



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 294 530**

(51) Int. Cl.:

G01R 31/333 (2006.01)

G01R 31/327 (2006.01)

H01H 1/00 (2006.01)

H01H 9/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04765154 .2**

(86) Fecha de presentación : **14.09.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1682911**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **26.07.2006**

(54) Título: **Procedimiento para la supervisión del desgaste por contacto en conmutadores graduados.**

(30) Prioridad: **11.11.2003 DE 103 52 580**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2008

(73) Titular/es: **Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg, DE

(72) Inventor/es: **Dohnal, Dieter y**
Frotscher, Rainer

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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).

ES 2 294 530 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la supervisión del desgaste por contacto en conmutadores graduados.

5 La invención concierne a un procedimiento para la supervisión del desgaste por quemadura de los contactos en conmutadores graduados con reactancia de paso.

10 Por el documento DE 100 03 918 C1 ya es conocido un procedimiento para la supervisión del desgaste por quemadura de los contactos en conmutadores graduados. Al mismo tiempo en cada conmutación regulada en carga, esto es, en cada accionamiento del conmutador graduado, a partir del valor medido de la intensidad de corriente bajo carga y de la respectiva tensión de etapa nominal se calculan las intensidades de corriente de los respectivos contactos que se están desconectando y a partir de eso las correspondientes tasas de desgaste por quemado. A continuación, a partir de dichas tasas de desgaste por quemado se calculan las mermas de volumen por quemado acumuladas en los contactos de conmutación y contactos resistivos del conmutador de regulación en carga y del conmutador graduado y se comparan con los valores límite previamente determinados.

15 Sin embargo, el procedimiento ya conocido en principio solamente se puede emplear en aquellos conmutadores graduados en los cuales un selector de dos ramales al principio y sin carga preselecciona una nueva toma del devanado a la que ha de ser conmutado y a continuación un conmutador de regulación en carga separado conmuta la intensidad de corriente bajo carga entre la toma de uno de los ramales del selector que en ese momento está conduciendo la corriente y la nueva toma del otro ramal del selector. Sin embargo, para conmutadores graduados del tipo de selector bajo carga en los cuales los contactos de conmutación que se mueven a través de ellos realizan en una etapa la función de selección como también la función de conmutación y que por tanto no poseen en sí mismos ningún conmutador de regulación en carga separado, el procedimiento ya conocido no es adecuado. Tampoco es adecuado para conmutadores graduados con una reactancia de paso, es decir, conmutadores graduados que trabajan según el principio del conmutador de reactor.

20 La tarea de la invención consiste en presentar un procedimiento genérico para un conmutador graduado con reactancia de paso.

30 Esta tarea queda resuelta mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

A continuación se ilustran en primer lugar las ideas generales de la invención y los fundamentos específicos que se hallan detrás de los aparatos del procedimiento acorde con la invención.

35 La figura 3 muestra un conmutador graduado con reactancia de paso (SVR) ya conocido por el estado de la técnica. Los conmutadores graduados de este tipo de construcción de un selector de carga se emplean mayoritariamente en transformadores de distribución regulables en forma de los denominados “*step voltage regulators*” en USA. Es habitual un margen de regulación de $\pm 10\%$ en ± 16 etapas de $\frac{1}{8}\%$ cada una. En este caso, en vez de la resistencia de paso se instala una reactancia de paso. En una conmutación desde la toma m a la $m + 1$ el contacto SK - G de conmutación móvil abandona en este caso el contacto FK - m escalonado fijo, conmutándose la mitad de la intensidad de corriente bajo carga al ramal que en la figura está a la izquierda y surgiendo a través de la merma por quemadura producida por arco voltaico ocasionada por ello en el contacto SK - G de conmutación móvil y en el flanco del contacto FK - m escalonado que en la figura es el derecho. El contacto SK - G de conmutación conecta posteriormente al nuevo contacto FK - $m + 1$ escalonado y con ello alcanza la llamada “*bridging position*”, que en los selectores de carga de esta clase es una posición de servicio estable. La corriente circular impulsada por la tensión de etapa U_s no produce ninguna pérdida en la reactancia de paso puesto que las dos partes del devanado son del mismo tamaño y están arrolladas en sentidos contrarios con lo cual las inducciones en el núcleo de hierro de la reactancia se anulan entre sí. En el proceso de conexión siguiente en la dirección $m + 1$ el contacto SK - H de conmutación abandona ahora el contacto FK - m escalonado fijo y desconecta a la vez la corriente circular y la mitad de la intensidad de corriente bajo carga; se origina desgaste por quemado en el contacto SK - H de conmutación y nuevamente en el flanco del contacto FK - m escalonado que en la figura es el flanco derecho. Con el traslado de la conexión del contacto SK - H de conmutación al contacto FK - $m + 1$ escalonado se alcanza nuevamente una “*non-bridging position*” y se completa la conmutación desde m a $m + 1$. “*Bridging position*” y “*non-bridging position*” se intercambian por tanto entre sí cada vez durante las sucesivas conmutaciones en una dirección. Debido al hecho de que, como ya se ha descrito, la “*bridging position*”, esto es, la posición central entre dos escalones es una posición de servicio estable, se pueden ajustar diferentes tensiones de salida, por ejemplo con un devanado de regulación de 9 escalones y un inversor 33 antepuesto conectado en serie. El grado de escalonamiento de la tensión de salida alcanza entonces el valor $U_s/2$.

