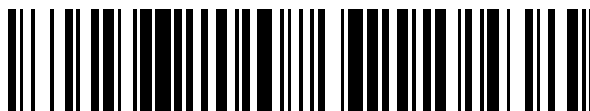


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 656**

51 Int. Cl.:

G01R 29/20 (2006.01)

G01R 31/06 (2006.01)

H01F 7/16 (2006.01)

H01F 7/127 (2006.01)

H01F 41/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2013** **PCT/FR2013/050535**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013** **WO13136019**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2013** **E 13715321 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016** **EP 2826048**

54 Título: **Actuador electromagnético con impedancia controlada**

30 Prioridad:

16.03.2012 FR 1252397

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.10.2016

73 Titular/es:

HAGER-ELECTRO SAS (100.0%)
132 Boulevard d'Europe
67210 Obernai, FR

72 Inventor/es:

DEZILLE, EDOUARD;
FRITSCH, PASCAL;
BOITEUX, VINCENT y
VOIRPIN, JEAN-MARC

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 587 656 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).

Actuador electromagnético con impedancia controlada

DESCRIPCIÓN

- 5 La presente invención trata de un actuador electromagnético de tipo relé diferencial, y se refiere a un procedimiento que pretende controlar la impedancia de dichos aparatos durante una fabricación industrial, es decir en serie. El actuador de la invención es un dispositivo de alta sensibilidad, utilizado en particular en el campo de la protección diferencial, cuando esta se considera de forma independiente de la tensión de red.
- 10 En este marco, los actuadores o relés diferenciales utilizados en la industria o el sector terciario son de diferentes tipos para poder cumplir con las normas en vigor (productos diferenciales de tipo A, AC, G, S, etc.). Ahora bien, estos son geométricamente idénticos, es decir que las piezas que los constituyen son las mismas, con la excepción de la bobina, cuyo número de espiras y la sección del alambre se adaptan a cada tipo de relé mencionado con anterioridad.
- 15 Este tipo de actuador electromagnético comprende de hecho tradicionalmente los siguientes componentes:
- una armadura magnética fija, en general en forma de U, cuyos extremos de las dos patas constituyen dos superficies polares coplanarias;
 - 20 - una lámina de un material magnético apta para pivotar entre dos posiciones respectivamente alejada, es decir dejando que subsista un espacio con la armadura y, en la posición armada del disparador, en contacto con dichas superficies polares, cerrando de este modo el circuito magnético constituido por dicha armadura y dicha lámina, situándose el punto de rotación de la lámina junto al extremo de una de las patas de la armadura;
 - un imán permanente de polarización del circuito magnético, dispuesto entre las patas de la armadura y que crea una fuerza magnética permanente de atracción de la lámina hacia las superficies polares, fuerza magnética que se ejerce en contra de la fuerza de retorno de un muelle;
 - 25 - una bobina de inducción que rodea el circuito magnético, conectado por ejemplo a un circuito que hay que controlar, con vistas a modificar el equilibrio inicial entre la fuerza magnética y la fuerza de retorno del muelle.
- 30 Se conoce un actuador de este tipo del documento WO 2010/103219.
- El principio de funcionamiento, bien conocido, es el siguiente: cuando, por ejemplo, se produce un incidente de orden diferencial en las líneas protegidas por el dispositivo diferencial, que induce una corriente en el alambre de la bobina, el flujo creado en esta ocasión en el circuito magnético del actuador por la bobina se combina con el flujo generado por el imán permanente. La combinación de los flujos inducidos por el imán, por una parte, y por la corriente aparecida en la bobina, por otra parte, destruye el equilibrio mecánico inicial y hace que la lámina pivote, la cual se desplaza con respecto a la armadura. El desplazamiento de la lámina provoca el de un órgano mecánico, por ejemplo una varilla, apto para desbloquear la cerradura de un producto diferencial instalado cerca del actuador electromagnético, de modo que dicha varilla pueda actuar sobre un disparador.
- 35 Aunque los componentes que constituyen el relé son en principio los mismos para la fabricación en serie del mismo modelo de actuador, se observan en la práctica variaciones de impedancias de un relé a otro, principalmente causadas por las fluctuaciones de las características magnéticas de la materia y de las variaciones del entrehierro, que son del orden del μm . El control de estas variaciones en un proceso industrial es un problema recurrente e importante.
- 40 Para evitar en la medida de lo posible este problema, se puede intentar actuar sobre el toro que está asociado a este en el marco de la protección diferencial, toro que realiza en la práctica la función medición, es decir que mide el desequilibrio de corriente en el circuito protegido, cuyos alambres lo atraviesan, constituyendo de hecho el primario de un transformador cuyo secundario es un alambre bobinado alrededor del toro y conectado a la bobina de inducción del actuador. Un desequilibrio en el primario se encuentra por supuesto en el secundario, induciendo una corriente que se encuentra en la bobina de inducción del actuador.
- 45 En efecto, una solución sería, por ejemplo, asociar a los relés un toro de mayor volumen, por lo tanto más caro, con una consecuencia económica en el precio de coste global evidentemente desfavorable.
- Para resolver este problema, más que utilizar dicho toro, otra solución industrialmente posible y a menudo elegida en la actualidad consiste en llevar a cabo una selección sistemática de los relés producidos de acuerdo con su impedancia. En la práctica, después de su fabricación, se controla cada relé y a continuación se clasifican de acuerdo con su impedancia en varias clases. Cada una de estas clases de impedancia se asocia a un toro particular que no está sobredimensionado con respecto al actuador con el cual este funciona. La realización de una selección de este tipo resulta económicamente más interesante que la elección de un toro de mayor volumen.
- 50 No hay, por lo tanto, en la manera actual de proceder industrialmente, ningún tratamiento que se refiera directamente a la variación de la impedancia de los relés o actuadores producidos, sino que se tiene en cuenta lo que sale efectivamente de las líneas de producción, y a continuación una clasificación.
- 55
- 60
- 65

