

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 613**

51 Int. Cl.:

G01R 31/327 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2014** **PCT/CN2014/087840**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2016** **WO16049825**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2014** **E 14902901 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020** **EP 3201640**

54 Título: **Método y dispositivo para monitorizar un interruptor del circuito**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
08.02.2021

73 Titular/es:
ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:
ZHUANG, ZHIJIAN;
YE, XIN y
LU, CONGWEN

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 804 613 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 dispositivo para monitorizar un interruptor del circuito

Campo de la invención

Las realizaciones de la presente exposición se refieren al campo de un interruptor del circuito, y en particular a una monitorización en línea de las características mecánicas de un interruptor del circuito.

5 Técnica anterior

En los últimos años más o menos expertos dedican mucho tiempo a la investigación y desarrollo de la monitorización de las características mecánicas de un interruptor del circuito. Las características dinámicas de un interruptor del circuito pueden reflejar el fallo en el funcionamiento de la efectividad del interruptor del circuito. Por lo tanto, la característica mecánica es considerada como una de las características más importantes de un interruptor del circuito, y hay una necesidad de monitorizar las características mecánicas de un interruptor del circuito.

Actualmente, la monitorización de las características mecánicas de un interruptor del circuito usualmente se toma en un entorno fuera de línea por medio de detectores electrónicos. El entorno fuera de línea puede ser un entorno de ensayo en el que el interruptor del circuito no está conectado eléctricamente a la red, y de este modo no estaría sujeto al alto voltaje en la red. El voltaje para las pruebas en el entorno de prueba es relativamente bajo de modo que podría no tener efecto en la operación normal de los detectores electrónicos. No obstante, como el contacto del circuito en fuera de línea o entorno de ensayo no somete el alto voltaje real, el resultado monitorizado no puede de forma exacta reflejar el estado de funcionamiento práctico del interruptor del circuito y así puede solamente actuar como una referencia limitada para estudiar el interruptor del circuito.

El documento CN 203 630 307 U expone un dispositivo que juzga un estado de interrupción a través de los cambios de la presión de contacto del conmutador.

El documento US 6 023 404 A expone un método de monitorización de la operación dentro de una cámara interruptora llena con un gas dieléctrico a presión midiendo la presión del gas.

El documento US 2012/319692 A expone un método de medir los parámetros de detección de anomalías de un conmutador desconectado que puede ser movido entre una posición cerrada y una abierta por un brazo. Para esto, se miden una posición del brazo y un momento de torsión de un elemento de accionamiento rotatorio conectado al brazo.

El documento 102 592 878 A expone un interruptor del circuito de vacío midiendo la fuerza de cierre del resorte que actúa sobre el interruptor del circuito.

A medida que se desarrolla la tecnología de red inteligente, hay una demanda de interruptores de circuitos inteligentes que pueden monitorizar en línea la característica mecánica de los interruptores de circuito en su estado de operación normal para soportar las funciones de la red inteligente. La monitorización en línea puede reflejar el estado de operación real del interruptor del circuito, y de este modo es más útil en el estudio y control del interruptor del circuito.

Una monitorización precisa del carácter mecánico de un interruptor del circuito depende del hallazgo del cierre y apertura exactos del punto de tiempo del interruptor del circuito. Una vez obtenido el punto de tiempo del cierre y apertura exactos, otros caracteres mecánicos del interruptor del circuito, tal como el espacio de la apertura de contacto, la carrera del resorte de contacto y la velocidad de cierre y apertura pueden también ser obtenidas basándose en el punto de tiempo del cierre y la apertura en una manera conocida.

Sin embargo, el método actual de monitorización de fuera de línea no es adecuado para la monitorización en línea. El alto voltaje de la red en el entorno en línea puede fácilmente dañar la electrónica para la monitorización fuera de línea.

Además, como el punto de cierre y apertura eléctrica en el alto voltaje no puede representar el cierre y apertura mecánicos reales del contacto móvil debido a la ruptura de la conducción en alto voltaje, es necesario encontrar el punto de tiempo mecánico de cierre y de apertura del contacto móvil en el estado de operación de interruptor del circuito para monitorizar exactamente los caracteres mecánicos del interruptor del circuito. No obstante, es difícil monitorizar directamente el punto de tiempo mecánico de cierre y apertura de un interruptor del circuito en el alto voltaje.

Por lo tanto, se requiere un método para la monitorización en línea de las características mecánicas de un interruptor del circuito, en especial se requiere para la monitorización en línea del punto de tiempo del cierre y apertura mecánicos exacto.

Compendio de la invención

Por lo tanto, con el fin de superar una o más de las deficiencias en la técnica anterior antes mencionada, uno de los objetivos de las realizaciones de la presente exposición es proporcionar un método y un dispositivo para monitorizar en línea una característica mecánica de un interruptor del circuito.

- 5 De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición se ha dispuesto un método para monitorizar un interruptor del circuito. El interruptor del circuito comprende un mecanismo de accionamiento para accionar el cierre y la apertura de un contacto móvil de interruptor del circuito. El método comprende la siguiente etapa: obtención de una fuerza característica asociada con un mecanismo articulado del mecanismo accionador a lo largo del tiempo; y determinación del punto de tiempo cuando el cierre y/o la apertura del circuito ocurre identificando una variación de la fuerza. La etapa de determinación comprende además la determinación del momento en el que ocurre un aumento de la variación de la fuerza característica como el punto de tiempo del cierre del interruptor del circuito; y determinar el momento en que ocurre una disminución de la fuerza característica como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.

- 10 Como el punto de tiempo exacto de cierre o apertura del interruptor del circuito puede ser determinado detectando las fuerzas características, la electrónica de la detección y el proceso de detección no serían afectados por el ambiente severo, tal como un alto voltaje, el campo magnético complejo y la descarga de arco, cerca del contacto móvil. Como resultado, la monitorización del punto de tiempo de cierre y apertura del interruptor del circuito puede ser tomada durante la operación normal del interruptor del circuito.

- 15 De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la fuerza característica es al menos una de las siguientes:

- una fuerza de contacto que es directamente aplicada sobre un mecanismo de articulación del mecanismo de accionamiento por un contacto móvil del interruptor del circuito;
- una fuerza interna sometida por cualquier barra de un mecanismo de articulación de un mecanismo accionador;
- una fuerza resultante sometida por cualquier extremo de cualquier barra del mecanismo de articulación;
- 25 – un componente de la fuerza resultante sometida por cualquier extremo de cualquier barra del mecanismo de articulación, cuyo componente está en la dirección de la fuerza de contacto;
- una fuerza resultante sometida por cualquier extremo de cualquier barra del mecanismo de articulación, cuyo componente es perpendicular a la dirección de la fuerza de contacto;
- una fuerza resultante sometida por cualquier punto de pivotamiento del mecanismo de articulación;
- 30 – un componente de la fuerza resultante sometida por cualquier punto de pivotamiento del mecanismo de articulación, cuyo componente está en la dirección de la fuerza de contacto;
- un componente de la fuerza resultante sometida por cualquier punto de pivotamiento del mecanismo de articulación, cuyo componente es perpendicular a la dirección de la fuerza de contacto.

- 35 De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la etapa de obtención comprende calcular una fuerza de contacto que es directamente aplicada sobre un mecanismo de articulación del mecanismo accionador mediante un contacto móvil del interruptor del circuito, por una fuerza detectada asociada con el mecanismo de accionamiento. La etapa de determinación comprende determinar el punto de tiempo en que ocurre el cierre y/o la apertura del interruptor del circuito por la identificación de una variación de la fuerza de contacto calculada. La fuerza de contacto puede ser calculada por la fuerza detectada que es detectada en cualquier punto de pivotamiento del mecanismo de articulación.

- 40 De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la variación de la fuerza se identifica basándose en la magnitud de la fuerza y/o la tasa de la variación de la fuerza.

- 45 De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la etapa de obtención comprende muestrear un número de valores de la fuerza característica en diferentes puntos de tiempo a partir de un punto de partida, y obtener una primera matriz $F [a_1, a_2, \dots a_i, \dots a_n]$ que representa los valores de la fuerza característica en los puntos de tiempo de muestreo, y una segunda matriz $T [t_1, t_2, \dots t_i, \dots t_n]$ que representa los correspondientes puntos de tiempo de muestreo, en donde " a_i " es el valor de la fuerza característica muestreada para el muestreo del tiempo i , " n " es el número del muestreo, " t_i " es el punto de tiempo para el muestreo del tiempo i .

- 50 De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la etapa determinante que comprende la identificación de un ítem procedente del primer ítem en la primera matriz F cuyo valor alcanza o supera un primer valor de la fuerza predeterminado por primera vez, y que determina el punto de tiempo en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado a partir de la primera matriz F como el punto de tiempo del cierre del interruptor del circuito.

De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la etapa determinante que comprende identificar un ítem a partir del primer ítem en la primera matriz F cuyo valor está en o debajo de un valor de la fuerza predeterminado para el primer tiempo, y determinar el punto de tiempo en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado a partir de la primera matriz F como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.

- 5 De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la etapa determinante que comprende identificar un ítem a partir del primer ítem en la primera matriz F que cumple la siguiente condición para el primer tiempo: hay precisamente un número predeterminado de ítems continuos a partir de un ítem precedente al ítem identificado en la primera matriz F, en donde cada uno de los ítems continuos tiene un valor en o debajo de un segundo valor predeterminado de la fuerza; y a continuación determinar el punto de tiempo en la segunda matriz T
10 que corresponde al primer ítem del número predeterminado de ítems continuos en la primera matriz F como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.

- De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la etapa de obtención comprende además calcular y obtener una tercera matriz dF $[(a_2 - a_1)/(t_2 - t_1), (a_3 - a_2)/(t_3 - t_2), \dots (a_i - a_{i-1})/(t_i - t_{i-1}), \dots (a_n - a_{n-1})/(t_n - t_{n-1})]$ que
15 representa la tasa de la variación de la fuerza, en la cual cada ítem se refiere a la tasa de cambio de la fuerza durante los dos muestreos contiguos.

