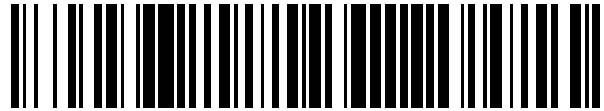


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 414 457**

51 Int. Cl.:

H01H 57/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2003 E 03735776 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2013 EP 1485931**

54 Título: **Aparato eléctrico con accionador piezoeléctrico controlado**

30 Prioridad:

19.03.2002 FR 0203522

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

19.07.2013

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)**

**35 RUE JOSEPH MONIER
92500 RUEIL-MALMAISON, FR**

72 Inventor/es:

**BATAILLE, CHRISTIAN y
FOLLIC, STÉPHANE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 414 457 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

Aparato eléctrico con accionador piezoeléctrico controlado

5 La presente invención se refiere a un aparato eléctrico interruptor de potencia, monopolar o multipolar, de tipo relé, contactor/disjuntor, cuyos movimientos de cierre y de apertura entre contactos móviles y contactos fijos son efectuados por un accionador de aproximación y un accionador de de esfuerzo. La invención se refiere, además, a un procedimiento de cierre y de apertura de los contactos de tal aparato interruptor.

10 Un aparato eléctrico interruptor de tipo relé, contactor o contactor/disjuntor es un aparato habitualmente utilizado para efectuar la conmutación eléctrica de una carga de potencia, como por ejemplo un motor. Para esto, incluye habitualmente para cada polo de potencia, un puente móvil arrastrado por un accionador constituido en general por un electroimán común a los diferentes polos y provisto de un resorte antagonista. El puente móvil lleva un contacto móvil de ruptura simple, o dos contactos móviles de ruptura doble, que cooperan con uno, respectivamente dos, contacto(s) fijo(s), para interrumpir o asegurar el paso de la corriente eléctrica en los polos de potencia. Además, para obtener una presión de contacto satisfactoria, se utilizan habitualmente resortes de presión de contactos que actúan sobre los contactos móviles.

15 El control del accionador puede proceder de una orden manual de un operador o de una orden emitida por un automatismo de control. El instante de aparición de estas órdenes está entonces, evidentemente desincronizado de la intensidad de la corriente que pasa por los diferentes polos de potencia del aparato interruptor en ese instante. Por lo tanto, durante el movimiento de apertura que corresponde a la separación entre los contactos fijos y móviles, una corriente eléctrica importante puede circular en los polos creando de este modo, de manera conocida, un arco eléctrico de ruptura entre los contactos fijos y móviles. Este arco de ruptura necesita una cámara de ruptura en el aparato y acelera en definitiva el desgaste de las pastillas de contactos depositadas en los contactos fijos y móviles. Para atenuar este inconveniente, el electroimán incluye por ejemplo un órgano de retorno, tal como un resorte antagonista, suficientemente importante para tener una separación la más rápida posible entre contactos fijos y móviles. Sin embargo, durante el movimiento inverso de cierre que corresponde a la aproximación entre los contactos fijos y móviles, hay que vencer entonces este esfuerzo de retorno, lo cual necesita reforzar la dimensión y la potencia del electroimán.

20 El estado de la técnica anterior más cercano es el documento JP-A-10241481 que describe: un aparato eléctrico interruptor (relé electromagnético) que sirve para la conmutación de una carga eléctrica y que comprende uno o varios polos de potencia, incluyendo cada polo un puente móvil provisto de al menos un contacto móvil que coopera con al menos un contacto fijo del polo entre posiciones abierta y cerrada donde:

- el aparato interruptor incluye un accionador de aproximación que actúa sobre el puente móvil del aparato interruptor para permitir el alejamiento y la aproximación entre el o los contactos móviles del puente móvil y el o los contactos fijos,
- cada polo incluye un accionador de esfuerzo que permite el establecimiento de la presión de contacto.

