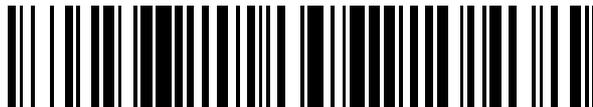


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 838**

51 Int. Cl.:

H01H 7/16 (2006.01)

H01H 9/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2015** **E 15150502 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017** **EP 3043365**

54 Título: **Método y sistema de control para controlar un dispositivo de conmutación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.04.2018

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

BIANCO, ANDREA;
RICCI, ANDREA;
MANNINO, FABIO y
DE NATALE, GABRIELE VALENTINO

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 663 838 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

Método y sistema de control para controlar un dispositivo de conmutación

5 La presente invención se refiere a un método para controlar un dispositivo de conmutación, en particular para sincronizar accionamientos del dispositivo de conmutación a una señal eléctrica de referencia; la presente invención también se refiere a un sistema de control adaptado para llevar a cabo tal método.

10 Como es conocido, un dispositivo de conmutación es un dispositivo concebido para conectar/desconectar dos partes de un circuito eléctrico en el que está instalado.

15 En particular, el dispositivo de conmutación comprende una o más fases eléctricas, teniendo cada una al menos una pareja de contactos que pueden conmutarse entre una condición cerrada, donde los contactos están acoplados entre sí, y una condición abierta, donde los contactos están separados uno del otro. Puede proporcionarse un sistema de control para controlar las operaciones del dispositivo de conmutación, de tal manera para sincronizar la conmutación de los contactos a una forma de onda de referencia de una señal eléctrica asociada al circuito eléctrico en el que está instalado el mismo dispositivo de conmutación.

20 Como es conocido, el sistema de control comprende medios de control que están adaptados para operar usando una secuencia de ciclos de tiempo. Los ciclos de tiempo se establecen con una duración de tiempo predeterminada.

25 Los medios de control están adaptados para controlar el accionamiento de la pareja de contactos usando los ciclos de tiempo con la duración de tiempo predeterminada. El objetivo de este control es conmutar los contactos a un correspondiente ángulo eléctrico predeterminado de la forma de onda de referencia.

Este ángulo eléctrico predeterminado puede elegirse adecuadamente para evitar, o al menos reducir, la generación de arcos eléctricos, corrientes de entrada y tensiones transitorias durante la operación del dispositivo de conmutación.

30 Sin embargo, los medios de control están adaptados para ejecutar el control anteriormente mencionado mientras se supone que los valores nominales de parámetros eléctricos y/o mecánicos pertinentes que están asociados a la fase y que podrían acondicionar la sincronización deseada de las conmutaciones de contacto con la forma de onda de referencia.

35 Si el valor real de tales parámetros eléctricos y/o mecánicos no corresponde con el valor nominal supuesto, los medios de control fallarían al mantener la sincronización deseada como se ilustra mejor con respecto a un dispositivo de conmutación conocido ejemplar.

40 Un dispositivo de conmutación conocido ejemplar comprende, para cada fase eléctrica, dos parejas de contactos que están asociados operativamente a al menos un dispositivo de semiconductores.

45 Las dos parejas de contactos deben conmutarse en secuencia a ángulos eléctricos predeterminados de la forma de onda de referencia, de tal manera para usar correctamente el dispositivo de semiconductores para las tareas de conmutación.

Las dos parejas de contactos se realizan mediante un contacto móvil común y dos contactos fijos correspondientes espacialmente separados entre sí.

50 El contacto móvil puede accionarse entre una posición totalmente abierta, donde se separa tanto del primer como del segundo contactos fijos, y una posición cerrada donde está acoplado al primer contacto fijo. El segundo contacto fijo está dispuesto entre el primer contacto fijo y el contacto móvil en la posición totalmente abierta, para conectarse con el contacto móvil durante una porción de su trayectoria de recorrido entre el primer y segundo contactos fijos.

55 Un ejemplo de tal dispositivo de conmutación se desvela en la solicitud de patente EP2523203, presentada en el nombre del mismo solicitante de la solicitud objeto.

60 Los medios de control se establecen para controlar el accionamiento del contacto móvil usando los ciclos de tiempo con la duración de tiempo predeterminada, de tal manera que:

- el acoplamiento del contacto móvil con el segundo contacto fijo empieza en un primer punto predeterminado y el acoplamiento del móvil al primer contacto fijo tiene lugar en un segundo punto predeterminado de la forma de onda de referencia posterior;
- la separación del contacto móvil desde el primero fijo tiene lugar en un tercer punto predeterminado y la separación del contacto móvil desde el segundo contacto fijo tiene lugar en uno cuarto predeterminado de la forma de onda de referencia posterior.

Sin embargo, los medios de control se establecen para ejecutar el control anterior mientras se supone un valor de frecuencia de la forma de onda de referencia igual al valor nominal de frecuencia del circuito eléctrico.

5 En particular, los medios de control están adaptados para aplicar un tiempo de retardo entre una detección de un punto de referencia predeterminado de la forma de onda y un punto de inicio predeterminado del accionamiento del contacto movable.

10 Este tiempo de retardo se establece de acuerdo con el valor de frecuencia nominal y, por lo tanto, si el valor de frecuencia real no corresponde a tal valor nominal, el inicio del accionamiento del contacto movable tendrá lugar demasiado pronto o demasiado tarde con respecto al punto de inicio predeterminado.

Más periodos de la forma de onda de referencia comprenden el retardo de tiempo, y más el inicio del accionamiento estará lejos del punto de inicio predeterminado.

15 Además de tal efecto indeseado, los medios de control se establecen para controlar el accionamiento del contacto movable mientras se supone un primer intervalo de tiempo prestablecido entre el primer y segundo puntos predeterminados, y un segundo intervalo de tiempo prestablecido entre el tercer y cuarto puntos predeterminados de la forma de onda de referencia.

20 Estos primeros y segundos intervalos de tiempo predeterminados están basados en el valor de frecuencia nominal.

25 Por lo tanto, una diferencia de valor entre las frecuencias real y nominal significa una extensión o una reducción del intervalo de tiempo real entre el primer y segundo puntos predeterminados con respecto al primer intervalo de tiempo prestablecido, y una extensión o una reducción del intervalo de tiempo real entre el tercer y cuarto puntos predeterminados con respecto al segundo intervalo de tiempo prestablecido.

30 Esto da como resultado un acoplamiento controlado entre el contacto movable y primer contacto fijo que tiene lugar demasiado pronto o demasiado tarde con respecto al segundo punto predeterminado, y en una separación controlada del contacto movable del segundo contacto fijo que tiene lugar demasiado pronto o demasiado tarde con respecto al cuarto punto predeterminado de la forma de onda de referencia.

35 Adicionalmente, los medios de control se establecen para ejecutar el control del contacto movable mientras se supone una distancia entre el primer y segundo contactos fijos que tiene un valor que corresponde a un valor nominal ideado en el diseño del dispositivo de conmutación.

Sin embargo, el valor real de tal distancia puede variar en cada único dispositivo de conmutación realizado con respecto al valor diseñado nominal, debido por ejemplo a tolerancias mecánicas.

40 Puesto que los medios de control funcionan suponiendo el valor de distancia nominal, una diferencia de valor entre las distancias real y nominal da como resultado:

- un acoplamiento del contacto movable con el primer contacto fijo que tiene lugar demasiado pronto o demasiado tarde con respecto al segundo punto predeterminado de la forma de onda de referencia; y
- una separación del contacto movable desde el segundo contacto fijo que tiene lugar demasiado pronto o demasiado tarde con respecto al cuarto punto predeterminado de la forma de onda de referencia.

50 Por lo tanto, todos los efectos indeseados ejemplares anteriores se combinan entre sí dando lugar una sincronización perdida entre el accionamiento controlado del contacto movable y la forma de onda de referencia. El documento EP 2 068 335 A1 se refiere a un dispositivo de control de conmutación de disyuntor que provoca que el disyuntor se abra o cierre a una fase deseada retardando una temporización de salida de una señal de comando de apertura o señal de comando de cierre al disyuntor, en el que el controlador está adaptado para operar usando ciclos de tiempo con duración de tiempo predeterminada.

55 A luz de lo anterior, en el estado actual de la técnica, aunque las soluciones conocidas se realizan de una manera bastante satisfactoria, aún hay razón y deseo de mejoras adicionales.

Tal deseo se satisface por un método de acuerdo con la reivindicación adjunta 1 y por un sistema de control de acuerdo con la reivindicación adjunta 7.

60 Otro aspecto de la presente invención es para proporcionar un dispositivo de conmutación que comprende un sistema de control como se define por las reivindicaciones adjuntas y se desvela en la siguiente descripción.

65 Otro aspecto de la presente invención es para proporcionar un dispositivo de control que comprende un sistema de control y/o un dispositivo de conmutación de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas y se desvela en la siguiente descripción. Se harán más evidentes características y ventajas adicionales a partir de la descripción de algunas realizaciones preferidas pero no exclusivas del sistema de control, método de control y dispositivo de conmutación

relacionados de acuerdo con la invención, ilustrados únicamente por medio de ejemplos no limitantes con la ayuda de los dibujos adjuntos, en el que:

- 5 - la figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo de conmutación de acuerdo con la presente descripción;
- las figuras 2, 4 y 6 son vistas en sección de una fase eléctrica del dispositivo de conmutación ilustrado en la figura 1, con un contacto móvil ilustrado en diferentes posiciones;
- las figuras 3, 5 y 7 muestran un esquema eléctrico de la fase ilustrada en las figuras 2, 4 y 6, respectivamente;
- la figura 8 muestra un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un método de acuerdo con la presente invención;
- 10 - la figura 9 muestra un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un sistema de control de acuerdo con la presente invención;
- las figuras 10-14 muestran formas de onda y perfiles de control para ilustrar aplicaciones ejemplares del método de control de acuerdo con la presente invención.

15 Debería observarse que en la descripción detallada que sigue, los componentes idénticos o similares, ya sean desde un punto de vista estructural y/o funcional, tienen los mismos números de referencia, independientemente de si se muestran en diferentes realizaciones de la presente divulgación; debería observarse también que para describir de manera evidente y concisa la presente divulgación, los dibujos pueden no estar necesariamente a escala y ciertas características de la divulgación pueden mostrarse de alguna manera en forma esquemática.

20 Además, cuando se usa el término “adaptado” o “dispuesto” o “configurado” en el presente documento mientras se hace referencia a cualquier componente como una totalidad, o a cualquier parte de un componente, o a combinaciones totales de componentes, o incluso a cualquier parte de una combinación de componentes, se ha de entender que significa y abarca de manera correspondiente cualquiera de la estructura y/o configuración y/o forma y/o posicionamiento del componente relacionado o parte del mismo, o combinaciones de componentes o partes de los mismos, a los que hace referencia tal término.

25 Con referencia a las figuras 8 y 9, la presente divulgación está relacionada con un método para controlar un dispositivo de conmutación 1 y a un sistema de control para llevar a cabo tal método; el método y sistema de control están indicados globalmente en lo sucesivo con las referencias numéricas 100 y 200, respectivamente.

30 Con referencia a las figuras 1-7, el método 100 está adaptado para controlar un dispositivo de conmutación 1 para conectar/desconectar a/desde, uno con respecto al otro, dos partes 5, 6 de un circuito eléctrico en el que puede instalarse el mismo dispositivo de conmutación 1.

35 El dispositivo de conmutación 1 tiene al menos una fase 2 que comprende al menos una pareja de contactos 3, 4. Esta al menos una pareja de contactos 3, 4 puede accionarse para conmutar entre una condición cerrada, donde sus contactos 10-12, 10-11 están acoplados entre sí, y una condición abierta, donde sus contactos 10-12, 10-11 están separados entre sí.

40 Por ejemplo, las figuras 2-4 muestran una fase 2 del dispositivo de conmutación 1 ejemplar.

Esta fase 2 comprende los terminales 20, 21 para conectar la fase 2 a una fuente de alimentación 5 y a una carga asociada 6 del circuito eléctrico.

45 Además, la fase 2 comprende:

- 50 - al menos un dispositivo de semiconductores 30 adaptado para bloquear una corriente que fluye a través del mismo en una primera dirección, y para permitir que fluya una corriente a través del mismo en una segunda dirección opuesta a la primera dirección;
- una primera pareja de contactos 3 que está adaptada para provocar, a través de su conmutación desde la condición abierta a la condición cerrada, una conexión en serie del al menos un dispositivo de semiconductores 30 entre el suministro eléctrico y la carga 5, 6; y
- 55 - una segunda pareja de contactos 4 que está adaptada para cortocircuitar, a través de su conmutación desde la condición abierta a la condición cerrada, el al menos un dispositivo de semiconductores 30.