De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la etapa de determinación comprende: identificar un ítem a partir del primer ítem en la primera matriz F que cumpla las dos condiciones siguientes por primera vez:

- el valor del ítem identificado alcanza o supera un primer valor predeterminado de la fuerza;
- 20 – entre los varios ítems en la tercera matriz dF que están en o cerca de un correspondiente ítem en la tercera matriz dF, hay un ítem cuyo valor alcanza o supera un primer valor predeterminado de la tasa de cambio de la fuerza, en donde el correspondiente ítem en la tercera matriz dF se refiere a la tasa de cambio de la fuerza en el punto de tiempo cuando el ítem identificado en la primera matriz F es muestreado;
- y después determinar el punto de tiempo en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado a partir de
25 la primera matriz F como el punto de tiempo del cierre del interruptor del circuito.

De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la etapa de determinación comprende: identificar un ítem a partir del primer ítem en la primera matriz F que cumpla las siguientes dos condiciones por primera vez:

- el valor del ítem identificado está en o debajo de un segundo valor predeterminado de la fuerza;
- 30 – entre los diversos ítems en la tercera matriz dF que están en o cerca de un correspondiente ítem en la tercera matriz dF, hay un ítem cuyo valor absoluto alcanza o supera un segundo valor predeterminado de la tasa de cambio de la fuerza, en donde el correspondiente ítem en la tercera matriz dF se refiere a la tasa de cambio de la fuerza en el punto de tiempo en que el ítem identificado en la primera matriz F es muestreado;
- y después determinar el punto de tiempo en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado a partir de
35 la primera matriz F como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.

De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la etapa de obtención comprende obtener un perfil del valor de la fuerza característica a lo largo del tiempo; y la etapa de determinación comprende determinar el punto de tiempo en el que el cierre y/o apertura del interruptor del circuito ocurre identificando una
variación en el perfil.

- 40 De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, la etapa de determinación comprende el procesamiento del perfil con una transformación de tren de ondas, y determinar el punto de tiempo cuando ocurre el cierre y/o la apertura del interruptor del circuito identificando una variación en el perfil procesado.

De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición la transformación de tren de ondas está basada en la función de Haar.

- 45 De acuerdo con un aspecto de las realizaciones de la presente exposición, se proporciona además un dispositivo para monitorizar un interruptor del circuito. El interruptor del circuito comprende un mecanismo para accionar el cierre y la apertura de un contacto móvil del interruptor del circuito. El dispositivo comprende: un medio para obtener una fuerza característica asociada con un mecanismo de articulación del mecanismo de accionamiento a lo largo del tiempo; y un medio para determinar el punto de tiempo cuando ocurre el cierre y/o la apertura del interruptor del
50 circuito identificando una variación de la fuerza. El medio para determinar está además configurado para determinar el momento cuando ocurre un aumento de la variación de la fuerza característica como el punto de tiempo del cierre del interruptor del circuito, y determinar el momento cuando una disminución de la variación de la fuerza característica ocurre como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.

Breve descripción de los dibujos

Cuando se lee la siguiente descripción detallada sobre las realizaciones ejemplares con referencia a los dibujos, el objetivo, las características y ventajas de la presente exposición se hacen obvios, en donde

5 La Figura 1 ilustra un interruptor del circuito como ejemplo que puede ser monitorizado en línea por el método de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 ilustra la fuerza aplicada sobre el mecanismo de articulación del interruptor del circuito como de muestra en la Figura 1.

La Figura 3 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el interruptor del circuito de acuerdo con el principio de la presente invención.

10 La Figura 4 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo del cierre de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 5 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo de la apertura de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención.

15 La Figura 6 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo de la apertura de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 7 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo del cierre de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 8 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo de la apertura de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención.

20 La Figura 9 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo del cierre y la apertura de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 10 representa un perfil original y los perfiles procesados de la fuerza característica a lo largo del tiempo.

Descripción detallada de las realizaciones

25 Diversas realizaciones de la presente exposición se describen aquí con detalle de un modo ejemplar con referencia a los dibujos.

La Figura 1 ilustra un interruptor del circuito como ejemplo que puede ser monitorizado en línea por el método de acuerdo con una realización de la presente invención. El interruptor del circuito mostrado en la Figura 1 es un interruptor del circuito de alto voltaje, que comprende un contacto estacionario y un contacto móvil (no mostrado) encerrado en un manguito de aislamiento 1, y un mecanismo de accionamiento 2 para realizar la acción de cierre y
30 apertura del contacto móvil. El mecanismo de accionamiento 2 es usualmente un mecanismo de articulación para transmitir una fuerza de impulsión desde un elemento activo, por ejemplo, a un motor o un accionador de resorte, al contacto móvil. Como se muestra en la Figura 1, el mecanismo de articulación comprende una primera palanca 21, una segunda palanca 22, una tercera palanca 23 conectadas de forma pivotante entre sí en una secuencia. La primera palanca 21 está conectada a un eje impulsor 20 impulsado por un elemento activo, y la tercera palanca 23
35 está conectada de forma pivotante a un soporte 25 sobre la base del interruptor del circuito. Una barra de empuje 24 en un extremo está conectada de forma pivotante al contacto móvil a una distancia del punto de pivotamiento entre el tercer nivel 23 y el soporte 25. El otro extremo de la barra de empuje 24 está conectado al contacto móvil en el manguito de aislamiento 1. Impulsando el eje de impulsión 20 que rota por medio de un motor o un resorte, el contacto móvil puede ser movido arriba y abajo en una dirección longitudinal en el manguito 1 por la transmisión de la fuerza desde la primera palanca 21, la segunda palanca 22, la tercera palanca 23 y la barra de empuje 24, para
40 hacer contacto o ser separada del contacto estacionario y de este modo cerrar o abrir el circuito.

Como hay un entorno severo dentro del manguito de aislamiento 1 que implica un alto voltaje, un alto campo magnético y de prearco entre los contactos, no es práctico disponer unos detectores electrónicos cerca de los contactos para detectar el parámetro de los contactos para determinar el punto de tiempo cuando el contacto móvil se está precisamente cerrando o abriendo durante la operación de cierre o apertura. El rebote del contacto móvil durante el período de cierre y apertura agrava además la dificultad de determinar el tiempo definido de cierre o
45 apertura del contacto móvil basado en cualesquiera datos detectados posibles. La presente invención está basada en la previsión de que ocurriría una variación significativa de la fuerza como una corriente momentánea en el contacto móvil y el mecanismo de impulsión durante el cierre y la apertura del interruptor del circuito debido al cambio de la reacción del contacto estacionario con el contacto móvil.

50 La Figura 2 ilustra la fuerza aplicada sobre el mecanismo de articulación del interruptor del circuito mostrado en la Figura 1. En un estado equilibrado cerrado del interruptor del circuito el contacto móvil hace tope contra el contacto estacionario bajo una fuerza del mecanismo de articulación. En este caso el contacto estacionario aplicaría una

fuerza contraria F_2 (también referida como una fuerza de contacto) sobre el contacto móvil que a su vez es conducida a la tercera palanca 23 a través de la barra de empuje 24. Una vez que el contacto móvil es separado del contacto estacionario en el período de apertura, la fuerza contraria F_2 en el contacto móvil, la barra de empuje 24 y la tercera palanca 23 disminuirían espectacularmente e incluso llegarían a cero. Igualmente, durante el período de cierre del interruptor del circuito, la fuerza en contra F_2 aplicada sobre el contacto móvil por el contacto estacionario aumentaría espectacularmente desde cero hasta un valor relativamente alto. Parece que la variación de la fuerza en contra F_2 aplicada sobre la barra de empuje 24 o la tercera palanca 23 pueden actuar como una característica para reflejar el proceso de cierre y apertura del interruptor del circuito. Además, puede razonablemente suponerse que en el punto de tiempo cuando el contacto móvil precisamente comienza a hacer contacto con el contacto estacionario, el primer aumento de la corriente momentánea del valor de la fuerza en contra F_2 en el período de cierre ocurriría por primera vez; y en el punto de tiempo cuando el contacto móvil precisamente comienza a ser separado del contacto estacionario, la primera disminución de la corriente momentánea del valor de la fuerza en contra F_2 en el período de apertura ocurriría por primera vez.

Basándose en las anteriores observaciones es ventajoso determinar el punto de tiempo de cierre y apertura del interruptor del circuito identificando la variación de la fuerza en contra F_2 .

Con referencia a la Figura 3, de acuerdo con una realización de la presente invención, se dispone un método para monitorizar un interruptor del circuito. El método comprende la siguiente etapa: obtener (110) una fuerza característica asociada con el mecanismo accionador (en esta realización la fuerza de contacto es directamente aplicada sobre un mecanismo de articulación del mecanismo de accionamiento por un contacto móvil del interruptor del circuito); y determinar (120) el punto de tiempo cuando ocurre el cierre y/o la apertura del interruptor del circuito identificando una variación de la fuerza. En particular, cuando ocurre un aumento de la variación de la fuerza característica, el punto de tiempo correspondiente se determina como el punto de tiempo del cierre del interruptor del circuito, y cuando ocurre una disminución de la variación de la fuerza característica, el correspondiente punto de tiempo se determina como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.

La fuerza de contacto o fuerza en contra F_2 puede ser detectada en posiciones diferentes. Por ejemplo, la fuerza de contacto F_2 puede ser detectada en la barra de empuje 24 por un detector de la fuerza dispuesto en la barra de empuje 24. El detector de la fuerza puede ser una galga de tensión conectada a un circuito de medida, tal como una lámina de tensión, la cual puede detectar la tensión en la posición en la que la lámina de tensión está dispuesta por medio de la variación en la resistencia de la lámina debida a la tensión. Con el fin de ampliar la tensión sobre la barra de empuje 24 para facilitar la medida, algunas estructuras elásticas pueden ser dispuestas en la barra de empuje 24 en donde la galga de tensión está dispuesta, tal como algunas ranuras. Estas estructuras elásticas mejoran la tasa de deformación de la barra de empuje 24 en donde está dispuesta la galga de tensión, de modo que la tensión debida a la fuerza de contacto F_2 pueda ser ampliada, y de este modo sea más fácil ser detectada de forma precisa. Con el circuito de medida conectado a la galga de tensión, la fuerza F_2 pueda ser calculada basándose en la tensión detectada y en la tasa de deformación conocida.