35 Un primer objeto de la invención es poder asegurar la ruptura entre los contactos fijos y móviles de los polos de un aparato interruptor en el momento en que la corriente eléctrica alterna que circula por estos polos es prácticamente nula. Se reducirá de este modo el arco eléctrico generado por la ruptura lo cual disminuirá ventajosamente el desgaste de las pastillas de contacto. Esto se traducirá también en una disminución de las manifestaciones exteriores de las rupturas y una simplificación de la cámara de ruptura.

40 Un segundo objeto de la invención es poder suprimir los órganos de retorno mecánicos existentes en tal aparato interruptor. Esto permitirá reducir ventajosamente la dimensión de los accionadores para una corriente nominal dada. Se obtendrá entonces un aparato interruptor de dimensión más reducida, de diseño más sencillo, que consume menos energía y cuyos contactos se desgastarán más lentamente.

Para esto, la invención describe un aparato eléctrico interruptor según la reivindicación 1.

45 Según una característica, el accionador de aproximación está constituido por un accionador lineal electromagnético de control eléctrico o por un accionador de tipo bobina de voz.

Según otra característica, el accionador de esfuerzo de un polo incluye al menos un elemento piezoeléctrico que actúa sobre (el(los) contacto(s) fijo(s) del polo.

50 Según otra característica, el aparato interruptor comprende medios de medición de la corriente que circula por el o los polos conectados a una unidad de control electrónico capaz de controlar el o los accionadores de aproximación y el o los accionadores de esfuerzo. Gracias a medios de determinación de posición, esta unidad de control permitirá un mejor dominio de la dinámica (posición, velocidad, esfuerzo) para un funcionamiento óptimo del aparato interruptor: supresión de los rebotes, presión de contacto regulada en función de la corriente que circula por el polo, diagnóstico del desgaste de las pastillas.

La invención se refiere asimismo a un procedimiento de conmutación de un polo en un aparato eléctrico interruptor. El procedimiento se caracteriza por que el movimiento de cierre de los contactos comprende una etapa de aproximación que permite la aproximación del puente móvil hacia el o los contactos fijos con la ayuda de un accionador de aproximación y comprende una etapa de contacto que permite el establecimiento de una presión de contacto entre contactos móviles y contactos fijos del polo con la ayuda de un accionador de esfuerzo. El procedimiento se caracteriza también porque el movimiento de apertura de los contactos comprende una etapa de ruptura que permite la separación entre contactos móviles y contactos fijos del polo con la ayuda del accionador de esfuerzo y comprende una etapa de alejamiento del puente móvil con la ayuda del accionador de aproximación. Para evitar la presencia de arco eléctrico al nivel del polo, la etapa de ruptura solo se efectúa cuando la corriente eléctrica que circula por el polo es inferior a un umbral predeterminado, justo antes del paso cero de corriente.

Otras características y ventajas aparecerán en la siguiente descripción detallada con referencia a un modo de realización dado a título de ejemplo y representado por los dibujos anexos en los que:

- la figura 1 representa un ejemplo simplificado de realización de un polo de contactos de sobre ruptura en un aparato interruptor según la invención, en posición abierta,
- la figura 2 muestra el ejemplo de la figura 1 después de la etapa de aproximación,
- la figura 3 muestra el ejemplo de la figura 1 en posición cerrada,
- la figura 4 representa un segundo ejemplo de realización de un polo de contactos de doble ruptura,
- la figura 5 representa un ejemplo de realización de un polo de contactos de ruptura simple,
- la figura 6 detalla un esquema funcional de control de los accionadores de un aparato interruptor según la invención.

Un aparato eléctrico interruptor de potencia, de tipo relé, contactor o contactor/disuntor incluye uno o varios polos de potencia. Está encargado de controlar eléctricamente una carga eléctrica, como un motor, una resistencia u otros. En el ejemplo de la figura 6, el aparato interruptor incluye tres polos de potencia que corresponden a las tres fases L1, L2, L3 de una corriente alterna, para el control de un motor M.

