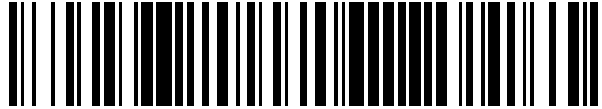


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 187**

51 Int. Cl.:

H01H 47/00 (2006.01)

H01H 47/22 (2006.01)

H01H 47/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2014 PCT/EP2014/057361**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.10.2014 WO14167089**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2014 E 14716833 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2984671**

54 Título: **Contactador eléctrico y procedimiento de control de una bobina electromagnética en un contactador de ese tipo**

30 Prioridad:

12.04.2013 FR 1353328

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

11.10.2017

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35 rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**HENRI-ROUSSEAU, JULIEN;
GEFFROY, VINCENT y
LAPIERE, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 637 187 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

Contactor eléctrico y procedimiento de control de una bobina electromagnética en un contactor de ese tipo

La presente invención se refiere a un contactor eléctrico y a un procedimiento de control de una bobina electromagnética de un contactor de ese tipo.

5 El contactor eléctrico comprende al menos una base y un módulo de mando. La base comprende al menos un par de contactos fijos y, para cada par de contactos fijos, un contacto móvil entre una posición cerrada y una posición abierta. Más precisamente, los contactos fijos están conectados eléctricamente entre sí, cuando el contacto móvil está en posición cerrada, y aislados eléctricamente uno del otro, cuando el contacto móvil está en posición abierta. La base incluye igualmente una bobina electromagnética adecuada para mandar el o cada contacto móvil hacia
10 posición cerrada o a posición abierta, y la bobina se caracteriza por una tensión de consigna de control. El módulo de mando comprende un módulo electrónico de control de la bobina electromagnética.

Un problema persistente en el campo de los contactores eléctricos es hacer funcionar el contactor con un rango grande y completo de tensiones de alimentación. De ese modo, es conocida la realización de una adaptación en
15 tensión entre la tensión de alimentación del contactor y la bobina electromagnética. Esta adaptación es más particularmente necesaria durante el mando del o de cada contacto móvil a posición cerrada. El objetivo es tener una bobina única cualquiera que sea la tensión de alimentación del contactor. Para ello, es necesario que la tensión de consigna de control de la bobina sea inferior a la tensión de alimentación mínima del contactor.

En el campo de la regulación de tensión de un contactor eléctrico, es conocido, que una bobina electromagnética de reducida tensión de consigna de control, asociada a un módulo electrónico de control alimentada con una tensión elevada, es decir por ejemplo 240 voltios, consume una gran corriente. El documento US 2005/047052 A1 describe un contactor eléctrico según el preámbulo de la reivindicación 1. Se conoce también por el documento US-A-5 914 850 efectuar una adaptación de tensión entre la tensión de alimentación del contactor y la bobina electromagnética, a partir de medios de control de la bobina electromagnética. Los medios de control de la bobina electromagnética son adecuados para generar una señal destinada a aplicarse al electrodo de mando del contactor. Se utiliza además un rectificador con el fin de proporcionar a la bobina una tensión positiva, y la regulación es eficaz únicamente cuando la tensión a la salida del rectificador es superior a la tensión de consigna de control de la bobina. Esto implica que si se calcula al valor medio de la tensión aplicada a la bobina cuando la tensión en la salida del rectificador es superior a la tensión de consigna de la bobina, no se obtiene el mismo resultado para una tensión de alimentación del contactor igual a 110 voltios y para una tensión de alimentación del contactor igual a 220 voltios.
20 Esto implica por tanto unas diferencias en el tiempo de funcionamiento, es decir en la dinámica o el tiempo de cierre de cada contacto móvil.

El objeto de la invención es por tanto proponer un contactor eléctrico que, durante el mando del o de cada contacto móvil a posición cerrada, permite reducir las diferencias en los tiempos de funcionamiento entre una tensión de alimentación del contactor en 110 V y la tensión de alimentación del contactor en 220 V.

35 Con este fin, la invención tiene por objeto un contactor eléctrico que comprende al menos un par de contactos fijos y para cada par de contactos fijos un contacto móvil entre una posición cerrada y una posición abierta, estando los contactos fijos, en posición cerrada del contacto móvil, conectados eléctricamente entre sí a través del contacto móvil, y estando aislados eléctricamente uno del otro en posición abierta del contacto móvil, una bobina electromagnética adecuada para mandar el o cada contacto móvil hacia posición cerrada o posición abierta, y un módulo electrónico de control de la bobina electromagnética, que incluye un conmutador conectado en serie con la bobina y un dispositivo de mando del conmutador, incluyendo el conmutador dos electrodos de conducción y un electrodo de mando, incluyendo dicho dispositivo de mando unos medios de cálculo de una señal modulada en ancho de impulsos y unos medios de aplicación de la señal calculada al electrodo de mando del conmutador. De acuerdo con la invención, la señal modulada en ancho de impulso presenta una relación cíclica de valor variable en el transcurso del tiempo, durante el mando del o de cada contacto móvil en posición cerrada.
40

Según unos aspectos ventajosos de la invención, el contactor eléctrico comprende además una o varias de las características siguientes, tomadas aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente admisibles:

- el módulo electrónico de control comprende además un generador de tensión positiva, tal como un rectificador conectado al conmutador y a la bobina conectados en serie y apropiado para proporcionar una tensión positiva al conmutador y a la bobina, mientras que el dispositivo de mando incluye unos medios de medición de la tensión positiva, y el valor de la relación cíclica depende de dicha tensión medida;
- el valor de la relación cíclica depende de dicha tensión positiva medida únicamente durante el mando del o de cada contacto móvil en posición cerrada;
- la relación cíclica es igual a la suma de un primer término de valor constante y de un segundo término de valor variable en el transcurso del tiempo;
- el primer término es función de una tensión de consigna de control de la bobina y del valor inicial de la tensión positiva, medida en el momento del mando de cierre del o de cada contacto móvil;
- el segundo término es función del último el valor medido de la tensión positiva; y

- los medios de medición de la tensión son apropiados para muestrear la tensión positiva medida según una frecuencia de muestreo, mientras que los medios de cálculos son adecuados para calcular el segundo término en función de la última muestra de tensión positiva y según un periodo de cálculo igual a la inversa de la frecuencia de muestreo, y los medios de cálculos son adecuados para actualizar el valor de la relación cíclica, con ayuda del segundo término, en cada periodo de cálculo.

La invención tiene igualmente por objeto un procedimiento de control de una bobina electromagnética de un contactor, contactor que comprende, al menos un par de contactos fijos y, para cada par de contactos fijos, un contacto móvil entre una posición cerrada y una posición abierta, la bobina electromagnética, y un módulo electrónico de control de la bobina que comprende un conmutador conectado en serie con la bobina y un dispositivo de mando del conmutador, siendo adecuada la bobina para mandar el o cada contacto móvil hacia posición cerrada o abierta, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

- a) calcular, por el dispositivo de mando, una señal modulada en ancho de impulso, y
- b) aplicar la señal calculada a un electrodo de mando del conmutador. De acuerdo con la invención, durante la etapa de cálculo, la señal modulada en ancho de impulso se calcula con una relación cíclica de valor variable en el transcurso del tiempo durante el mando del o de cada contacto móvil a posición cerrada.