En una realización la fuerza de contacto F_2 puede también ser detectada en una posición en la tercera palanca 23 en donde la barra de empuje 24 está conectada a la tercera palanca 23, o en el eje de pivotamiento que conecta la barra de empuje 24 y la tercera palanca 23. Estas posiciones están todas aisladas y alejadas del contacto móvil de modo que la detección no sería afectada significativamente por el entorno severo en el manguito aislante 1, y se impide que los medios de detección sufran y sean dañados por el entorno severo.

Refiriéndonos además a la Figura 2, en el estado cerrado equilibrado, el mecanismo de articulación también está sometido a otras fuerzas, tal como la fuerza en contra procedente de las estructuras de soporte exteriores y la fuerza de interacción procedente de las palancas contiguas. Por ejemplo, tomando la segunda palanca 22 y la tercera palanca 23 como un sistema, además de la fuerza de contacto F_2 , este sistema somete además las siguientes fuerzas: el extremo de la tercera palanca 23 conectado al soporte 25 está sometido a la fuerza en contra F_1 procedente del soporte 25 que puede ser dividida en un componente F_{1x} perpendicular a la dirección de la fuerza de contacto F_2 y un componente F_{1y} en la dirección de la fuerza F_2 ; el extremo de la segunda palanca 22 conectado a la primera palanca 21 somete la fuerza actuante F_3 procedente de la primera palanca 21 que puede ser dividida en un componente F_{3x} perpendicular a la dirección de la fuerza de contacto F_2 y un componente F_{3y} en la dirección de la fuerza de contacto F_2 . En el estado cerrado equilibrado el sistema que comprende la segunda palanca 22 y la tercera palanca 23 debería cumplir las tres condiciones de equilibrio siguientes para ser mantenido en el estado de equilibrio estático: la fuerza resultante en una dirección X (la dirección perpendicular a la fuerza de contacto F_2) a la que está sometida el sistema es igual a cero; la fuerza resultante en una dirección Y (la dirección de la fuerza de contacto F_2) a la que está sometida el sistema es igual a cero; la fuerza resultante en una dirección Y (la dirección de la fuerza de contacto F_2) sometida por el sistema es igual a cero; y el par resultante al que está sometido cada palanca en el sistema es igual a cero.

Basándose en las anteriores tres condiciones, se pueden obtener las siguientes cuatro ecuaciones:

$$F_{1x} = F_{3x};$$

$$F_{1y} + F_{3y} = F_2;$$

$$F_{3y} \cdot P_3 = F_{3x} \cdot P_5;$$

$$F_2 \cdot P_1 + F_{3x} \cdot P_4 = F_{3y} \cdot (P_1 + P_2).$$

en donde los parámetros P_1 , P_2 , P_3 , P_4 y P_5 se refieren a las distancias marcadas en la Figura 2.

Después de la transformación de las anteriores ecuaciones, se obtiene:

$$F_{1x} = F_2 \cdot \frac{P_1}{\left(P_1 + P_2 - \frac{P_3 P_4}{P_5}\right)} \cdot \frac{P_3}{P_5} \quad (1)$$

$$F_{1y} = F_2 \cdot \left(1 - \frac{P_1}{\left(P_1 + P_2 - \frac{P_3 P_4}{P_5}\right)}\right) \quad (2)$$

$$F_{3x} = F_2 \cdot \frac{P_1}{\left(P_1 + P_2 - \frac{P_3 P_4}{P_5}\right)} \cdot \frac{P_3}{P_5} \quad (3)$$

$$F_{3y} = F_2 \cdot \frac{P_1}{\left(P_1 + P_2 - \frac{P_3 P_4}{P_5}\right)} \quad (4)$$

5

De los anteriores resultados (1)-(4) parece que suponiendo que todas las distancias P_1 - P_5 son constantes, las fuerzas F_{1x} , F_{1y} , F_{3x} y F_{3y} son todas linealmente relevantes para la fuerza de contacto F_2 . Considerando el más bien pequeño cambio en las distancias P_1 - P_5 durante el muy pequeño movimiento del contacto móvil en un corto período de cierre o apertura en el que el contacto móvil está casi en contacto o abandonando el contacto estacionario, las fuerzas F_{1x} , F_{1y} , F_{3x} y F_{3y} pueden ser consideradas como aproximadamente linealmente relevantes para la fuerza de contacto F_2 durante el período en el que el contacto móvil está casi en contacto o abandonando el contacto estacionario. En este caso, el cambio en las fuerzas F_{1x} , F_{1y} , F_{3x} y F_{3y} puede también ser usado para reflejar el cambio en la fuerza de contacto F_2 y así reflejar el proceso de cierre y apertura del interruptor del circuito.

10

En una realización, obteniendo cualquiera de las fuerzas F_{1x} , F_{1y} , F_{3x} y F_{3y} , y tomando cualquiera de las fuerzas F_{1x} , F_{1y} , F_{3x} y F_{3y} como la fuerza característica, e identificando una variación de cualquiera de las fuerzas F_{1x} , F_{1y} , F_{3x} y F_{3y} , el punto de tiempo de cierre y apertura del interruptor del circuito puede también ser determinado.

15

En una realización también es posible medir además las distancias P_1 - P_5 en el estado cerrado equilibrado del contacto móvil, y calcular la fuerza de contacto F_2 con cualquiera de las fuerzas detectadas F_{1x} , F_{1y} , F_{3x} y F_{3y} , y las distancias P_1 - P_5 por medio de los anteriores resultados (1)-(4). Después de esto, la fuerza de contacto F_2 calculada puede además ser usada como la fuerza característica para determinar el punto de tiempo de cierre y apertura del interruptor del circuito como se ha descrito anteriormente.

20

De hecho, el mecanismo de articulación total o cualquier otro posible mecanismo accionador de un interruptor del circuito sería afectado por la fuerza de contacto F_2 . Cualquier fuerza aplicada sobre el mecanismo de articulación cambiaría en respuesta al cambio en la fuerza de contacto F_2 . Por lo tanto, en teoría, cualquier fuerza asociada con el mecanismo de articulación puede ser usada como una fuerza característica para ser directamente detectada y usada para determinar el punto de tiempo de cierre y apertura. La fuerza que puede ser usada como la fuerza característica comprende al menos:

- la fuerza de contacto F_2 ;
- una fuerza interna sometida por cualquier barra de un mecanismo de articulación de un mecanismo de accionamiento;
- una fuerza resultante sometida por cualquier extremo de cualquier barra del mecanismo de articulación;
- un componente de la fuerza resultante sometido por cualquier extremo de cualquier barra del mecanismo de articulación, cuyo componente está en la dirección de la fuerza de contacto;
- un componente de la fuerza resultante sometido por cualquier extremo de cualquier barra del mecanismo de articulación, cuyo componente es perpendicular a la dirección de la fuerza de contacto;
- una fuerza resultante sometida por cualquier punto de pivotamiento del mecanismo de articulación;
- un componente de la fuerza resultante sometido por cualquier punto de pivotamiento del mecanismo de articulación, cuyo componente está en la dirección de la fuerza de contacto;
- un componente de la fuerza resultante sometido por cualquier punto de pivotamiento del mecanismo de articulación, cuyo componente es perpendicular a la dirección de la fuerza de contacto.

Con el fin de detectar la fuerza aplicada sobre el mecanismo de articulación o por el mecanismo de articulación, la galga de tensión puede ser dispuesta en cualquier palanca a lo largo de la dirección longitudinal de la palanca para detectar la tensión interna sobre la palanca; la galga de tensión puede ser dispuesta en el extremo de cualquier palanca para detectar la fuerza (componente X, componente Y o la fuerza resultante) aplicada en el extremo de la palanca por otra pieza conectada. Es ventajoso disponer la galga de tensión en cualquier punto de pivotamiento (tal como el soporte 25) para detectar la fuerza aplicada por el mecanismo de articulación el cual tiene el mismo valor que la fuerza aplicada sobre el mecanismo de articulación en el mismo punto y puede también ser usado para determinar el punto de tiempo de cierre y apertura. Como la galga de tensión está unida a una estructura estacionaria (el punto de pivotamiento), la galga de tensión no sería movida, de modo que la galga de tensión puede ser unida más firmemente, y la precisión de detección sería mayor sin el efecto del movimiento de la galga de tensión. Con el fin de amplificar la tensión para mejorar la precisión de detección, es también posible proporcionar unas estructuras elásticas antes mencionadas en cualquier posición en la que la galga de tensión esté unida, incluida en cualquier palanca y en cualquier punto de pivotamiento.

Con el fin de reflejar con exactitud el cambio en la fuerza de contacto F_2 , las otras fuerzas que actúan como las fuerzas características deberían tener una alta linealidad y sensibilidad con respecto a la fuerza en contra F_2 . Normalmente, la fuerza en la dirección de la fuerza en contra F_2 tendría más linealidad y sensibilidad con respecto a la fuerza en contra F_2 en comparación con las fuerzas en otras direcciones. Para el mecanismo de articulación mostrado en la Figura 2, el componente Y F_{1y} de la fuerza en contra F_1 y el componente Y de la fuerza F_3 que actúa están en la dirección de la fuerza en contra F_2 , y tiene una alta linealidad y sensibilidad con respecto a la fuerza en contra F_2 . Por lo tanto, es ventajoso detectar directamente la fuerza F_{1y} o F_{3y} como la fuerza característica para determinar el punto de tiempo de cierre y apertura. El resultado del experimento muestra que la fuerza F_{1y} tiene una mayor linealidad y sensibilidad en comparación con F_{3y} . A este respecto, es además ventajoso unir la galga de tensión sobre el soporte 25 para detectar F_{1y} como la fuerza característica.

También es posible calcular la fuerza de contacto F_2 con cualquier fuerza detectada como se ha mencionado anteriormente, y tomar la fuerza de contacto calculada F_2 como la fuerza característica. Con el fin de calcular la fuerza de contacto F_2 , un sistema adecuado para ser discutido debería ser seleccionado del mecanismo de articulación u otro mecanismo accionador. El sistema puede comprender más de dos palancas. Es necesario asegurar que basándose en las condiciones del equilibrio de las fuerzas y del equilibrio del momento torsión, pueden ser creadas las ecuaciones antes mencionadas y todas las fuerzas en las ecuaciones (incluyendo la fuerza en contra F_2) pueden ser resueltas basándose en las ecuaciones.