Con referencia a las figuras 1 a 3, un polo de potencia dispone de un puente móvil 30 que lleva dos contactos móviles 31a, 31b conectados eléctricamente entre sí. El polo comprende dos conductores de potencia 40a, 40b, correspondiendo el conductor 40a, por ejemplo a un conductor corriente arriba y correspondiendo el conductor 40b a un conductor corriente abajo del aparato interruptor. Estos dos conductores 40a, 40b llevan cada uno en su extremo un contacto fijo respectivamente 41a, 41b que entran en contacto con uno de los contactos móviles respectivamente 31a, 31b cuando el puente móvil 30 está en una posición cerrada que permite la circulación de una corriente eléctrica entre los conductores corriente arriba 40a y corriente abajo 40b. Es sabido que el extremo de los conductores 40a y corriente abajo 40b puede formar un bucle para disminuir la repulsión de los contactos en caso de corriente de fuente intensidad.

El puente móvil 30 es solidario a un órgano mecánico 23, tal como un dedo, un empujador u otro, que está él mismo arrastrado mecánicamente por la parte móvil 21 de un accionador de aproximación 20. Los detalles de tal conexión mecánica son clásicos en contactores o contactores/disuntores y no se han representado en las figuras del presente documento. El accionador de aproximación 20 está encargado de efectuar los movimientos de la carrera de aproximación y de la carrera de alejamiento del puente móvil, entre la posición abierta (véase la figura 1) y una posición intermedia (véase la figura 2) donde los contactos fijos 41a, 41b y móviles 31a, 31b están próximos pero separados los unos de los otros, como se detalla más adelante.

Cada polo de potencia incluye, asimismo, un accionador de esfuerzo 42, encargado de efectuar los movimientos de la carrera de aplastamiento de los contactos, es decir encargado de establecer la presión de contacto o la ruptura entre los contactos fijos 41a, 41b y móviles 31a, 31b del polo, entre la posición intermedia (véase la figura 2) y la posición cerrada (véase la figura 3), como se ha detallado más adelante. Según una característica de la invención, el accionador de esfuerzo 42 está constituido por uno o varios elementos piezoeléctricos 42a, 42b, 42' deformables.

Los elementos piezoeléctricos ya son conocidos y poseen la particularidad de deformarse aumentando ligeramente su volumen, bajo la acción de una tensión eléctrica. Esta deformación es proporcional al valor de la tensión que se le aplica y es reversible cuando la tensión desaparece. Tales elementos son por lo tanto biestables y no necesitan un órgano de retorno mecánico para volver a la posición inicial. Tienen la ventaja de consumir muy poca corriente, generando, sin embargo, una fuerza elevada durante su aumento de volumen en un tiempo de respuesta muy rápido. Además, evitan utilizar piezas en movimiento y no generan por lo tanto desgaste.

En una primera variante representada en las figuras 1 a 3, un polo de potencia incluye dos elementos piezoeléctrico 42a, respectivamente 42b, están colocados entre un zócalo fijo del aparato interruptor y el extremo de los conductores de potencia 40a, respectivamente 40b, que llevan los dos contactos fijos 41a, respectivamente 41b. Si se les aplica una tensión eléctrica, los elementos piezoeléctricos 42a, 42b van a aumentar de volumen creando de este modo fuerzas F2a, F2b (véase la figura 3) que van a provocar una ligera deformación del bucle realizado por los conductores metálicos 40a, 40b y por lo tanto un desplazamiento de los contactos metálicos 41a, 41b en dirección a los contactos móviles 31a, 31b. Si el puente móvil 30 está en la posición intermedia de la figura 2, este

desplazamiento va entonces a ser suficiente para que los contactos fijos 41a, 41b se coloquen y ejerzan una presión sobre los contactos móviles 31a, 31b para dar la posición cerrada de la figura 3. Típicamente, el orden de magnitud del desplazamiento provocado de este modo es inferior o igual a 1 mm. Cuando la tensión aplicada a los elementos piezoeléctricos 42a, 42b desaparece, estos retoman su forma inicial, lo cual implica una desaparición de las fuerzas F2a, F2b y por lo tanto una separación de los contactos fijos y móviles y una vuelta a la posición intermedia de la figura 2.

