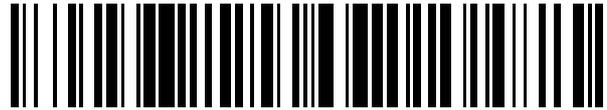


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 929**

51 Int. Cl.:

H01H 47/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2018** **E 18166607 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019** **EP 3389072**

54 Título: **Procedimiento de control de un aparato de corte de corriente eléctrica, accionador electromagnético que comprende un circuito de implementación de este procedimiento y aparato eléctrico de corte que comprende tal accionador**

30 Prioridad:

11.04.2017 FR 1753164

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

24.04.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LAPIERE, CHRISTOPHE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 755 929 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de control de un aparato de corte de corriente eléctrica, accionador electromagnético que comprende un circuito de implementación de este procedimiento y aparato eléctrico de corte que comprende tal accionador

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de control de un aparato de corte de una corriente eléctrica que comprende un accionador electromagnético. La invención también se refiere a un accionador electromagnético que comprende un circuito de control para la implementación de este procedimiento y un aparato eléctrico de corte que comprende tal accionador electromagnético.

La invención es más generalmente aplicable al campo técnico de los aparatos de corte de una corriente eléctrica, tales como contactores.

10 De una manera conocida, tales aparatos de corte constan de un bloque de corte, en el que una parte móvil es desplazable con respecto a los terminales de conexión eléctrica, entre una posición abierta y una posición cerrada para impedir o, respectivamente, permitir la circulación de una corriente eléctrica entre los terminales de conexión. Estos aparatos también comprenden un accionador electromagnético controlable, que está adaptado para desplazar selectivamente la parte móvil entre sus posiciones abierta y cerrada. El accionador consta para este propósito de una bobina que está configurada para generar un campo magnético cuando es recorrida por una corriente eléctrica de alimentación. De forma correspondiente, la parte móvil está equipada con un elemento magnético, tal como un imán permanente, que interactúa con el campo magnético para crear una fuerza electromagnética que desplaza la parte móvil.

20 Estos aparatos también constan de un circuito de control que pilota la alimentación de la bobina, por ejemplo, en función de una señal de control exterior. Por lo general, la conmutación del aparato de corte desde la posición abierta hacia la posición cerrada se realiza en dos fases: una fase de llamada, en la que una primera corriente se envía a la bobina para desplazar la parte móvil, luego una fase de retención, en la que una segunda corriente se envía a la bobina para mantener la parte móvil en la posición cerrada. En efecto, el accionador no es lineal y la inductancia de la bobina presenta valores diferentes entre estas dos fases, debido en particular a la carga mecánica que representa la parte móvil, o variaciones de inductancia en función de la temperatura de la bobina.

25 La corriente de llamada presenta un valor elevado, que excede el valor de corriente requerido durante la fase de retención. A veces, la corriente de llamada es varias veces superior al valor de corriente requerido en la fase de retención.

30 Ahora bien, en numerosos aparatos eléctricos conocidos, el accionador carece de medios de medición de la posición de la parte móvil, esto en aras de la simplificación. La fase de llamada presenta entonces una duración predefinida, sean cuales sean las circunstancias de funcionamiento del accionador. De este modo, se continúa suministrando una corriente de llamada de intensidad elevada a la bobina incluso cuando la parte móvil ha completado su desplazamiento, estando esta corriente de llamada sobredimensionada con respecto al valor de corriente que sería estrictamente necesario para mantener la parte móvil, esto es para conservar un margen de seguridad para asegurar que el aparato de corte pueda conmutar hacia su posición cerrada bajo cualquier circunstancia.

35 Esta situación conocida presenta numerosos inconvenientes. En efecto, se deduce que el consumo de energía es más elevado de lo necesario, lo que presenta un coste para el usuario, así como la disipación térmica excesiva. Entonces es necesario prever disipadores térmicos y/o sistemas de enfriamiento, lo que aumenta el volumen y el coste del aparato. La fabricación del aparato de corte se hace de este modo más complicada.

40 El documento EP0400389 A2 sugiere un procedimiento de control de un aparato de corte de una corriente eléctrica, comprendiendo este aparato de corte un accionador electromagnético provisto de una bobina para desplazar una parte móvil de corte del aparato, constando este procedimiento de:

- la recepción de una orden de conmutación del aparato eléctrico desde un estado abierto hacia un estado cerrado;
- en respuesta, el suministro de una corriente eléctrica de alimentación a una bobina del accionador, por medio de un circuito de control, para desplazar la parte móvil de corte desde una posición abierta hacia una posición cerrada;
- 45 según el procedimiento, el suministro de la corriente de alimentación consta de la implementación de una limitación del valor de intensidad de la corriente eléctrica de alimentación, constando esta limitación de las etapas:
 - de adquisición, por el circuito de control, de una señal representativa de la intensidad de la corriente de alimentación que circula a través de la bobina;
 - 50 - de comparación, por medio de un comparador analógico del circuito de control, de la señal analógica de referencia con la señal representativa de la intensidad de la corriente de alimentación;
 - de inhibición, por el circuito de control, de la alimentación de corriente de la bobina, en respuesta a la comparación, siempre que la intensidad de la corriente de alimentación tenga un valor superior o igual al valor de referencia, estando la alimentación de corriente de la bobina restablecida cuando la intensidad de la corriente de alimentación se vuelve de nuevo inferior al valor de referencia.
 - 55

Es a estos inconvenientes que la invención pretende remediar más particularmente proponiendo un procedimiento de

control de un aparato de corte de una corriente eléctrica que comprende una parte móvil de corte desplazable por medio de un accionador electromagnético provisto de una bobina, en el que el consumo de la corriente de alimentación de la bobina se reduce durante una fase de cierre.

5 Para este propósito, la invención se refiere a un procedimiento de control de un aparato de corte de una corriente eléctrica, comprendiendo este aparato de corte un accionador electromagnético provisto de una bobina para desplazar una parte móvil de corte del aparato, constando este procedimiento de:

- la recepción de una orden de conmutación del aparato eléctrico desde un estado abierto hacia un estado cerrado;
- en respuesta, el suministro de una corriente eléctrica de alimentación a una bobina del accionador, por medio de un circuito de control, para desplazar la parte móvil de corte desde una posición abierta hacia una posición cerrada.