Según unos aspectos ventajosos de la invención, el procedimiento de control de la bobina electromagnética del contactor comprende además una o varias de las características siguientes, tomadas aisladamente o según todas las combinaciones térmicamente admisibles:

- anteriormente a la etapa a) el procedimiento comprende medir una tensión positiva, en los bornes de un generador de tensión positiva, tal como un rectificador, rectificador que se conecta al conmutador y a la bobina conectados en serie, y es apropiado para proporcionar la tensión positiva al conmutador y a la bobina, mientras que en el transcurso de la etapa a) la relación cíclica de la señal modulada en ancho de impulso calculada depende de la tensión positiva medida únicamente durante el mando del o de cada contacto móvil en posición cerrada;
- la etapa a) incluye varias etapas que consisten en:

- a1) el cálculo de un primer término de valor constante
- a2) el cálculo de un segundo término de valor variable en el transcurso del tiempo
- a3) el cálculo de la relación cíclica sumando el primer término y el segundo término, y a continuación de la etapa b) se vuelve a la etapa a2), mientras que el o cada contacto móvil no esté en posición cerrada;

- en el transcurso de la etapa a1), el primer término se calcula en función de una tensión de consigna de control de la bobina y del valor inicial de la tensión positiva, siendo medido este valor inicial en el momento del mando del cierre del o de cada contacto móvil, en el transcurso de la etapa de medición, y la relación cíclica se fija igual a este primer término;
- en el transcurso de la etapa a2), se calcula el segundo término en función del último valor de la tensión positiva medida;
- en el transcurso de la etapa a1) se calcula el primer término con la ecuación siguiente:

$$T1 = \alpha(0) = U_A / U_E(0),$$

representando $\alpha(0)$ un valor inicial de la relación cíclica, en el transcurso de la etapa a2) se calcula el segundo término con la ecuación siguiente:

$$T2 = G \int_0^t (U_A - \alpha(\tau) * U_E(\tau)) d\tau ,$$

representando $\alpha(\tau)$ y $U_E(\tau)$ respectivamente los valores de la relación cíclica y de la tensión positiva en el tiempo τ y G una ganancia de valor predeterminado, siendo calculada la relación cíclica en el transcurso de la etapa a3) con la ecuación siguiente:

$$\alpha(t) = \alpha(0) + G \int_0^t (U_A - \alpha(\tau) * U_E(\tau)) d\tau = T1 + T2 ;$$

- y
- a continuación de la etapa b), el conmutador conmuta con una cierta frecuencia en función de la relación cíclica y modifica de ese modo la tensión en los bornes de la bobina.

Gracias a la invención, se asegura el cierre completo de los contactos móviles del contactor, el tiempo de cierre de los contactos móviles es sustancialmente constante cualquiera que sea la tensión de alimentación del contactor, y la regulación de tensión tiene en cuenta unas evoluciones de las diferentes tensiones en el contactor en el transcurso del tiempo puesto que la relación cíclica varía en el tiempo. Más precisamente, la regulación de tensión tiene en cuenta eventuales caídas de tensión en el contactor. Además, la regulación permite corregir la tensión suministrada

a la bobina con el fin de tener en cuenta el caso en el que la tensión instantánea aplicada a la bobina y al conmutador conectados en serie es inferior a la tensión de consigna de control de la bobina.

La invención se comprenderá mejor, y surgirán otras ventajas de ésta a la luz de la descripción realizada a continuación, únicamente a título de ejemplo no limitativo, y realizada con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 5 - la figura 1 es una representación esquemática de un contactor de acuerdo con la invención, que comprende un par de contactos fijos, un contacto móvil apropiado para abrir o cerrar el enlace eléctrico entre los contactos fijos, una bobina electromagnética de mando del contacto móvil y un módulo de control de la bobina, incluyendo dicho módulo un conmutador conectado en serie con la bobina;
- 10 - la figura 2 es una representación, parcial, de un esquema eléctrico simplificado del contactor de la figura 1;
- la figura 3 es un esquema de bloques que representa unos medios de cálculo de una relación cíclica de una señal modulada en ancho de impulso destinada a aplicarse al conmutador del contactor de la figura 1;
- la figura 4 es un organigrama de un procedimiento, de acuerdo con la invención, de control de la bobina de la figura 1;
- 15 - la figura 5 es un conjunto de dos curvas que representan una corriente que atraviesa la bobina de la figura 1 en función del tiempo, durante el mando de cierre del contacto móvil de la figura 1, para una tensión de alimentación del contactor de 115 voltios y, respectivamente, para una tensión de alimentación del contactor de 230 voltios;
- la figura 6 es un conjunto de dos curvas que representan el desplazamiento del contacto móvil de la figura 1 en función del tiempo, durante el mando de cierre del contacto móvil, para una tensión de alimentación del contactor de 115 voltios y, respectivamente, para una tensión de alimentación del contactor igual a 230 voltios;
- 20 - la figura 7 es un conjunto de dos curvas, representando una primera curva la evolución de una relación cíclica en función del tiempo, siendo apropiada la relación cíclica para una señal modulada en ancho de impulso calculada mediante un dispositivo de mando comprendido en el contactor de la figura 1 y representando la segunda curva la tensión en los bornes de la bobina electromagnética y del conmutador del contactor de la figura 1 conectados en serie, en función del tiempo.
- 25

Se representa en la figura 1 un contactor 10. El contactor 10 comprende una base 12 y un módulo 13 electrónico de control de una bobina 14 electromagnética. Esta bobina 14 electromagnética se caracteriza por una tensión U_A de consigna de control.

30 La base 12 incluye la bobina 14 electromagnética, así como al menos un par de contactos 16 fijos y, para cada par de contactos 16 fijos, un contacto 17, móvil entre una posición cerrada y una posición abierta. Los contactos 16 fijos están unidos eléctricamente, en posición cerrada del contacto 17 móvil, entre sí a través del contacto 17 móvil, y están aislados eléctricamente uno del otro en posición abierta del contacto 17 móvil. Cada contacto 16 fijo está destinado a unirse a un cable de enlace eléctrico. Además, la base 12 comprende un conector 20 de conexión del módulo 13 electrónico de control.

35 El módulo 13 electrónico de control está destinado a ser alimentado por un órgano 22 de alimentación y comprende una tarjeta 24 electrónica. La tarjeta 24 electrónica comprende un conmutador 26, un generador de una tensión positiva variable en el transcurso del tiempo o continua, tal como un rectificador 27, un dispositivo 28 de mando del conmutador 26, y unos medios 30 de protección, tal como varistancia en paralelo y una resistencia en serie de limitación.

40 La bobina 14 electromagnética es adecuada para mandar cada contacto 17 móvil hacia una posición cerrada o a posición abierta.

45 El órgano 22 de alimentación es apropiado para proporcionar una tensión U_C de alimentación del módulo electrónico 13 de control, como se ha representado en la figura 2. La tensión U_C de alimentación es igual, por ejemplo, a 48 voltios, 110 voltios, 220 voltios o incluso 400 voltios, en corriente continua o alterna. La base 12 comprende la misma bobina 14 electromagnética cualquiera que sea la tensión U_C de alimentación del módulo 13 de control, mientras que el módulo 13 de control es diferente según la tensión U_C de alimentación. De ese modo el módulo 13 electrónico de control a conectar al conector 20 se elige en función de la tensión U_C de alimentación. El módulo 13 de control difiere, entre los diferentes valores de la tensión U_C de alimentación, particularmente en lo que se refiere al rectificador 27.

50 El conmutador 26 comprende dos electrodos de conducción y un electrodo de mando que no se representan en las diferentes figuras. Como es visible en la figura 2, el conmutador 26 se conecta en serie con la bobina 14.

El rectificador 27 es apropiado para proporcionar una tensión U_E continua en los bornes del conjunto formado por el conmutador 26 y la bobina 14 conectados en serie. El rectificador 27 es, por ejemplo, un puente de diodos que realiza una rectificación de doble onda.