Diversas realizaciones específicas para monitorizar el punto de tiempo de cierre y apertura se describirán a continuación.

La Figura 4 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo de cierre de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención. Primeramente, el muestreo 410 de un número de valores de la fuerza característica (tal como la fuerza de contacto F_2 bien detectada directamente o calculada a partir de las otras fuerzas detectadas, u otras fuerzas características) en diferentes puntos de tiempo

desde un punto de partida, y así obtener 410 una primera matriz $F [a_1, a_2, \dots a_i, \dots a_n]$ que representa los valores de la fuerza característica en los puntos de tiempo de muestreo, y una segunda matriz $T [t_1, t_2, \dots t_i, \dots t_n]$ que representa los puntos de tiempo de muestreo correspondientes, en donde "a_i" es el valor de la fuerza característica muestreada para el muestreo del tiempo i, "n" es el número del muestreo, "t_i" es el punto de tiempo para el muestreo del tiempo i.

El punto de partida es usualmente el punto de tiempo cuando la instrucción de cierre es enviada desde un circuito de control. El intervalo o frecuencia de muestreo depende del requerimiento de precisión para el punto de tiempo de cierre y apertura. Por ejemplo, el intervalo de muestreo puede ser fijado como 1,33 μ s. El proceso de cierre o apertura puede durar 100 ms desde el envío de la instrucción. Como resultado, de acuerdo con el intervalo de muestreo de 1,33 μ s, el número "n" de muestreo 752 durante el período total de cierre o apertura.

A continuación, comparando 420 a_i en la primera matriz F con un primer valor V1 de la fuerza predeterminada desde el primer ítem a_i en la matriz F. El primer valor V1 de la fuerza predeterminado se fija de acuerdo con la estructura específica del interruptor del circuito y la fuerza característica seleccionada. El primer valor V1 predeterminado de la fuerza debería ser fijado lo suficientemente grande para ser distinguido del ruido antes del contacto real entre los contactos estacionario y móvil, pero no mayor que la fuerza de contacto real entre medias en el comienzo del cierre. Si se toma la fuerza de contacto F₂ como la fuerza característica, el primer valor V1 de la fuerza predeterminado puede ser fijado entre 500 N - 6.000 N.

Si el valor del primer ítem a_i no alcanza o supera el primer valor V1 de la fuerza predeterminado, circulando la etapa de comparación 420 para el siguiente ítem a_i en la primera matriz F, hasta identificar el ítem a_i en la primera matriz F para el primer tiempo cuyo valor alcanza o supera el primer valor V1 predeterminado de la fuerza. A continuación, la determinación 420 del punto de tiempo t_i en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado a_i de la primera matriz F como el punto de tiempo t_{cierre} de cierre del interruptor del circuito. La primera variación grande de magnitud de la fuerza característica desde el punto de partida puede reflejar el primer contacto entre los contactos móviles y estacionarios. Como tal, se ha encontrado el punto de tiempo de cierre.

La Figura 5 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo de apertura de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención. En este método la etapa 510 de muestreo de valores de la fuerza característica y la obtención de una matriz, una primera matriz $F [a_1, a_2, \dots a_i, \dots a_n]$ y una segunda matriz $T [t_1, t_2, \dots t_i, \dots t_n]$ es tomada de la misma forma que la etapa 410 de muestreo y obtención en el método de monitorización del cierre como está ilustrado en la Figura 4. La mera diferencia en el punto de partida para el muestreo en la etapa 510 es usualmente el punto de tiempo cuando la instrucción de apertura es enviada desde un circuito de control. La etapa de comparación 520 y la etapa de circulación 520 es similar a la etapa 420 de comparación y circulación en la Figura 4. La mera diferencia es la condición para juzgar en lugar de si el valor de a_i está en o debajo de un segundo valor V2 predeterminado de la fuerza.

El segundo valor V2 predeterminado de la fuerza debería ser fijado lo suficientemente pequeño para ser significativamente menor que el valor en el estado cerrado. Si se toma la fuerza de contacto F₂ como la fuerza característica, el segundo valor V2 predeterminado de la fuerza puede ser fijado incluso próximo a cero.

Una vez que el primer ítem a_i en la primera matriz F ha sido identificado en el que el valor del ítem a_i está en o debajo del segundo valor V2 de la fuerza predeterminado, se va a una etapa 520, que determina el punto de tiempo t_i en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado a_i desde la primera matriz F como el punto de tiempo t_{apertura} de la apertura del interruptor del circuito. La primera variación de magnitud grande de la fuerza característica desde el punto de salida puede reflejar la primera separación del contacto móvil desde el contacto estacionario. Como tal, es encontrado el punto de tiempo de la apertura.

La Figura 6 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo de apertura de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención. En este método la etapa 610 de valores de muestreo de la fuerza característica y la matriz de obtención de una primera matriz $F [a_1, a_2, \dots a_i, \dots a_n]$ y una segunda matriz $T [t_1, t_2, \dots t_i, \dots t_n]$ es tomado de la misma forma que en la etapa 510 de muestreo y obtención en el método de monitorización de la apertura ilustrado en la Figura 5. La etapa de comparación 620 es similar a la etapa de comparación 620 y circulación 520 en la Figura 5. La diferencia es que un Contador está dispuesto para acumular 630 los tiempos que a_i está en o debajo del segundo valor predeterminado V2. Por otra parte, una vez que a_i no cumple la condición de que a_i esté en o debajo del segundo valor predeterminado V2, el Contador sería restablecido en cero. Después de que el Contador acumule una vez, juzgando 640 si el número del Contador es igual a o mayor que un número predeterminado V3, por ejemplo 20. Si no, circulando la etapa 620 para el siguiente a_i en la primera matriz F; si es afirmativo, determinando el punto de tiempo t_(i-v3+1) en la segunda matriz T como el punto de tiempo t_{apertura} de la apertura del interruptor del circuito, en donde el punto de tiempo t_(i-v3+1) representa el momento desde el cual hay el número V3 de ítems continuos en la primera matriz F por primera vez desde el punto de partida, en donde cada uno del número V3 de ítems continuos está en o debajo del segundo valor V2 predeterminado.

Este método ilustrado en la Figura 6 asegura que desde el punto de tiempo de apertura determinado la fuerza característica es mantenida en un valor pequeño o menor que el segundo valor V2 predeterminado durante al menos

un rato, sin rebote alguno. Como tal, el punto de tiempo de apertura determinado puede ser considerado como el punto de tiempo de apertura real, después del cual no habría contacto alguno entre los contactos móviles y estacionarios debido al rebote del contacto móvil, lo que significa que el contacto móvil ha alcanzado un estado abierto estable.

La Figura 7 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo de cierre de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención. En este método la etapa 710 de los valores de muestreo de la fuerza característica y la obtención de una primera matriz $F [a_1, a_2, \dots a_i, \dots a_n]$ y una segunda matriz $T [t_1, t_2, \dots t_i, \dots t_n]$ son tomados de una forma similar a la etapa 410 de muestreo y obtención en el método de monitorización del cierre como está ilustrado en la Figura 4. La diferencia es que la etapa de obtención 710 obtiene además una tercera matriz $[(a_2-a_1)/(t_2-t_1), (a_3-a_2)/(t_3-t_2), \dots (a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1}), \dots (a_n-a_{n-1})/(t_n-t_{n-1})]$ que representa la tasa de la variación de la fuerza, en la cual cada ítem se refiere a la tasa de cambio de la fuerza durante los dos muestreos contiguos. La etapa de comparación 720 y la etapa de circulación 720 son similares a la etapa de comparación y circulación 420 en la Figura 4.

Una vez que un ítem a_i cumple la condición de que el valor del ítem a_i alcanza o supera un primer valor $V1$ predeterminado de la fuerza en la etapa 720, va a una etapa 730 para comparar la tasa de cambio de la fuerza en la tercera matriz dF con un primer valor $V4$ predeterminado de la tasa de cambio de la fuerza. La etapa 730 en sí es una circulación. Varios ítems de la tercera matriz dF son seleccionados para realizar la circulación 730. La selección de los varios ítems está basada en un correspondiente ítem $((a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1}))$ en la tercera matriz dF que se refiere a la tasa de cambio de la fuerza en el punto de tiempo cuando el ítem identificado a_i en la primera matriz F es muestreado. Los varios ítems seleccionados pueden comprender el correspondiente ítem $((a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1}))$, varios ítems continuos contiguos a y delante del correspondiente ítem $((a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1}))$, tal como 5 ítems, y varios ítems continuos contiguos a y siguiendo el correspondiente ítem $((a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1}))$, tal como 5 ítems. En la etapa 730, en cualquier orden, los varios ítems seleccionados en la tercera matriz dF son respectivamente comparados con el primer valor $V4$ predeterminado de tasa de cambio de la fuerza para juzgar si hay al menos un ítem cuyo valor que alcance o supere con el primer valor $V4$ predeterminado de tasa de cambio de la fuerza. Esta etapa 730 se usa para juzgar si hay una variación de la fuerza cerca del punto de tiempo en que una gran magnitud de la fuerza característica es muestreada por primera vez. El primer valor $V4$ predeterminado de tasa de cambio de la fuerza puede ser fijado dependiendo del intervalo de muestreo y de la fuerza característica seleccionada. Si se toma la fuerza de contacto F_2 como la fuerza característica, el primer valor $V4$ predeterminado de tasa de cambio de la fuerza puede ser fijado entre 3.000 N/ms – 7.000 N/ms.

Si no hay un ítem en los varios ítems seleccionados que cumplan la condición de la etapa 730, lo que significa que no hay variación de la fuerza, se vuelve a la etapa 720 para encontrar el siguiente ítem a_i en la primera matriz F que cumpla la condición en la etapa 720.

Si hay al menos un ítem en los varios ítems seleccionados que cumpla la condición en la etapa 730 para el ítem identificado actual a_i en la primera matriz F , se va a una etapa 740, que determina el punto de tiempo t_i en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado a_i de la primera matriz F como el punto de tiempo t_{cierre} del cierre del interruptor del circuito. Como tal, el punto de tiempo de cierre se ha encontrado.

