dura aproximadamente 50 ms.

En fase de mantenimiento, la unidad de control (*Control unit*) aplica una modulación de pulso de tipo PWM diferente en cada uno de los interruptores T1 y T2. La fase de mantenimiento comienza después de la fase de llamada.

El primer reductor de tensión 56 está controlado por la unidad de control. La tensión aplicada por el interruptor T1 a partir del bus fijo (*Direct Current Bus*) en la entrada del medio de suavizado es de tipo PWM. El medio de suavizado 58 lo transforma en una tensión equivalente continua. Esta tensión equivalente continua es modulada a continuación por el segundo reductor de tensión mediante la aplicación de un control de PWM sobre el interruptor T2. Esta tensión modulada permite hacer variar el valor medio de la corriente en la bobina de control 3.

Según un primer ejemplo de aplicación de la tercera realización, el primer reductor de tensión fija un primer valor de corriente intermedia igual a 100 mA, es decir el 5 % de 2 A. El segundo reductor de tensión fija la corriente de mantenimiento en un primer valor inicial igual a 80 mA (80 %). Una variación de la corriente de mantenimiento de más o menos el 1 % corresponde a una variación de más o menos 1 mA. Dicho de otro modo, teniendo en cuenta el valor del paso de ajuste igual al 1 %, la corriente de mantenimiento puede asumir particularmente los siguientes valores 79 mA (80 mA - 1 mA) u 81 (80 mA + 1 mA). De este modo, el paso de ajuste del 1 % llevado a un valor de la corriente de mantenimiento igual a 80 mA, fija el nivel de precisión de ajuste de dicha corriente de mantenimiento en el $\pm 1,25$ % del valor inicial fijado.

Además, según un segundo ejemplo de aplicación, la corriente de mantenimiento puede ajustarse en un segundo valor inicial igual a 20 mA (caso de un contactor desgastado). Según este ejemplo, el primer reductor de tensión fija entonces un primer valor de corriente intermedia igual a 40 mA (el 2 % de 2 A) y el segundo reductor de tensión fija un segundo valor inicial de corriente de mantenimiento igual a 20 mA (50 %). Una variación de la corriente de mantenimiento de más o menos el 1 % corresponde a una variación de más o menos 0,4 mA. Dicho de otro modo, teniendo en cuenta el valor del paso de ajuste igual al 1 %, la corriente de mantenimiento puede asumir particularmente los siguientes valores 19,6 mA (20 mA - 0,4 mA) o 20,4 mA (20 mA + 0,4 mA). De este modo, el paso de ajuste del 1 % llevado al valor de una corriente de mantenimiento igual a 20 mA, fija el nivel de precisión de ajuste de dicha corriente de mantenimiento en el ± 2 % del valor inicial fijado.

Estos niveles de precisión son superiores a los obtenidos con medios de alimentación conocidos.

Según el nivel de desgaste de los contactos fijos y móviles, los muelles de polo 5 estarán más o menos comprimidos y la fuerza suministrada por el accionador 1 será más o menos importante. En efecto, cuanto menos desgastados estén los contactos 20, 21, más se comprimen los muelles de polo 5 y, por lo tanto, mayor debe ser la fuerza suministrada por el accionador 1 para comprimir estos muelles. Por consiguiente, es posible correlacionar el nivel de desgaste de los contactos con la fuerza suministrada por el accionador para comprimir los muelles de polo 5. La figura 2 muestra esquemáticamente el perfil de fuerza suministrada por el accionador 1 durante el recorrido total de apertura/cierre Ct realizado por la armadura móvil 11 con respecto al yugo fijo 10. Considerando el recorrido de apertura, la parte A del perfil de la figura 2 muestra la fuerza suministrada por el accionador 1 para oponerse a los muelles de polo 5 y, por lo tanto, para aplastar a los contactos móviles 21 contra los contactos fijos 20. Según el nivel de desgaste de los contactos, la fuerza máxima suministrada por el accionador 1 será diferente y será tanto más reducido en cuanto los contactos estén desgastados. En la apertura, a partir del punto X correspondiente al momento en el que los contactos se abren, la fuerza suministrada por el accionador 1 se vuelve más reducida, ya que consiste entonces únicamente en oponerse al muelle de retroceso 4. Esta fuerza disminuye progresivamente hasta la apertura completa de los contactos. La curva C representa el perfil de fuerza suministrado por el accionador cuando los contactos están desgastados.