60 En la realización ejemplar ilustrada en las figuras 2-4, las dos parejas de contactos 3, 4 se realizan mediante un contacto móvil común 10 y dos contactos fijos correspondientes 11, 12 que están espacialmente separados entre sí por una distancia X.

El contacto móvil 10 puede accionarse, por ejemplo a través de un motor giratorio 13, entre una posición totalmente abierta (ilustrada en la figura 2), donde se separa desde ambos de los contactos fijos 11 y 12, y una posición cerrada donde está acoplado al contacto fijo 11 (como se ilustra en la figura 6).

65 El segundo contacto fijo 12 está dispuesto entre el contacto fijo 11 y el contacto móvil 10 en la posición totalmente abierta, para conectarse con el contacto móvil 10 durante una trayectoria de recorrido del mismo entre los

contactos fijos 11 y 12.

En la práctica, el accionamiento del contacto móvil 10 entre sus posiciones totalmente abierta y cerrada corresponde a un accionamiento de las parejas de contactos 3, 4, dando como resultado conmutaciones secuenciales de estos acoplamientos 3, 4.

Por motivos de simplicidad, se hará referencia en la siguiente descripción únicamente al accionamiento controlado de las parejas de contactos 3, 4 en una fase 2, puesto que los principios de control desvelados pueden aplicarse a las parejas de contactos 3, 4 en las otras fases 2.

Con referencia a la figura 8, el método 100 de acuerdo con la presente invención comprende la etapa 101 de proporcionar medios de control 201 para controlar el accionamiento de las parejas de contactos 3, 4 en las fases 2.

Como se ilustra en la figura 9, el sistema de control 200 comprende tales medios de control 201 que están adaptados para operar usando ciclos de tiempo 300; en la práctica, los medios de control 201 están adaptados para ejecutar una operación en cada ciclo de tiempo 300.

Los ciclos de tiempo 300 se establecen inicialmente con una duración de tiempo predeterminada T_p , de acuerdo con la etapa de método 102.

El método 100 comprende adicionalmente la etapa 103 de detección de una diferencia de un valor de al menos un parámetro 150 asociado a la fase 2 con respecto a un valor preestablecido 500.

Para implementar esta etapa 103, el sistema de control 200 comprende medios 202 para detectar la diferencia entre el valor del parámetro 150 y el valor preestablecido 500.

El método 100 comprende una etapa 104, que es:

- si el valor del parámetro 150 corresponde al valor preestablecido 500, controlar el accionamiento de la al menos una pareja de contactos 3, 4 de la fase 2 a través de los medios de control 201 usando los ciclos de tiempo 300 con la duración de tiempo predeterminada T_p .

Este control es de manera que se controla la conmutación entre las posiciones abierta y cerrada de la al menos una pareja de contactos 3, 4 para tener lugar en un ángulo eléctrico predeterminado 351-354 de una forma de onda 350 de una señal eléctrica asociada a la fase 2.

Los medios de control 201 están adaptados para ejecutar tal etapa de método 104.

Si se detecta una diferencia entre el valor del parámetro 150 y el valor preestablecido 500 por los medios 202, los medios de control 201 están adaptados ventajosamente para:

- modificar la duración de tiempo predeterminada T_p de los ciclos de tiempo 300 de acuerdo con la diferencia detectada (etapa de método 105); y
- controlar el accionamiento de la al menos una pareja de contactos 3, 4 a través de los medios de control 201 usando los ciclos de tiempo 300 con la duración de tiempo modificada T_M (etapa de método 106).

La modificación de la duración de tiempo predeterminada T_p es de manera que la conmutación de la al menos una pareja de contactos 3, 4 se controla para que tenga lugar al mismo ángulo eléctrico predeterminado 351-354 de la forma de onda 350 en la que tal conmutación se controla para que tenga lugar por la etapa de método 104.

En la práctica, los medios de control 201 se establecen para controlar una sincronización predeterminada entre la conmutación de la al menos una pareja de contactos 3, 4 y la forma de onda 350, usando ciclos de tiempo 300 con la duración de tiempo inicialmente establecida T_p y bajo la condición de que el valor del parámetro 150 corresponda al valor preestablecido 500.

Una diferencia del parámetro 150 con respecto al valor preestablecido 500 puede influenciar tal sincronización predeterminada; por ejemplo, el parámetro 150 puede ser un parámetro eléctrico de la forma de onda 350 o un parámetro mecánico asociado a la pareja de contactos 3, 4.

Ventajosamente, los medios de control 201 están adaptados para modificar la duración de tiempo inicialmente establecida T_p , de los ciclos de tiempo 300 para mantener la sincronización predeterminada deseada entre la conmutación de la al menos una pareja de contactos 3, 4 y la forma de onda 350, incluso si el valor real del parámetro 150 no es igual al valor preestablecido supuesto 500.

Preferentemente, la etapa de método 103 comprende las siguientes etapas 107 y 108:

- medir el valor del parámetro 150; y
- comparar el valor medido al valor preestablecido 500;

y la etapa de método 105 comprende:

- 5
- calcular un factor de corrección usando el valor preestablecido 500 y el valor medido del parámetro 150 (etapa de método 109); y
 - aplicar el factor de corrección a la duración de tiempo predeterminada T_p (etapa de método 110). De acuerdo con las etapas de método 107 y 108, los medios de detección 202 están adaptados para recibir una medida de o
- 10
- medir el valor del parámetro 150, y para comparar tal valor medido al valor presente 500. Los medios de control 201 están adaptados para llevar a cabo las etapas de método 109 y 110.

Una manera preferida, pero sin limitación, de llevar a cabo el método 100 y una correspondiente realización preferida, pero sin limitación, del sistema de control 200 se ilustran en lo sucesivo haciendo referencia a su aplicación al controlar la fase ejemplar 2 ilustrada en las figuras 2-7.

Con referencia a las figuras 10 y 11, los medios de control 201 están adaptados para ejecutar la etapa de método 104 o las etapas de método 105-106 para controlar un accionamiento de apertura del contacto móvil 10 desde la posición cerrada a la posición totalmente abierta, de tal manera que:

- 20
- el contacto móvil 10 se separa desde el contacto fijo 11 a un ángulo eléctrico predeterminado 151 de la forma de onda 350 (abrir conmutador de la pareja de contactos 4);
 - el contacto móvil 10 se separa desde el contacto fijo 12 a un ángulo eléctrico predeterminado 152 de la forma de onda 350, posterior al ángulo eléctrico predeterminado 151 (abrir conmutador de la pareja de contactos 3).
- 25

Por ejemplo, como se ilustra en las figuras 10 y 11, el ángulo eléctrico predeterminado 151 corresponde a un positivo que va a cruce en cero 151 de la forma de onda 350 de una corriente que fluye a través de la fase 2. De esta manera, la corriente empieza a fluir a través del al menos un dispositivo de semiconductores 30 en la separación del contacto móvil 10 desde el contacto fijo 11, sin generaciones de arco entre los contactos 10 y 11 bajo separación.

El ángulo predeterminado 152 corresponde al siguiente negativo que va a cruce en cero 152 de la forma de onda actual 350. De esta manera, la separación del contacto móvil 10 desde el contacto fijo 12 se controla ventajosamente para tener lugar cuando el al menos un dispositivo de semiconductores 30 empieza a bloquear la corriente que fluye a través del mismo, evitando por lo tanto generaciones de arco entre los contactos 10 y 12 bajo separación.

Con referencia a las figuras 12 y 13, los medios de control 201 están también adaptados para ejecutar la etapa de método 104 o las etapas de método 105-106 para controlar un accionamiento de cierre del contacto móvil 10 desde la posición totalmente abierta a la posición cerrada, de tal manera que:

- 40
- el contacto móvil 10 empieza a entrar en contacto el contacto fijo 12 en un ángulo eléctrico predeterminado 153 de la forma de onda 350 (cierre de conmutador de la pareja de contactos 3);
 - el contacto móvil 10 empieza a entrar en contacto el contacto fijo 11 en un ángulo eléctrico predeterminado 154 de la forma de onda 350, posterior al ángulo eléctrico predeterminado 153 (cierre de conmutador de la pareja de contactos 4).
- 45

Por ejemplo, como se ilustra en las figuras 12 y 13, el ángulo eléctrico predeterminado 153 corresponde a un instante pico negativo 153 de la forma de onda 350 de una señal de tensión asociada a la fase 2. De esta manera, cuando la amplitud de tensión se hace positiva, el al menos un dispositivo de semiconductores 30 puede empezar a conducir la corriente que fluye a través de la fase 2, sin arcos entre los contactos 10 y 12 y sin efectos de entrada.

El ángulo eléctrico predeterminado 154 corresponde al siguiente instante pico positivo 154 de la forma de onda de tensión 350; de esta manera, la corriente de la fase 2 puede empezar a fluir a través de los contactos acoplados 10 y 11 antes de que el al menos un dispositivo de semiconductores 30 los bloquee.

De acuerdo con la etapa de método 104, si el valor detectado del parámetro 150 corresponde al valor preestablecido 500, los medios de control 102 están adaptados para ejecutar el control anterior del accionamiento de apertura o cierre del contacto móvil 10 mientras se mantiene la duración de tiempo inicialmente establecida T_p de los ciclos 300.

De acuerdo con las etapas de método 105 y 106, si el valor detectado del parámetro 150 no corresponde al valor preestablecido 500, los medios de control 201 están adaptados para ejecutar el control anterior del accionamiento de apertura o cierre del contacto móvil 10 usando las duraciones de tiempos modificadas T_M para los ciclos de tiempo 300.

De esta manera, se mantiene la sincronización deseada entre las conmutaciones de la pareja de contactos 3, 4 y los correspondientes ángulos eléctricos predeterminados 151-154 incluso si el valor efectivo del parámetro 150 se diferencia del valor prestablecido 500.

- 5 Preferentemente, ambas etapas de método 104 y 106 comprenden una etapa de método 111 de detección de un punto de referencia 155 de la forma de onda 350; por consiguiente, el sistema de control 200 comprende medios de detección 203 adaptados para detectar el punto de referencia 155.

10 De acuerdo con los ejemplos ilustrados en las figuras 10-14, preferentemente las etapas de método 104 y 106 comprenden adicionalmente respectivamente:

- establecer los medios de control 201 un primer número predeterminado N_1 , N_3 de ciclos de tiempo 300 con la duración de tiempo predeterminada T_P , empezando desde la detección del punto de referencia 155 (etapa de método 112);
- 15 - establecer los medios de control 201 un segundo número predeterminado N_2 , N_4 de ciclos de tiempo 300 con la duración de tiempo modificada T_M empezando desde la detección del punto de referencia 155 (etapa de método 113).

20 De acuerdo con las etapas de método 112 y 113, los medios de control 201 están adaptados para:

- usar el primer número predeterminado N_1 , N_3 de ciclos de tiempo 300, cuando el valor detectado del parámetro 150 es igual al valor prestablecido 500; y
- usar el segundo número predeterminado N_2 , N_4 de ciclos de tiempo 300, cuando el valor detectado del parámetro 150 es diferente con respecto al valor prestablecido 500.

25 El primer número predeterminado N_1 , N_3 de ciclos de tiempo 300 que tiene la duración de tiempo predeterminada T_P es igual al segundo número predeterminado N_2 , N_4 , de ciclos de tiempo 300 que tiene la duración de tiempo modificada T_M .

30 Preferentemente, el primer número predeterminado N_1 , N_3 de ciclos de tiempo 300 comprende un número predeterminado N_{11} , N_{31} de primeros ciclos de tiempo 300 que se cuentan para definir un tiempo de retardo T_{D1} , T_{D3} entre la detección del punto de referencia 155 y un inicio del accionamiento del contacto móvil 10 entre sus posiciones totalmente abierta y cerrada.

35 También el segundo número predeterminado N_2 , N_4 de ciclos de tiempo 300 comprende un número predeterminado N_{21} , N_{41} de segundos ciclos de tiempo 300 que se cuentan para definir un retardo de tiempo modificado T_{D2} , T_{D4} , T_{D5} entre la detección del punto de referencia 155 y un inicio del accionamiento del contacto móvil 10 entre sus posiciones totalmente abierta y cerrada.

40 El primer número predeterminado N_1 , N_3 de ciclos de tiempo 300 comprende adicionalmente un número predeterminado N_{12} , N_{32} de terceros ciclos de tiempo 300 que define una duración de tiempo $T_{abierto1}$, $T_{cerrado1}$ para el accionamiento del contacto móvil 10 entre sus posiciones totalmente abierta y cerrada.

45 También el segundo número predeterminado N_2 , N_4 de ciclos de tiempo 300 comprende un número predeterminado N_{22} , N_{42} de cuartos ciclos de tiempo 300 que define una duración de tiempo modificada $T_{abierto2}$, $T_{abierto3}$, $T_{cerrado1}$ para el accionamiento del contacto móvil 10 entre sus posiciones totalmente abierta y cerrada.