La Figura 8 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo de apertura de un interruptor del circuito de acuerdo con una realización de la presente invención. En este método, la etapa 810 de valores de muestreo de la fuerza característica y la obtención de una primera matriz $F [a_1, a_2, \dots a_i, \dots a_n]$, una segunda matriz $T [t_1, t_2, \dots t_i, \dots t_n]$ y una tercera matriz $dF [(a_2-a_1)/(t_2-t_1), (a_3-a_2)/(t_3-t_2), \dots (a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1}), \dots (a_n-a_{n-1})/(t_n-t_{n-1})]$ es tomada de una manera similar que la etapa 710 de muestreo y obtención en el método de monitorización de cierre como está ilustrado en la Figura 7. La mera diferencia es que el punto de partida para muestreo es usualmente el punto de tiempo en el que la instrucción de apertura es enviada desde un circuito de control. La etapa de comparación 820 y la etapa de circulación 820 es similar a la etapa de comparación y circulación 720 en la Figura 7. La diferencia es la condición para juzgar es en cambio que si el valor de a_i está en o debajo del segundo valor $V2$ de la fuerza predeterminado.

Una vez que un ítem a_i cumple la condición de que el valor del ítem a_i está en o debajo de un segundo valor $V2$ de la fuerza predeterminado en la etapa 820, se va a una etapa 830 para comparar la tasa de cambio de la fuerza en la tercera matriz dF con un segundo valor $V5$ predeterminado de tasa de cambio de la fuerza. La etapa 830 en sí es también una circulación que es similar a la etapa 730 en la Figura 7. El método para seleccionar los diversos ítems de la tercera matriz dF es el mismo que en la etapa 730 en la Figura 7. La diferencia reside en la condición de juzgar de la etapa 830. En la etapa 830, en cualquier orden, los valores absolutos de los varios ítems seleccionados en la tercera matriz dF son respectivamente comparados con el valor $V5$ de la tasa de cambio de la fuerza predeterminado para juzgar si hay al menos un ítem cuyo valor absoluto alcance o supere el segundo valor $V5$ predeterminado de la tasa de cambio de la fuerza. Como la variación de la fuerza durante el período de apertura del interruptor del circuito sería de un valor alto a un valor bajo, el valor del ítem $(a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1})$ en la tercera matriz dF sería un valor negativo en el punto de tiempo próximo al punto de tiempo de apertura real. Por lo tanto, un valor absoluto del correspondiente ítem en la tercera matriz dF sería ventajoso para ser comparado con el segundo valor $V5$ predeterminado de la tasa de cambio de la fuerza. A este respecto, el segundo valor $V5$ de la tasa de cambio de

la fuerza predeterminado debería ser fijado como un valor positivo, tal como entre 3.000 N/ms – 7.000 N/ms, similar al primer valor V4 predeterminado de la tasa de cambio de la fuerza.

Como en el método de la Figura 7, si ningún ítem en los varios ítems seleccionados cumple la condición en la etapa 830, lo que significa que no hay variación de la fuerza, se vuelve a la etapa 820 para encontrar el siguiente ítem a_i en la primera matriz F que cumpla la condición en la etapa 820.

Si hay al menos un ítem en los varios ítems seleccionados que cumplan la condición en la etapa 830 para el ítem identificado actual a_i en la primera matriz F, se va a una etapa 840, que determina el punto de tiempo t_i en la segunda matriz T correspondiente al ítem identificado a_i de la primera matriz F como el punto de tiempo t_{apertura} de la apertura del interruptor del circuito. Como tal, el punto de tiempo de apertura se ha encontrado.

En las anteriores reivindicaciones los valores muestreados son evaluados de muchas maneras uno a uno en secuencia basándose en el umbral de la magnitud y/o la tasa de la variación de la fuerza de la fuerza característica, para identificar la variación de la fuerza. No obstante, también se pueden usar otras formas para identificar la variación de la fuerza por medio del umbral de la magnitud y/o la tasa de la variación de la fuerza de la fuerza característica. Las etapas en los métodos antes discutidos son apropiados para ser realizados por circuitos eléctricos o programas de ordenador que incluyen las etapas de cálculo, registro, comparación, circulación y así sucesivamente.

La Figura 9 ilustra el organigrama de flujos de un método para monitorizar el punto de tiempo de cierre y apertura de un interruptor del circuito de acuerdo con otra realización de la presente invención. En este método una fuerza característica es obtenida 910 de la misma forma que en las anteriores realizaciones, por ejemplo, muestreando un número de valores de la fuerza característica durante el período de cierre o apertura en un cierto intervalo de muestreo. Diferente de las anteriores realizaciones, en esta realización, los valores muestreados no son registrados como matrices. En lugar de ello, los valores obtenidos de la fuerza característica son registrados 920 a lo largo del tiempo como un perfil (véase el perfil a1 en la Figura 10, que muestra el perfil registrado de la duración del cierre). El perfil puede ser realizado por un programa ejecutable o un equipo lógico conocido, tal como el equipo lógico Matlab. Entonces el perfil puede ser analizado por un programa ejecutable o un equipo lógico conocido, tal como el equipo lógico Matlab, para identificar automáticamente 930 la primera variación de la fuerza caracterizada a lo largo del tiempo. El programa o equipo lógico puede explorar el perfil desde el punto de partida, e identificar la primera variación en el perfil de acuerdo con el carácter en el perfil. Por ejemplo, el programa o equipo lógico puede analizar la pendiente de cada sección del perfil para identificar si hay una variación. Una vez identificada una variación en el perfil por primera vez desde el punto de partida, el punto de tiempo (la coordenada X en el perfil) que corresponde al punto de variación se determina como el punto de tiempo de cierre o apertura del interruptor del circuito.

En una realización antes de identificar el punto de variación en el perfil, el perfil registrado es procesado con un método matemático, por ejemplo por un programa o equipo lógico conocido, para hacer que el punto de variación sea más obvio ser identificado. Por ejemplo, el perfil puede ser procesado con una transformación de tren de ondas. Los perfiles a2-a5 en la Figura 10 representan el perfil procesado del perfil original a1 con diferentes transformaciones del tren de ondas. Se puede ver que el perfil a5, que es transformado por tren de ondas con la función Haar, ha sido procesado como ondas cuadradas, en donde el ruido y la interferencia en el perfil original pueden ser filtrados. El borde delantero de la primera onda cuadrada puede ser más claramente identificado por el programa o equipo lógico como el primer punto de variación. Como tal, el punto de tiempo que corresponde al borde delantero de la primera onda cuadrada se determina como el punto de tiempo de cierre del interruptor del circuito. Se ha apreciado que otros métodos matemáticos o métodos de procesamiento de la señal pueden también ser usados para procesar el perfil para filtrar el ruido y facilitar la identificación del punto de variación en el perfil.

Para todas las realizaciones de la presente invención descrita, el punto de tiempo exacto de cierre o apertura del interruptor del circuito puede ser determinado detectando las fuerzas características relacionadas con la fuerza de contacto F2 en una posición alejada del contacto móvil. Como resultado, la electrónica de detección y el proceso de detección no serían afectados por el severo entorno cerca del contacto móvil, si el interruptor del circuito está en operación normal. Por lo tanto, el método de acuerdo con las realizaciones de la presente invención puede ser usado para monitorizar en línea el interruptor del circuito, sin la necesidad de un entorno de ensayo seguro. La monitorización en línea puede reflejar el funcionamiento operativo práctico del interruptor del circuito. En comparación con la monitorización en el entorno fuera de línea o entorno de ensayo, la monitorización en línea es más útil para el usuario para estudiar el funcionamiento del interruptor del circuito. Además, como la monitorización en línea no necesita interrumpir la operación normal del interruptor del circuito, la monitorización puede ser tomada regularmente durante un largo período de tiempo, lo cual es ventajoso para el mantenimiento del interruptor del circuito.

Basándose en la exacta determinación del punto de tiempo de cierre y apertura del interruptor del circuito, otros caracteres mecánicos del interruptor del circuito pueden también ser calculados o evaluados. Por ejemplo, la velocidad de cierre y apertura del interruptor del circuito puede ser calculada basándose en el punto de partida para enviar la instrucción y el punto de tiempo de cierre o apertura determinado. Además, el espacio de apertura de contacto y el recorrido del resorte de contacto del interruptor del circuito pueden también ser obtenidos basándose en el punto de tiempo de cierre y apertura. Por lo tanto, los métodos de acuerdo con las realizaciones de la presente

invención proporcionan una base para la exacta monitorización de los caracteres mecánicos del interruptor del circuito.

La presente invención proporciona además un dispositivo para monitorizar un interruptor del circuito. El interruptor del circuito comprende un mecanismo de accionamiento para accionar el cierre y la apertura de un contacto móvil del interruptor del circuito. El dispositivo comprende: unos medios para obtener una fuerza característica asociada con el mecanismo accionador a lo largo del tiempo; y unos medios para determinar el punto de tiempo cuando ocurre el cierre y/o la apertura del interruptor del circuito identificando una variación de la fuerza. El dispositivo está adaptado para poner en práctica el método de acuerdo con cualquiera de lo mencionado anteriormente.

También se ha apreciado que los métodos y el dispositivo de acuerdo con las realizaciones de la presente invención están también adaptados para varios tipos de interruptores de circuito, incluyendo los interruptores de circuito de un nivel de voltaje alto, medio y bajo, los interruptores de circuitos con diferentes mecanismos de accionamiento.

Además, los métodos y el dispositivo de acuerdo con las realizaciones de la presente invención pueden ser puestos en práctica de diversas maneras, incluyendo el equipo lógico, el equipo físico, el equipo lógico inalterable, o cualquier combinación aleatoria de ellos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los medios de obtención y los medios de determinación pueden ser puestos en práctica por un equipo lógico y/o un equipo lógico inalterable. Alternativa o adicionalmente, los medios de obtención y los medios de determinación pueden ser parcial o completamente puestos en práctica basándose en el equipo físico. Por ejemplo, los medios de obtención y los medios de determinación pueden ser puestos en práctica como una microplaqueta de circuito integrado (IC), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un sistema en microplaqueta (SOC), matriz de puerta de enlace programable de campo (FPGA), etc. El alcance de la presente invención no está limitado en este aspecto. En particular, en algunas realizaciones, los medios de obtención y los medios de determinación pueden ser puestos en práctica como un enchufe desplegado en un dispositivo de monitorización, como un componente como una parte del dispositivo de monitorización, o como un dispositivo independiente que trabaja en coordinación con un dispositivo de monitorización existente en otras maneras.