55 El dispositivo 28 de mando incluye unos medios 31 de cálculo de la señal S_1 modulada en ancho de impulso, y un enlace 32 eléctrico con el conmutador 26 con el fin de aplicar la señal S_1 calculada al conmutador 26, y más específicamente el electrodo de mando del conmutador 26, como se representa en la figura 1.

Además, el dispositivo 28 de mando incluye unos medios 34 de medición de la tensión U_E positiva en la salida del rectificador 27. Como es visible en la figura 2, los medios 34 de medición se conectan en la salida del rectificador 27, mientras que los medios 30 de protección se conectan entre el órgano 22 de alimentación y el rectificador 27.

5 Los medios 31 de cálculo son apropiados para calcular la señal S1 modulada en ancho de impulso con un valor de relación cíclica α variable en el transcurso del tiempo. El valor de la relación cíclica α depende por ejemplo de la tensión U_E positiva. Los medios 31 de cálculo son apropiados para calcular un primer término T1 de valor constante y un segundo término T2 de valor variable en el transcurso del tiempo y para sumar estos términos T1, T2 para obtener la relación cíclica α . La relación cíclica α de la señal S1 modulada en ancho de impulso es entonces de valor variable en el transcurso del tiempo puesto que es igual a la suma del primer y del segundo términos T1, T2.

10 La tensión U_E positiva en la salida del rectificador 27 es igual al valor eficaz medido por los medios 34 de medición, multiplicado por un factor Z propio del rectificador 27. En el caso de un rectificador de doble onda y sin dispositivo particular en la salida del rectificador, el factor es igual a 0,9.

15 La señal S1 es apropiada para aplicarse al electrodo de mando del conmutador 26 con el fin de comandarle. De ese modo, cuando la señal S1 está en "el estado alto", el conmutador 26 está cerrado y la corriente pasa a través de la bobina 14, y cuando la señal S1 está en "el estado bajo", el conmutador 26 está abierto y la corriente no pasa a través de la bobina 14. La relación cíclica α determina para un periodo de conducción recortada del conmutador 26, el porcentaje del tiempo en el que el conmutador 26 estará cerrado, respectivamente abierto. El periodo de conducción recortada es por ejemplo igual a 40 μ s.

20 Los medios 31 de cálculo, representados en la figura 3 bajo la forma de un esquema 80 de bloques, comprenden un divisor 82, un multiplicador 84, un comparador 86, un integrador 88 y un sumador 90. Los diferentes cálculos efectuados permiten calcular la relación cíclica α . El esquema 80 de bloques depende del tiempo y es equivalente a la ecuación siguiente:

$$\alpha(t) = \alpha(0) + G \int_0^t (U_A - \alpha(\tau) * U_E(\tau)) d\tau \quad (1)$$

25 Los medios 31 de cálculo son apropiados para recibir tres datos 92, 94, 96 de entrada. El primer dato 92 de entrada corresponde a la tensión $U_E(0)$ inicial, medida inicialmente a la salida del rectificador 27, es decir antes del mando del contacto 17 móvil a posición cerrada. El segundo dato 94 de entrada corresponde a la tensión U_A de consigna de control de la bobina 14, y el tercer dato 96 de entrada corresponde a una tensión $U_E(\tau)$ instantánea medida en los bornes del rectificador 27. La tensión $U_E(\tau)$ instantánea corresponde al último valor de la tensión positiva medido por los medios 34 de medición.

30 El divisor 82 es apropiado para recibir en la entrada la tensión $U_E(0)$ inicial y la tensión U_A de consigna y para proporcionar a la salida el primer término T1. El primer término T1 se calcula gracias al divisor 82 y es igual a la relación de la tensión U_A de consigna de control sobre la tensión $U_E(0)$ inicial. La ecuación de cálculo del primer término T1 se escribe de la manera siguiente:

$$T1 = U_A / U_E(0). \quad (2)$$

35 Por otro lado, la relación cíclica α , antes del mando del contacto 17 móvil a posición cerrada, se indica por $\alpha(0)$ y es igual al primer término T1.

40 El conjunto 98 formado por el multiplicador 84, el comparador 86 y el integrador 88, conectados uno a continuación de los otros y en este orden, permite el cálculo del segundo término T2. El multiplicador 84 es apropiado para recibir en la entrada el último valor de la tensión $U_E(\tau)$ instantánea medida en la salida del rectificador 27 y el último valor calculado de la relación cíclica α , igualmente denominada relación cíclica instantánea $\alpha(\tau)$. El dato proporcionado a la salida del multiplicador 84 es igual a la tensión $U_E(\tau)$ instantánea medida en la salida del rectificador 27, multiplicada por la relación cíclica instantánea $\alpha(\tau)$. Posteriormente, el dato a la salida del multiplicador 84 se compara, con ayuda del comparador 86 conectado a la salida del multiplicador 84, con la tensión U_A de consigna con el fin de obtener un error E(τ). El error E(τ) corresponde a la diferencia entre, por un lado, la tensión U_A de consigna y, por otro lado, el dato proporcionado a la salida del multiplicador 84. Este error E(τ) se integra a continuación y multiplica por una ganancia G con la ayuda del integrador 88 conectado a la salida del comparador 86. El integrador 88 es apropiado para calcular la integral $\int(E(\tau))$ de los errores E(τ) calculados desde el inicio del mando de cierre de los contactos 17 móviles y multiplica la integral $\int(E(\tau))$ de los errores por la ganancia G con el fin de obtener el segundo término T2.

50 Posteriormente, el sumador 90 es apropiado para recibir en la entrada el primer término T1 y el segundo término T2, estando conectado el sumador 90 a la salida del divisor 82, por un lado, y a la salida del integrador 88, por otro lado. El sumador 90 es entonces apropiado para proporcionar a la salida el valor de la relación cíclica α por la suma del primer término T1 y del segundo término T2. La relación cíclica α se modifica constantemente en el transcurso del tiempo. Se indican por $\alpha(t)$ los diferentes valores de la relación cíclica α en el transcurso del tiempo.

En el ejemplo de realización descrito, durante la implementación de los medios 31 de cálculo, los medios 34 de medición de la tensión U_E positiva son apropiados para muestrear la tensión U_E positiva medida, con una frecuencia de muestreo F_{mues} , y el segundo término T2 es función de la última muestra $U_E(k)$ de la tensión medida. Dicho de otra manera, el segundo término T2 se calcula según un periodo P1 de cálculo igual a la inversa de la frecuencia F_{mues} de muestreo de la medición de tensión. Se indica por T2(k) el segundo término discretizado según el periodo P1 de cálculo, y función de la última muestra $U_E(k)$ de la tensión medida. Sabiendo que k es un índice representativo del tiempo y que este índice se incrementa en 1 con cada periodo P1 de cálculo. El índice k es igual a 0 durante el envío del mando del contacto 17 móvil a posición cerrada, posteriormente se incrementa en 1 con cada periodo P1 de cálculo durante el cierre del contacto 17 móvil, y se repone a cero cuando el contacto 17 móvil está en posición cerrada. De la misma manera se indica por $\alpha(k)$ la relación cíclica discretizada según el periodo P1 de cálculo. El periodo P1 de cálculo es por ejemplo igual a 400 μs , y en el caso de que el periodo de conducción recortada del conmutador 26 sea igual a 40 μs , esto significa que la relación cíclica se actualiza cada diez periodos de conducción recortada.