60 En este tipo de conmutadores graduados con reactancia de paso siempre hay únicamente un contacto de conmutación que se desconecta, esto es SK - G o SK - H, que según sea la dirección de conmutación se carga con diferentes corrientes.

65 La reactancia de paso dividida en dos partes simétricas está dimensionada de tal manera que la corriente circular en la “*bridging position*” vale de modo típico 35% o 50% del valor de la intensidad I_L de corriente bajo carga (pa = 35% o 50%). Además, la corriente circular se contempla como puramente inductiva. Pero también, la intensidad I_L de corriente bajo carga puede presentar un desplazamiento de fase hacia la tensión U_s de etapa, lo cual se expresa mediante el ángulo de fase $\cos \phi$. Para la redes de abastecimiento es típico un $\cos \phi$ de 0,8. Esta magnitud también

ES 2 294 530 T3

se puede expresar como el denominado *power factor* “pf” (habitual en USA), que en porcentaje es por ejemplo: pf = 80%.

En el caso de I_L puramente inductiva pf es igual a 0%, un valor que encuentra consideración cuando se contempla el peor de los casos o “*worst case*”. Con ello las corrientes de conmutación resultan como magnitudes complejas, con parte real y parte imaginaria.

Se obtienen además las siguientes relaciones:

$$\text{Corriente circular:} \quad I_C = I_L \cdot \frac{pa}{100}$$

$$\text{Componente óhmico:} \quad R = \frac{pf}{100}$$

$$\text{Componente inductivo:} \quad X = \sqrt{1 - R^2}$$

Con ello se calculan finalmente las corrientes de conmutación:

	<u>non-bridging => bridging</u>	<u>bridging => non-bridging</u>
Dirección $n \Rightarrow n+1$:	$I_{SK} = \frac{I_L}{2}$	$I_{SK} = \frac{I_L}{2} \cdot (R - jX) - jI_C$
Dirección $n+1 \Rightarrow n$:	$I_{SK} = \frac{I_L}{2}$	$I_{SK} = \frac{I_L}{2} \cdot (R - jX) + jI_C$

Después del cálculo de estas intensidades de las corrientes de carga se puede ya obtener el desgaste por quemado en los contactos fijos y móviles.

A partir de las corrientes de conmutación se calcula además una tasa de desgaste por quemado A_{SK} del contacto de conmutación y una tasa de desgaste por quemado A_{FK} del respectivo contacto fijo que se está desconectando según las relaciones generales siguientes,

$$A_{SK} = a_{SK} \cdot I_{SK}^b \cdot S_{SK} \quad \text{o bien,}$$

$$A_{FK} = a_{FK} \cdot I_{SK}^b \cdot S_{FK}$$

En ellas, a_{SK} y a_{FK} son parámetros pertenecientes al tipo de conmutador y parámetros de desgaste por quemadura específicos del contacto, el valor b representa un parámetro que depende del material del contacto empleado y es de un orden de magnitud que oscila entre 1,1...1,9. En muchos casos tiene aún mucho sentido añadir un suplemento de seguridad que de modo ventajoso puede tener un valor de 12% en cada ocasión. Los parámetros S_{SK} o S_{FK} , poseen entonces un valor mayor de 1. Esta parte del procedimiento es en sí ya conocida por el documento DE 100 03 918 C1 citado anteriormente. Las diferentes tasas de desgaste por quemado A_{SK} y A_{FK} obtenidas de esta forma se añaden a los desgastes GA_m totales acumulados en las conmutaciones anteriores de los respectivos contactos.