La presente invención puede ser un sistema, un método, y/o un producto de programa de ordenador. El producto de programa de ordenador puede incluir un medio (o medios) de almacenamiento leíble por un ordenador que tiene en él las instrucciones del programa leíbles por un ordenador para hacer que un procesador realice aspectos de la presente invención.

Los medios de almacenamiento leíbles por un ordenador pueden ser un dispositivo tangible que puede retener y almacenar instrucciones para uso por un dispositivo de ejecución de la instrucción. El medio de almacenamiento leíble por un ordenador puede ser, por ejemplo, pero no está limitado a, un dispositivo de almacenamiento electrónico, un dispositivo de almacenamiento magnético, un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento electromagnético, un dispositivo de almacenamiento de semiconductor, o cualquier combinación apropiada de los anteriores. Una lista no exhaustiva de más ejemplos específicos del medio de almacenamiento leíble por un ordenador incluye los siguientes: un disquete de ordenador portátil, un disco duro, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de lectura solamente (ROM), una memoria de lectura solamente programable borrrable (EPROM o Memoria relámpago), una memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), una memoria de lectura solamente de disco compacto portátil (CD-ROM), un disco versátil digital (DVD), una tarjeta de memoria, un disco flexible, un dispositivo codificado mecánicamente tal como tarjetas perforadas o estructuras en relieve en una ranura que tiene instrucciones registradas en ella, y cualquier combinación apropiada de lo anterior. Un medio de almacenamiento leíble por un ordenador, como se usa aquí, no debe ser interpretado como siendo señales de una corriente momentánea en sí, tal como ondas de radio u otras ondas electromagnéticas que se propagan libremente, ondas electromagnéticas que se propagan a través de una guía de ondas u otros medios de transmisión (por ejemplo, impulsos luminosos que pasan a través de un cable de fibra óptica), o unas señales eléctricas transmitidas a través de un cable.

Las instrucciones de programa leíbles por un ordenador aquí descritas pueden ser descargadas a los respectivos dispositivos de cálculo/procesamiento desde un medio de almacenamiento leíble por un ordenador o a un ordenador externo o un dispositivo de almacenamiento externo a través de una red, por ejemplo, Internet, una red de área local, una red de área amplia y/o una red inalámbrica. La red puede comprender cables de transmisión de cobre, fibra de transmisión óptica, transmisión inalámbrica, enrutadores de transmisión inalámbrica, cortafuegos, conmutadores, ordenadores de puerta de enlace y/o servidores perimetrales. Una tarjeta adaptadora de la red o interfaz de red en cada dispositivo de cálculo/procesamiento recibe unas instrucciones de programa leíble por un ordenador desde la red y envía las instrucciones de programa leíbles por un ordenador para almacenamiento en un medio de almacenamiento leíble por un ordenador dentro del respectivo dispositivo de cálculo/procesamiento.

Las instrucciones de un programa leíble por un ordenador para realizar operaciones de la presente invención pueden ser instrucciones de ensamblador, instrucciones de arquitectura de conjunto de instrucciones (ISA), instrucciones de la máquina, instrucciones dependientes de la máquina, microcódigo, instrucciones de microprogramación cableada, datos de configuración de estado, o cualquier código fuente o código objeto escritos en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluyendo un lenguaje de programación orientado a objetos tal como el Smalltalk, C++ o similar, y lenguajes de programación procesal convencional tal

como el lenguaje de programación "C" o lenguajes de programación similares. Las instrucciones del programa leíbles por un ordenador pueden ejecutarse totalmente en el ordenador del usuario, parcialmente en el ordenador del usuario, como un conjunto de equipo lógico independiente, parcialmente en el ordenador del usuario y parcialmente en un ordenador remoto o totalmente en el ordenador remoto o servidor. En el último caso el ordenador remoto puede estar conectado al ordenador del usuario a través de cualquier tipo de red, incluyendo una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN), o la conexión puede ser hecha para un ordenador externo (por ejemplo, a través de Internet usando un Proveedor de Servicio de Internet). En algunas realizaciones los circuitos electrónicos incluyen, por ejemplo, programas lógicos programables, matriz de puerta de enlace programable de campo (FPGA), o las matrices lógicas programables (PLA) pueden ejecutar las instrucciones del programa leíbles por un ordenador utilizando la información de estado de las instrucciones del programa leíbles por un ordenador para personalizar los circuitos electrónicos, con el fin de realizar aspectos de la presente invención.

Los aspectos de la presente invención se describen aquí con referencia a las instrucciones del organigrama de flujos y/o los diagramas de bloques de métodos, aparatos (sistemas), y productos de programa de ordenador de acuerdo con realizaciones de la invención. Se entenderá que cada bloque de las ilustraciones del organigrama y/o diagramas de bloque, y combinaciones de bloques en las ilustraciones del organigrama y/o diagramas de bloque, pueden ser puestos en práctica por instrucciones de programa leíbles por un ordenador.

Estas instrucciones de programa leíbles por un ordenador pueden ser proporcionadas a un procesador de un ordenador de uso general, ordenador de uso especial, u otro aparato programable de procesamiento de datos para producir una máquina, tal como las instrucciones, que se ejecutan a través del procesador del ordenador u otro aparato programable de procesamiento de datos, crean medios para poner en práctica las funciones/acciones especificadas en el diagrama de flujos y/o bloque o bloques del diagrama de bloques. Estas instrucciones del programa leíble por un ordenador pueden también ser almacenadas en un medio de almacenamiento leíble por un ordenador que puede dirigir un ordenador, un aparato programable de procesamiento de datos, y/o otros dispositivos para funcionar de una manera particular, de modo que el medio de almacenamiento leíble por un ordenador almacenado en el mismo comprende un artículo de manufactura que incluye unas instrucciones que ponen en práctica aspectos de la función/acto especificados en el organigrama de flujos y/o el bloque o bloques del diagrama de bloques.

Las instrucciones del programa leíble por un ordenador pueden también ser cargadas en un ordenador, en otro aparato de procesamiento de datos programable, u otro dispositivo para hacer que una serie de etapas operativas sea realizada en el ordenador, otro aparato programable u otro dispositivo para producir un proceso puesto en práctica por un ordenador, de modo que la instrucción que ejecute en el ordenador, en otro aparato programable, u otro dispositivo ponga en práctica las funciones/acciones especificadas en el organigrama de flujos y/o el bloque o bloques del diagrama de bloques.

El organigrama de flujos y los diagramas de bloques en las Figuras ilustran la arquitectura, funcionalidad y operación de la posible puesta en práctica de los sistemas, métodos y productos de programa de ordenador de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención. A este respecto, cada bloque en el diagrama de flujos o diagramas de bloques puede representar un módulo, segmento, o porción de código, que comprende una o más instrucciones ejecutables para poner en práctica la o las funciones lógicas especificadas. También se debería tener en cuenta que, en algunas puestas en práctica alternativas, las funciones anotadas en el bloque pueden ocurrir fuera del orden anotado en las figuras. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden, de hecho, ser ejecutados sustancialmente de forma concurrente, o los bloques pueden a veces ser ejecutados en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada. Se deberá también observar que cada bloque de los diagramas de bloques y/o la ilustración del organigrama de flujos, y las combinaciones de bloques en los diagramas de bloques y/o la ilustración del diagrama de flujos, y las combinaciones de bloques en los diagramas de bloques y/o la ilustración del organigrama de flujos, pueden ser puestas en práctica por sistemas basados en equipos físicos para fines especiales que realizan las funciones o actos especificados, o combinaciones de equipos físicos de fin especializado e instrucciones de ordenador.

Las descripciones de las diversas realizaciones de la presente invención han sido presentadas con fines de ilustración. La terminología usada aquí fue elegida para explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica o las mejoras técnicas en las tecnologías encontradas en el mercado, o para hacer que otros de una habilidad ordinaria en la técnica entiendan las realizaciones aquí descritas.

En las reivindicaciones "comprendiendo" no excluye otros elementos o etapas, y "uno" o "una" no excluye el concepto de plural. El simple hecho de la ilustración de elementos específicos en las reivindicaciones dependientes, que son mutuamente diferentes unas de otras, no indican que la combinación de estos elementos no pueda ser usada ventajosamente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para monitorizar un interruptor del circuito, en donde el interruptor del circuito comprende un mecanismo de accionamiento (2) para accionar el cierre y la apertura de un contacto móvil del interruptor del circuito, comprendiendo el método las etapas siguientes:
 - 5 obtener (110) una fuerza característica asociada con un mecanismo de articulación (21-23) del mecanismo accionador (2) a lo largo del tiempo; y
 - determinar (120) el punto de tiempo cuando ocurre el cierre y/o la apertura del interruptor del circuito identificando una variación de la fuerza;
 - en donde la etapa de determinación (120) comprende además:
 - 10 determinar el momento en el que ocurre un aumento de la variación de la fuerza característica como el punto de tiempo del cierre del interruptor del circuito; y
 - determinar el momento en el que ocurre una disminución de la variación de la fuerza característica como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la fuerza característica es cualquiera de las siguientes:
 - 15 – una fuerza de contacto (F2) que está directamente aplicada sobre el mecanismo de articulación (21-23) del mecanismo accionador (2) por un contacto móvil del interruptor del circuito;
 - una fuerza interna resultante sometida por cualquier barra del mecanismo de articulación (21-23) del mecanismo accionador (2);
 - una fuerza resultante sometida por cualquier extremo de cualquier barra del mecanismo de articulación (21-23);
 - 20 – un componente de la fuerza resultante sometida por cualquier extremo de cualquier barra del mecanismo de articulación (21-23), cuyo componente está en la dirección de la fuerza de contacto;
 - un componente de la fuerza resultante sometida por cualquier extremo de cualquier barra del mecanismo de articulación (21-23), cuyo componente es perpendicular a la dirección de la fuerza de contacto;
 - una fuerza resultante sometida por cualquier punto de pivotamiento para el mecanismo de articulación (21-23);
 - 25 – un componente de la fuerza resultante sometida por cualquier punto de pivotamiento para el mecanismo de articulación (21-23), cuyo componente está en la dirección de la fuerza de contacto;
 - un componente de la fuerza resultante sometido por cualquier punto de pivotamiento para el mecanismo de articulación (21-23), cuyo componente es perpendicular a la dirección de la fuerza de contacto.
3. El método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2,
 - 30 en donde la etapa de obtención (110) comprende calcular una fuerza de contacto que es directamente aplicada sobre un mecanismo de articulación (21-23) del mecanismo accionador (2) por un contacto móvil del interruptor del circuito, por una fuerza detectada asociada con el mecanismo accionador (2);
 - en donde la etapa de determinación (120) comprende determinar el punto de tiempo cuando ocurre el cierre y/o la apertura del interruptor del circuito identificando una variación de la fuerza de contacto calculada.
- 35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3,
 - en donde la fuerza de contacto es calculada por la fuerza detectada que es detectada en cualquier punto de pivotamiento del mecanismo de articulación (21-23).
5. El método de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones,
 - en donde la variación de la fuerza es identificada basándose en la magnitud de la fuerza y/o la tasa de variación de la fuerza.
- 40 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la etapa de obtención (110) comprende:
 - muestrear un número de valores de la fuerza característica en diferentes puntos de tiempo desde un punto de partida, y