Preferentemente, las etapas de método 112 y 113 ejecutadas por los medios de control 201 comprenden respectivamente:

- 50 - controlar, durante cada tercer ciclo de tiempo 300, el accionamiento del contacto móvil 10 entre sus posiciones totalmente cerrada y abierta usando un control de bucle cerrado; y
- controlar, durante cada cuarto ciclo de tiempo 300, el accionamiento modificado del contacto móvil 10 entre sus posiciones totalmente cerrada y abierta usando un control de bucle cerrado.

55 Por ejemplo, con referencia a las figuras 10-14, los medios de control 201 están adaptados para provocar el accionamiento del contacto móvil 10 controlando de una manera de bucle cerrado la posición angular θ del motor 13.

60 Para este fin, el sistema de control 200 está adaptado para usar una secuencia de valores de punto de ajuste θ^i para que las posiciones angulares θ que se supongan por el motor 13 durante el accionamiento del contacto móvil 10. El algoritmo de control llevado a cabo por los medios de control 201 comprende al menos un bucle cerrado; en cada tercer ciclo de tiempo 300 y en cada cuarto ciclo de tiempo 300, el bucle cerrado se establece para:

- 65 - recibir una medición de realimentación relacionada con la posición angular real θ del motor 13;

- compararla con un valor relacionado con una posición angular de punto de ajuste correspondiente θ' , para calcular un error; y
- generar una señal de control de salida del motor 13 basándose en el error calculado, tal como para minimizar el mismo error.

5 Por ejemplo, el al menos un parámetro 150 bajo consideración en la etapa de método 103 puede comprender la frecuencia de la forma de onda de referencia 350. En este caso, el valor de frecuencia prestablecido correspondiente f_P puede ser el valor de la frecuencia nominal del circuito eléctrico en el que está instalado el dispositivo de conmutación 1, por ejemplo 50 Hz o 60 Hz.

10 La figura 10 está relacionada con el accionamiento de apertura controlada del contacto móvil 10 y muestra una forma de onda 350 de la corriente que fluye en la fase 2; tal forma de onda actual 350 tiene un valor de frecuencia que corresponde al valor de frecuencia prestablecido f_P .

15 Se supone también que la distancia X entre los contactos fijos 11, 12 de la fase 2 corresponde a un valor nominal X_N que se idea en el diseño del dispositivo de conmutación 1.

Como consecuencia, los medios de control 201 están adaptados para ejecutar etapa de método 104:

- 20 - detectando el pico positivo de referencia 155 de la forma de onda actual 150 (etapa de método 111); y
- usando el primer número predeterminado de ciclos de tiempo N_1 con la duración de tiempo inicialmente establecida predeterminada T_P empezando desde la detección del pico positivo 155 (etapa de método 112).

25 En particular, los medios de control 201 están adaptados para contar en primer lugar el número predeterminado N_{11} de ciclos de tiempo 300, para definir el retardo de tiempo T_{D1} entre la detección del pico positivo 155 y un inicio del accionamiento de apertura controlada del contacto móvil 10.

30 En la práctica, la duración del retardo de tiempo T_{D1} se establece inicialmente en los medios de control 102 según corresponde al producto $T_P \times N_{11}$.

A continuación, los medios de control 201 están adaptados para usar el número predeterminado posterior N_{12} de ciclos de tiempo 300 para ejecutar el control del accionamiento de apertura del contacto móvil 10. En la práctica, la duración de tiempo $T_{abierto1}$ del accionamiento de apertura del contacto móvil 10 se establece inicialmente en los medios de control 102 según corresponde al producto $T_P \times N_{12}$.

35 En cada ciclo de tiempo 300 del número predeterminado N_{12} , los medios de control 201 están adaptados para usar un valor de punto de ajuste correspondiente θ' asociado al accionamiento de apertura del contacto móvil 10 llevado a cabo por el motor 13.

40 La asignación de un valor de punto de ajuste θ' a cada ciclo de tiempo correspondiente 300 del número predeterminado N_{12} da como resultado el perfil de control 352 de la posición angular θ ilustrado en la figura 10. Por ejemplo, en la figura 10 se ilustra cómo tres primeros valores de punto de ajuste $\theta'_1, \theta'_2, \theta'_3$ del perfil de control 352 se usan para las tareas de control ejecutadas en tres ciclos de tiempo 300 correspondientes del número predeterminado N_{12} .

45 Los valores de punto de ajuste de la posición angular θ en los que el motor 13 provoca una separación del contacto móvil 10 desde el contacto fijo 11 y desde el contacto fijo 12 se indican como θ'_{S1} y θ'_{S2} , respectivamente.

50 Como se ilustra en la figura 10, la duración de tiempo predeterminada T_P , el número de ciclos de tiempo N_{11} y el número de ciclos de tiempo N_{21} están presentes en los medios de control 102 de tal manera que, si el valor de frecuencia real de la forma de onda actual 350 corresponde al valor de frecuencia prestablecido f_P :

- 55 - el valor de punto de ajuste θ'_{S1} está controlado para que tenga lugar en el positivo que va a cruce en cero 151 de la forma de onda actual 350; y
- el valor de punto de ajuste θ'_{S2} está controlado para que tenga lugar en el siguiente negativo que va a cruce en cero 152. Si el valor de frecuencia real de la forma de onda actual 350 no corresponde al valor de frecuencia prestablecido f_P , los medios de control 102 que mantienen estos ajustes iniciales fallarían al alcanzar la sincronización deseada entre las separaciones del contacto móvil 10 desde los contactos fijos 11, 12 y la forma de onda actual 350.

60 En particular, bajo esta condición de frecuencia la sincronización deseada fallaría debido a que:

- 65 - el cruce en cero 151 tiene lugar antes o más tarde con respecto al cruce en cero 151 en la forma de onda actual 350 ilustrada en la figura 10, mientras que el retardo de tiempo T_{D1} permanece invariable; y
- el intervalo de tiempo T_{12} entre los cruces en cero 151 y 152 se extiende o comprime con respecto al mismo

intervalo T_{12} en la forma de onda actual 350 ilustrada en la figura 10, mientras que la duración de tiempo $T_{abierto1}$ del perfil de control 352 permanece invariable.

5 Por ejemplo, la figura 11 ilustra una forma de onda 350 de la corriente que fluye en la fase 2, donde tal forma de onda actual 350 tiene un valor de frecuencia inferior que el valor de frecuencia preestablecido f_P .

La diferencia entre el valor de frecuencia real y el valor de frecuencia preestablecido f_P se detecta por los medios de detección 202 en la etapa de método 103.

10 Como consecuencia de esta detección, los medios de control 201 están adaptados ventajosamente para extender la duración de tiempo predeterminada T_P de los ciclos de tiempo 300 como una función de la diferencia de frecuencia detectada (etapa de método 105).

Por ejemplo, los medios de control 201 están adaptados para:

- 15
- medir o recibir una medición del valor de frecuencia real de la forma de onda 350 (etapa de método 107);
 - calcular un factor de corrección de frecuencia K_f como una relación entre el valor de frecuencia preestablecido f_P y el valor de frecuencia medido (etapa de método 109); y
 - 20 - multiplicar el factor de corrección de frecuencia K_f por la duración de tiempo predeterminada T_P (etapa de método 110).

Además, los medios de control 201 están ventajosamente adaptados para:

- 25
- detectar el pico positivo de referencia 155 de la forma de onda actual 150 (etapa de método 111); y
 - usar el segundo número predeterminado de ciclos de tiempo N_2 con la duración de tiempo extendida T_M empezando desde la detección del pico positivo de referencia 155 (etapa de método 113).

30 En particular, los medios de control 201 están adaptados para contar en primer lugar el número predeterminado de ciclos de tiempo N_{21} , para definir el retardo de tiempo modificado T_{D2} entre la detección del punto de referencia 155 y un inicio del accionamiento de apertura controlada del contacto movable 10.

Preferentemente, el número N_{21} de ciclos de tiempo 300 para establecer el retardo de tiempo modificado T_{D2} es igual al número N_{11} de ciclos de tiempo 300 para establecer el tiempo de retardo preestablecido T_{D1} .

35 A continuación, los medios de control 201 están adaptados para usar el número predeterminado posterior N_{22} de ciclos de tiempo 300 para ejecutar el control del accionamiento de apertura del contacto movable 10.

Preferentemente, el número N_{22} de ciclos de tiempo 300 es igual al número N_{12} de ciclos de tiempo 300.

40 En cada ciclo de tiempo 300 del número predeterminado N_{22} , los medios de control 201 están adaptados para usar un valor de punto de ajuste correspondiente θ' asociado al accionamiento de apertura del contacto movable 10 llevado a cabo por el motor 13.

45 La asignación de un valor de punto de ajuste θ' a cada ciclo de tiempo correspondiente 300 del número predeterminado N_{22} da como resultado el perfil de control extendido 352 de la posición angular θ ilustrada en la figura 11.

En la práctica, la duración del retardo de tiempo modificado T_{D2} es igual al producto $T_M \times N_{21}$ y el perfil de control modificado 352 tiene una duración de tiempo $T_{abierto2}$ igual al producto $T_M \times N_{22}$.

50 La duración de tiempo extendida T_M es de manera que:

- 55 - el valor de punto de ajuste θ'_{S1} está controlado para que tenga lugar en el positivo que va a cruce en cero 151 de la forma de onda actual 350 ilustrada en la figura 11, incluso si este punto 151 tiene lugar más tarde con respecto al positivo que va a cruce en cero 151 de la forma de onda 350 ilustrada en la figura 10; y
- el valor de punto de ajuste θ'_{S2} está controlado para que tenga lugar en el siguiente negativo que va a cruce en cero 152, incluso si el intervalo de tiempo T_{12} entre los puntos 151 y 152 en la forma de onda actual 350 ilustrada en la figura 11 es más largo que el intervalo de tiempo T_{11} entre tales puntos 151, 152 en la forma de onda actual 350 ilustrada en la figura 10.

60 La primera condición de control anterior puede tener lugar puesto que la extensión de la duración de tiempo T_M da como resultado un tiempo de retardo extendido T_{D2} adecuado para sincronizar la ejecución del ciclo de tiempo 300 para alcanzar el valor de punto de ajuste θ'_{S1} al positivo que va a cruce en cero 151.

65 La segunda condición de control anterior puede tener lugar puesto que la extensión de la duración de tiempo T_M da

como resultado la extensión del intervalo de tiempo T_{12} entre las ejecuciones de control para alcanzar los valores de punto de ajuste θ'_{s1} y θ'_{s2} . En la práctica, el perfil de control 352 se ralentiza para sincronizar las ejecuciones de control para alcanzar los valores de punto de ajuste θ'_{s1} y θ'_{s2} al correspondiente positivo real y posterior negativo que van a los cruces en cero 151 y 152.

5 La figura 12 está relacionada con el accionamiento de cierre controlado del contacto movable 10 e ilustra una forma de onda 350 de una tensión asociada a la fase 2, por ejemplo una tensión del circuito en el que está instalado el mismo dispositivo de conmutación 1.

10 La forma de onda de tensión ilustrada 350 tiene un valor de frecuencia que corresponde al valor de frecuencia preestablecido f_P .

Se supone también que la distancia real X entre los contactos fijos 11 y 12 es igual al valor de distancia nominal X_N .

15 Como consecuencia, los medios de control 201 están adaptados para ejecutar etapa de método 104:

- detectando el negativo de referencia que va a cruce en cero 155 de la forma de onda de tensión 150 (etapa de método 111); y
- usando el primer número predeterminado N_3 de ciclos de tiempo 300 con la duración de tiempo inicialmente establecida predeterminada T_P empezando desde la detección del punto de referencia 155 (etapa de método 112), para controlar el accionamiento de cierre del contacto movable 10.

20 En particular, los medios de control 201 están adaptados para contar en primer lugar el número predeterminado de ciclos de tiempo N_{31} , para definir el retardo de tiempo T_{D3} entre la detección del punto de referencia 155 y un inicio del accionamiento de cierre controlado del contacto movable 10.

25 En la práctica, la duración del retardo de tiempo T_{D3} se establece inicialmente en los medios de control 102 según corresponden al producto $T_P \times N_{31}$.

30 A continuación, los medios de control 201 están adaptados para usar el número predeterminado posterior N_{32} de ciclos de tiempo 300 para ejecutar el control del accionamiento de cierre del contacto movable 10.

35 En la práctica, la duración de tiempo $T_{cerrado1}$ del accionamiento de cierre del contacto movable 10 se establece inicialmente en los medios de control 102 según corresponde al producto $T_P \times N_{32}$.