En una segunda variante representada en la figura 4, los elementos piezoeléctricos 42a, 42b están posicionados en el puente móvil 30 y actúan sobre los contactos móviles 31a, 31b. El puente móvil 30 puede incluir un conductor metálico 33 que conecta los contactos móviles 31a, 31b entre sí. Este conductor 33 es suficientemente flexible para que, cuando se aplica una tensión a los elementos piezoeléctricos 42a, 42b, su aumento de volumen pueda generar una ligera deformación del conductor 33 y por lo tanto un movimiento de los contactos móviles 31a, 31b hacia los contactos fijos 41a, 41b. Sin embargo, esta variante conduce a un aumento del peso total del puente móvil 30.

Preferiblemente, el aparato interruptor incluye un solo accionador de aproximación 20 para el conjunto de los polos. La parte móvil 21 de este accionador 20 arrastra de este modo el conjunto de los órganos mecánicos 23 de los diferentes polos. Según otro modo de realización, el aparato interruptor podría incluir un accionador de aproximación 20 distinto para cada polo. Esta segunda solución sería de uso más flexible, pudiendo cada polo estar entonces controlado de manera individual por accionadores más pequeños, que sin embargo pueden ser de mayor volumen.

El accionador de aproximación 20 es un accionador electromagnético de control eléctrico, por ejemplo un electroimán lineal biestable. En este caso, la parte móvil del accionador es un núcleo móvil 21, tal como un núcleo de émbolo de material magnético, rodeado por una carcasa fija 22 que lleva un bobinado recorrido por una corriente de control. El accionador de aproximación 20 actúa sobre los puentes móviles 30 (o sobre el puente móvil 30 si existe un accionador de aproximación por polo o si el aparato interruptor solo incluye un polo), para permitir el alejamiento y la aproximación entre los contactos fijos y los contactos móviles. Cuando el bobinado de la carcasa fija 22 recibe un orden de alejamiento, el núcleo móvil 21 se desplaza hacia una posición de alejamiento, que corresponde a la posición abierta de los contactos de polos tal como se ha representado en la figura 1. Cuando el bobinado de la carcasa fija 22 es recorrido por una corriente de control que corresponde a la orden de aproximación, esto genera una fuerza electromagnética F1 sobre el núcleo móvil 21 que se desplaza entonces hacia una posición de aproximación, que corresponde a la posición intermedia de los contactos de polos tal como se ha representado en la figura 2. En esta posición intermedia, los contactos fijos y móviles están próximos entre sí pero no se tocan.

Según la invención, el accionador de aproximación 20 puede también ser un accionador lineal de tipo bobina de voz en el que el núcleo móvil incluye una bobina recorrida por una corriente de control, que se desplaza en el interior de una culata fija que incluye un imán permanente. Tal accionador posee en efecto un tiempo de respuesta bajo y una dinámica muy rápida interesante en la presente aplicación. Finalmente, se podrá asimismo considerar un electroimán rotativo provisto de un mecanismo clásico que permite transformar un movimiento rotativo en movimiento lineal.

Ventajosamente, el accionador de aproximación 20 no necesita por lo tanto el empleo de órgano de retorno, del tipo resorte antagonista, para devolver el núcleo móvil 21 a una posición inicial determinada. El accionador 20 está regulado en velocidad y en posición por una unidad de control 10 para obtener una carrera de aproximación rápida y un posicionamiento estable. Esta regulación en posición es particularmente importante para mantener el punto móvil 30 en posición cerrada, ya que cuando los elementos piezoeléctricos 42a, 42b generan las fuerzas F2a, F2b, estas fuerzas F2a, F2b tiene obligatoriamente que ser compensadas por la fuerza F1 generada por el accionador de aproximación 20 para mantener una buena presión entre contactos fijos y móviles.