10 De conformidad con la invención, el suministro de la corriente de alimentación consta de la implementación de una limitación del valor de intensidad de la corriente eléctrica de alimentación, constando esta limitación de las etapas:

- a) de adquisición de un valor límite de corriente de alimentación por un microcontrolador del circuito de control, estando este valor registrado en forma digital en una memoria del circuito de control;
- 15 b) de generación de un valor de referencia en forma de una señal analógica, representativa del valor límite de corriente de alimentación, del valor límite adquirido y por medio de un convertidor digital a analógico del circuito de control;
- c) de adquisición, por el circuito de control, de una señal representativa de la intensidad de la corriente de alimentación que circula a través de la bobina;
- 20 d) de comparación, por medio de un comparador analógico del circuito de control, de la señal analógica de referencia con la señal representativa de la intensidad de la corriente de alimentación;
- e) de inhibición, por el circuito de control, de la alimentación de corriente de la bobina, en respuesta a la comparación, siempre que la intensidad de la corriente de alimentación tenga un valor superior o igual al valor de referencia, estando la alimentación de corriente de la bobina restablecida cuando la intensidad de la corriente de alimentación se vuelve de nuevo inferior al valor de referencia.

25 Gracias a la invención, la limitación de la corriente eléctrica de alimentación de la bobina durante el cierre permite reducir la cantidad de corriente consumida innecesariamente durante la fase de cierre una vez que la parte móvil ha alcanzado su posición cerrada. Además, el uso de un comparador analógico permite implementar la comparación entre la corriente de alimentación de la bobina y el valor de referencia independientemente del microcontrolador y, por lo tanto, sin consumir recursos informáticos del microcontrolador. El funcionamiento del circuito de control se simplifica de este modo.

30 Según aspectos ventajosos, pero no obligatorios, de la invención, tal procedimiento de control de este tipo puede incorporar una o varias de las siguientes características, individualmente o según cualquier combinación técnicamente admisible:

- La generación de la señal de referencia consta de:
 - 35 - la lectura del valor límite registrado en la memoria, constando esta lectura de la emisión de una solicitud de acceso directo a la memoria emitida por el convertidor por medio de un controlador de memoria del circuito de control, luego,
 - la transformación, por el convertidor, del valor límite adquirido en una señal analógica que forma el valor de referencia.
- 40 - La adquisición de la señal representativa de la intensidad de la corriente de alimentación se realiza por medio de una sonda de medición perteneciente al circuito de control.
- La sonda de medición de la corriente consta de una resistencia de medición conectada en serie con la bobina y la adquisición consta de la medición de la tensión eléctrica en los terminales de la resistencia de medición.
- 45 - El suministro de la corriente de alimentación consta de la generación de una corriente eléctrica de alimentación por modulación de ancho de pulso por medio de un interruptor controlable del circuito de control, estando esta corriente eléctrica de alimentación modulada suministrada a la bobina, estando este interruptor controlable pilotado en función de una señal de control generada por un módulo de control del circuito de control, y constando la inhibición de la alimentación de corriente de la retención de la señal de control en un valor predefinido para interrumpir la generación de la corriente de alimentación modulada.

50 Según otro aspecto, la invención se refiere a un accionador electromagnético para un aparato eléctrico de corte de una corriente eléctrica, que comprende una bobina y un circuito de control adaptado para alimentar eléctricamente la bobina, estando el accionador adaptado para desplazar selectivamente una parte móvil de corte del aparato eléctrico de corte bajo la acción de la bobina, estando el circuito de control adaptado para:

- recibir una orden de conmutación del aparato eléctrico desde un estado abierto hacia un estado cerrado;
- 55 - en respuesta, suministrar una corriente eléctrica de alimentación a la bobina para desplazar la parte móvil de corte desde una posición abierta hacia una posición cerrada.

El circuito de control está configurado para que el suministro de la corriente de alimentación conste de la implementación de una limitación del valor de intensidad de la corriente eléctrica de alimentación, constando esta limitación de las etapas:

- 5 a) de adquisición de un valor límite de corriente de alimentación por un microcontrolador del circuito de control, estando este valor registrado en forma digital en una memoria del circuito de control;
- b) de generación de un valor de referencia en forma de una señal analógica, representativa del valor límite de corriente de alimentación, del valor límite adquirido y por medio de un convertidor digital a analógico del circuito de control;
- 10 c) de adquisición, por el circuito de control, de una señal representativa de la intensidad de la corriente de alimentación que circula a través de la bobina;
- d) de comparación, por medio de un comparador analógico del circuito de control, de la señal analógica de referencia con la señal representativa de la intensidad de la corriente de alimentación;
- 15 e) de inhibición, por el circuito de control, de la alimentación de corriente de la bobina, en respuesta a la comparación, siempre que la intensidad de la corriente de alimentación tenga un valor superior o igual al valor de referencia, estando la alimentación de corriente de la bobina restablecida cuando la intensidad de la corriente de alimentación se vuelve de nuevo inferior al valor de referencia.

Según otro aspecto, la presente invención se refiere a un aparato eléctrico de corte de una corriente eléctrica, que comprende un bloque de corte y un accionador electromagnético, constando el bloque de corte de:

- una armadura fija sobre la cual se fijan unos terminales de conexión y
- 20 - una parte móvil de corte, desplazable con respecto a los terminales de conexión, entre posiciones abierta y cerrada, para impedir o, respectivamente, permitir la circulación de una corriente eléctrica entre los terminales de conexión.

El accionador electromagnético comprende una bobina y un circuito de control adaptado para alimentar eléctricamente la bobina, siendo el aparato eléctrico de corte y el accionador electromagnético tales como se describieron previamente.

25 La invención se comprenderá mejor y otras ventajas de esta surgirán más claramente a la luz de la descripción que va a seguir, de un modo de realización de un procedimiento de control dado únicamente a título de ejemplo no limitativo y hecha con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 es una representación esquemática de un circuito de control para un accionador electromagnético de un aparato de corte de una corriente eléctrica de acuerdo con la invención;
- 30 - la figura 2 es una representación sinóptica simplificada del funcionamiento de un aspecto del circuito de control de la figura 1;
- la figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de funcionamiento del circuito de control de la figura 1 de acuerdo con la invención;
- 35 - la figura 4 es un oscilograma que representa esquemáticamente un ejemplo de comparación entre los valores de la corriente eléctrica de alimentación suministrada a una bobina de un accionador electromagnético.

La figura 1 representa un circuito 2 de control para un accionador electromagnético controlable de un aparato de corte de una corriente eléctrica, tal como un contactor.

Este aparato de corte, no ilustrado, consta de un bloque de corte y un bloque de accionador.

40 El bloque de corte consta de una armadura fija sobre la cual se fijan unos terminales de conexión, que están destinados a estar conectados eléctricamente a un circuito eléctrico, por ejemplo, en el seno de un cuadro eléctrico. El bloque de corte también consta de una parte móvil, dicha parte móvil de corte, que es desplazable con respecto a los terminales de conexión, entre posiciones abierta y cerrada, para impedir o, respectivamente, permitir la circulación de una corriente eléctrica entre los terminales de conexión.