En cada ciclo de tiempo 300 del número predeterminado N_{32} , los medios de control 201 están adaptados para usar un valor de punto de ajuste correspondiente θ' asociado al accionamiento de cierre del contacto movable 10 llevado a cabo por el motor 13.

40 La asignación de un valor de punto de ajuste θ' a cada ciclo de tiempo correspondiente 300 del número predeterminado N_{32} da como resultado el perfil de control 353 de la posición angular θ ilustrado en la figura 12.

45 Los valores de punto de ajuste de la posición angular θ en la que el motor 13 provoca un contacto entre el contacto movable 10 y el contacto fijo 12 y un contacto entre el contacto movable 10 y el contacto fijo 11 según se indican como θ'_{s3} y θ'_{s4} , respectivamente.

Como se ilustra en la figura 12, la duración de tiempo predeterminada T_P , el número de ciclos de tiempo N_{31} y el número de ciclos de tiempo N_{32} están presentes en los medios de control 102 de tal manera que, si el valor de frecuencia real de la forma de onda de tensión 350 corresponde al valor de frecuencia preestablecido:

- 50 - el valor de punto de ajuste θ'_{s3} está controlado para que tenga lugar en el instante pico negativo 153 de la forma de onda de tensión 150; y
- el valor de punto de ajuste θ'_{s4} está controlado para que tenga lugar en el siguiente instante pico positivo 154 de la forma de onda de tensión 350.

55 Cuando el valor de frecuencia real de la forma de onda actual 350 no corresponde al valor de frecuencia preestablecido f_P , los medios de control 202 que mantienen estos ajustes iniciales fallarían al alcanzar la sincronización deseada entre los acoplamientos del contacto movable 10 con los contactos fijos 11, 12 y la forma de onda de tensión 350.

60 En particular, bajo esta condición de frecuencia la sincronización deseada fallaría puesto que:

- el instante pico negativo 153 tiene lugar antes o después con respecto al instante pico negativo 153 en la forma de onda de tensión 350 ilustrada en la figura 12, mientras que el retardo de tiempo T_{D3} permanece invariable; y
- 65 - el intervalo de tiempo T_{14} entre el negativo y posteriores instantes pico positivos 153 y 154 se extiende o

comprime con respecto al mismo intervalo T_{13} de la forma de onda de tensión 350 ilustrada en la figura 12, mientras que la duración de tiempo T_{cerrado1} del perfil de control 352 permanece invariable. Por ejemplo, la figura 13 ilustra una forma de onda de tensión 350 que tiene un valor de frecuencia menor que el valor de frecuencia preestablecido f_p .

- 5 Esta condición de frecuencia se detecta por los medios de detección 202 en la etapa de método 103.
- Como consecuencia de esta detección, los medios de control 201 están ventajosamente adaptados para:
- 10 - extender la duración de tiempo predeterminada T_P de los ciclos de tiempo 300 de acuerdo con la diferencia entre el valor de frecuencia real de la forma de onda de tensión 350 y el valor de frecuencia preestablecido f_p (etapa de método 105);
- detectar el negativo de referencia que va a cruce en cero 155 de la forma de onda de tensión 150 (etapa de método 111); y
- 15 - usar el segundo número predeterminado de ciclos de tiempo N_4 con la duración de tiempo extendida T_M empezando desde la detección del punto de referencia 155 (etapa de método 113).

En particular, los medios de control 201 están adaptados para contar en primer lugar el número predeterminado N_{41} de ciclos de tiempo 300, para definir el retardo de tiempo modificado T_{D4} entre la detección del punto de referencia 155 y un inicio del accionamiento de cierre controlado del contacto movable 10.

A continuación, los medios de control 201 están adaptados para usar el número predeterminado posterior N_{42} de ciclos de tiempo 300 para ejecutar el control del accionamiento de cierre del contacto movable 10.

25 En cada ciclo de tiempo 300 del número predeterminado N_{42} , los medios de control 201 están adaptados para usar un valor de punto de ajuste correspondiente θ' asociado al accionamiento de cierre del contacto movable 10 llevado a cabo por el motor 13.

La asignación de un valor de punto de ajuste θ' a cada ciclo de tiempo correspondiente 300 del número predeterminado N_{42} da como resultado en el perfil de control extendido 353 de la posición angular θ ilustrada en la figura 13.

En la práctica, la duración del retardo de tiempo modificado T_{D4} es igual al producto $T_M \times N_{41}$ y el perfil de control modificado 353 tiene una duración de tiempo T_{cerrado2} igual al producto $T_M \times N_{42}$.

- 35 La duración de tiempo extendida T_M es de manera que:
- el valor de punto de ajuste θ'_{S3} está controlado para que tenga lugar en el instante pico negativo 153 de la forma de onda de tensión 350 ilustrada en la figura 13, incluso si este instante 153 tiene lugar más tarde con respecto
- 40 al instante pico negativo 153 de la forma de onda 350 ilustrada en la figura 12; y
- el valor de punto de ajuste θ'_{S4} está controlado para que tenga lugar en el siguiente instante pico positivo 154 de la forma de onda de tensión 350, incluso si el intervalo de tiempo T_{14} entre los instantes 153 y 154 en la forma de onda de tensión 350 ilustrada en la figura 12 es más largo que el intervalo de tiempo T_{13} entre los instantes 153, 154 en la forma de onda de tensión 350 ilustrada en la figura 12.

45 La primera condición de control anterior puede tener lugar puesto que la extensión de la duración de tiempo T_M da como resultado el tiempo de retardo extendido T_{D4} adecuado para sincronizar la ejecución del ciclo de tiempo 300 para alcanzar el valor de punto de ajuste θ'_{S3} instante pico negativo real 153.

50 La segunda condición de control anterior puede tener lugar puesto que la extensión de la duración de tiempo T_M también da como resultado un intervalo de tiempo extendido T_{14} entre las ejecuciones de control para alcanzar los valores de punto de ajuste θ'_{S3} y θ'_{S4} . En la práctica, el perfil de control 353 se ralentiza para sincronizar las ejecuciones de control para alcanzar los valores de punto de ajuste θ'_{S3} y θ'_{S4} al instante pico negativo correspondiente 153 y al instante pico positivo posterior 154 de la forma de onda de tensión 350.

55 Un ejemplo de cómo el sistema de control 200 está adaptado para ejecutar el método 100 en caso de una diferencia entre el valor de la distancia real X entre los contactos fijos 11 y 12 y el valor de distancia nominal X_N se desvela a continuación.

60 En particular, se hace referencia por simplicidad únicamente a un accionamiento de apertura controlada del contacto movable 10, donde se supone que la distancia real X es menor que su valor nominal y que el valor de frecuencia real de la forma de onda de referencia 350 es igual al valor de frecuencia preestablecido f_p .

65 Como se ha desvelado anteriormente, el perfil de control 352 ilustrado en la figura 10 se ejecuta por los medios de control 201 usando el número predeterminado N_{12} de ciclos de tiempo 300 con la duración de tiempo

predeterminada T_P .

El perfil de control 352 se usa mientras se supone una correspondencia entre la distancia real X y el valor de distancia prestablecido X_P .

Por lo tanto, de acuerdo con estos ajustes, los medios de control 201 controlarían la aparición del valor de punto de ajuste θ'_{S2} en el correspondiente negativo que va a cruce en cero 152, suponiendo que tal posición angular controlada θ'_{S2} del motor 13 es la posición angular correcta θ para provocar la separación del contacto móvil 10 desde el contacto fijo 12.

Sin embargo, la separación del contacto móvil 10 desde el contacto fijo 12 ya habría tenido lugar en el negativo que va a cruce en cero 152, puesto que la distancia real X es menor que el valor de distancia nominal X_N .

Los medios de detección 202 están adaptados para detectar la diferencia entre la distancia real X y su nominal X_N .

Por ejemplo, los medios de detección 202 están adaptados para:

- medir o recibir una medición de un tiempo $T_{\text{transcurrido}}$ transcurrido entre la separación del contacto móvil 10 desde el contacto fijo 11 y la separación posterior del contacto móvil 10 desde el contacto fijo 12 (etapa de método 107); y
- comparar el tiempo transcurrido medido $T_{\text{transcurrido}}$ a un intervalo de tiempo prestablecido T_{IP} (etapa de método 108). El tiempo transcurrido $T_{\text{transcurrido}}$ se mide preferentemente durante las pruebas de encaminamiento del dispositivo de conmutación 1. La figura 14 muestra la misma forma de onda actual 350 como se ilustra en la figura 10, es decir con un valor de frecuencia real que corresponden al valor de frecuencia prestablecido f_P .

Cuando el tiempo transcurrido medido $T_{\text{transcurrido}}$ no es igual al intervalo de tiempo prestablecido T_{IP} , los medios de control 201 están adaptados ventajosamente para extender la duración de tiempo predeterminada T_D de los ciclos de tiempo 300 basándose en la diferencia detectada entre el tiempo transcurrido $T_{\text{transcurrido}}$ y el intervalo de tiempo prestablecido T_{IP} (etapa de método 105).

Por ejemplo, los medios de control 201 están adaptados para:

- calcular un factor de corrección mecánica K_M como una relación entre el intervalo de tiempo prestablecido T_{IP} y el tiempo transcurrido medido $T_{\text{transcurrido}}$ (etapa de método 109); y
- multiplicar el factor de corrección mecánica K_M a la duración de tiempo predeterminada T_P (etapa de método 110).

Con referencia a la figura 14, los medios de control 201 están adaptados adicionalmente para:

- detectar el pico positivo de referencia 155 de la forma de onda actual 150 (etapa de método 111); y
- usar el segundo número predeterminado N_2 de ciclos de tiempo 300 con la duración de tiempo extendido T_M empezando desde la detección del punto de referencia 155 (etapa de método 113).

En particular, los medios de control 201 están adaptados para contar en primer lugar el número predeterminado N_{21} de ciclos de tiempo 300, para definir el retardo de tiempo modificado T_{D5} entre la detección del punto de referencia 155 y un inicio del accionamiento de apertura controlada del contacto móvil 10.

A continuación, los medios de control 201 están adaptados para usar el número predeterminado posterior N_{22} de ciclos de tiempo 300 para ejecutar el control del accionamiento de apertura del contacto móvil 10.

En particular, los medios de control 201 están adaptados para usar un valor de punto de ajuste correspondiente θ' asociado al accionamiento de apertura del contacto móvil 10 en cada ciclo de tiempo 300 del número predeterminado N_{22} .

Esta asignación de un valor de punto de ajuste θ' a cada ciclo de tiempo correspondiente 300 del número predeterminado N_{22} da como resultado el perfil de control extendido 327 ilustrado en la figura 14.

En la práctica, la duración del retardo de tiempo modificado T_{D5} es igual al producto $T_M \times N_{21}$ y el perfil de control extendido 327 tiene una duración de tiempo T_{abierto3} igual al producto $T_M \times N_{22}$.

Sin extender la duración de tiempo predeterminada T_P de los ciclos 300, la separación real del contacto móvil 10 desde el contacto fijo 12 se controlaría para que tuviera lugar antes del cero que va al punto de referencia 152, en una posición de punto de ajuste angular θ'_{S6} . Esto es debido a que la distancia real X entre los contactos fijos 11 y 12 es menor que la distancia nominal X_N .

La duración de tiempo extendida T_M es de manera que:

- un valor de punto de ajuste θ'_{s5} está controlado para que tenga lugar en el positivo que va a cruce en cero 151 de la forma de onda actual 350 en lugar del valor de punto de ajuste θ'_{s1} ; y
- el valor de punto de ajuste θ'_{s6} está controlado para que tenga lugar en el siguiente negativo que va a cruce en cero 152 en lugar del valor de punto de ajuste θ'_{s2} .

En la práctica, el perfil de control 327 se extiende de manera que el valor de punto de ajuste θ'_{s6} se controla correctamente en el negativo que va a cruce en cero 152 en lugar del valor de punto de ajuste θ'_{s2} .

Las aplicaciones ejemplares anteriormente desveladas del método de control 100 y sistema de control 200 relacionado comprenden el caso de un valor de frecuencia real de la forma de onda 350 que no corresponde al valor de frecuencia prestablecido f_P o al caso de una distancia real X entre los contactos fijos 11, 12 que no corresponden a la distancia nominal X_N .

En caso de que los medios 202 detecten ambas de las condiciones de diferencia anteriormente mencionadas, los medios de control 201 están adaptados para ejecutar las etapas de método 105 y 106 modificando la duración de tiempo prestablecida T_P de los ciclos de tiempo 300 de acuerdo con ambas de las diferencias detectadas.

Por ejemplo, si siguiendo las pruebas de encaminamiento en el dispositivo de conmutación 1 se detecta que el valor de la distancia real X entre los contactos fijos 11,12 no corresponde al valor de distancia nominal X_N , la duración de tiempo predeterminada T_P inicialmente establecida de los ciclos de tiempo 300 se modifica usando el factor de corrección mecánica K_M .