El segundo término discretizado T2(k) se calcula a partir de un error discretizado E(k) que corresponde a la diferencia entre, por un lado, la tensión U_A de consigna y, por otro lado, la última muestra $U_E(k-1)$ de tensión medida que se multiplica por la relación cíclica discretizada $\alpha(k-1)$, calculada en el periodo P1 de cálculo precedente. Este error discretizado E(k) se integra a continuación efectuando la integral $\int(E(k))$ de los errores discretizados E(k) calculados desde el comienzo del mando de cierre de los contactos 17 móviles y la integral $\int(E(k))$ de los errores discretizados E(k) se multiplica por una ganancia G con el fin de obtener el segundo término discretizado T2(k). De ese modo, los medios 31 de cálculo son apropiados para calcular el segundo término discretizado T2(k) y para actualizar el valor de la relación cíclica discretizada $\alpha(k)$ con cada periodo P1 de cálculo, con la ayuda del segundo término discretizado T2(k). En efecto, la relación cíclica discretizada $\alpha(k)$ es igual a la suma del primer término T1 y del segundo término discretizado T2(k).

Además, la relación cíclica $\alpha(0)$ de índice 0 es igual al primer término T1. La ecuación de cálculo de la relación cíclica discretizada $\alpha(k)$ se presenta de la manera siguiente:

$$\alpha(k) = \alpha(0) + G * \sum_{x=0}^k (U_A - \alpha(x) * U_E(x)) \quad (3)$$

Lo que es equivalente a:

$$\alpha(k) = \alpha(0) + T2(k) = T1 + T2(k) \quad (4)$$

De ese modo, un procedimiento de control en tensión de la bobina 14 comprende diferentes etapas. Una primera etapa 102 consiste en el cálculo, por el dispositivo 28 de mando, de la señal S1 modulada en ancho de impulso y de su relación cíclica α . Posteriormente una segunda etapa 104, consiste en la aplicación de la señal S1 calculada, por medio del enlace eléctrico 32, al electrodo de mando del conmutador 26.

Como complemento, previamente a la etapa 102 de cálculo, una etapa 106 consiste en medir, a través de los medios 34 de medición, la tensión $U_E(0)$ inicial a la salida del dispositivo rectificador 27, es decir en los bornes del conmutador 26 y de la bobina 14 conectados en serie, antes del mando de cierre del contacto 17 móvil.

Además, la etapa 102 de cálculo de la señal S1 incluye, por ejemplo, las etapas siguientes:

- una etapa 108 de cálculo del primer término T1 y en el transcurso de la que, la relación cíclica α se fija igual al primer término T1;
- una etapa 112 de cálculo del segundo término T2 en función del último valor de tensión UE medida a la salida del rectificador. Como complemento, la medida de la tensión U_E se muestrea como se ha explicado anteriormente y el segundo término T2(k) discretizado se calcula de manera análoga a lo que se ha explicado anteriormente.

A continuación de la etapa 112 de cálculo del segundo término T2, se calcula la relación cíclica α , durante la etapa 114, sumando el primer término T1 y el segundo término T2. Como complemento, el segundo término T2 se discretiza y se calcula el segundo término T2(k) discretizado en cada periodo P1 de cálculo como se ha explicado anteriormente. Posteriormente, gracias al cálculo del segundo término T2(k) discretizado, se actualiza la relación cíclica α con cada periodo P1 de cálculo. Se obtiene la relación cíclica $\alpha(k)$ discretizada calculada como se ha explicado anteriormente.

Finalmente, a continuación de la etapa 104, el procedimiento vuelve a la etapa 112 y se repite hasta que se detecte el cierre del contacto 17 móvil. Como complemento, el procedimiento se repite en cada periodo P1 de cálculo hasta que se detecte el cierre del contacto 17 móvil.

La relación cíclica α es por tanto variable en el transcurso del tiempo, puesto que incluye el segundo término T2 que es a su vez variable en el transcurso del tiempo.

En la figura 5, el gráfico muestra, en ordenadas una corriente I_E que atraviesa la bobina 14 expresada en amperios (A), y en abscisas el tiempo (t) expresado en segundos (s). Una curva 120 representa la corriente I_E que atraviesa la

bobina 14 en función del tiempo (t), durante el mando de cierre del contacto 17 móvil y una tensión U_C de alimentación del módulo electrónico de control igual a 115 voltios. Una segunda curva 122 es análoga a la curva 120 pero para una tensión U_C de alimentación igual a 230 voltios. Las curvas 120, 122 tienen globalmente la misma forma y el retardo de la curva 120 y de la curva 122 se minimiza según la invención. Para este ejemplo, las tensiones de alimentación son variables, sinusoidales y la ganancia G es igual a 3. El hecho de que las curvas 120 y 122 sean globalmente similares, que se optimice el retardo de la curva 120 y la curva 122 y que las diferencias de amplitud entre las dos curvas 120, 122 estén limitadas, permite proporcionar a la bobina globalmente la misma energía y por tanto tener un tiempo de cierre del contacto 17 móvil sustancialmente idéntico cualquiera que sea la tensión U_C de alimentación. En efecto, la corriente I_E proporciona la energía y la fuerza necesarias para el cierre del contacto 17 móvil. En la figura 6, aparece que cualquiera que sea la tensión U_C de alimentación, el consumo de corriente de la bobina vista desde la fuente es globalmente el mismo.

Además, en la figura 6, el gráfico muestra, en ordenadas un desplazamiento D en milímetros con relación a los contactos 16 fijos, y en abscisas el tiempo (t) en segundos (s). Una tercera curva 124 representa el desplazamiento del contacto 17 móvil en función del tiempo, para una tensión U_C de alimentación del módulo 13 electrónico de control de 115 voltios, y una cuarta curva 126 representa el desplazamiento del contacto 17 móvil en función del tiempo, para una tensión U_C de alimentación de 230 voltios. Las curvas 124 y 126 representan, más precisamente, el desplazamiento D en función del tiempo, durante el mando de cierre del contacto 17 móvil. De ese modo, el contacto 17 móvil se cierra globalmente cuando el desplazamiento alcanza su valor máximo, es decir en este caso para un desplazamiento D de aproximadamente 5 mm. Se observa que la diferencia de tiempos de cierre entre la curva 124 y la curva 126 es de 5,4 milisegundos sabiendo que el tiempo de cierre 17 del contacto móvil, está comprendido entre 60 ms y 68 ms. De ese modo, la dinámica de cierre en función de la tensión U_C de alimentación es sustancialmente idéntica cualquiera que sea la tensión de alimentación del módulo 13 electrónico de control y la regulación de tensión se efectúa correctamente.

Además, en la figura 7 se observa en una quinta curva 128 la evolución de la relación cíclica α en función del tiempo t en milisegundos (ms), así como en una sexta curva 130, la tensión U_E en la salida del rectificador 27, expresada en voltios, en función del tiempo t expresado en milisegundos. La curva 130, muestra una caída de la tensión U_E en función del tiempo t . Esta caída de tensión se debe a una reducción temporal del órgano 22 de alimentación. La curva 128 muestra que la relación cíclica α es variable en el transcurso del tiempo y evoluciona con el fin de tener en cuenta la caída de la tensión U_E medida en la salida del rectificador 27. En efecto, la relación cíclica α aumenta con el fin de tener en cuenta la caída de tensión y con el fin de que el conmutador 26 permanezca en posición cerrada más tiempo, para proporcionar a la bobina 14 la tensión suficiente para actuar sobre el cierre del contacto 17 móvil.

Además, se observa igualmente que cuando la tensión U_E medida en la salida del rectificador 27 es inferior a la tensión U_A de consigna de la bobina 14, la relación cíclica α aumenta con el fin de tener en cuenta el lapso de tiempo durante el que la tensión aplicada a la bobina 14 no tiene ningún efecto, puesto que es inferior a la tensión U_A de consigna. Este aumento de la relación cíclica α corresponde a una acumulación del error que se restituye cuando la tensión U_E en la salida del rectificador 27 es superior a la tensión U_A de consigna.