Según la invención, la corriente de control que es inyectada en la bobina de control 3 cuando la armadura móvil 11 se separa del yugo fijo 10 es, por lo tanto, representativa de la fuerza mínima suministrada por el accionador 1 para mantener a la armadura móvil 11 en posición cerrada y luchar contra los muelles de polo 5. La corriente de control medida en este momento preciso puede ser procesada, por lo tanto, para detectar el desgaste de los contactos o para optimizar el funcionamiento del aparato.

Un medio de medición de la corriente 7 puede añadirse a las diferentes realizaciones preferentes para permitir una regulación en bucle cerrado más precisa de las corrientes que atraviesan la bobina de control 3. Los medios de control 2 comprenden medios de medición 7 de la corriente de control i1 en la bobina de control 3. Como se describen en la solicitud de patente de la solicitante que tiene por título "*Appareil électrique interrupteur à fonctionnement optimisé*", los medios de control 2 comprenden medios de determinación de un nivel de desgaste de los contactos fijos y móviles a partir de la corriente de control i1 durante la separación de la armadura móvil 11 con respecto al yugo fijo 10. Para determinar el nivel de desgaste de los contactos, la corriente i1 que es medida por los medios de medición 7 podrá compararse por ejemplo mediante los medios de control 2 con diferentes umbrales predeterminados registrados en el aparato para deducir a partir de ellos un nivel de desgaste de los contactos o compararse con la corriente medida durante la operación anterior para seguir su evolución. También es posible convertir la corriente medida i1 en porcentaje de desgaste y comparar este porcentaje con diferentes umbrales. Por supuesto, también pueden preverse otros modos de procesamiento.

Según la invención, gracias a la medición de la corriente mediante los medios de medición 7 durante la separación de la armadura móvil 11 con respecto al yugo fijo 10, los medios de control 2 también pueden determinar una corriente de control óptima de mantenimiento a aplicar al accionador 1. Habitualmente, la corriente de mantenimiento aplicada al accionador 1 se selecciona lo suficientemente grande para que la armadura móvil 11 pueda permanecer en posición cerrada sea cual sea el número de aditivos opcionales añadido al aparato, la intensidad de los golpes o vibraciones sufridos por el aparato o el desgaste del aparato. Esta corriente se selecciona, por lo tanto, mayor de lo necesario para poder tener en cuenta estas diferentes situaciones.

La corriente medida i1 durante la separación de la armadura móvil 11 con respecto al yugo fijo 10 puede procesarse, por lo tanto, para reajustar la corriente de mantenimiento y determinar una corriente de mantenimiento óptima que esté adaptada al entorno y la configuración del aparato. La corriente medida durante la separación de la armadura móvil 11 aumenta, por ejemplo, en un porcentaje determinado que permite asegurarse de que es suficiente para el mantenimiento de la armadura móvil 11 en posición cerrada en su entorno y en su configuración. La determinación de la corriente de mantenimiento óptima podrá realizarse a intervalos regulares para tener en cuenta eventuales adiciones de aditivos o cambios de entorno. Esta funcionalidad puede preverse solamente en el aparato eléctrico o implementarse como complemento de la detección del desgaste de los contactos. Ésta permite particularmente optimizar el consumo de energía del aparato inyectando una corriente de control justamente necesaria para el mantenimiento de la armadura móvil 11 en posición de cierre.

Los medios de regulación 50 según las realizaciones de la invención, son aptos para controlar con precisión una tensión de mantenimiento U_m suministrada a la bobina de control 3.

Dicha solicitud de patente de la solicitante que tiene por título "*Appareil électrique interrupteur à fonctionnement optimisé*" describe además un procedimiento de control que comprende las siguientes etapas de:

- detección de la separación de la armadura móvil 11 con respecto al yugo fijo 10,

- medición de la corriente de control $i(t)$ que atraviesa la bobina de control 3 durante la separación de la armadura móvil 11 con respecto al yugo fijo 10,

- procesamiento de la corriente de control medida i_1 con vistas a controlar el aparato o a realizar un diagnóstico del aparato.

El accionador según las realizaciones de la invención es particularmente eficaz en términos de reducción de las perturbaciones electromagnéticas de tipo CEM.