Cuando se detecta adicionalmente la diferencia entre el valor de la frecuencia real de la forma de onda de referencia 350 y el valor de frecuencia prestablecido f_P , la duración de tiempo predeterminada T_P inicialmente establecida también se modifica usando el factor de corrección de frecuencia K_f .

En la práctica, la duración de tiempo modificada T_M de los ciclos de tiempo 300 es igual a:

$$T_P \times K_M \times K_f.$$

Se ha observado cómo el método de control 100 y sistema de control 200 permiten conseguir el objeto pretendido de ofrecer algunas mejoras sobre soluciones conocidas.

En particular, el método 100 y sistema de control 200 permiten mantener una sincronización deseada entre las conmutaciones de la pareja de contactos 3, 4 y una forma de onda de referencia 350, incluso si al menos un parámetro 150 asociado a la fase 2 y que puede influenciar a la sincronización, no corresponde a un valor preestablecido 500.

De hecho, el método 100 y sistema de control 200 están adaptados para modificar la duración de tiempo predeterminada T_P de los ciclos de control 300 de acuerdo con la diferencia detectada entre el valor real del parámetro 150 y el valor prestablecido 500. De esta manera, la velocidad de control se ralentiza o acelera adecuadamente para mantener la sincronización deseada.

Por ejemplo, se ha observado cómo la ejecución del método de control 100 por el sistema de control 200 mantiene la sincronización deseada incluso si el valor de frecuencia real de la forma de onda de referencia 350 no es igual al valor de frecuencia presente f_P .

En la práctica, la velocidad de control se cambia dinámicamente de acuerdo con la variación del valor de frecuencia real de la forma de onda de referencia 350 con respecto al valor de frecuencia prestablecido f_P , por ejemplo modificando la duración de tiempo predeterminada T_P de los ciclos 300 con el factor de frecuencia de corrección K_f .

Por ejemplo, se ha observado cómo la ejecución del método de control 100 por el sistema de control 200 mantiene la sincronización deseada incluso si la distancia real X entre los contactos fijos 11 y 12 no es igual al valor de distancia nominal X_N .

En la práctica, siguiendo las pruebas de rutina del dispositivo de conmutación 1, la velocidad de control se establece de acuerdo con la diferencia detectada entre la distancia real X y su valor nominal X_N , por ejemplo modificando la duración de tiempo predeterminada T_P de los ciclos 300 con el factor de corrección K_M .

El método de control 100 y sistema de control 200 concebidos de esta manera son también susceptibles de modificaciones y variaciones, todas las cuales se encuentran dentro del alcance del concepto inventivo según se define en particular por las reivindicaciones adjuntas.

En particular, el método de control 100 puede aplicarse a dispositivos de conmutación de un tipo diferente que el dispositivo de conmutación 1 ilustrado en las figuras 1-7.

5 Por ejemplo, el método 100 puede aplicarse a un disyuntor que tiene para cada fase una pareja de contactos. En este caso, la ejecución del método 100 sería útil al menos para mantener una sincronización deseada entre una conmutación de apertura de esta pareja de contactos y un ángulo eléctrico predeterminado de una forma de onda de señal de referencia asociada a la fase, incluso si el valor de frecuencia real de la forma de onda de referencia no es igual al valor prestablecido nominal.

10 Los medios de control 201 pueden comprender: microcontroladores, microordenadores, miniordenadores, procesadores de señales digitales (DSP), ordenadores ópticos, ordenadores de conjunto de instrucciones complejas, circuitos integrados específicos de la aplicación, unos ordenadores de conjunto de instrucciones reducidas, ordenadores analógicos, ordenadores digitales, ordenadores de estado sólido, ordenadores de placa única o una combinación de cualquiera de estos.

15 Los medios de detección 202 pueden ser cualquier dispositivo o unidad electrónica adaptados para medir o recibir una medición del valor real del parámetro 150, y para compararlo con el valor prestablecido 500; los medios de detección 202 pueden estar separados pero conectados de manera operativa a los medios de control 201, o pueden implementarse en los mismos medios de control 201.

20 Los medios de detección 203 pueden ser cualquier dispositivo o unidad electrónica adaptados para detectar la aparición del punto de referencia 155 de la forma de onda 350, los medios de detección 203 pueden estar separados pero conectados de manera operativa a los medios de control 201, o pueden implementarse en medios de control 201.

25 En la práctica, todas las partes/componentes pueden sustituirse por otros elementos técnicamente equivalentes; en la práctica, el tipo de materiales, y las dimensiones, pueden ser cualquiera acorde con las necesidades y el estado de la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Un método (100) para controlar un dispositivo de conmutación (1) que tiene al menos una fase (2) que comprende al menos una pareja de contactos (3, 4) que puede accionarse para conmutar entre una condición cerrada, donde los contactos (10-12, 10-11) están acoplados entre sí, y una condición abierta, donde los contactos (10-11, 10-12) están separados entre sí, comprendiendo dicho método (100):

- a) proporcionar (101) medios de control (201) para controlar un accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4), dichos medios de control (201) están adaptados para operar usando ciclos de tiempo (300);
- b) establecer (102) dichos ciclos de tiempo (300) con una duración de tiempo predeterminada (T_P);
- c) detectar (103) una diferencia de un valor de un parámetro (150) asociado a la fase (2) con respecto a un valor preestablecido (500);
- d) si dicho valor del parámetro (150) es igual al valor preestablecido (500), controlar (104) el accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4) a través de dichos medios de control (201) usando los ciclos de tiempo (300) con dicha duración de tiempo predeterminada (T_P), para que la conmutación entre las condiciones abierta y cerrada esté controlada para que tenga lugar en un ángulo eléctrico predeterminado (151, 152, 153, 154) de una forma de onda (350) de una señal eléctrica asociada a la fase (2);

caracterizado por que comprende:

- e) cuando se detecta dicha diferencia, modificar (105) la duración de tiempo predeterminada (T_P) de acuerdo con la diferencia detectada; y
- f) controlar (106) el accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4) a través de dichos medios de control (201) usando los ciclos de tiempo (300) con la duración de tiempo modificada (T_M), en el que dicha modificación de la duración de tiempo predeterminada (T_P) es de manera que la conmutación entre las condiciones abierta y cerrada está controlada para que tenga lugar en dicho ángulo eléctrico predeterminado (151, 152, 153, 154) de la forma de onda (350).

2. El método (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha etapa c) comprende:

- medir (107) el valor de dicho parámetro (150); y
- comparar (108) el valor medido al valor preestablecido (500);

y en el que dicha etapa e) comprende:

- calcular (109) un factor de corrección (K_f , K_M) usando el valor preestablecido (500) y el valor medido del parámetro (150); y
- aplicar (110) dicho factor de corrección (K_f , K_M) a dicha duración de tiempo predeterminada (T_P).

3. El método (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que:

- dichas etapas d) y f) comprenden detectar (111) un punto de referencia (155) de la forma de onda (350);
- dicha etapa d) comprende establecer (112) para los medios de control (201) un primer número predeterminado (N_1 , N_3) de ciclos de tiempo (300) con dicha duración de tiempo predeterminada (T_P), empezando desde la detección de dicho al menos un punto de referencia (155);
- dicha etapa f) comprende establecer (113) para los medios de control (201) un segundo número predeterminado (N_2 , N_4) de ciclos de tiempo (300) con dicha duración de tiempo modificada (T_M), empezando desde la detección de dicho al menos un punto de referencia (155);

siendo igual dicho segundo número predeterminado (N_2 , N_4) a dicho primer número predeterminado (N_1 , N_3),

4. El método (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que:

- dicho primer número predeterminado (N_1 , N_3) de ciclos de tiempo (300) comprende un número predefinido (N_{11} , N_{31}) de primeros ciclos de tiempo (300) que define un retardo de tiempo (T_{D1} , T_{D3}) entre la detección del al menos un punto de referencia (155) y un inicio del accionamiento de la al menos una pareja de contactos (3, 4);
- dicho segundo número predeterminado (N_2 , N_4) de ciclos de tiempo (300) comprende un número predefinido de segundos ciclos de tiempo (N_{21} , N_{41}) que definen un retardo de tiempo (T_{D2} , T_{D5} , T_{D4}) entre la detección del al menos un punto de referencia (155) y un inicio del accionamiento de la al menos una pareja de contactos (3, 4).

5. El método (100) de acuerdo con la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en el que:

- dicho primer número predeterminado (N_1 , N_3) de ciclos de tiempo (300) comprende un número predeterminado (N_{12} , N_{32}) de terceros ciclos de tiempo (300) que define una primera duración de tiempo ($T_{abierto1}$, $T_{cerrado1}$) para el accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4); y
- dicho segundo número predeterminado (N_2 , N_4) de ciclos de tiempo (300) comprende un número

predeterminado (N_{22} , N_{42}) de cuartos ciclos de tiempo (300) que define una segunda duración de tiempo ($T_{abierto2}$, $T_{abierto3}$, $T_{cerrado2}$) para el accionamiento de la al menos una pareja de contactos (3, 4);

- dicha etapa d) comprende controlar (112), durante cada uno de dichos terceros ciclos de tiempo (300), el accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4) usando un control de bucle cerrado; y
- dicha etapa f) comprende controlar (113), durante cada uno de dichos cuartos ciclos de tiempo (100), el accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4) usando un control de bucle cerrado.

6. El método (100) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho parámetro (150) es la frecuencia de la forma de onda (350) de dicha señal eléctrica.

7. Un sistema de control (200) para controlar un dispositivo de conmutación (1) que tiene al menos una fase (2) que comprende al menos una pareja de contactos (3, 4) que puede accionarse para conmutar entre una condición cerrada, donde los contactos (10-12, 10-11) están acoplados entre sí, y una condición abierta, donde los contactos (10-12, 10-11) están separados entre sí, comprendiendo dicho sistema de control (200):

- medios de control (201) para controlar un accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4), estando adaptados dichos medios de control para operar usando ciclos de tiempo (300), y estableciéndose dichos ciclos de tiempo con una duración de tiempo predeterminada (T_P);
- medios (201) para detectar una diferencia de un valor de un parámetro (150) asociado a la fase (2) con respecto a un valor preestablecido (500);

en el que, si dicho valor del parámetro (150) es igual a dicho valor preestablecido (500), los medios de control están adaptados para controlar el accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4) usando los ciclos de tiempo (300) con dicha duración de tiempo predeterminada (T_P), para que la conmutación entre las condiciones abierta y cerrada esté controlada para que tenga lugar en un ángulo eléctrico predeterminado (151, 152, 153, 154) de una forma de onda (350) de una señal eléctrica asociada a la fase (2); **caracterizado por que** dichos medios de control (201) están adaptados para:

- cuando se detecta la diferencia entre el valor del parámetro (150) y el valor preestablecido (500), modificar la duración de tiempo predeterminada (T_P) de acuerdo con la diferencia detectada; y
- controlar el accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4) usando los ciclos de tiempo (300) con la duración de tiempo modificada (T_M), en el que la modificación de la duración de tiempo predeterminada (T_P) es de manera que la conmutación entre las condiciones abierta y cerrada está controlada por los medios de control (201) para que tenga lugar a dicho ángulo eléctrico predeterminado (151, 152, 153, 154) de la forma de onda (350).

8. El sistema de control (200) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dichos medios de detección (202) están adaptados para:

- medir o recibir una medición del valor de dicho parámetro (150); y
- comparar el valor medido de dicho parámetro (150) con respecto al valor preestablecido (500); y en el que dichos medios de control (201) están adaptados para:
 - calcular un factor de corrección (K_f , K_M) usando dicho valor preestablecido (500) y el valor medido de dicho parámetro (150); y
 - aplicar dicho factor de corrección (K_f , K_M) a dicha duración de tiempo predeterminada (T_P).

9. El sistema de control (200) de acuerdo con la reivindicación 7 o la reivindicación 8, que comprende medios (203) para detectar un punto de referencia (155) de la forma de onda (350) de dicha señal eléctrica, y en el que dichos medios de control (201) están adaptados para:

- usar un primer número predeterminado (N_1 , N_3) de ciclos de tiempo (300) con dicha duración de tiempo predeterminada (T_P) empezando desde la detección de dicho al menos un punto de referencia (155), si el valor de dicho parámetro (150) es igual a dicho valor preestablecido (500); y
- usar un segundo número predeterminado (N_2 , N_4) de ciclos de tiempo (300) con dicha duración de tiempo modificada (T_M) empezando desde la detección de dicho al menos un punto de referencia (155), si se detecta la diferencia entre el valor de dicho parámetro (150) y dicho valor preestablecido (500);

siendo dicho segundo número predeterminado (N_2 , N_4) igual a dicho primer número predeterminado (N_1 , N_3).