De ese modo, en el momento en el que la tensión U_E positiva medida se hace superior a la tensión U_A de consigna el valor de la relación cíclica α es grande, con el fin de alimentar en tensión a la bobina 14 durante una duración suficiente. Este aumento de la relación cíclica α permite acelerar el cierre del contacto 17 móvil, con el fin de tener en cuenta el retardo tomado sobre el cierre del contacto 17 móvil debido al hecho de que la tensión U_E medida era inferior a la tensión U_A de consigna. Una vez que la tensión U_E medida se hace superior a la tensión U_A de consigna, al retardo es pequeño de pequeña compensación y el valor de la relación cíclica α disminuye progresivamente. El objetivo es tener una relación cíclica α de valor instantáneo superior al valor medio de esta relación cíclica α , durante la fase de cierre del contacto 17 móvil, en el momento en que la tensión U_E de salida del rectificador 27 se hace superior a la tensión U_A de consigna, con el fin de corregir el error.

Por otro lado, la evolución de la relación cíclica α en el transcurso del tiempo permite evitar cualquier riesgo de no cierre completo del contacto 17 móvil, sabiendo que este no cierre completo conduce a veces a la soldadura del contacto 17 móvil sobre los contactos 16 fijos.

Además, es importante observar que la ganancia G se elige de manera que se minimice la desviación en la dinámica de cierre del contactor 10 cualquiera que sea la tensión U_C de alimentación del módulo 13 electrónico de control.

Como variante, a la salida del rectificador 27, el contactor 10 comprende un filtro conectado en serie con la bobina 14 y el conmutador 26. En este caso, la tensión U_E medida a la salida del rectificador 27 es diferente de la tensión medida en los bornes el conmutador 26 y de la bobina 14 conectados en serie.

El experto en la materia comprenderá que la invención se aplica de manera análoga a un contactor trifásico que comprenda tres pares de contactos fijos y tres contactos móviles, para unas aplicaciones de corriente trifásica.

En el ejemplo de realización de las figuras 1 a 2 descrito anteriormente, el órgano 22 de alimentación del módulo 13 de control es un generador de tensión monofásico. El experto en la materia comprenderá por supuesto que le invención se aplica igualmente a un contactor que incluya un módulo 13 de control alimentado en tensión trifásica,

siendo entonces el rectificador 27 adecuado para convertir la tensión trifásica proporcionada por el órgano 22 de alimentación en una tensión positiva proporcionada a los bornes del conmutador 26 y de la bobina 14 conectados en serie.

REIVINDICACIONES

1. Contactor (10) eléctrico, que comprende:

- al menos un par de contactos (16) fijos y, para cada par de contactos fijos, un contacto (17) móvil entre una posición cerrada y una posición abierta,
- 5 estando los contactos (16) fijos, en posición cerrada del contacto (17) móvil, conectados eléctricamente entre sí a través del contacto (17) móvil, y estando aislados eléctricamente uno del otro en posición abierta del contacto (17) móvil,
- una bobina (14) electromagnética adecuada para mandar el o cada contacto (17) móvil hacia posición cerrada o posición abierta,
- 10 - un módulo (13) electrónico de control de la bobina (14) electromagnética, que incluye un conmutador (26) conectado en serie a la bobina (14) y un dispositivo (28) de mando del conmutador (26), incluyendo el conmutador (26) dos electrodos de conducción y un electrodo de mando, comprendiendo el módulo (13) electrónico de control además un generador de tensión positiva, tal como un rectificador (27), conectado al conmutador (26) y a la bobina (14) conectados en serie y apropiado para proporcionar una tensión (U_E) positiva
- 15 al conmutador (26) y a la bobina (14),

incluyendo dicho dispositivo (28) de mando unos medios (31) de cálculo de una señal (S1) modulada en ancho de impulso y unos medios (32) de aplicación de la señal calculada al electrodo de mando del conmutador (26), presentando la señal (S1) modulada en ancho de impulso una relación cíclica (α) de valor variable en el transcurso del tiempo durante el mando del o de cada contacto (17) móvil en posición cerrada, incluyendo el dispositivo (28) de

20 mando unos medios (34) de medición de la tensión (U_E) positiva, y **caracterizado porque** el valor de la relación cíclica depende de dicha tensión (U_E) medida únicamente durante el mando del o de cada contacto (17) móvil a posición cerrada.

2. Contactor según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la relación cíclica (α) es igual a la suma de un primer término (T1) de valor constante y de un segundo término (T2) de valor variable en el transcurso del tiempo.

3. Contactor según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el primer término (T1) es función de una tensión (U_A) de consigna de control de la bobina y del valor inicial ($U_E(0)$) de la tensión (U_E) positiva, medida en el momento del mando de cierre del o de cada contacto móvil.

4. Contactor según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** el segundo término (T2) es función del último valor medido de la tensión (U_E) positiva.

5. Contactor según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado porque** los medios (34) de medición de la tensión son apropiados para muestrear la tensión (U_E) positiva medida según una frecuencia (F_{mues}) de muestreo, **porque** los medios de cálculos son adecuados para calcular el segundo término (T2) en función de la última muestra de tensión (U_E) positiva y según un periodo (P1) de cálculo igual a la inversa de la frecuencia (F_{mues}) de muestreo, y **porque** los medios (31) de cálculos son adecuados para actualizar el valor de la relación cíclica (α), con ayuda del

30 segundo término (T2), en cada periodo (P1) de cálculo.

6. Procedimiento de control de una bobina electromagnética de un contactor (10), contactor que comprende, al menos un par de contactos (16) fijos y, para cada par de contactos (16) fijos, un contacto (17) móvil entre una posición cerrada y una posición abierta, la bobina (14) electromagnética, y un módulo (13) electrónico de control de la bobina (14) que comprende un conmutador (26) conectado en serie con la bobina (14) y un dispositivo (28) de

40 mando del conmutador (26), siendo adecuada la bobina (14) para mandar el o cada contacto (17) móvil hacia posición cerrada o abierta, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

- a) calcular (102), por el dispositivo de mando (28), una señal (S1) modulada en ancho de impulso, siendo calculada la señal (S1) modulada en ancho de impulso con una relación cíclica (α) de valor variable en el
- 45 transcurso del tiempo, durante el mando del o de cada contacto (17) móvil a posición cerrada,
- b) aplicar (104) la señal (S1) calculada a un electrodo de mando del conmutador (26), y anteriormente a la etapa a) el procedimiento que comprende medir (106) una tensión (U_E) positiva, en los bornes de un generador de tensión positiva, tal como un rectificador (27), rectificador (27) que se conecta al conmutador (26) y a la bobina (14) conectados en serie, y es apropiado para proporcionar la tensión (U_E) positiva al conmutador (26) y a la bobina (14), y **caracterizado porque** en el transcurso de la etapa a) la relación cíclica (α) de la señal (S1) modulada en ancho de impulso calculada depende de la tensión (U_E) positiva medida únicamente durante el
- 50 mando del o de cada contacto (17) móvil a posición cerrada.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** la etapa a) incluye varias etapas que consisten en:

- a1) el cálculo (108) de un primer término (T1) de valor constante
- a2) el cálculo (112) de un segundo término (T2) de valor variable en el transcurso del tiempo
- a3) el cálculo de la relación cíclica (α) sumando el primer término (T1) y el segundo término (T2),

y **porque** a continuación de la etapa b) se vuelve a la etapa a2), mientras que el o cada contacto (17) móvil no esté en posición cerrada.

5 8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** en el transcurso de la etapa a1), el primer término (T1) se calcula en función de una tensión (U_A) de consigna de control de la bobina (14) y del valor inicial (U_E(0)) de la tensión (U_E) positiva, siendo medido este valor inicial en el momento del mando del cierre del o de cada contacto (17) móvil, en el transcurso de la etapa (106) de medición, y **porque** la relación cíclica (α) se fija igual a este primer término (T1).