En el procedimiento acorde con la invención, a continuación de esto se obtiene para todos los contactos sometidos a desgaste presentes en el conmutador graduado - tanto fijos como también móviles - para cada uno un valor del desgaste total GA_m . Estos valores se almacenan siempre de una forma no volátil.

Después de cada conmutación escalonada los valores calculados y almacenados de la forma explicada para los desgastes GA_m totales acumulados de todos los contactos se comparan en cada ocasión con los valores límite admisibles prefijados. Si en el resultado de esa comparación se alcanza o se sobrepasa un valor límite, se genera por ejemplo un aviso de alarma aproximadamente con el 90% de los valores límites alcanzados, pero también se puede igualmente bloquear por completo el conmutador graduado si se alcanza el 100% de los valores límite previamente determinados del desgaste total.

La invención se explica a continuación con mayor detalle en forma de ejemplo.

Figuras 1a a 1d muestran el diagrama de operaciones de un procedimiento acorde con la invención

Figura 2 muestra una tabla de correspondencias para la ejecución de este procedimiento

Figura 3 muestra la conmutación en principio de un conmutador graduado con reactancia de paso según el estado de la técnica que ya fue explicada anteriormente.

Hay que hacer notar que las figuras 1a a 1d forman todas un mismo juego; en ellas está representado un único procedimiento acorde con la invención. Simplemente, por motivos de espacio, este procedimiento ha tenido que representarse en hojas separadas con los dibujos. El detalle de las secuencias del procedimiento designado en la figura 1b como “subrutina” 1 o 2 se ha representado detalladamente en las hojas de dibujos 1c o 1d.

En el procedimiento acorde con la invención para la supervisión del desgaste por quemadura de los contactos discurren una tras otra las siguientes etapas del procedimiento:

- Almacenamiento permanente de los valores de la tensión de etapa nominal (U_s) de cada conmutación posible, esto es escalón, de los valores límite de los desgastes admisibles por quemadura de los contactos del contacto de conmutación y de los contactos resistivos, y de las magnitudes características específicas de los conmutadores escalonados a_{SK} , a_{FK} , b , S_{SK} y S_{FK}
- Cálculo del componente óhmico R y del componente inductivo X de la reactancia de paso
- Averiguación de la posición n actual del conmutador graduado
- Medición de la intensidad de corriente bajo carga (I_L) en cada conmutación, esto es, en cada accionamiento del conmutador graduado
- Cálculo de la intensidad de la corriente circular I_C como valor parcial de la intensidad I_L de la corriente bajo carga
- Averiguación de la dirección de conmutación “subiendo” o “bajando” de la respectiva conmutación
- Averiguación en dependencia de la dirección de conmutación del contacto fijo conmutado y afectado por el desgaste
- Averiguación de si se va a conmutar o no desde una posición que no puentea a una posición que sí puentea
- Cálculo de la corriente de conmutación de los contacto que se están desconectando por medio de las respectivas relaciones

$$I_{SK} = \frac{I_L}{2}$$

para una conmutación desde “sin puenteo” hacia “con puenteo”, y o bien,

$$I_{SK} = \frac{I_L}{2} \cdot (R - jX) - jI_C \quad \text{o bien,} \quad I_{SK} = \frac{I_L}{2} \cdot (R - jX) + jI_C$$

en el otro caso.

- Cálculo en dependencia de la dirección de conmutación de las respectivas tasas de desgaste por quemado del contacto de conmutación (A_{SK}) y del contacto fijo (A_{FK}) que se está desconectando, según la relación

$$A_{SK} = a_{SK} \cdot I_{SK}^b \cdot S_{SK}$$

$$A_{FK} = a_{FK} \cdot I_{SK}^b \cdot S_{FK}$$

- Suma total de las respectivas tasas de desgaste por quemado (A_{SK} , A_{FK}) formando el respectivo desgaste total de volumen (GA_H , GA_G , GA_{FK-m}^{re} , GA_{FK-m}^{li}), almacenamiento no volátil de todos los desgastes totales de volumen sumados formando un total, y comparación de estos valores con los correspondientes valores límite permanentes almacenados.
- Generación de avisos cuando se sobrepasan los respectivos valores límite o las fronteras porcentuales de los mismos.