10. El sistema de control (200) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que:

- dicho primer número predeterminado (N_1 , N_3) de ciclos de tiempo (300) comprende un número predeterminado (N_{11} , N_{31}) de primeros ciclos de tiempo (300) que define un retardo de tiempo (T_{D1} , T_{D3}) entre la detección del al menos un punto de referencia (155) y un inicio del accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4);

- dicho segundo número predeterminado (N_2, N_4) de ciclos de tiempo (300) comprende un número predeterminado de segundos ciclos de tiempo (N_{21}, N_{41}) que define un retardo de tiempo (T_{D2}, T_{D4}, T_{D5}) entre la detección del al menos un punto de referencia (155) y un inicio del accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4).

5
11. El sistema de control (200) de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que:
- dicho primer número predeterminado (N_1, N_3) de ciclos de tiempo (300) comprende un número predeterminado (N_{12}, N_{32}) de terceros ciclos de tiempo (300) que define una primera duración de tiempo ($T_{abierto1}, T_{abierto2}, T_{cerrado1}$) del accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4); y
10 - dicho segundo número predeterminado (N_2, N_4) de ciclos de tiempo (300) comprende un número predeterminado (N_{22}, N_{42}) de cuartos ciclos de tiempo (300) que define una segunda duración de tiempo ($T_{abierto2}, T_{abierto3}, T_{cerrado2}$) del accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4);

15 y en el que dichos medios de control (201) están adaptados para:
- controlar, durante cada uno de dichos terceros ciclos de tiempo (300), el accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4) usando un control de bucle cerrado;
20 - controlar, durante cada uno de dichos cuartos ciclos de tiempo (300), el accionamiento de dicha al menos una pareja de contactos (3, 4) usando un control de bucle cerrado.

12. El sistema de control (100) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores 7-11, en el que:
- dicho dispositivo de conmutación (1) está adaptado para conectarse/desconectarse a/desde cada una de las
25 otras dos partes (5, 6) de un circuito eléctrico;
- dicha fase (2) comprende al menos un dispositivo de semiconductores (30) adaptado para bloquear una corriente que fluye a través del mismo en una primera dirección y para permitir que fluya una corriente a través del mismo en una segunda dirección opuesta a la primera dirección;

30 en el que dicha al menos una pareja de contactos (3, 4) comprende:
- una primera pareja de contactos (3) que está adaptada para provocar, a través de su conmutación desde la condición abierta a la condición cerrada, una conexión en serie de dicho al menos un dispositivo de
35 semiconductores (30) entre las dos partes (5, 6) de dichos circuitos eléctricos;
- una segunda pareja de contactos (4) que está adaptada para cortocircuitar, a través de su conmutación desde la condición abierta a la condición cerrada, dicho al menos un dispositivo de semiconductores (30);

y en el que dichos medios de control (201) están adaptados para controlar el accionamiento de las primeras y
40 segundas parejas de contactos (3, 4) de tal manera que:
- la conmutación de la segunda pareja de contactos (4) desde la condición cerrada a la condición abierta y la conmutación de la primera pareja de contactos (3) desde la condición cerrada a la condición abierta tiene lugar a un primer ángulo eléctrico predeterminado (151) y a un segundo ángulo eléctrico predeterminado (152) posterior, respectivamente, de la forma de onda (350);
45 - la conmutación de la primera pareja de contactos (3) desde la condición abierta a la condición cerrada y la conmutación de la segunda pareja de contactos (4) desde la condición abierta a la condición cerrada tiene lugar a un tercer ángulo eléctrico predeterminado (153) y a un cuarto ángulo eléctrico predeterminado (154) posterior, respectivamente, de la forma de onda (350).

50 13. El sistema de control (200) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicho parámetro (150) comprende la distancia (X) entre un contacto (12) de dicha primera pareja de contactos (3) y un contacto (11) de dicha segunda pareja de contactos (4).

55 14. El sistema de control (200) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores 7-13, en el que dicho parámetro (150) comprende la frecuencia de dicha forma de onda (350) de la señal eléctrica.

15. Un dispositivo de conmutación (1) **caracterizado por que** comprende un sistema de control (200) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 7-14.

60 16. Un dispositivo de control **caracterizado por que** comprende un sistema de control (200) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 7-14 y/o un dispositivo de conmutación (1) de acuerdo con la reivindicación 15.