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 8, **caracterizado porque** en el transcurso de la etapa a2), se calcula el segundo término (T2) en función del último valor de la tensión (U_E) positiva medida.

10 10. Procedimiento según las reivindicaciones 8 y 9, **caracterizado porque** en el transcurso de la etapa a1) se calcula el primer término (T1) con la ecuación siguiente:

$$T1 = \alpha(0) = U_A / U_E(0),$$

representando α(0) un valor inicial de la relación cíclica (α),

porque en el transcurso de la etapa a2) se calcula el segundo término (T2) con la ecuación siguiente:

15
$$T2 = G \int_0^t (U_A - \alpha(\tau) * U_E(\tau)) d\tau ,$$

representando α(τ) y U_E(τ) respectivamente los valores de la relación cíclica (α) y de la tensión (U_E) positiva en el tiempo τ y G una ganancia de valor predeterminado, y

porque en el transcurso de la etapa a3) se calcula la relación cíclica (α) con la ecuación siguiente:

$$\alpha(t) = \alpha(0) + G \int_0^t (U_A - \alpha(\tau) * U_E(\tau)) d\tau = T1 + T2$$

20 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado porque** a continuación en la etapa b), el conmutador (26) conmuta con una cierta frecuencia en función de la relación cíclica (α) y modifica la tensión en los bornes de la bobina (14).

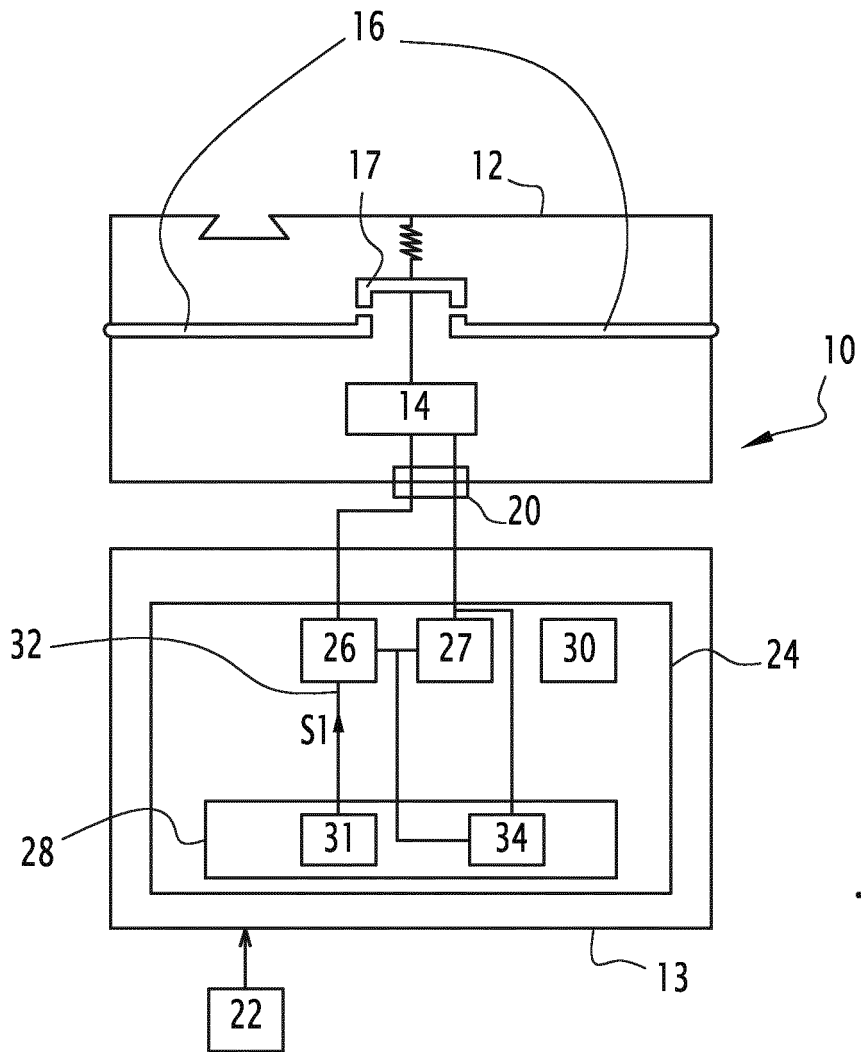
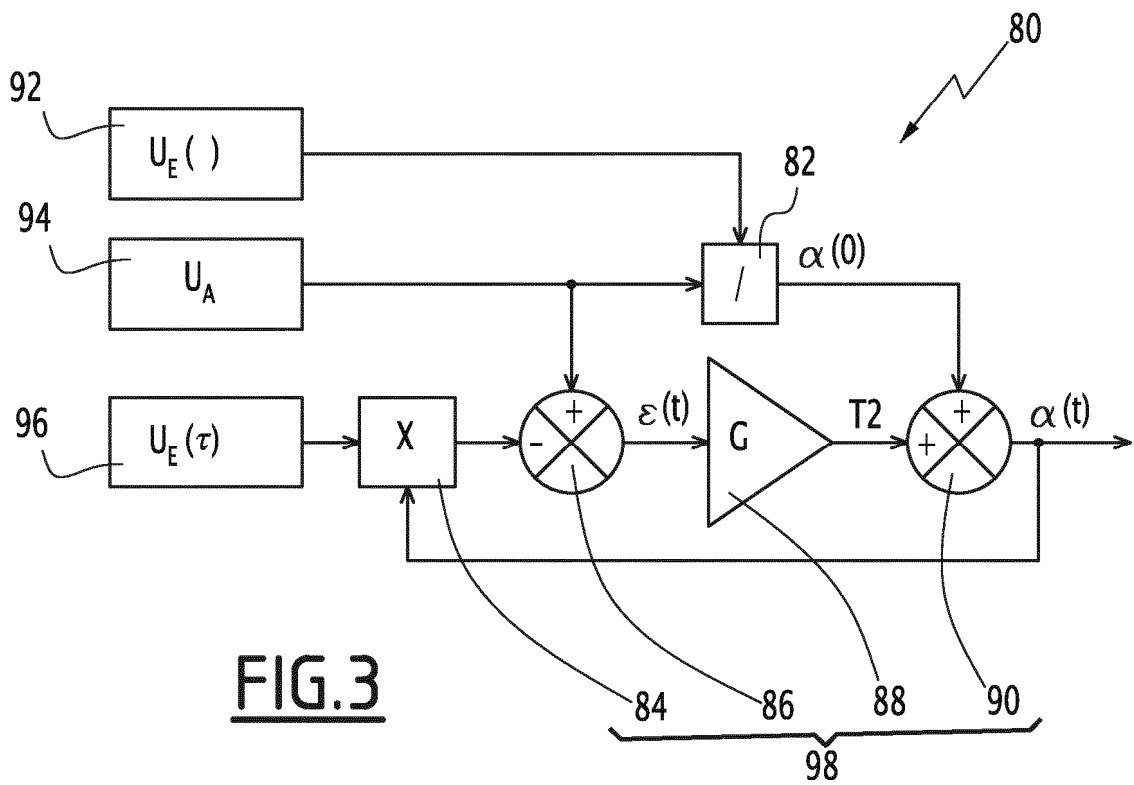
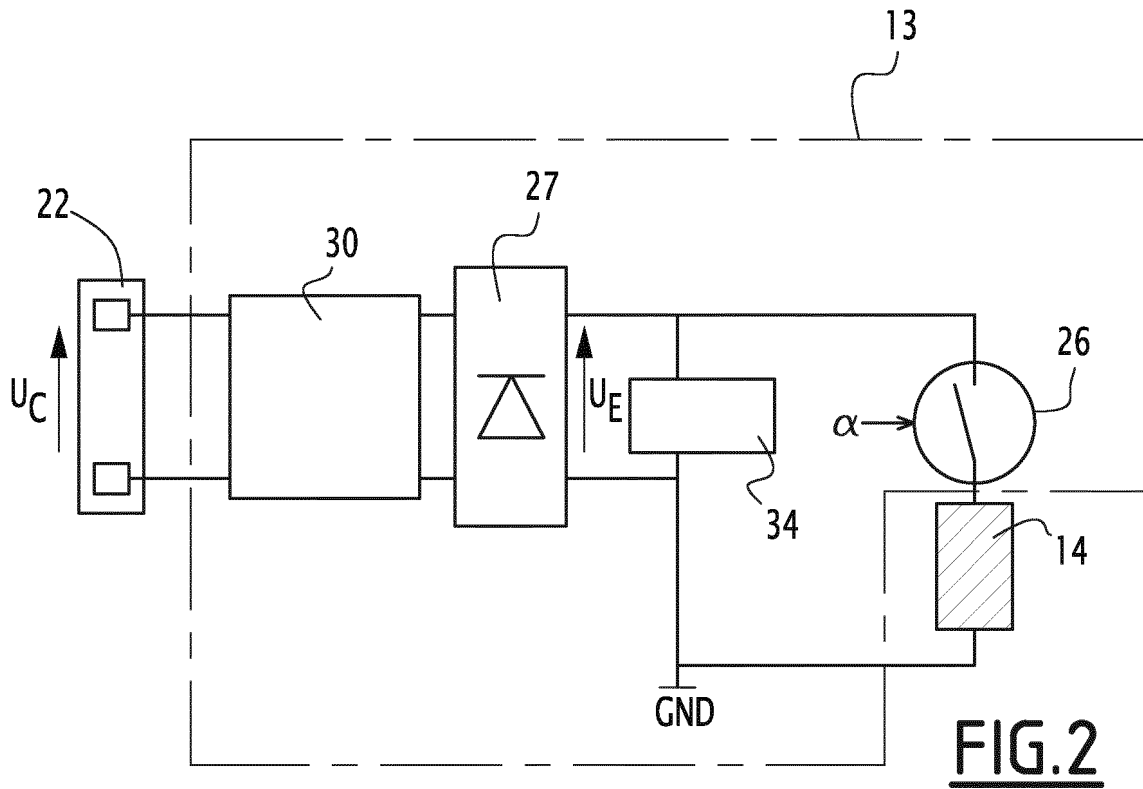