45 El bloque del accionador contiene el accionador electromagnético controlable. El accionador electromagnético está adaptado para desplazar selectivamente la parte móvil entre sus posiciones abierta y cerrada en respuesta a una señal de control, en particular, gracias al circuito 2 de control. El accionador aquí incluye el circuito de control 2.

50 El accionador consta de una bobina 4, o solenoide, que está configurada para generar un campo magnético cuando es recorrida por una corriente eléctrica de alimentación modulada entregada por el circuito 2 de control. Por ejemplo, la bobina 4 se forma por enrollamiento de un cable eléctricamente conductor alrededor de un soporte, extendiéndose este soporte aquí a lo largo de un eje longitudinal.

De forma correspondiente, la parte móvil está equipada con un elemento magnético, tal como un imán permanente, que interactúa con el campo magnético para desplazar la parte móvil.

55 A título de ejemplo, la parte móvil es desplazable aquí en traslación entre sus posiciones abierta y cerrada a lo largo de un eje de desplazamiento coaxial con el eje longitudinal de la bobina. La parte móvil está aquí por defecto en la posición abierta, y se desplaza hacia la posición cerrada solo bajo la acción de la bobina 4. Un órgano de retorno

elástico está dispuesto ventajosamente para devolver la parte móvil hacia su posición abierta cuando la bobina 4 ya no está alimentada.

El circuito 2 de control está configurado para suministrar una corriente eléctrica de alimentación en los terminales de la bobina 4, en respuesta a una señal de control y siguiendo un procedimiento de control preestablecido.

5 De manera más precisa, en respuesta a una orden de conmutar el aparato hacia la posición cerrada, el circuito 2 está configurado para implementar primero una fase de cierre, también llamada fase de llamada, suministrando una energía suficiente a la bobina 4 para desplazar la parte móvil desde la posición abierta hacia la posición cerrada, luego una fase de retención, suministrando a la bobina 4 una energía suficiente para mantener la parte móvil en la posición cerrada, en particular, oponiéndose a la fuerza ejercida por el órgano de retorno elástico.

10 El accionador carece aquí de medios de medición de la posición de la parte móvil, esto en aras de la simplificación.

En este ejemplo, el circuito 2 está conectado a una alimentación 6 eléctrica exterior, que suministra una o varias tensiones eléctricas de alimentación al circuito 2. En el presente documento, la alimentación 6 entrega una tensión de 100 voltios CA y una tensión de 250 voltios CA en dos entradas distintas del circuito 2.

El circuito 2 también comprende aquí un nivel de potencia y un nivel lógico.

15 El nivel de potencia comprende equipos de protección eléctrica y de transformación de la tensión de alimentación recibida o, en caso necesario, tensiones de alimentación recibidas. El nivel lógico y la bobina 4 están destinados a ser alimentados por el nivel de potencia.

En este ejemplo, el nivel de potencia del circuito 2 comprende:

- 20 - un módulo 8 de protección y de rectificación de las tensiones de alimentación recibidas, alimentado por la fuente 6 y que entrega una tensión eléctrica continua a la salida,
- resistencias de entrada 10 y 12, conectadas en serie entre la salida del módulo 8 y una tierra eléctrica común GND del circuito 2,
- un filtro 14 para protección contra interferencias electromagnéticas, conectado a la salida del módulo 8, y
- un lastre 16, también llamado módulo limitador de corriente, conectado en serie con el filtro 14.

25 En una variante, estos equipos se pueden elegir de manera diferente.

En este ejemplo, la bobina 4 está conectada a la salida del módulo 8 a través de un interruptor 24 controlable, para recibir una corriente de alimentación eléctrica. En este ejemplo, como se explica a continuación, esta corriente de alimentación eléctrica es una corriente elaborada por modulación de ancho de pulso durante una fase de cierre. Esta técnica de modulación de ancho de pulso, llamada PWM para "Pulse Width Modulation" en inglés, es bien conocida y no se describe con más detalle a continuación. Por ejemplo, esta corriente de alimentación modulada es una señal cortada.

30 El circuito 2 también consta de un convertidor de potencia 18 de tipo "flyback" en inglés, cuya función es suministrar una alimentación estabilizada a los componentes internos del circuito 2. Este transformador 18 es alimentado por la tensión continua entregada por el módulo 8, estando aquí conectado a la salida del lastre 16. En este ejemplo, el transformador 18 pertenece al nivel de potencia.

35 El nivel lógico del circuito 2 también consta de un microcontrolador 20 programable que está particularmente adaptado para pilotar el funcionamiento del interruptor 24 para controlar selectivamente la alimentación de la bobina 4.

En este ejemplo, el microcontrolador 20 es alimentado por el convertidor 18 a través de un regulador 22 lineal, de tipo conocido como "low dropout regulator" en inglés, que entrega una tensión continua 3,3 voltios.

40 El circuito 2 también contiene un módulo 26 de pilotaje, también llamado "driver", para accionar el desplazamiento del interruptor 24 en función de una señal de control CMH enviada por el microcontrolador 20. El módulo 26 está adaptado para ser alimentado eléctricamente por el convertidor 18, aquí por una tensión de 15 voltios y una tensión de 8 voltios. En este ejemplo, el microcontrolador 20 está conectado al módulo 26 a través de un optoacoplador 28, para asegurar un aislamiento galvánico entre el nivel de potencia y el nivel lógico.

45 En la figura 2, las líneas discontinuas representan conexiones de datos, adaptadas para transmitir señales de datos desde y/o con destino al microcontrolador 20.

El microcontrolador 20 también está conectado a una sonda de medición de la tensión de entrada, no ilustrado, por ejemplo, adaptada para medir la tensión eléctrica en el seno del circuito 2, por ejemplo, entre un punto medio situado entre las resistencias de entrada 10 y 12, por un lado, y la masa eléctrica GND, por otro lado.

50 El microcontrolador 20 también está adaptado para medir una magnitud representativa del valor de la corriente eléctrica de alimentación que circula en la bobina 4. Por ejemplo, el circuito 2 consta de una sonda de medición de la corriente a la cual el microcontrolador 20 está conectado a una de sus entradas. Esta sonda de medición aquí consta

de una resistencia 30 de medición conectada en serie con la bobina 4, lo que permite medir una tensión eléctrica representativa de la corriente de alimentación de la bobina 4. Esta tensión eléctrica se denomina aquí "Isense" y forma una señal representativa de la intensidad de la corriente de alimentación que circula a través de la bobina 4.