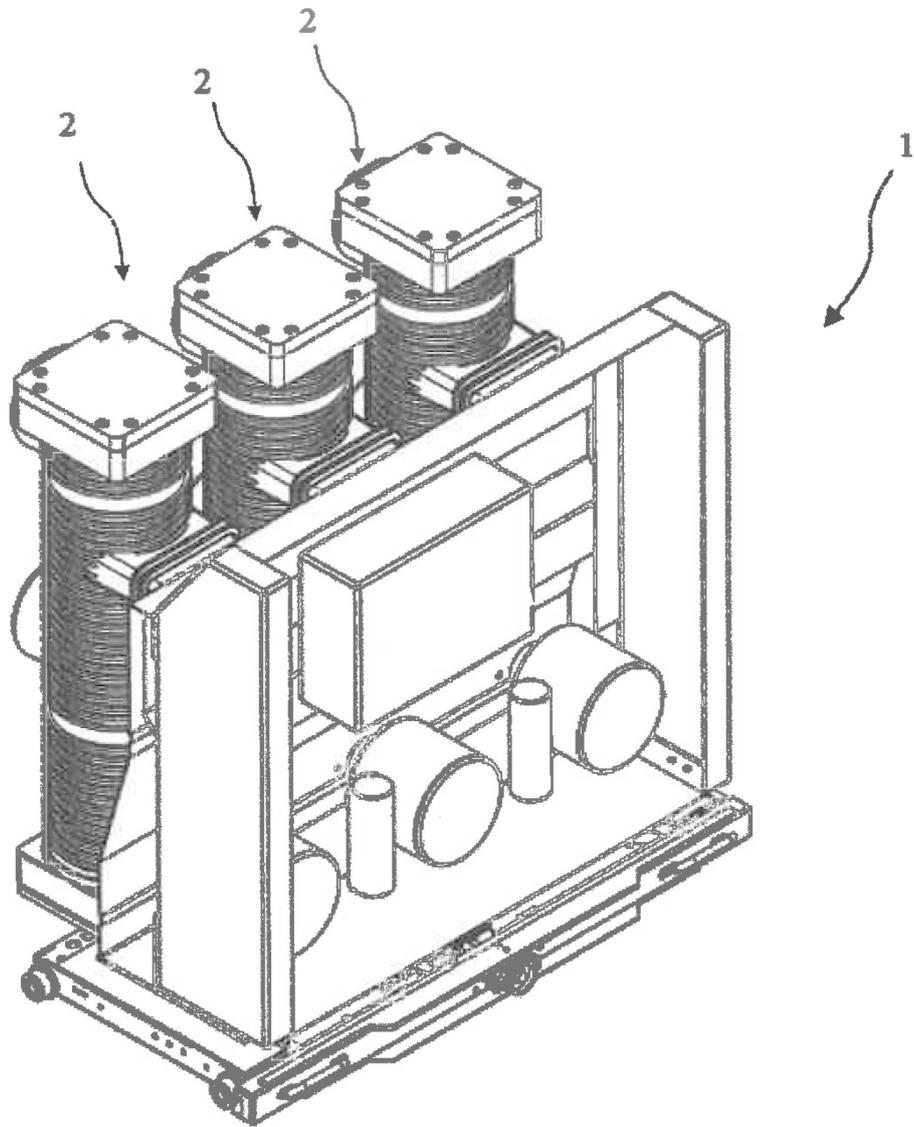


Fig. 1

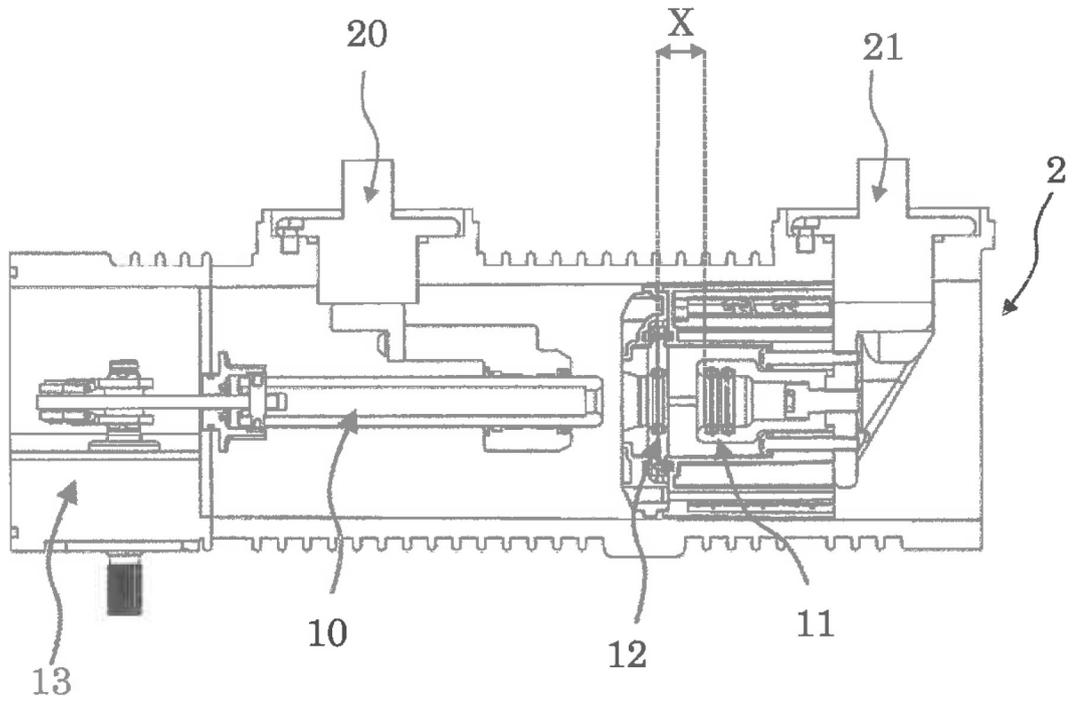


Fig. 2

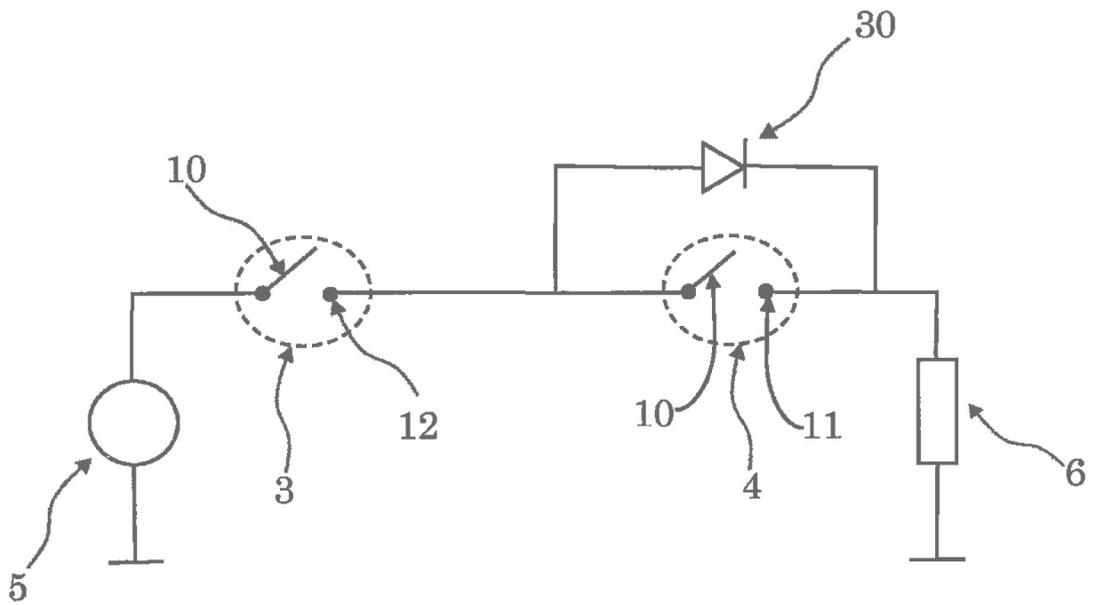


Fig. 3

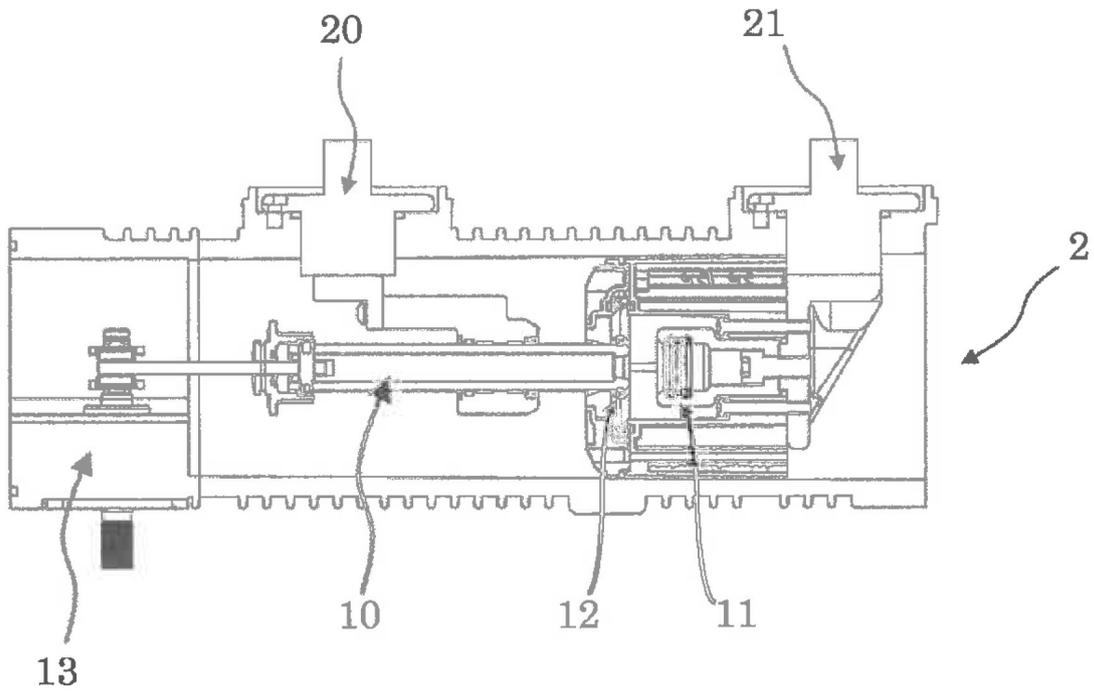


Fig. 4

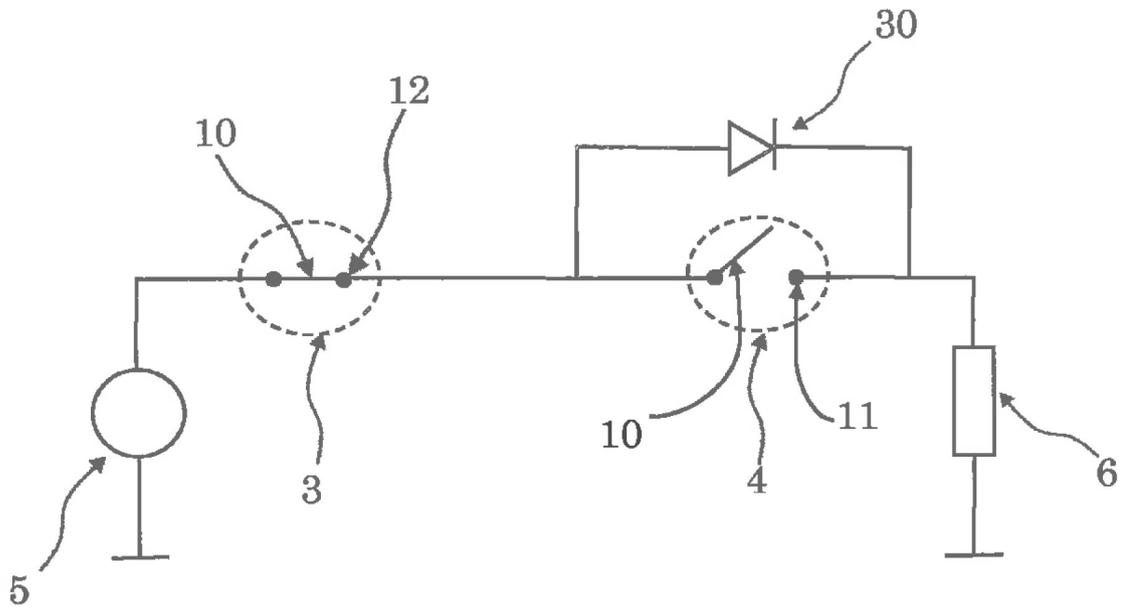


Fig. 5

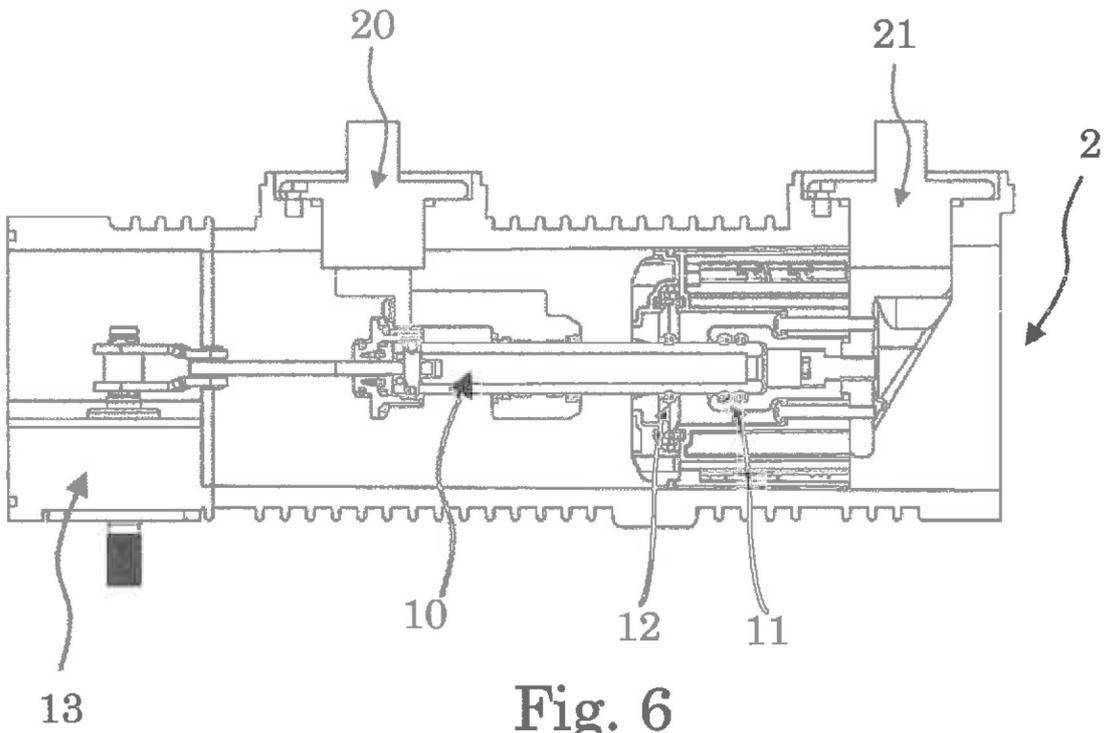


Fig. 6

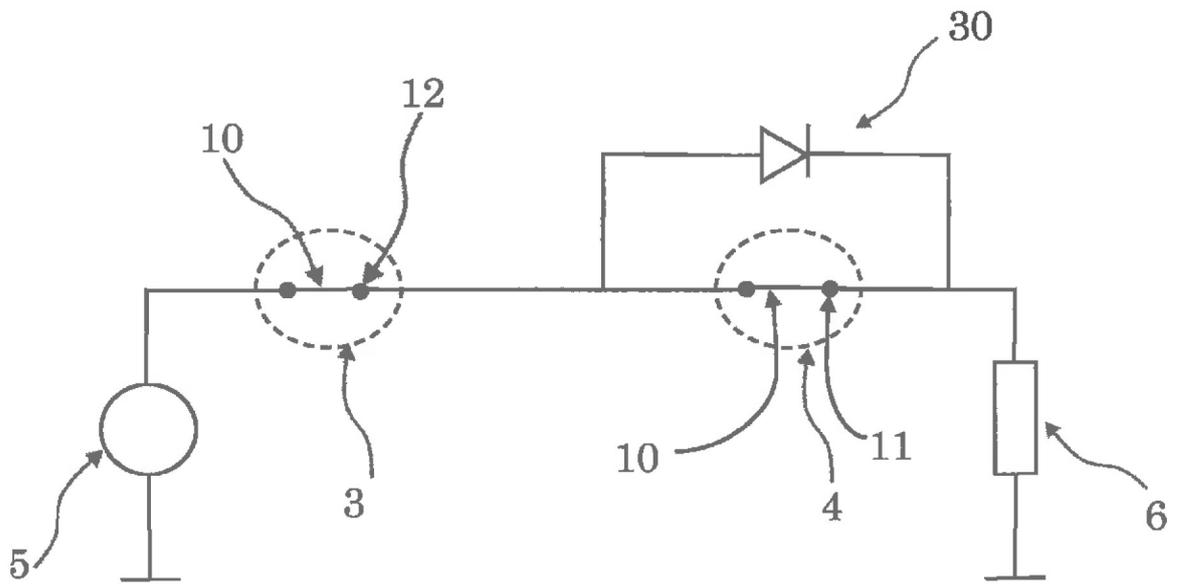