Con referencia a la figura 6, el aparato interruptor incluye una unidad de control electrónica 10 que está provista de una unidad de procesamiento, como un microprocesador o un microcontrolador, y de una memoria, y que está conectada a medios de medición de corriente 11 del aparato interruptor, tales como sensores de corriente, capaces de suministrar señales proporcionales a las corrientes que circulan por las fases L1, L2, L3. La unidad de control 10 recibe asimismo una orden de control exterior 12 de cierre o de apertura que procede bien directamente de un control de usuario, bien de una orden procedente de un automatismo por ejemplo. En función de estas informaciones, la unidad de control 10 es capaz de enviar órdenes apropiadas al accionador de aproximación 20 y a los accionadores de esfuerzo 42 de los diferentes polos.

Asimismo, la unidad de control 10 debe estar en medida de conocer entiendo real la posición del núcleo móvil 21 para ser capaz de regular en posición y en velocidad la posición del accionador de aproximación 20. Para esto, la unidad de control 10 incluye medios de determinación de posición del núcleo móvil 21. En el caso de un accionador de aproximación 20 de tipo bobina de voz con poca variación de reluctancia, estos medio de determinación de posición comprenden por ejemplo un sensor de posición del núcleo móvil 21 que reenvía una información de posición a la unidad de control 10. En el caso de un accionador de aproximación 20 de tipo electroimán lineal biestable, la unidad de control 10 no incluye necesariamente un sensor de posición ya que es capaz de estimar esta posición del núcleo móvil 21 a partir de las mediciones de la tensión y de la corriente que circula por la bobina y de un cálculo de la variación de inductancia ligada a la variación de entrehierro, como se ha indicado en el documento FR0200952.

Partiendo de una situación inicial en la que los contactos están en posición abierta, la conmutación de un polo se desarrolla según el siguiente procedimiento:

5 Cuando la unidad de control 10 recibe una orden de control 12 que ordena el cierre de los contactos, el procedimiento de conmutación de un polo incluye una etapa de aproximación en la que la unidad de control 10 envía una orden de aproximación al accionador de aproximación 20. La fuerza electromagnética F1 resultante provoca un desplazamiento del núcleo móvil 21 hacia la posición intermedia. El procedimiento de conmutación de un polo incluye asimismo una etapa de contacto en la que la unidad de control 10 envía una orden de esfuerzo al accionador de esfuerzo 42 del polo. Bajo el efecto de esta orden de esfuerzo, los elementos 42^a, respectivamente 42b, del accionador de esfuerzos 42 reciben una tensión que implica un aumento de su volumen y que crea una fuerza F2a, respectivamente F2b, sobre los contactos fijos 41a, respectivamente 41b, suficiente para efectuar la carrera de aplastamiento de los contactos y aplicar los contactos fijos 41a, respectivamente 41b, contra los contactos móviles 31a, respectivamente 31b. Durante esta etapa de contacto, como las fuerzas F2a, F2b y la fuerza F1 están en posición, la unidad de control 10 debe equilibrar las diferentes fuerzas regulando la posición del núcleo móvil 21 para evitar que se desplace bajo la acción de las fuerzas F2a, F2b para asegurar una presión de contacto satisfactoria. Indistintamente, la etapa de aproximación y la etapa de contacto se pueden desarrollar de manera secuencial o simultánea.

En la posición intermedia transitoria, los contactos fijos y móviles están por lo tanto suficientemente alejados para no permitir el establecimiento de una corriente eléctrica entre sí pero están suficientemente cerca para que el débil desplazamiento provocado durante la etapa de contacto aplique los contactos fijos contra los contactos móviles.

20 Al cerrarse los contactos se podrían crear cada vez más funciones de diagnóstico relativas al desgaste de las pastillas de contacto, cuando se dispone de un accionador de aproximación por polo. Cuando el accionador de aproximación activa un movimiento de cierre a velocidad estable, se detecta gracias a los sensores de corriente 11 el instante en el que se establece la corriente en la fase correspondiente al polo. Siguiendo la evolución de este instante en el tiempo, se es entonces capaz de conocer la evolución del desgaste de las pastillas de contactos.