Una solución bien conocida para actuar directamente sobre la impedancia consistiría en un ajuste de dicha impedancia mediante el imán, haciéndose entonces el ajuste de la potencia mediante el muelle montado sobre un tornillo. El inconveniente de esta solución es tal que dicho ajuste debe realizarse una vez ensamblado el producto diferencial, y que el ajuste mediante el muelle es largo y difícil de implementar en producción, lo que hace a esta solución industrialmente inadecuada.

De acuerdo con otro enfoque, la bobina puede permitir hacer que varíe de manera bastante simple la impedancia del relé, que es diferente de un tipo de relé a otro si las bobinas son distintas en términos de número de espiras. Para limitar las variaciones de impedancia de los relés, la idea en la que se basa la invención es, por lo tanto, bobinar un número de espiras que permita alcanzar, con una separación reducida, una impedancia dada.

Se podría, por ejemplo, bobinar en todos los casos un cierto número de espiras del que se sabe que representa un exceso de espiras con respecto al resultado esperado, y a continuación desbobinar el número exacto de espiras para alcanzar la impedancia deseada. O también hacerlo a la inversa con el bobinado inicial de un número de espiras estimado manifiestamente a la baja, seguido del bobinado de un número adicional de espiras que conduce a la impedancia buscada.

El resultado sería correcto, preciso, pero la implementación exige unos tiempos de ciclo muy importantes, que en realidad no son compatibles con una gran fabricación industrial en serie.

El problema es claramente combinar la idea de trabajar sobre el número de espiras con las exigencias ligadas a una industrialización de los relés.

Esto es lo que propone realizar el procedimiento de fabricación de la invención, que por consiguiente busca esencialmente limitar las variaciones de impedancia durante la fabricación industrial, y se caracteriza principalmente por las siguientes etapas:

- a/ cierre y mantenimiento de la lámina en contacto con la armadura;
- b/ montaje de una o dos bobinas alrededor de la armadura;
- c/ envío de al menos una señal de corriente I en la o las bobinas;
- d/ medición de la tensión U en los bornes de la o de una de las bobinas;
- e/ medición de la corriente I en la o la otra de las bobinas;
- f/ cálculo de la impedancia $Z_{cal} = U/I$;
- g/ determinación del número de espiras que hay que bobinar utilizando un gráfico de bobinado que representa $N_{espiras} = f(Z_{cal})$.

Dicho de otro modo, cuando el circuito magnético del producto en proceso de fabricación está cerrado, se bobina una o dos bobinas, se mide en la o las bobinas la tensión en los bornes y la corriente, se deduce la impedancia, que es por consiguiente una impedancia calculada, y se utiliza un gráfico realizado previamente para obtener por último el número de espiras que hay que bobinar en función de la impedancia como se ha calculado.