obtener una primera matriz F [$a_1, a_2, \dots a_i, \dots a_n$] que representa los valores de la fuerza característica en los puntos de tiempo de muestreo, y una segunda matriz T [$t_1, t_2, \dots t_i, \dots t_n$] que representa puntos de tiempo de muestreo,

en donde " a_i " es el valor de la fuerza característica muestreada para el tiempo de muestreo i , " n " es el número del muestreo, " t_i " es el punto de tiempo para el tiempo i de muestreo.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la etapa de determinación (120) comprende:

identificar un ítem (a_i) a partir del primer ítem en la primera matriz F cuyo valor alcance o supere un primer valor (V_1) predeterminado de la fuerza por primera vez, y

determinar el punto de tiempo (t_i) en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado (a_i) a partir de la primera matriz F como el punto de tiempo del cierre del interruptor del circuito.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la etapa de determinación (120) comprende:

identificar un ítem (a_i) a partir del primer ítem en la primera matriz F cuyo valor esté en o debajo de un segundo valor (V_2) predeterminado de la fuerza por primera vez, y

determinar el punto de tiempo (t_i) en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado (a_i) a partir de la primera matriz F como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la etapa de determinación (120) comprende:

identificar un ítem (a_i) a partir del primer ítem en la primera matriz F que cumpla la siguiente condición por primera vez:

hay precisamente un número (V_3) predeterminado de ítems continuos a partir de un ítem precedente hasta el ítem identificado (a_i) en la primera matriz F , en donde cada uno de los ítems continuos tenga un valor en o debajo de un segundo valor (V_2) predeterminado de la fuerza;

y a continuación determinar el punto de tiempo (t_{i-V_3+1}) en la segunda matriz T que corresponde al primer ítem del número (V_3) predeterminado de ítems continuos en la primera matriz F como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.

10. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la etapa de obtención (110) comprende además:

calcular y obtener una tercera matriz dF [$(a_2-a_1)/(t_2-t_1), (a_3-a_2)/(t_3-t_2), \dots (a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1}), \dots (a_n-a_{n-1})/(t_n-t_{n-1})$] que representa la tasa de variación de la fuerza, en la que cada ítem se refiere a la tasa de variación de la fuerza durante los dos muestreos contiguos.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la etapa de determinación (120) comprende:

identificar un ítem (a_i) a partir del primer ítem en la primera matriz F que cumpla las siguientes dos condiciones por primera vez:

- el valor del ítem identificado (a_i) alcanza o supera un primer valor (V_1) predeterminado de la fuerza;
- entre los varios ítems en la tercera matriz dF que están en o cerca de un ítem correspondiente $(a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1})$ en la tercera matriz dF , hay un ítem $(a_j-a_{j-1})/(t_j-t_{j-1})$ cuyo valor alcanza o supera un primer valor (V_4) o de tasa de cambio de la fuerza predeterminado, en donde el ítem correspondiente $(a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1})$ en la tercera matriz dF se refiere a la tasa de cambio de la fuerza en el punto de tiempo cuando el ítem identificado (a_i) en la primera matriz F es muestreado;

y después determinar el punto de tiempo (t_i) en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado (a_i) a partir de la primera matriz F como el punto de tiempo del cierre del interruptor del circuito.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la etapa de determinación (120) comprende:

identificar un ítem (a_i) a partir del primer ítem en la primera matriz F que cumpla las siguientes dos condiciones por primera vez:

- el valor del ítem identificado (a_i) está en o debajo de un segundo valor (v_2) de la fuerza predeterminado;
- entre los varios ítems en la tercera matriz dF que están en o cerca de un ítem correspondiente $(a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1})$ en la tercera matriz dF , hay un ítem $(a_j-a_{j-1})/(t_j-t_{j-1})$ cuyo valor absoluto alcanza o supera un segundo valor (V_5) predeterminado de la tasa de cambio de la fuerza, en donde el ítem correspondiente $(a_i-a_{i-1})/(t_i-t_{i-1})$ en la tercera matriz dF se refiere a la tasa de cambio de la fuerza en el punto de tiempo cuando el ítem identificado (a_i) en la primera matriz F es muestreado;

y después determinar el punto de tiempo (t_i) en la segunda matriz T que corresponde al ítem identificado (a_i) a partir de la primera matriz como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde

la etapa de obtención (110) comprende obtener un perfil del valor de la fuerza característica a lo largo del tiempo; y

5 la etapa de determinación (120) comprende determinar el punto de tiempo cuando ocurre el cierre y/o apertura del interruptor del circuito identificando una variación en el perfil.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la etapa de determinación (120) comprende:

procesar el perfil con la transformación de tren de ondas, y

10 determinar el punto de tiempo cuando ocurre el cierre y/o la apertura del interruptor del circuito identificando una variación en el perfil procesado,

en donde la transformación de tren de ondas está preferiblemente basada en la función de Haar.

15. Un dispositivo para monitorizar un interruptor del circuito,

en donde el interruptor del circuito comprende un mecanismo de accionamiento (2) para accionar el cierre y la apertura de un contacto móvil del interruptor del circuito;

15 comprendiendo el dispositivo:

unos medios para obtener una fuerza característica asociada con un mecanismo de articulación (21-23) del mecanismo accionador (2) a lo largo del tiempo; y

unos medios para determinar el punto de tiempo cuando ocurre el cierre y/o la apertura identificando una variación de la fuerza;

20 en donde los medios para determinar están además configurados para determinar el momento cuando ocurre un aumento de la variación de la fuerza característica como el punto de tiempo del cierre del interruptor del circuito, y determinar el momento cuando ocurre una disminución de la variación de la fuerza característica como el punto de tiempo de la apertura del interruptor del circuito.