5 En este ejemplo, el circuito 2 también consta de un interruptor 32 controlable por el microcontrolador 20. Este interruptor 32 está conectado en serie con un diodo 36 y conecta otra salida del convertidor 18 a la bobina 4.

10 Un diodo de protección conectado en paralelo con la bobina 4 se denota con "34". Se denota "40" un interruptor normalmente cerrado conectado aquí en serie con la bobina 4 y la resistencia 30 de medición, siendo este interruptor 40 controlable por el microcontrolador 20. El circuito 2 también comprende un diodo Zener 38 conectado en paralelo con este interruptor 40. El interruptor 32 hace posible accionar la bobina 4 durante la fase de retención. El interruptor 40 está destinado a activarse durante una fase de apertura posterior. Asociado con el diodo 38, este interruptor 40 permite desmagnetizar la bobina 4.

La figura 2 representa esquemáticamente el funcionamiento del microcontrolador 20.

El microcontrolador 20 consta de un convertidor 50 analógico a digital, un comparador 52, así como un reloj, no ilustrado, adaptado para generar una señal de reloj HCLK.

15 El circuito 2 también comprende una memoria informática y un controlador 54 de acceso a esta memoria. La memoria está adaptada para almacenar al menos un valor digital, aquí codificado en doce bits.

Por ejemplo, el valor digital almacenado en la memoria es un valor límite de corriente de alimentación adquirido por el microcontrolador 20 y denotado V_{ref_value} .

20 Esta memoria está conectada aquí al microcontrolador 20 por medio de un bus de datos, no ilustrado. El controlador 54 está conectado al bus de datos y está adaptado para acceder a los contenidos de la memoria, en particular, para leerlo, enviando una solicitud de tipo acceso directo a la memoria, llamada "Direct Memory Access" en inglés. De este modo, el controlador 54 puede acceder al contenido de la memoria independientemente del microcontrolador 20. La lectura del valor registrado en la memoria no necesita consumir recursos informáticos del microcontrolador 20.

25 El convertidor 50 está adaptado para transformar una señal digital recibida en una entrada, no ilustrado, en una señal analógica, entregada en una salida DAC_OUT. De manera más precisa, el convertidor 50 tiene la función de convertir el valor V_{ref_value} , representado por una señal digital, en un valor V_{ref_in-} , representado por una señal analógica, tal como una tensión eléctrica. El convertidor 50 se alimenta aquí eléctricamente por una tensión de referencia VDDA recibida en una entrada de alimentación V_{ref_DAC} .

30 La emisión de la solicitud de acceso a la memoria se realiza, por ejemplo, cuando se recibe una señal de sincronización T4_OVF en una entrada de sincronización Trigger_in.

El comparador 52 comprende una primera entrada in+ y una segunda entrada in- y está configurado para entregar una señal de salida OECLEAR, por ejemplo, en forma de una tensión eléctrica que puede tomar uno u otro de dos valores distintos, en función de los valores de las señales recibidas en las entradas in+ e in-. El comparador 52 está configurado en particular para que la señal de salida OECLEAR tome:

- 35
- un valor bajo siempre que el valor de la señal entrante en la entrada in+ sea inferior al valor de la señal entrante en la entrada in-, y
 - un valor alto cuando el valor de la señal entrante en la entrada in+ sea superior o igual al valor de la señal entrante en la entrada in-.

El microcontrolador 20 también comprende un módulo 56 de sincronización y un módulo 58 de control PWM.

40 El módulo 56 está adaptado para suministrar al convertidor 50 la señal T4_OVF sincronizada con respecto a la señal de reloj HCLK.

45 La función del módulo 58 es elaborar la señal de control CMH de modulación de ancho de pulso para controlar la apertura y cierre del interruptor 24. Esta señal de control CMH se suministra, por ejemplo, al módulo 26 de pilotaje. Esta elaboración de la señal de control CMH se realiza por el módulo 58 en función de la señal de reloj CLK y en función de la señal OECLEAR generada por el comparador 52. El módulo 58 está en particular programado para que:

- siempre que la señal OECLEAR sea igual al valor bajo, el módulo 58 genera una señal CMH según una consigna predefinida, por ejemplo, según una señal periódica en almenas; y
- cuando la señal OECLEAR toma el valor alto, interrumpe la señal de control CMH, para detener la alimentación temporalmente la bobina. Esto permite limitar el valor de la intensidad de la corriente por debajo del valor umbral.

50 Un ejemplo de funcionamiento del circuito 2 se describe ahora con referencia al diagrama de flujo de la figura 3 y con ayuda de las figuras 1 y 2.

Inicialmente, la parte móvil está en la posición abierta. El aparato de corte está, por lo tanto, en un estado

eléctricamente abierto, para impedir la circulación de una corriente eléctrica entre los terminales de conexión.

Luego, el aparato de corte recibe una orden de conmutar hacia el estado cerrado. Este orden se transmite por medio de una señal predefinida, por ejemplo, alimentando el circuito 2 a partir de la fuente de alimentación 6.

5 En respuesta, el circuito 2 controla el desplazamiento de la parte móvil desde su posición abierta hacia la posición cerrada, suministrando una corriente eléctrica de alimentación de la bobina 4 durante una duración predeterminada, correspondiente a la fase de cierre.

10 Durante esta fase de cierre, el microcontrolador 20 controla la apertura y el cierre sucesivo del interruptor 24, aquí a través del módulo 26, suministrando la señal de control CMH generada por el módulo 58. Esto permite suministrar a la bobina 4 una corriente de alimentación según la técnica de modulación de ancho de pulso. De este modo, a partir de la corriente continua entregada por el nivel de potencia del circuito 2 y, en particular, en el presente documento, por el convertidor 18, la bobina 4 recibe la corriente de alimentación modulada que permite la generación del campo magnético y, por lo tanto, de una fuerza magnética que desplaza la parte móvil.

15 La fase de cierre aquí se comparte en dos subfases distintas: una primera subfase P1 y una segunda subfase P2, cuya duración respectiva depende del desplazamiento de la parte móvil en respuesta a la corriente de alimentación de la bobina 4.

Durante la primera subfase P1, la parte móvil se desplaza hacia la posición cerrada desde la posición abierta. La subfase P1 finaliza cuando la parte móvil alcanza la posición cerrada.