25 Por el contrario, partiendo de una situación inicial en la que los contactos están en posición cerrada, la conmutación de un polo se desarrolla según el siguiente procedimiento.

30 Cuando la unidad de control 10 recibe una orden de control 12 que ordena la apertura de los contactos, el procedimiento de conmutación de un polo incluye en primer lugar una etapa de ruptura en la que la unidad de control 10 suprime una orden de esfuerzo enviada al accionador de esfuerzo 42 del polo. La desaparición de la tensión aplicada a los elementos 42a, respectivamente 42b, del accionador de esfuerzo 42 va a generar una vuelta a su forma inicial, implicando de este modo la separación entre los contactos fijos 41a, respectivamente 41b, y los contactos móviles 31a, respectivamente 31b, y su vuelta en posición intermedia. Una vez efectuada esta etapa de corte, el procedimiento de conmutación de un polo incluye una etapa de alejamiento durante la cual la unidad de control 10 envía una orden de alejamiento al accionador de aproximación 20. Esta orden de alejamiento provoca el desplazamiento del núcleo móvil 21 hacia la posición de alejamiento, haciendo que el(los) puente(s) móvil(es) 30 lleguen finalmente a la posición abierta de los contactos.

40 Ventajosamente, la etapa de ruptura es efectuada de manera independiente polo por polo, en el momento preciso del paso de la corriente por cero, e decir cuando prácticamente no circulan ninguna corriente por los polos de potencia. Para esto, la unidad de control 10 utiliza las señales procedentes de los sensores de corriente 11 y proporcionales a las corrientes que circulan por las fases L1, L2, L3. Para suprimir la orden de esfuerzo enviada al accionador de esfuerzo 42 de un polo, la unidad de control 10 verifica que la intensidad de la corriente que circula en la fase correspondiente a este polo es inferior a un umbral máximo predeterminado, próximo a cero. Controlando de este modo la casi ausencia de corriente en el polo, se asegura de este modo que la separación entre los contactos fijos y móviles de este polo no generará o generará muy poco arco eléctrico. Teniendo en cuenta el desfase existente entre las corrientes de los polos del aparato interruptor, el paso de la corriente por cero no es simultáneo y la supresión de la orden de esfuerzo en los diferentes polos se producirá por lo tanto en distintos momentos, lo cual justifica el interés de tener accionadores de esfuerzo distintos por polos. De este modo se puede garantizar que la ruptura de los contactos del aparato interruptor no generará o generará muy poco arco eléctrico de ruptura. La etapa de alejamiento solo se da cuando se haya producido la etapa de ruptura en el conjunto de los polos del aparato interruptor.

55 Asimismo, el control de los accionadores por la unidad de control 10 presenta la ventaja de poder adaptar el nivel de control de los accionadores en función de las corrientes que circulan por las fases. Si una corriente elevada, por ejemplo una corriente transitoria elevada o una corriente próxima al cortocircuito, es medida por los sensores de corriente 11 en una o varias fases, la unidad de control 10 es entonces capaz de acentuar los controles de los accionadores de esfuerzo y regular la posición del accionador de aproximación para mantener una buena presión de contacto en los polos.

En la variante de ruptura simple de la figura 5, cada polo del aparato interruptor incluye solo un contacto móvil 31 colocado en un extremo de un puente móvil 30' y que coopera con un contacto fijo 41' colocado en un conductor fijo