FIG.1



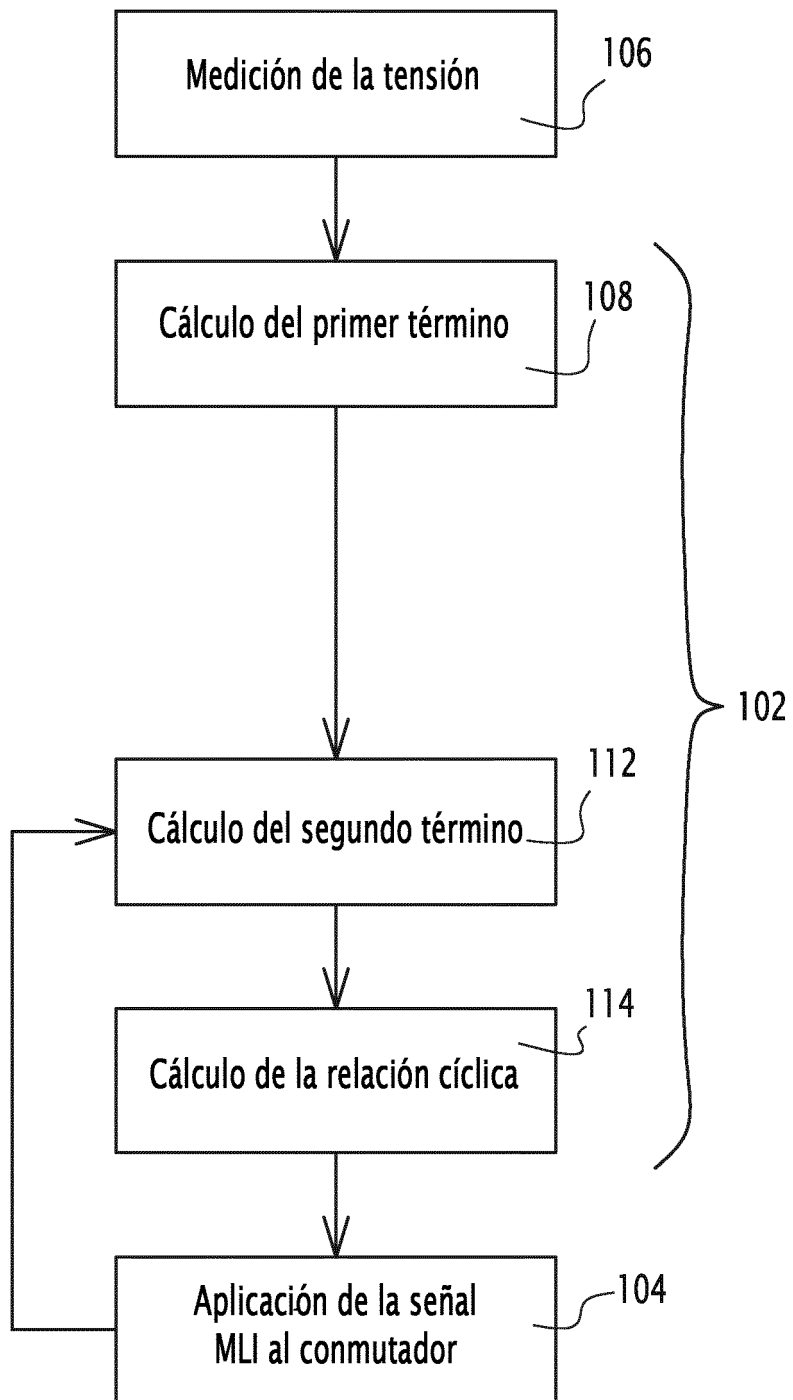


FIG.4

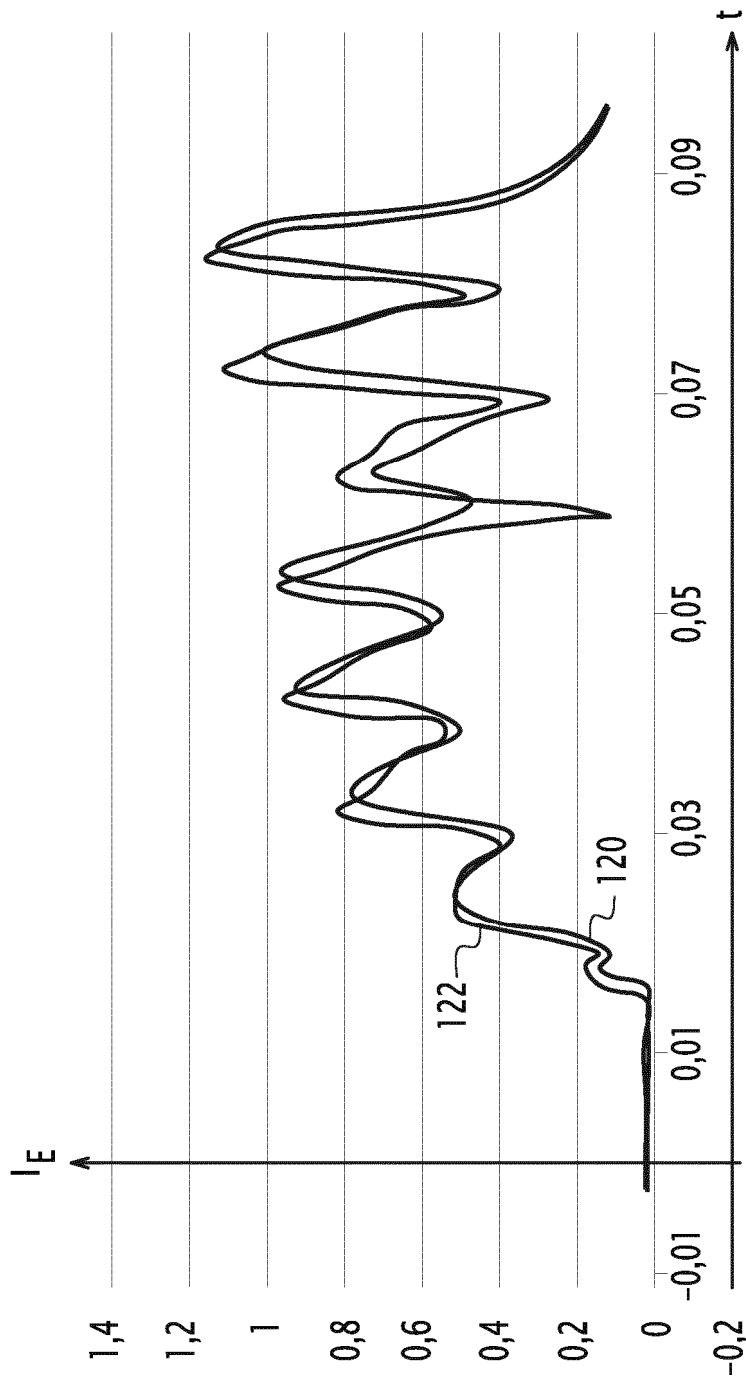