20 Durante la primera subfase P2, que comienza inmediatamente después, la bobina 4 continúa siendo alimentada según la misma técnica de modulación de ancho de pulso. Sin embargo, estando la parte móvil inmóvil en la posición cerrada, la corriente de alimentación es superior a la corriente mínima estrictamente necesaria para mantener la parte móvil en la posición cerrada. La diferencia entre la corriente de este modo suministrada y la corriente mínima necesaria corresponde a un "margen de seguridad". En la práctica, la duración necesaria para desplazar la parte móvil puede variar en función de las circunstancias, no se conoce de antemano. En particular, el funcionamiento del accionador electromagnético es no lineal, en particular, debido a las variaciones de la inductancia de la bobina 4 en función de la temperatura.

25 El circuito 2 descrito anteriormente permite implementar, durante esta etapa, un procedimiento de regulación, o limitación, del valor de la corriente de alimentación de la bobina 4, para optimizar el margen de seguridad y reducir el sobreconsumo de corriente de la bobina 4 durante la segunda subfase P2, sin degradar la seguridad de funcionamiento del aparato de corte eléctrico.

30 Para este propósito, durante una etapa 100, el microcontrolador 20 adquiere un valor límite de corriente de alimentación, por ejemplo, por lectura de este valor límite, aquí desde un soporte de registro de datos exterior y por medio de una interfaz de intercambio de datos. Este valor adquirido se registra después en la memoria en forma de una señal digital Vref_value. En este ejemplo, el valor límite está predeterminado, preferentemente calculándose de antemano en función de las características de la bobina 4 y el accionador y del calibrador del contactor.

35 Durante una etapa 102, el convertidor 50 digital a analógico genera el valor de referencia Vref_in- en forma de una señal analógica a partir del valor límite adquirido Vref_value. Este valor de referencia Vref_in- es representativo del valor límite de corriente de alimentación.

40 En este ejemplo, durante esta etapa 102, el convertidor 50 lee automáticamente el valor límite Vref_value adquirido registrado en la memoria, transmitiendo una solicitud de acceso directo a la memoria por medio del controlador de memoria 54. El controlador 54 accede de este modo a la memoria a través del bus de datos sin requerir el microcontrolador 20. Esta solicitud se emite, por ejemplo, cada vez que la señal de sincronización T4_OVF toma un valor particular.

El valor digital Vref_value es transmitido de este modo por el controlador 54 hacia una entrada del convertidor 50, que transforma automáticamente este valor Vref_value en una señal analógica que forma el valor de referencia Vref_in-.

45 Durante una etapa 104, el microcontrolador 20 adquiere el valor Isense de intensidad de la corriente de alimentación, aquí midiendo la tensión en los terminales de la resistencia 30 de medición.

A continuación, durante una etapa 106, el comparador 52 compara los valores Vref_in- e Isense. Como esta comparación se realiza directamente por el comparador 52 analógico, no consume recursos informáticos específicos del microcontrolador 20.

50 Si el valor Isense se determina durante esta comparación como siendo superior o igual que el valor Vref_in-, entonces, durante una etapa 108, el circuito 2 controla la inhibición de la alimentación de corriente de la bobina 4.

Por ejemplo, la señal de salida OECLEAR del comparador 52 pasa del valor bajo al valor alto. En respuesta, el módulo 58 modifica la señal de control CMH para modificar la relación de modulación de los pulsos, por ejemplo, manteniendo la señal de control CMH en un valor predeterminado, por ejemplo, un valor constante cero. La conmutación del

interruptor 24 se modifica entonces en consecuencia, y el valor de la intensidad de la corriente de alimentación disminuye. La intensidad de la corriente de alimentación de la bobina 4 es limitada y permanece inferior al valor límite.

5 Al contrario, si el valor I_{sense} se determina durante esta comparación como siendo inferior al valor V_{ref_in-} , entonces la alimentación de la bobina no se inhibe y se mantiene. Por ejemplo, la señal de salida OECLEAR permanece en el valor bajo y el módulo 58 genera la señal de control CMH de manera predefinida en función de la señal de reloj HCLK.

De este modo, cuando la intensidad I_{sense} se vuelve inferior al valor de referencia V_{ref_in-} , entonces, la alimentación de corriente de la bobina (4) se restablece. Por ejemplo, la señal OECLEAR retoma al valor bajo y el módulo 58 emite nuevamente la señal CMH según la forma predefinida.

10 En el presente documento, este procedimiento se ejecuta repetidamente durante toda la duración de la fase de cierre. En particular, las etapas 102, 104 y 106 se repiten aquí en bucle durante toda la duración de la fase de cierre. En particular, la etapa 106 de comparación se realiza aquí continuamente, en particular, gracias a la cadena de procesamiento analógico formada por el convertidor 50 y el comparador 52. El tiempo de respuesta depende en particular del tiempo de propagación y del procesamiento de datos por esta cadena de procesamiento analógico.

Por ejemplo, al final de la etapa 108, el procedimiento vuelve a la etapa 106.

15 En este ejemplo, la fase de cierre finaliza al final de un plazo predefinido, contado por el microcontrolador 20.

20 Al final de la fase de cierre, la función del accionador es mantener la parte móvil en la posición cerrada siempre que no reciba una orden contraria. De este modo, durante una fase de retención, el circuito de control inyecta una corriente de eléctrica de alimentación de la bobina 4 que es diferente de la corriente de alimentación eléctrica inyectada durante la fase de cierre. Durante esta fase de retención, la potencia eléctrica consumida por la bobina 4 es, por lo tanto, de este modo inferior a la potencia consumida por la bobina durante la fase de cierre.

25 Por último, el aparato de corte puede controlarse después para volver a un estado eléctricamente abierto, para interrumpir la circulación de la corriente eléctrica entre los terminales de conexión. Para hacer esto, durante una fase de apertura, el circuito de control 2 deja de alimentar corriente a la bobina 4. El campo magnético se interrumpe, como la fuerza magnética. La parte móvil de corte, por lo tanto, vuelve hacia la posición abierta, por ejemplo, bajo la acción del órgano elástico de retorno.

La figura 4 representa ejemplos de evolución de los valores I de las corrientes de alimentación de la bobina 4, en la ordenada, en función del tiempo t , en la abscisa, durante una fase de cierre durante la cual la parte móvil conmuta hacia la posición cerrada.

30 De manera más precisa, la curva 62 representa la evolución de la corriente de alimentación en un caso conocido donde el procedimiento de limitación de la figura 3 no se implementa, mientras que la curva 64 representa un ejemplo de la evolución de la corriente de alimentación en el caso de que el procedimiento limitante de la figura 3 se ponga

a los lados de a estas curvas 62 y 64, la curva 60 representa la posición de la parte móvil del aparato de corte y varía entre un valor bajo, correspondiente a la posición abierta y un valor alto, correspondiente a la posición cerrada.