Esta manera de proceder es mucho más rápida que la que se ha mencionado anteriormente y también es precisa, lo suficiente para validar la pertinencia industrial del procedimiento.

De manera más precisa, el procedimiento de la invención puede incluir la generación y la utilización de un primer gráfico que representa $Z_{real} = f_1(Z_{cal})$ para un número predeterminado de actuadores provisto de una sucesión de bobinas que tienen una multitud predeterminada de valores de números de espiras, y a continuación mediante la generación y la utilización de un segundo gráfico que representa $N_{espiras} = f_2(Z_{real})$ para un número predeterminado de actuadores provistos de una sucesión de bobinas que tienen una multitud predeterminada de valores de números de espiras, y el cruce de los dos gráficos anteriores para generar el gráfico de bobinado.

Para la obtención del primer gráfico, se realizan en realidad unas mediciones sistemáticas de las impedancias reales de varios cientos de actuadores en los cuales se han bobinado sucesivamente unas bobinas de varios cientos de espiras a partir de un valor bajo predeterminado incrementado con un número de espiras del orden de una decena o de un múltiplo de decena cada vez, y para un número predeterminado de veces. En una alternativa, el valor inicial del número de espiras bobinadas puede ser un valor alto que se decrementa entonces con un número de espiras del orden de una decena o de un múltiplo de decena cada vez. Por lo tanto, para cada actuador se calcula la impedancia. El conjunto de los resultados obtenidos permite representar el gráfico, que es en la práctica una nube de puntos situados entre dos curvas envolventes.

En lo que se refiere al segundo gráfico, el número de espiras se pone, por ejemplo, en ordenadas, y la impedancia real en abscisas. Es, por lo tanto, la impedancia real la que hace de vínculo entre los dos gráficos mencionados con anterioridad, los cuales permiten deducir el gráfico final de bobinado que representa $N_{espiras} = f(Z_{cal})$, y que combina los dos primeros.

Para poder llevar a cabo las diferentes mediciones en situación real, la lámina se cierra y se mantiene en la posición cerrada bien mediante acción mecánica sobre el órgano de accionamiento, el cual transmite la acción a la lámina y la placa contra la armadura, o bien mediante el paso de una corriente continua en la bobina de inducción, conduciendo el flujo continuo así generado a atraer la lámina en contacto con la armadura magnética, o bien mediante la magnetización del imán que genera un flujo magnético apto para mantener el relé en la posición cerrada.

Para llevar a cabo los cálculos de impedancia, que necesitan unas mediciones de tensión U en los bornes de al menos una bobina y de corriente en dicha o dichas bobinas, son posibles varias soluciones, que modifican ligeramente la implementación del procedimiento de la invención. De este modo, el cálculo se puede basar en dos bobinas, respectivamente de n espiras y de una espira, que se arrollan alrededor de zonas adyacentes de la armadura.

En una alternativa, puede montarse una única bobina de n espiras alrededor de la armadura, pudiendo entonces n ser igual a un número que viene a ser como utilizar una especie de bobina "ficticia" no realista para una utilización real, con una finalidad de medición, por ejemplo que consta de 5 espiras. Es este mismo número "ficticio" el que se puede utilizar cuando se implementan dos bobinas. En una alternativa, el número n puede ser mucho más alto y representar un bobinado real, es decir con un número realista de espiras para un actuador.

Del mismo modo, la corriente utilizada puede adoptar diferentes formas, de acuerdo con el estado de imantación del imán permanente, el medio utilizado para cerrar y mantener cerrada la lámina en contacto con la armadura, etc.

De este modo, la señal de corriente enviada a la bobina puede tener un aspecto sinusoidal, o estar constituida por una componente continua y por una componente de aspecto sinusoidal. Del mismo modo, cuando hay dos bobinas, puede tratarse también de dos señales de corriente constituidas en ambos casos por una componente continua y por una componente sinusoidal.

Al medir la impedancia, hay una variabilidad adicional ligada a la resistencia de la bobina, que vuelve la medición menos precisa cuando solo hay una bobina, sea cual sea el número de sus espiras. Por el contrario, cuando hay dos bobinas, la medición de la tensión U se lleva a cabo en los bornes de la bobina de varias espiras (n) y la medición de la corriente I se lleva a cabo en la bobina de una espira, lo que disminuye notablemente la imprecisión en la medición de la corriente.