Fig. 7

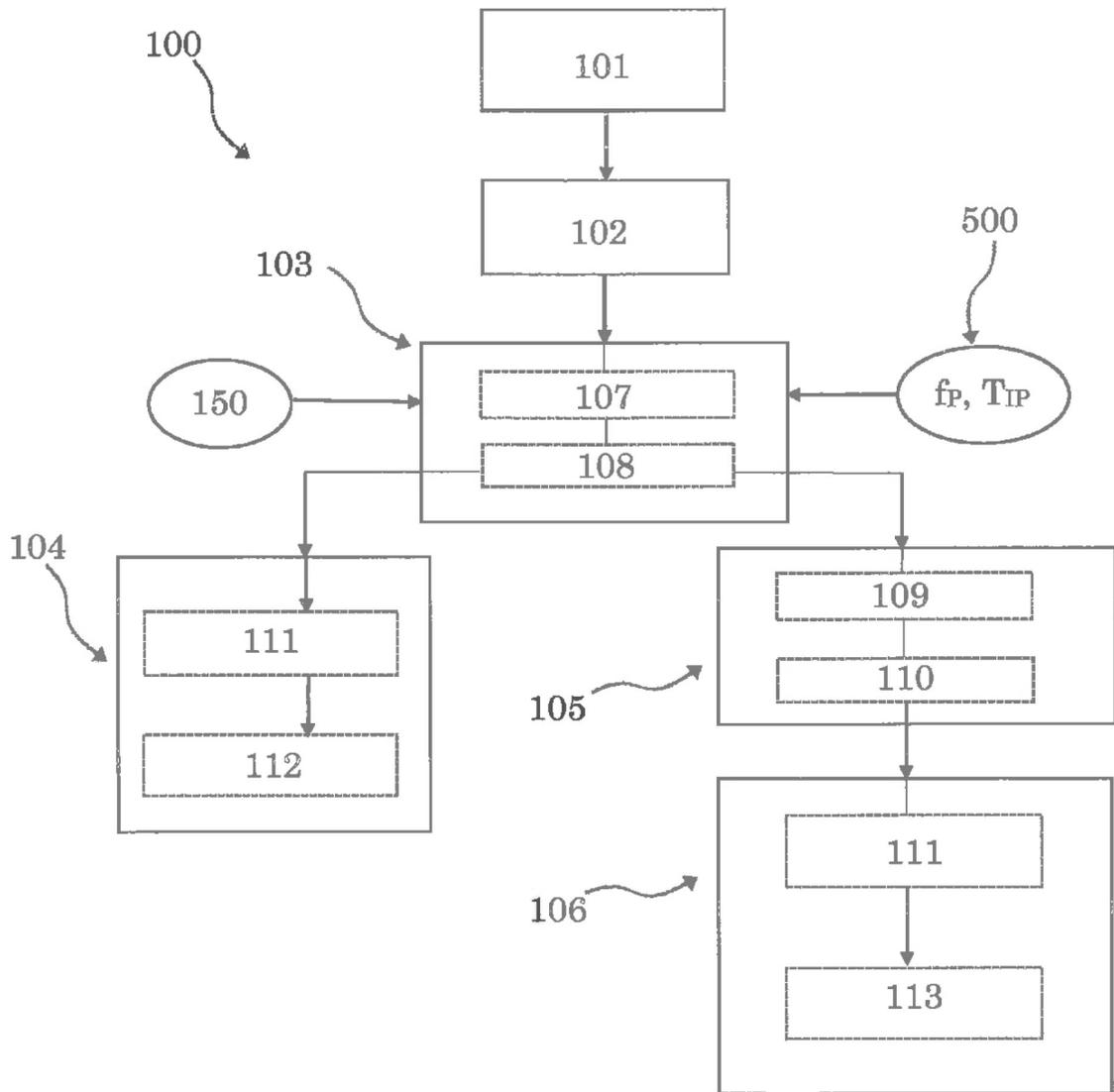


Fig. 8

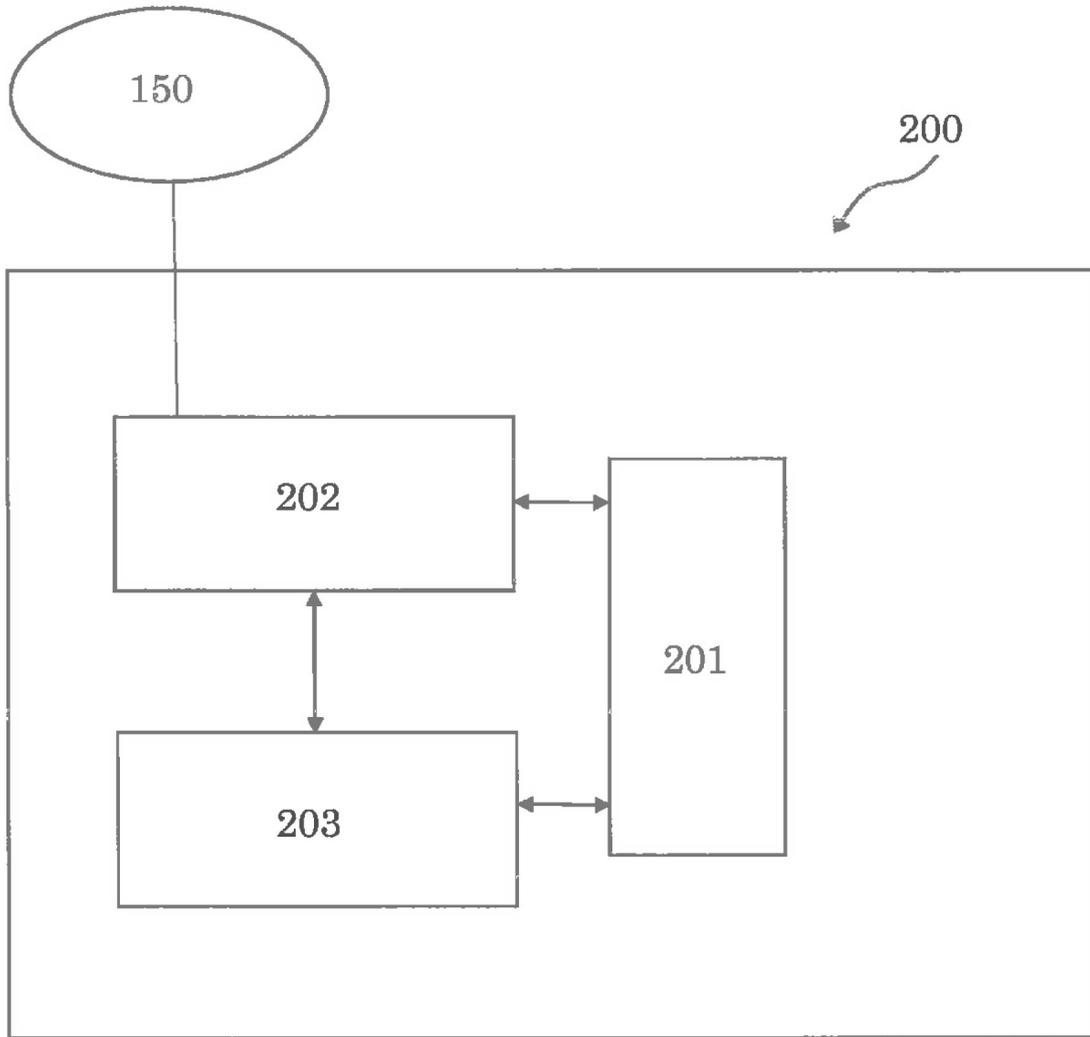


Fig. 9

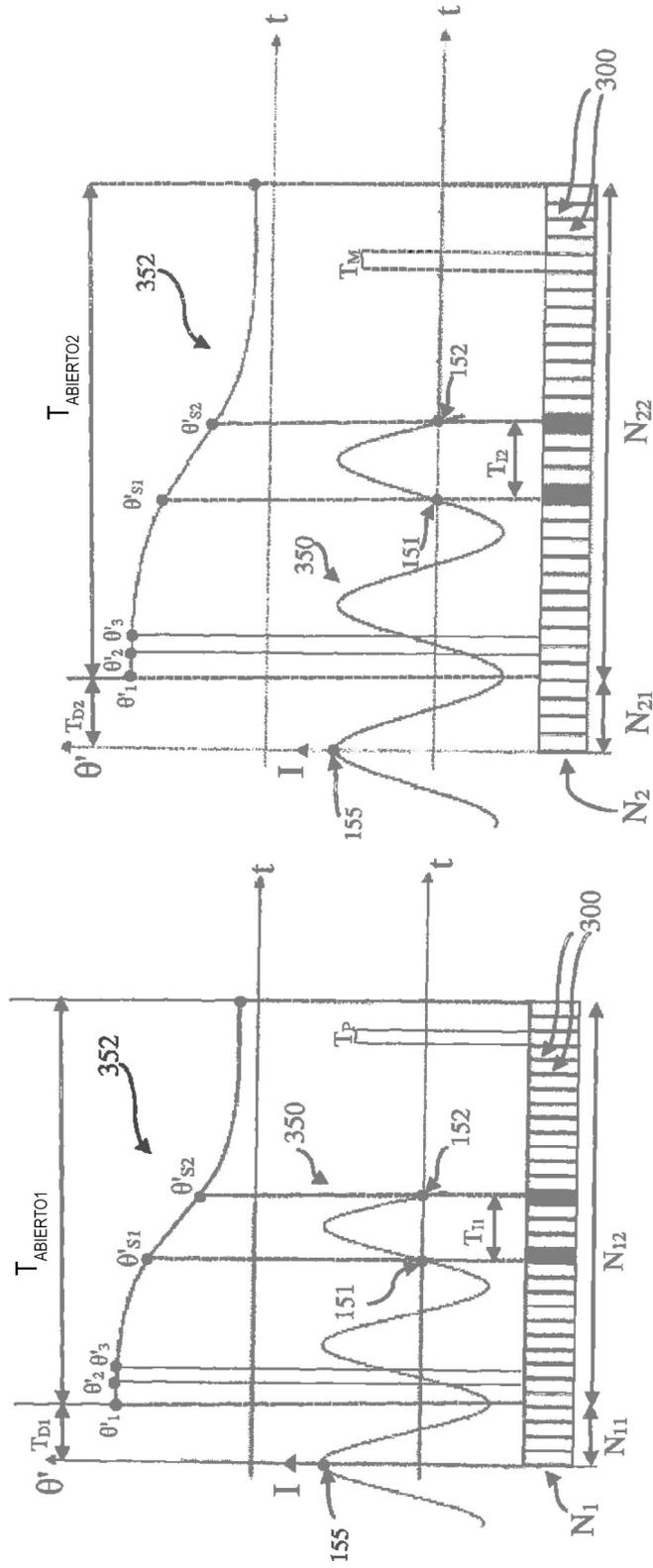


Fig. 11

Fig. 10

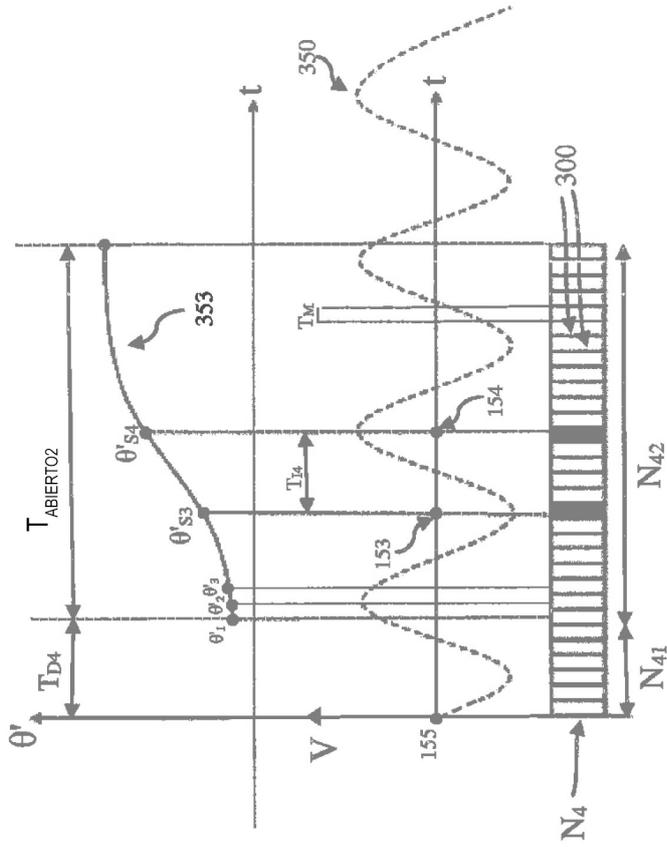


Fig. 13

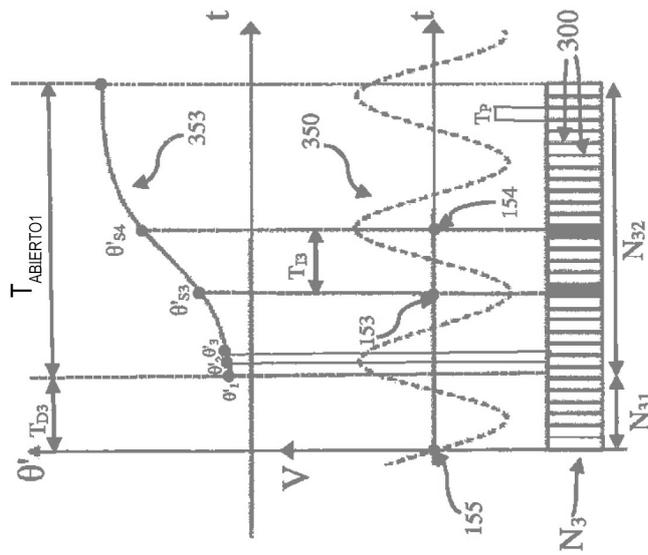


Fig. 12

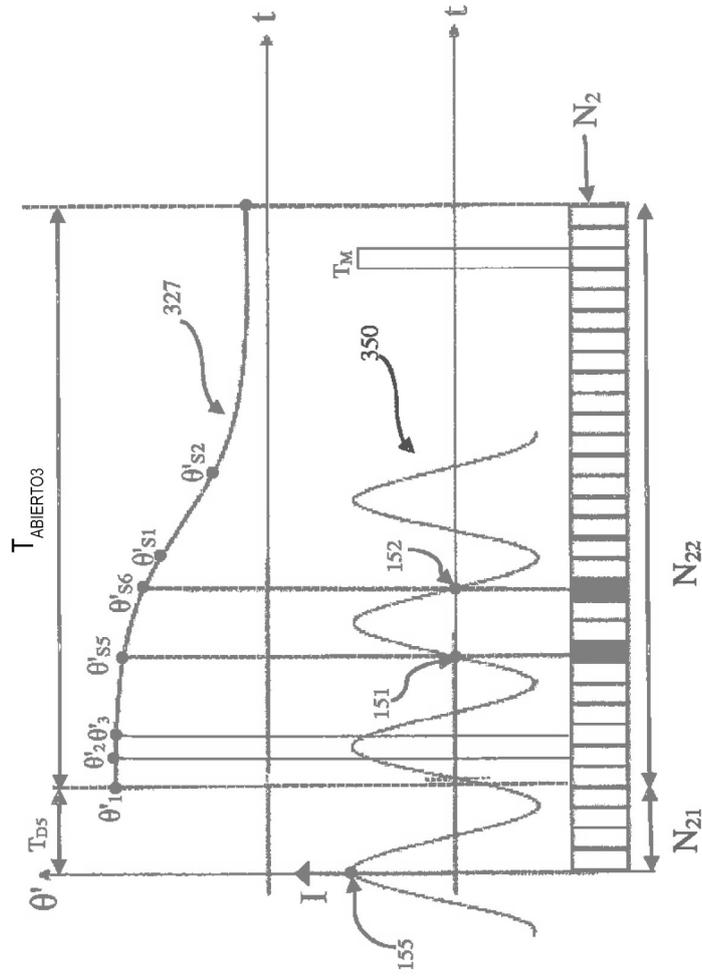


Fig. 14