35 Durante la primera subfase P1, las curvas 62 y 64 se superponen, indicando que las corrientes de alimentación respectivas de la bobina 4 son esencialmente idénticas, al procedimiento, esté o no aplicado. La limitación no se implementa aquí y, por lo tanto, no es perjudicial para el desplazamiento de la parte móvil.

40 En cambio, durante la segunda subfase P2, la curva 64 difiere de la curva 62, en particular porque la curva 64 está truncada por encima de un valor umbral con respecto a la curva 62. Esto traduce el hecho de que la corriente de alimentación de la bobina 4 está limitada automáticamente por el circuito 2. Esto reduce de este modo la potencia suministrada a la bobina 4 por el circuito 2. De este modo, el circuito 2 tal como se describe optimiza la limitación de la alimentación de corriente de la bobina 4 durante la fase de cierre.

Los modos de realización y las variantes que se han contemplado anteriormente pueden combinarse entre sí para generar nuevos modos de realización.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de un aparato de corte de una corriente eléctrica, comprendiendo este aparato de corte un accionador electromagnético provisto de una bobina para desplazar una parte móvil de corte del aparato, constando este procedimiento de:

- 5 - la recepción de una orden de conmutación del aparato eléctrico desde un estado abierto hacia un estado cerrado;
- en respuesta, el suministro de una corriente eléctrica de alimentación a una bobina (4) del accionador, por medio de un circuito (2) de control, para desplazar la parte móvil de corte desde una posición abierta hacia una posición cerrada;

10 según el procedimiento, el suministro de la corriente de alimentación consta de la implementación de una limitación del valor de intensidad de la corriente eléctrica de alimentación, constando esta limitación de las etapas:

- 15 a) de adquisición (100) de un valor límite de corriente de alimentación por un microcontrolador (20) del circuito (2) de control, estando este valor registrado en forma digital (Vref_value) en una memoria del circuito (2) de control;
- b) de generación (102) de un valor de referencia (Vref_in-) en forma de una señal analógica, representativa del valor límite de corriente de alimentación, a partir del valor límite adquirido (Vref_value) y por medio de un convertidor (50) digital a analógico del circuito (2) de control;
- 20 c) de adquisición (104), por el circuito (2) de control, de una señal (Isense) representativa de la intensidad de la corriente de alimentación que circula a través de la bobina (4);
- d) de comparación (106), por medio de un comparador (52) analógico del circuito (2) de control, de la señal analógica de referencia (Vref_in-) con la señal (Isense) representativa de la intensidad de la corriente de alimentación;
- 25 e) de inhibición (108), por el circuito (2) de control, de la alimentación de corriente de la bobina (4), en respuesta a la comparación, siempre que la intensidad (Isense) de la corriente de alimentación tenga un valor superior o igual al valor de referencia (Vref_in-), estando la alimentación de corriente de la bobina (4) restablecida cuando la intensidad (Isense) de la corriente de alimentación se vuelve de nuevo inferior al valor de referencia.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la generación de la señal de referencia consta de:

- 30 - la lectura del valor límite (Vref_value) registrado en la memoria, constando esta lectura de la emisión de una solicitud de acceso directo a la memoria emitida por el convertidor (50) por medio de un controlador (54) de memoria del circuito (2) de control, luego,
- la transformación, por el convertidor (50), del valor límite adquirido (Vref_value) en una señal analógica que forma el valor de referencia (Vref_in-).

3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la adquisición (104) de la señal (Isense) representativa de la intensidad de la corriente de alimentación se realiza por medio de una sonda de medición perteneciente al circuito (2) de control.

35 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la sonda de medición de la corriente consta de una resistencia (30) de medición conectada en serie con la bobina (4) y **porque** la adquisición consta de la medición de la tensión eléctrica en los terminales de la resistencia (30) de medición.

40 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el suministro de la corriente de alimentación consta de la generación de una corriente eléctrica de alimentación por modulación de ancho de pulso por medio de un interruptor (24) controlable del circuito (2) de control, estando esta corriente eléctrica de alimentación modulada suministrada a la bobina (4), estando este interruptor (24) controlable pilotado en función de una señal de control (CMH) generada por un módulo (58) de control del circuito (2) de control, y **porque** la inhibición (108) de la alimentación de corriente consta de la retención de la señal de control (CMH) en un valor predefinido para interrumpir la generación de la corriente de alimentación modulada.

45 6. Accionador electromagnético para un aparato eléctrico de corte de una corriente eléctrica, que comprende una bobina (4) y un circuito (2) de control adaptado para alimentar eléctricamente la bobina (4), estando el accionador adaptado para desplazar selectivamente una parte móvil de corte del aparato eléctrico de corte bajo la acción de la bobina (4), estando el circuito (2) de control adaptado para:

- 50 - recibir una orden de conmutación del aparato eléctrico desde un estado abierto hacia un estado cerrado;
- en respuesta, suministrar una corriente eléctrica de alimentación a la bobina (4) para desplazar la parte móvil de corte desde una posición abierta hacia una posición cerrada;

estando el circuito (2) de control del accionador configurado para que el suministro de la corriente de alimentación conste de la implementación de una limitación del valor de intensidad de la corriente eléctrica de alimentación, constando esta limitación de las etapas:

- 55 a) de adquisición (100) de un valor límite de corriente de alimentación por un microcontrolador (20) del circuito (2) de control, estando este valor registrado en forma digital (Vref_value) en una memoria del circuito (2) de control;

b) de generación (102) de un valor de referencia (V_{ref_in-}) en forma de una señal analógica, representativa del valor límite de corriente de alimentación, a partir del valor límite adquirido (V_{ref_value}) y por medio de un convertidor (50) digital a analógico del circuito (2) de control;

5 c) de adquisición (104), por el circuito (2) de control, de una señal (I_{sense}) representativa de la intensidad de la corriente de alimentación que circula a través de la bobina (4);

d) de comparación (106), por medio de un comparador (52) analógico del circuito (2) de control, de la señal analógica de referencia (V_{ref_in-}) con la señal (I_{sense}) representativa de la intensidad de la corriente de alimentación;

10 e) de inhibición (108), por el circuito (2) de control, de la alimentación de corriente de la bobina (4), en respuesta a la comparación, siempre que la intensidad (I_{sense}) de la corriente de alimentación tenga un valor superior o igual al valor de referencia (V_{ref_in-}), estando la alimentación de corriente de la bobina (4) restablecida cuando la intensidad (I_{sense}) de la corriente de alimentación se vuelve de nuevo inferior al valor de referencia.