Preferentemente, la utilización de un medio de control apto para modular la tensión aplicada a la bobina de control 3 según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM tiende a generar perturbaciones de tipo CEM. Como se representa en la figura 9, la bobina de control 3 sufre variaciones muy fuertes de la corriente eléctrica durante periodos muy cortos (di/dt) y hace las veces de emisor de radio.

Durante la fase de mantenimiento, el ajuste de la modulación de tipo PWM es obligatoriamente reducido para generar una corriente reducida en la bobina de control 3. La tensión aplicada a la bobina puede expresarse con la siguiente fórmula:

$$U = RI + L \frac{di}{dt}$$

Con L la inductancia de la bobina de control 3, U la tensión aplicada a los bornes de dicha bobina, R la resistencia de dicha bobina.

De este modo, la variación instantánea de la corriente eléctrica durante periodos muy cortos (di/dt) puede expresarse con la siguiente fórmula:

$$\frac{di}{dt} = \frac{U - RI}{L}$$

Durante la fase de mantenimiento, el valor del producto de la resistencia por la corriente RI es muy reducido comparado con la tensión U aplicada a la bobina de control 3. En efecto, como ejemplo de aplicación, si la tensión de llamada es igual a 340 Voltios ($U = 340 \text{ V}$) y si el ajuste de la modulación de tipo PWM es igual al 2 %, el producto de resistencia por la corriente RI es igual a 6,8 Voltios ($RI = 2 \% \times U$).

En una aplicación de tipo conocido, el término RI es entonces despreciable delante del de U y la relación di/dt puede expresarse con la siguiente fórmula:

$$\frac{di}{dt} = \frac{U}{L}$$

Es decir, como ejemplo:

$$\frac{di}{dt} = \frac{340}{L}$$

En una aplicación según una realización de la invención, tal como se representa en la figura 10, la tensión de llamada U es reducida por el primer reductor de tensión. Como ejemplo, la tensión de llamada igual a 340 V es reducida a 12 V. Si el ajuste de la modulación de tipo PWM es igual al 56 %, el producto de la resistencia por la corriente RI es también igual a 6,8 Voltios ($RI = 0,56 \times 12 = 6,8 \text{ V}$) pero ya no es despreciable frente a la tensión U. La relación di/dt puede expresarse con la siguiente fórmula:

$$\frac{di}{dt} = \frac{U - RI}{L}$$

Es decir

$$\frac{di}{dt} = \frac{12 - 6,8}{L}$$

5 Es decir

$$\frac{di}{dt} = \frac{5,2}{L}$$

10 En conclusión, para una misma bobina de control 3, comparando las relaciones di/dt obtenidas en una aplicación conocida y en una aplicación según una de las realizaciones de la invención, se observa una reducción muy fuerte, particularmente una reducción de la emisión CEM de un valor igual a 65 ($340 / 5,2 = 65$).

REIVINDICACIONES

1. Accionador electromagnético (100) que comprende:

- un circuito magnético (1) que comprende un yugo magnético (10) que colabora con una armadura móvil (11) controlada en movimiento entre una posición abierta y una posición cerrada,

- al menos una bobina de control (3) que generará un flujo magnético para desplazar o mantener la armadura móvil (11) en frente del yugo magnético (10),

- medios de control (2) que suministrarán a la bobina de control (3):

- una tensión de llamada (U) durante una operación de cierre del accionador, y

- una tensión de mantenimiento (%u) durante una operación de mantenimiento del accionador en posición cerrada;

accionador **caracterizado porque** los medios de control (2) comprenden medios de regulación de la tensión de mantenimiento (%u) que comprenden:

- un primer reductor de tensión (51, 54, 56) de la tensión de llamada (U) para suministrar una tensión intermedia (u) inferior y proporcional a la tensión de llamada (U);

- un segundo reductor de tensión (52, 55, 57) de la tensión intermedia (u) para suministrar una tensión de mantenimiento (%u) inferior y proporcional a la tensión intermedia (u).

2. Accionador electromagnético según la reivindicación 1, **caracterizado porque**:

- El primer reductor de tensión (51) generará una tensión intermedia (u) fija,

- El segundo reductor de tensión (52) generará una tensión de mantenimiento (%u) variable proporcional a la tensión intermedia (u) fija.

3. Accionador electromagnético según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el segundo reductor de tensión (52) comprende un medio para modular la tensión intermedia (u) fija según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM.