5 40', por ejemplo corriente abajo. El otro extremo del puente móvil 30' está articulado por un conductor fijo 33', por ejemplo corriente arriba. Un accionador de esfuerzo 42' de tipo piezoeléctrico, está dispuesto entre un zócalo fijo del aparato interruptor y el conductor fijo 40' para permitir el establecimiento de la presión de contacto entre el contacto fijo 41' y el contacto móvil 31', cuando se aplica una tensión al elemento piezoeléctrico 42'.. El puente móvil 30' está unido a la parte móvil 21' de un accionador de aproximación 2'' mediante un órgano mecánico 23'. El funcionamiento de esta variante es equivalente al descrito anteriormente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato eléctrico interruptor que sirve para la conmutación de una carga eléctrica y que comprende uno o varios polos de potencia, incluyendo cada polo un puente móvil (30) provisto de al menos un contacto móvil (31a, 31b) que coopera con al menos un contacto fijo (41a, 41b) del polo entre posiciones abierta y cerrada, en el que:
- 10 - el aparato interruptor incluye un accionador de aproximación (20) que actúa sobre el(los) puente(s) móvil(es) (30) del aparato interruptor para permitir el alejamiento y la aproximación entre el o los contactos móviles (31a, 31b) del puente móvil (30) y el o los contactos fijos (41a, 41b) entre la posición abierta y una posición intermedia donde los contactos fijos (41a, 41b) y móviles (31a, 31b) están próximos pero separados entre sí,
 - cada polo incluye un accionador de esfuerzo (42) que permite el establecimiento de la presión de contacto y la ruptura de contacto entre el o los contactos móviles (31a, 31b) del puente móvil (30) y el o los contactos fijos (41a, 41b) del polo, entre la posición intermedia y la posición cerrada, sin la ayuda de ningún órgano de retorno mecánico.
- 15 2.- Aparato eléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el accionador de aproximación (20) es un accionador lineal electromagnético biestable de control eléctrico
- 3.- Aparato eléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el accionador de aproximación (20) es un accionador de tipo bobina de voz.
- 20 4.- Aparato eléctrico según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** incluye un accionador de aproximación (20) distinto por polo que actúa sobre el puente móvil (30) de cada polo.
- 5.- Aparato eléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el accionador de esfuerzo (42) de un polo incluye al menos un elemento piezoeléctrico (42a, 42b) que actúa sobre el(los) contacto(s) fijo(s) (41a, 41b) del polo.
- 25 6.- Aparato eléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el accionador de esfuerzo (42) de un polo incluye al menos un elemento piezoeléctrico (42a, 42b) que actúa sobre el(los) contacto(s) móviles(s) (31a, 31b) del polo.
- 7.- Aparato eléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende medios de medición (11) de la corriente que circula por el o los polos conectados a una unidad de control electrónica (10) capaz de controlar el o los accionadores de aproximación (20) y el o los accionadores de esfuerzo (42).
- 30 8.- Aparato eléctrico según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la unidad de control electrónica (10) posee medios de determinación de posición que le permiten regular la posición del o de los accionadores de aproximación (20).
- 35 9.- Procedimiento de conmutación de un polo en un aparato eléctrico interruptor según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el movimiento de cierre de los contactos comprende una etapa de aproximación que permite la aproximación del puente móvil (30) hacia el o los contactos fijos (41a, 41b) con la ayuda de un accionador de aproximación (20) y comprende una etapa de contacto que permite el establecimiento de una presión de contacto entre el o los contactos móviles (31a, 31b) del puente móvil (30) y el o los contactos fijos (41a, 41b) del polo con la ayuda de un accionador de esfuerzo (42a, 42b).
- 40 10.- Procedimiento de conmutación de un polo según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el movimiento de apertura de los contactos comprende una etapa de ruptura que permite la separación entre el o los contactos móviles y contactos fijos (31a, 31b) del polo móvil (30) y el o los contactos fijos (41a, 41b) del polo con la ayuda del accionador de esfuerzo (42a, 42b) y a continuación una etapa de alejamiento del puente móvil (30) con la ayuda del accionador de aproximación (20).
- 45 11.- Procedimiento de conmutación de un polo según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la etapa de ruptura se efectúa cuando la corriente eléctrica que circula por el polo es inferior a un umbral predeterminado.