En resumen, si la variabilidad constatada es baja, puede utilizarse solo una bobina, mientras que si esta excede un umbral predeterminado, es preferible utilizar dos, para superar esta.

Para que el procedimiento de la invención tenga una mayor eficacia, en un plano industrial, el actuador consta de una caja que permite que la bobina de inducción se bobine fuera de la caja alrededor de una rama de la armadura, cuando dicha caja se cierra sobre todos los demás componentes. En esta hipótesis, el bobinado exacto puede producirse en el último momento, en la cadena de fabricación, en unas cajas ya equipadas previamente, en las cuales solo falta bobinar un número de espiras dado mediante el procedimiento de la invención, que garantiza una variabilidad mínima de la impedancia para unos productos idénticos o casi (con la excepción del número de espiras de las bobinas).

La impedancia de un actuador de este tipo va en particular en función del imán permanente con el que está equipado, además de que depende del entrehierro y del material del circuito magnético. Si las variaciones de impedancias causadas por el imán permanente son demasiado fuertes, el actuador puede, en el marco del procedimiento de la invención, disponerse entre unas bobinas de Helmholtz durante la realización de las etapas a/ a g/ como se han descrito anteriormente.

La impedancia, aunque esta va en muy gran medida en función del entrehierro y del material del circuito magnético, depende también del imán, y en particular de su grado de imantación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de tipo relé que consta de un circuito magnético constituido por una armadura magnética fija y por una lámina móvil en contra de un muelle y apto para desplazar un órgano mecánico de accionamiento que sobresale de una caja a través de un orificio practicado en esta, de un imán permanente apto para atraer la lámina en contacto con la armadura, así como de al menos una bobina de inducción, **caracterizado por** las siguientes etapas:
 - a/ cierre y mantenimiento de la lámina en contacto con la armadura;
 - b/ montaje de una o dos bobinas alrededor de la armadura;
 - c/ envío de al menos una señal de corriente I en la o las bobinas;
 - d/ medición de la tensión U en los bornes de la o de una de las bobinas;
 - e/ medición de la corriente I en la o la otra de las bobinas;
 - f/ cálculo de la impedancia $Z_{cal} = U/I$;
 - g/ determinación del número de espiras que hay que bobinar utilizando un gráfico de bobinado que representa $N_{espiras} = f(Z_{cal})$.
2. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado por** la generación y la utilización de un primer gráfico que representa $Z_{real} = f_1(Z_{cal})$ para un número predeterminado de actuadores provistos de una sucesión de bobinas que tienen una multitud predeterminada de valores de números de espiras, y a continuación mediante la generación y la utilización de un segundo gráfico que representa $N_{espiras} = f_2(Z_{real})$ para un número predeterminado de actuadores provistos de una sucesión de bobinas que tienen una multitud predeterminada de valores de números de espiras, y el cruce de los dos gráficos anteriores para generar el gráfico de bobinado.
3. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la lámina se cierra y se mantiene en la posición cerrada mediante acción mecánica sobre el órgano de accionamiento.
4. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por que** la lámina se cierra y se mantiene en la posición cerrada mediante el paso de una corriente continua en la bobina de inducción.
5. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se arrollan dos bobinas, respectivamente de n espiras y de una espira, alrededor de la armadura.
6. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** se monta una única bobina de n espiras alrededor de la armadura.
7. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizado por que** n es igual a 5.
8. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la señal de corriente enviada a la o las bobinas es de aspecto sinusoidal.
9. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la señal de corriente enviada a la o las bobinas está constituida por una componente continua y por una componente de aspecto sinusoidal.
10. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** se envían dos señales de corriente a la o las bobinas, constituidas por dos componentes continuas distintas y por una componente sinusoidal.
11. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, cuando hay dos bobinas, la medición de la tensión U se lleva a cabo en los bornes de la bobina de n espiras y la medición de la corriente I se lleva a cabo en la bobina de una espira.
12. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, constando el actuador de una caja que permite que la bobina de inducción se bobine fuera de la caja alrededor de una rama de la armadura, procedimiento **caracterizado por que** comprende, además, la siguiente etapa que consiste en cerrar dicha caja sobre todos los demás componentes de la rama de la armadura.

13. Procedimiento de limitación de las variaciones de impedancia de un actuador electromagnético de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el actuador se dispone entre unas bobinas de Helmholtz durante la realización de las etapas a/ a g/.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65