4. Accionador electromagnético según la reivindicación 1, **caracterizado porque**:

- el primer reductor de tensión (54) generará una tensión intermedia (u) variable,

- el segundo reductor de tensión (55) generará una tensión de mantenimiento (%u) fija y proporcional a dicha tensión intermedia variable.

5. Accionador electromagnético según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el primer reductor de tensión (54) comprende un medio para modular la tensión de llamada (U) según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM.

6. Accionador electromagnético según la reivindicación 1, **caracterizado porque**:

- el primer reductor de tensión (56) generará una tensión intermedia (u) variable,

- el segundo reductor de tensión (57) generará una tensión de mantenimiento (%u) variable proporcional a dicha tensión intermedia variable.

7. Accionador electromagnético según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el primer reductor de tensión (56) comprende un medio para modular la tensión de llamada (U) según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM y **porque** el segundo reductor de tensión (57) comprende un medio para modular la tensión intermedia (u) variable según una modulación por ancho de pulso de tipo PWM.

8. Accionador electromagnético según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los medios de control (2) comprenden medios de medición (7) de la corriente de control (i1) en la bobina de

accionamiento (3) y medios de determinación de un nivel de desgaste de los contactos fijos y móviles a partir de la corriente de control (i1) durante la separación de la armadura móvil (11) con respecto al yugo fijo (10).

- 5 9. Accionador electromagnético según la reivindicación 8, **caracterizado porque** los medios de control (2) comprenden medios para determinar, en función del nivel de desgaste de los contactos, una corriente de control óptima para el mantenimiento de la armadura móvil (11) en posición cerrada, controlando los medios de regulación (50) una tensión de mantenimiento (%u) suministrada a la bobina de control (3).
- 10 10. Aparato eléctrico interruptor de tipo contactor que comprende un accionador electromagnético (100) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende un órgano móvil apto para desplazarse entre un estado abierto y un estado cerrado, portando dicho órgano al menos un contacto móvil (21) con respecto a un contacto fijo (20) para controlar un circuito eléctrico.

FIGURA 1A

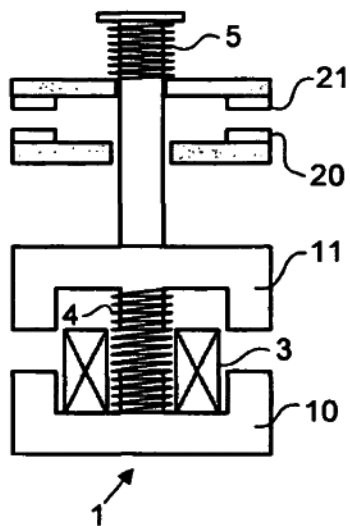


FIGURA 1B

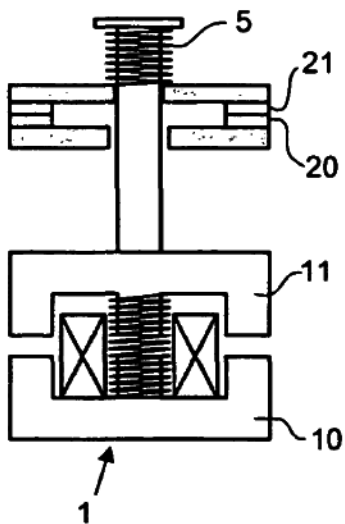


FIGURA 1C

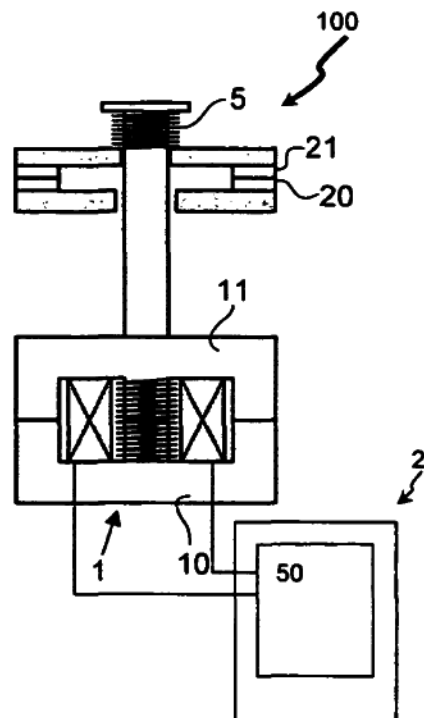


FIGURA 2