7. Aparato eléctrico de corte de una corriente eléctrica, que comprende un bloque de corte y un accionador electromagnético, constando el bloque de corte de:

- 15
- una armadura fija sobre la cual se fijan unos terminales de conexión y
 - una parte móvil de corte, desplazable con respecto a los terminales de conexión, entre posiciones abierta y cerrada, para impedir o, respectivamente, permitir la circulación de una corriente eléctrica entre los terminales de conexión,

20 comprendiendo el accionador electromagnético una bobina (4) y un circuito (2) de control adaptado para alimentar eléctricamente la bobina (4), estando el aparato eléctrico de corte **caracterizado porque** el accionador electromagnético es según la reivindicación 6.

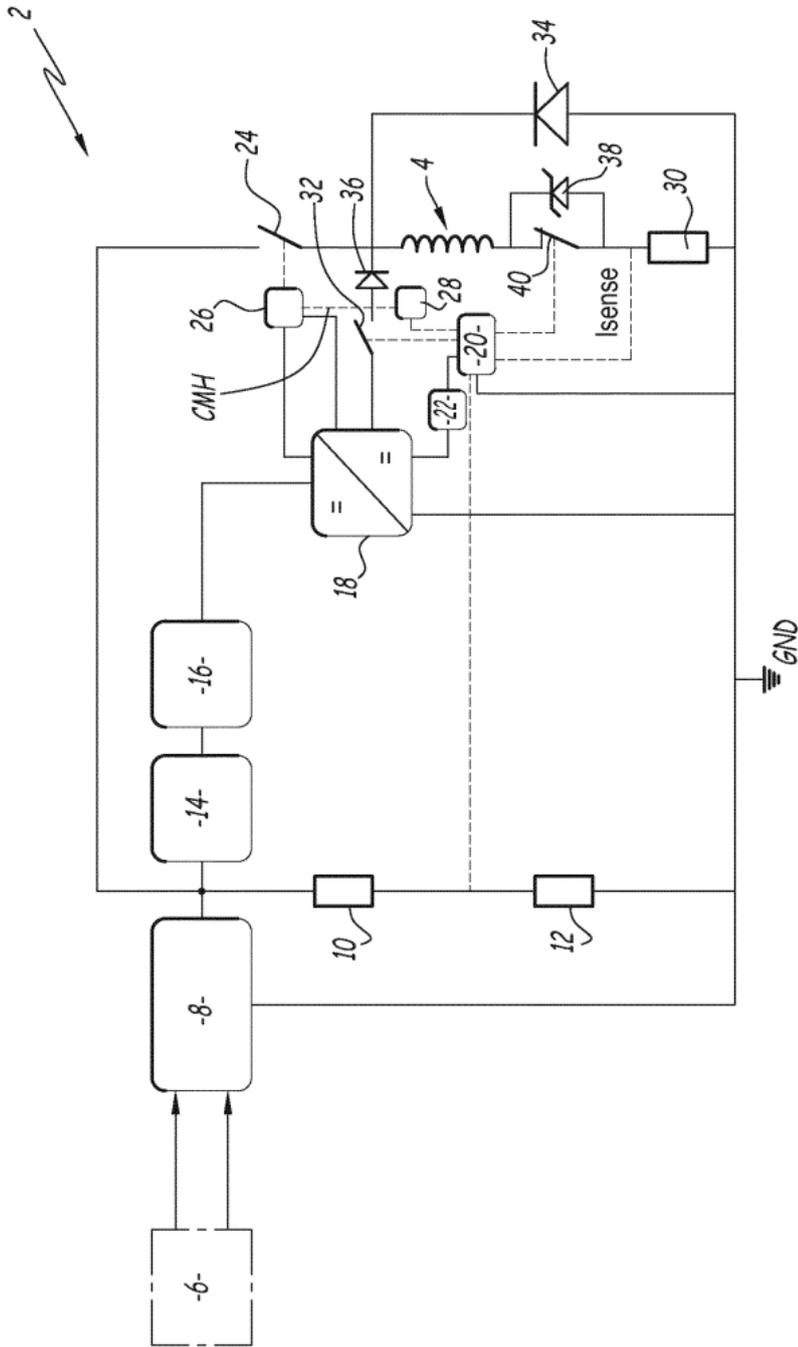


Fig.1

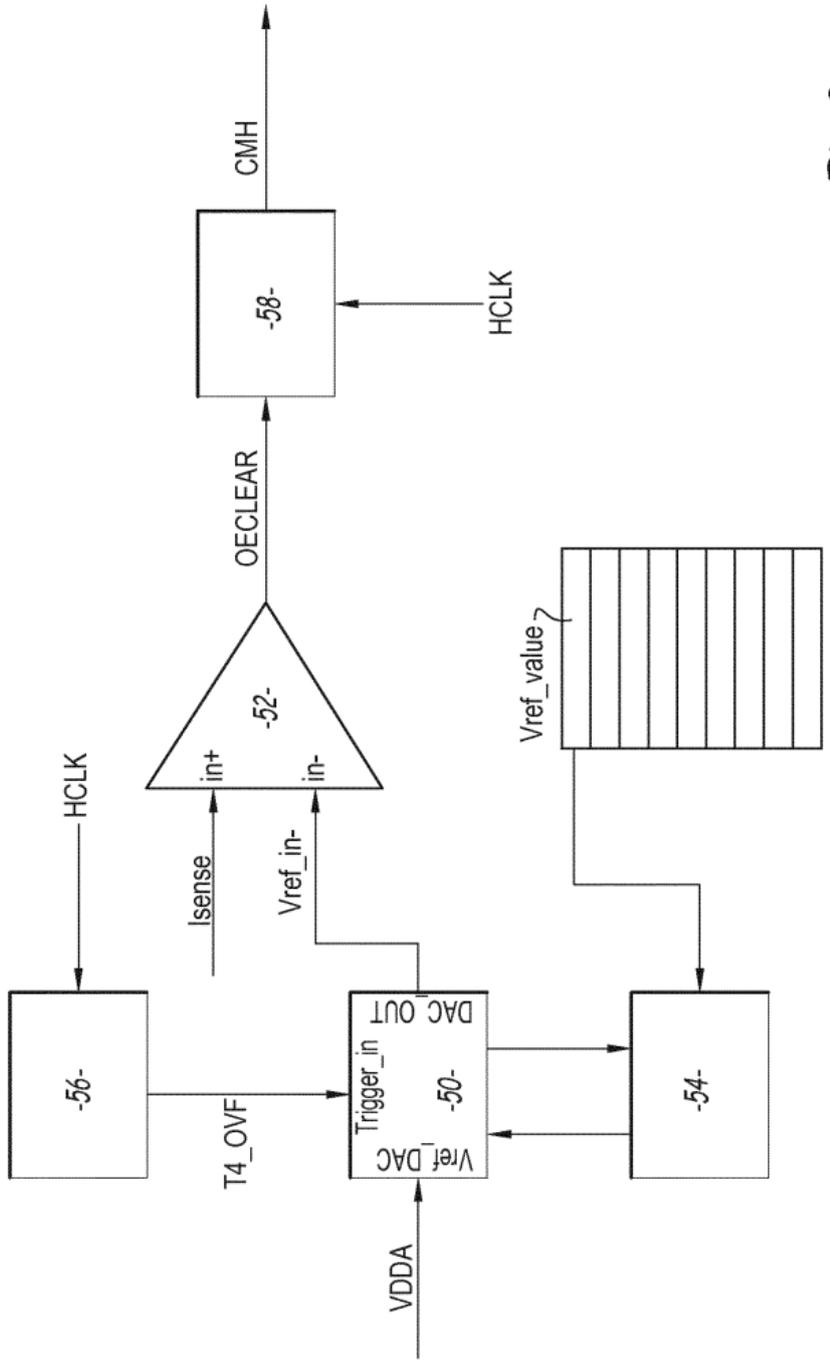


Fig.2

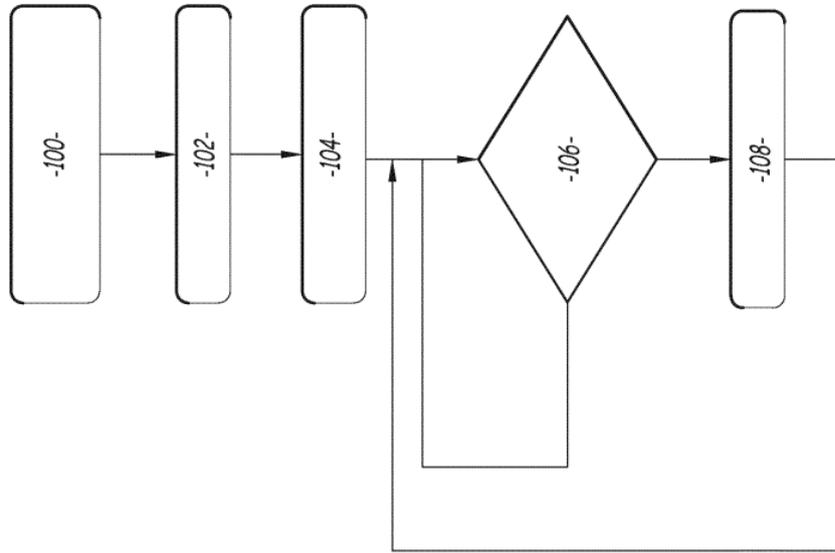


Fig.3

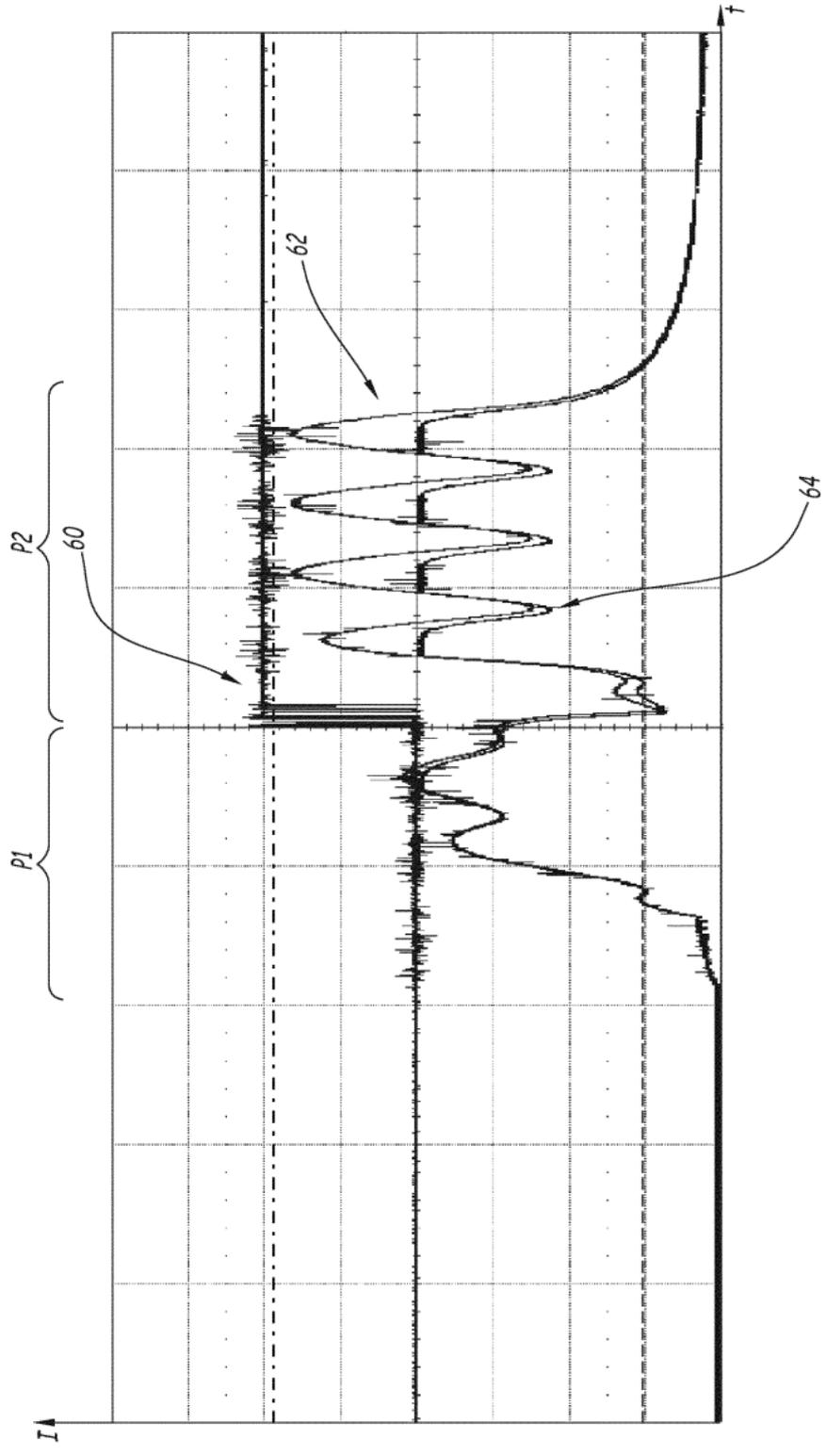


Fig.4