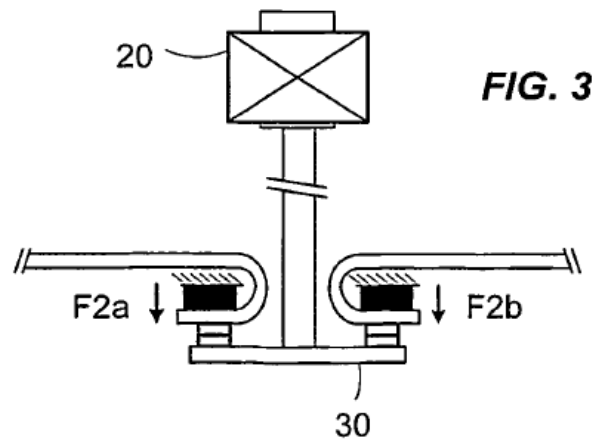
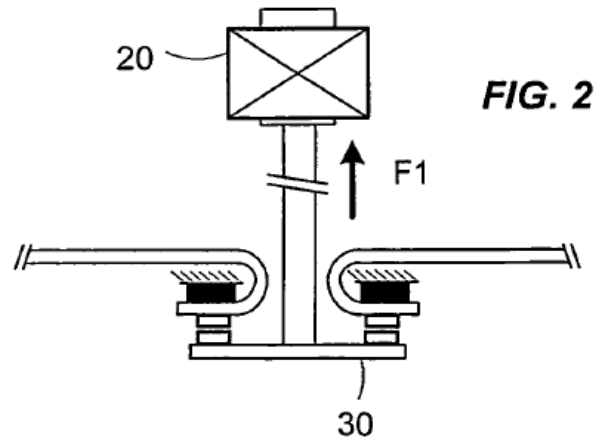
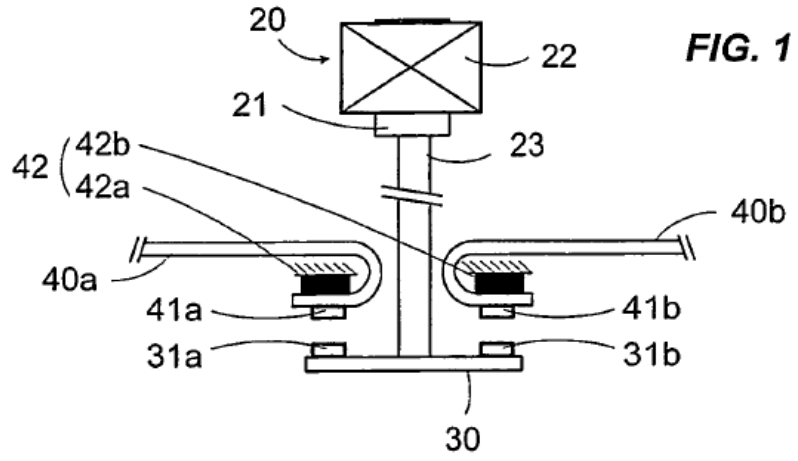


FIG. 4

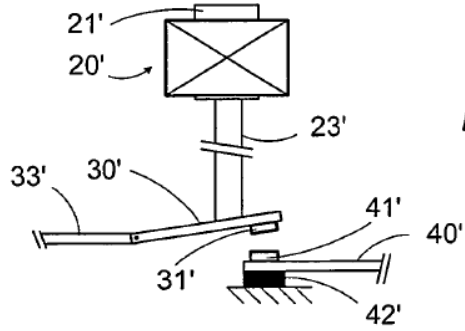
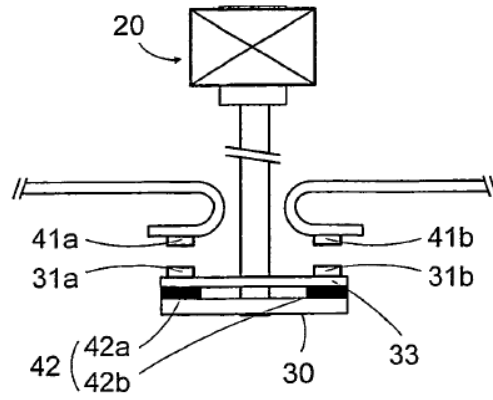


FIG. 5

FIG. 6