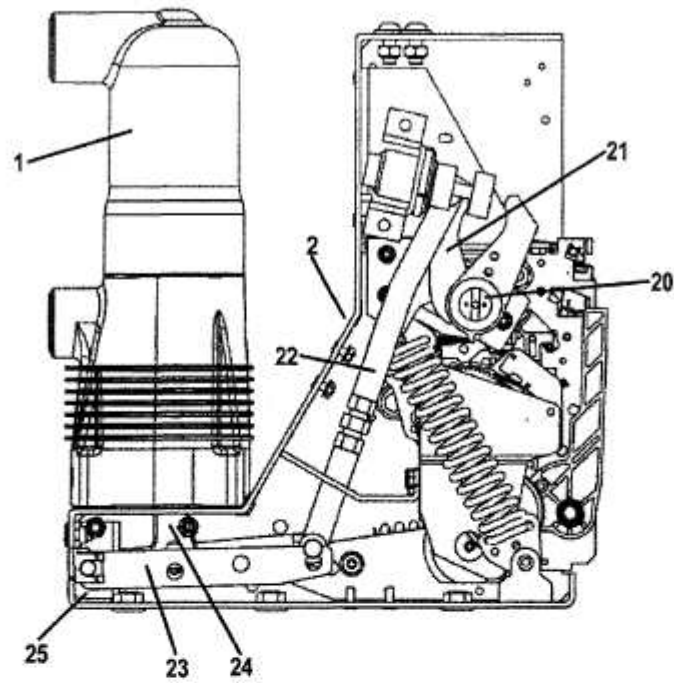


Fig. 1

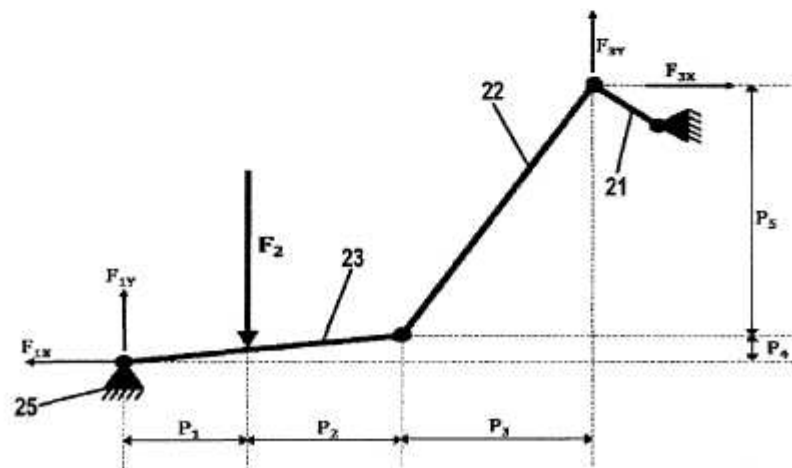


Fig. 2

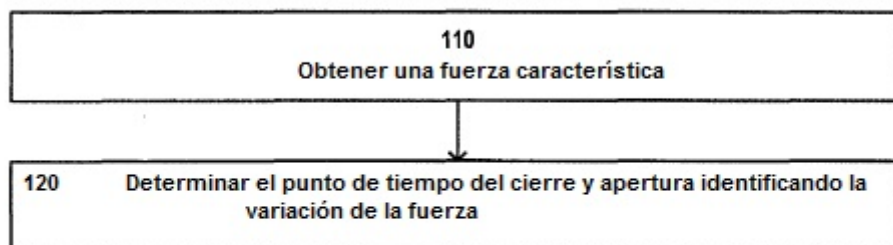


Fig. 3

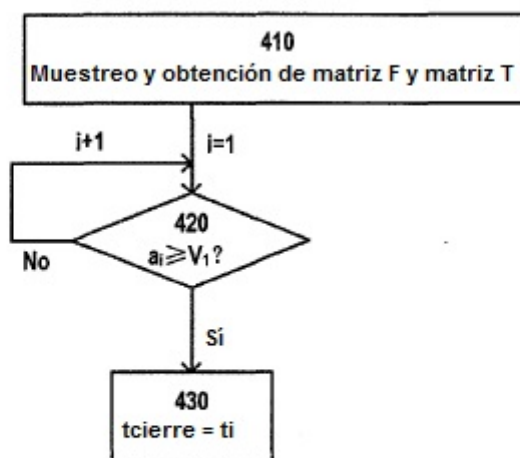


Fig. 4

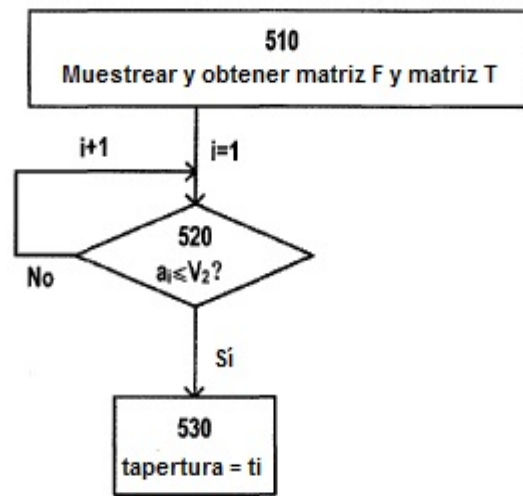


Fig. 5

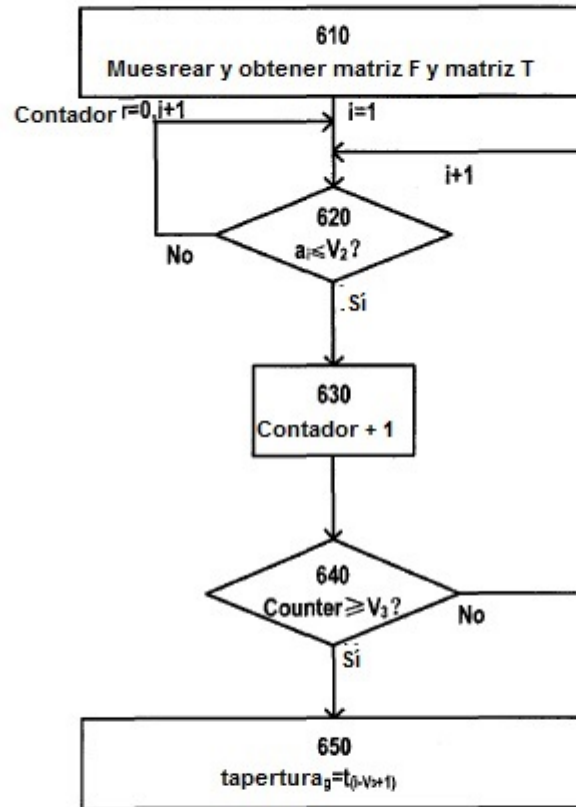


Fig. 6

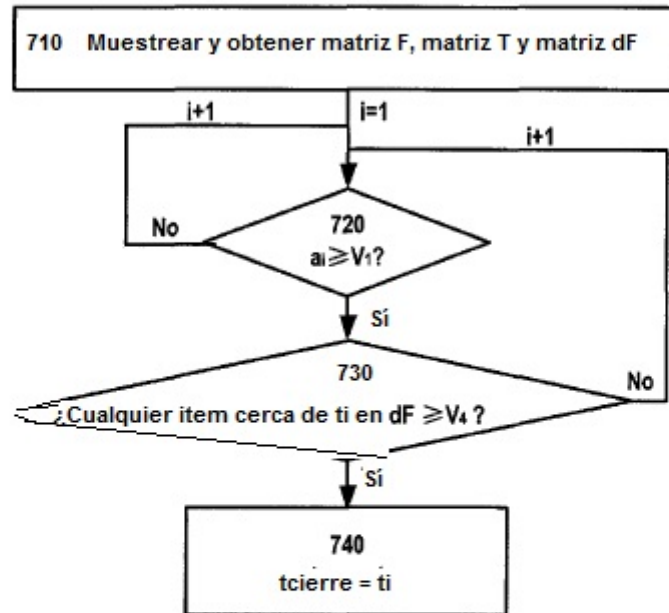


Fig. 7

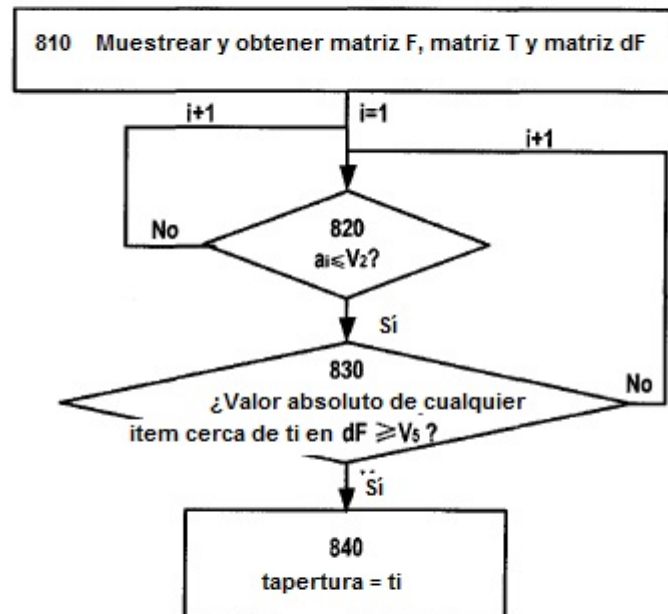


Fig. 8

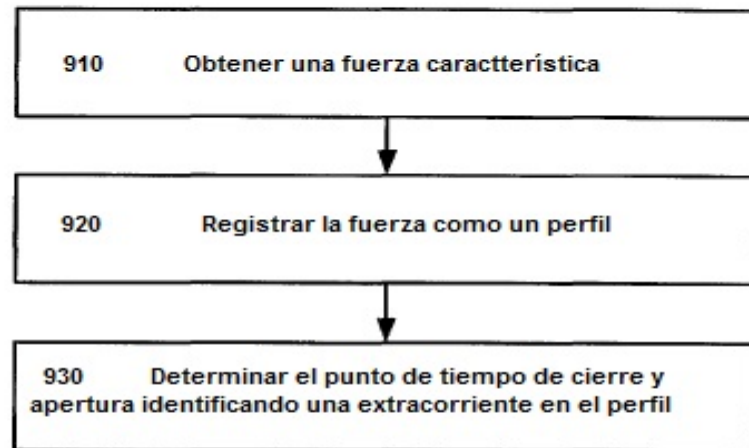


Fig. 9

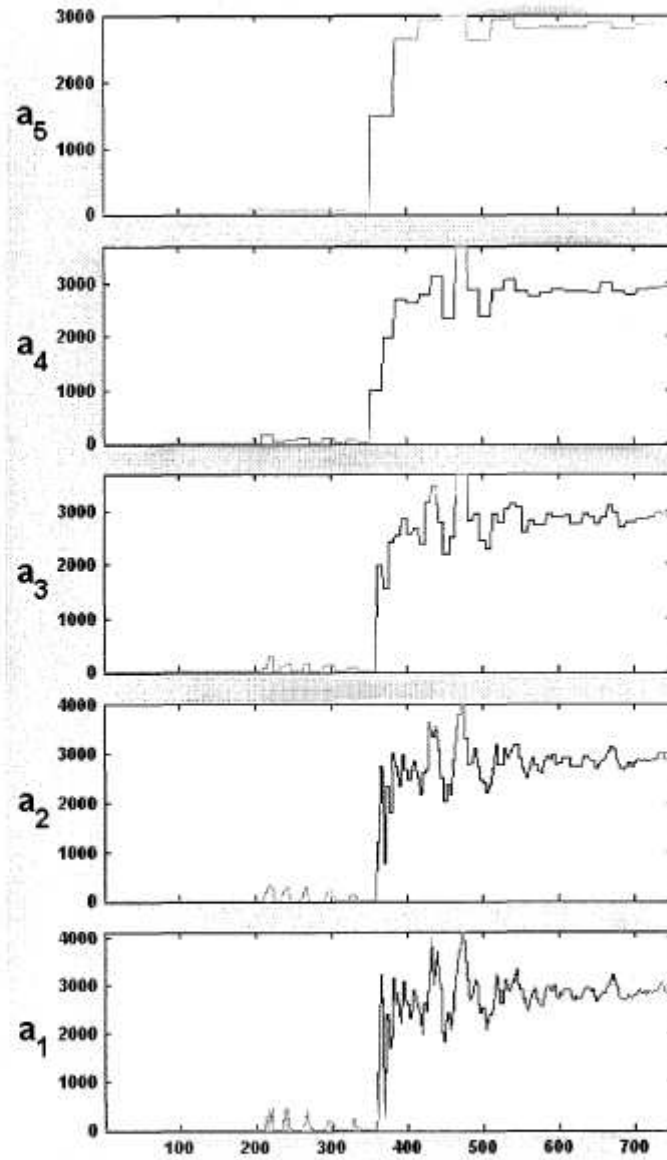


Fig. 10