FIG.5

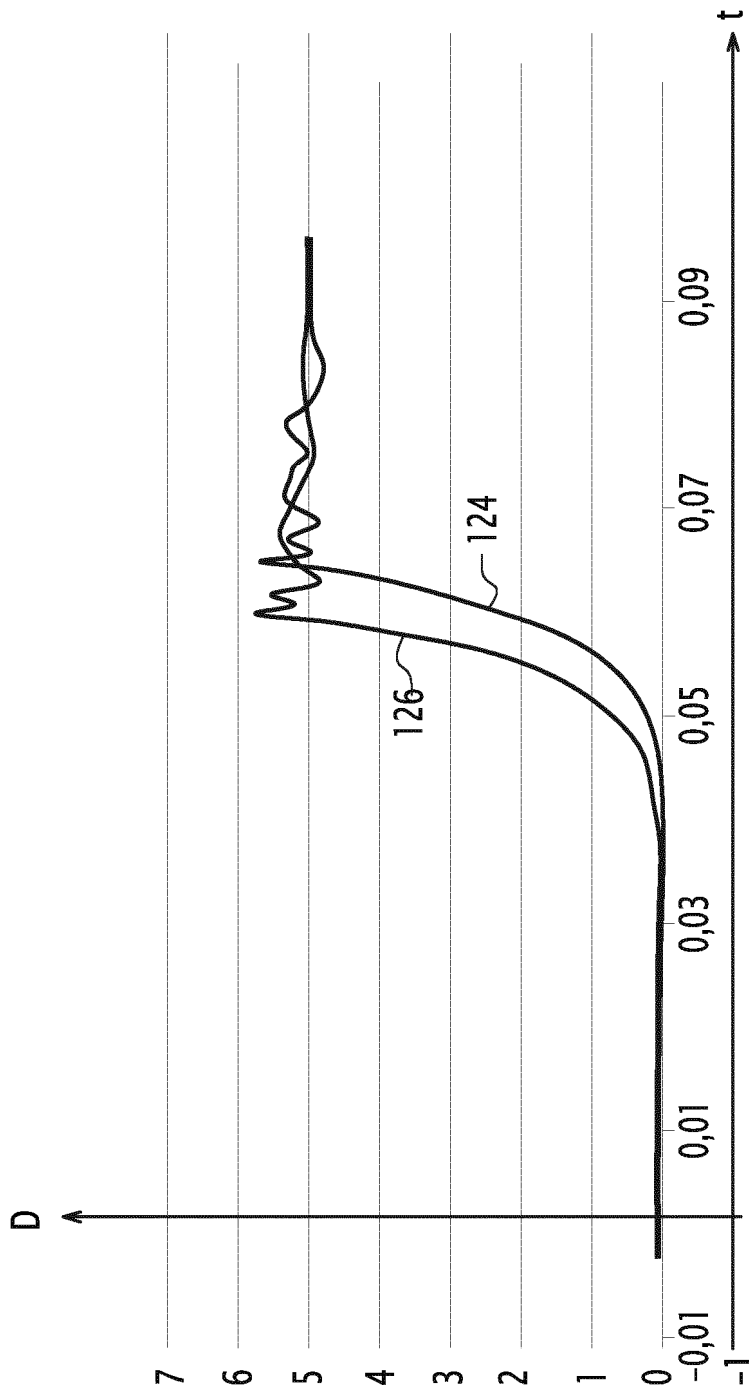


FIG.6

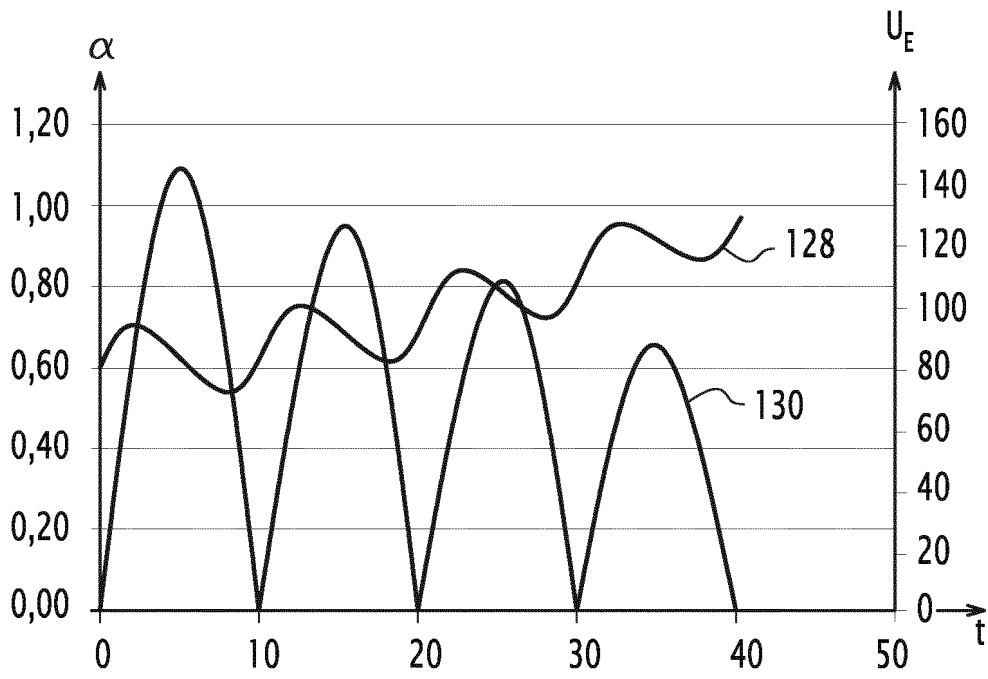


FIG.7