ES 2 294 530 T3

Las relaciones individuales según las cuales se calculan las magnitudes requeridas por el procedimiento, ya fueron representadas detalladamente bastante más arriba. Después de la introducción y el almacenamiento no volátil de los parámetros que necesita el conmutador graduado y los parámetros de desgaste por quemadura, de los valores límite del desgaste por quemadura y de la tensión de etapa nominal se emprende pues a continuación un cálculo de las variables R y X en la forma ya descrita, representando R, como ya se ha explicado, el componente óhmico y siendo X el componente inductivo.

Además, en este procedimiento, después de la medición de la intensidad I_L de corriente bajo carga se calcula además la intensidad I_C de la corriente circular, como también ha sido ya explicado.

Finalmente, en el procedimiento acorde con la invención se efectúa el cálculo de la correspondiente corriente de conmutación para el contacto que se está desconectando, a continuación se calculan las tasas de desgaste por quemadura y de nuevo a continuación se calcula la acumulación de la respectiva merma GA por quemado en volumen, no solamente por separado en función de que la dirección de conmutación sea “subiendo” o “bajando”. Es más, dentro de estas etapas del procedimiento que son dependientes de la dirección de conmutación, se produce de nuevo otra separación a continuación de las etapas del procedimiento según que se vaya a conmutar o no desde una posición que no puentea a una posición que sí puentea. Según sea la situación las corrientes de conmutación se tienen que calcular de acuerdo con las fórmulas respectivas.

Para este procedimiento se puede utilizar de forma particularmente ventajosa una tabla de correspondencias que previamente ha sido almacenada de modo no volátil (la denominada “*look-up table*”), para averiguar de un modo sencillo los contactos fijos implicados en la correspondiente conmutación. En la figura 2 se muestra un ejemplo de una tabla de correspondencias de este tipo para la ejecución del segundo procedimiento con arreglo a las figuras 1a a 1d.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la supervisión del desgaste por quemadura de los contactos en conmutadores graduados con una reactancia de paso dividida simétricamente en dos, **caracterizado** por las siguientes etapas del procedimiento:

- Almacenamiento permanente de los valores de la tensión de etapa nominal (U_s) de cada conmutación posible, esto es escalón, de los valores límite de los desgastes admisibles por quemadura de los contactos del contacto de conmutación y de los contactos resistivos, y de las magnitudes características específicas de los conmutadores escalonados a_{SK} , a_{FK} , b , s_{SK} y s_{FK}
- Cálculo del componente óhmico R y del componente inductivo X de la reactancia de paso
- Averiguación de la posición n actual del conmutador graduado
- Medición de la intensidad de corriente bajo carga (I_L) en cada conmutación, esto es, en cada accionamiento del conmutador graduado
- Cálculo de la intensidad de la corriente circular I_C como valor parcial de la intensidad I_L de la corriente bajo carga
- Averiguación de la dirección de conmutación “subiendo” o “bajando” de la respectiva conmutación
- Averiguación en dependencia de la dirección de conmutación del contacto fijo conmutado y afectado por el desgaste
- Averiguación de si se va a conmutar o no desde una posición que no puentea a una posición que sí puentea
- Cálculo de la corriente de conmutación de los contactos que se están desconectando por medio de las respectivas relaciones:

$$I_{SK} = \frac{I_L}{2}$$

para una conmutación desde “sin puenteo” hacia “con puenteo”, y

$$I_{SK} = \frac{I_L}{2} \cdot (R - jX) - jI_C \quad \text{o bien,} \quad I_{SK} = \frac{I_L}{2} \cdot (R - jX) + jI_C$$

en el otro caso

- Cálculo en dependencia de la dirección de conmutación de las respectivas tasas de desgaste por quemado del contacto de conmutación (A_{SK}) y del contacto fijo (A_{FK}) que se está desconectando, según la relación

$$A_{SK} = a_{SK} \cdot I_{SK}^b \cdot s_{SK}$$

$$A_{FK} = a_{FK} \cdot I_{SK}^b \cdot s_{FK}$$

- Suma total de las respectivas tasas de desgaste por quemado (A_{SK} , A_{FK}) formando el respectivo desgaste total de volumen (GA_H , GA_G , GA_{FK-m}^{re} , GA_{FK-m}^{li}), almacenamiento no volátil de todos los desgastes totales de volumen sumados formando un total, y comparación de estos valores con los correspondientes valores límite permanentes almacenados.
- Generación de avisos cuando se sobrepasan los respectivos valores límite o las fronteras porcentuales de los mismos.

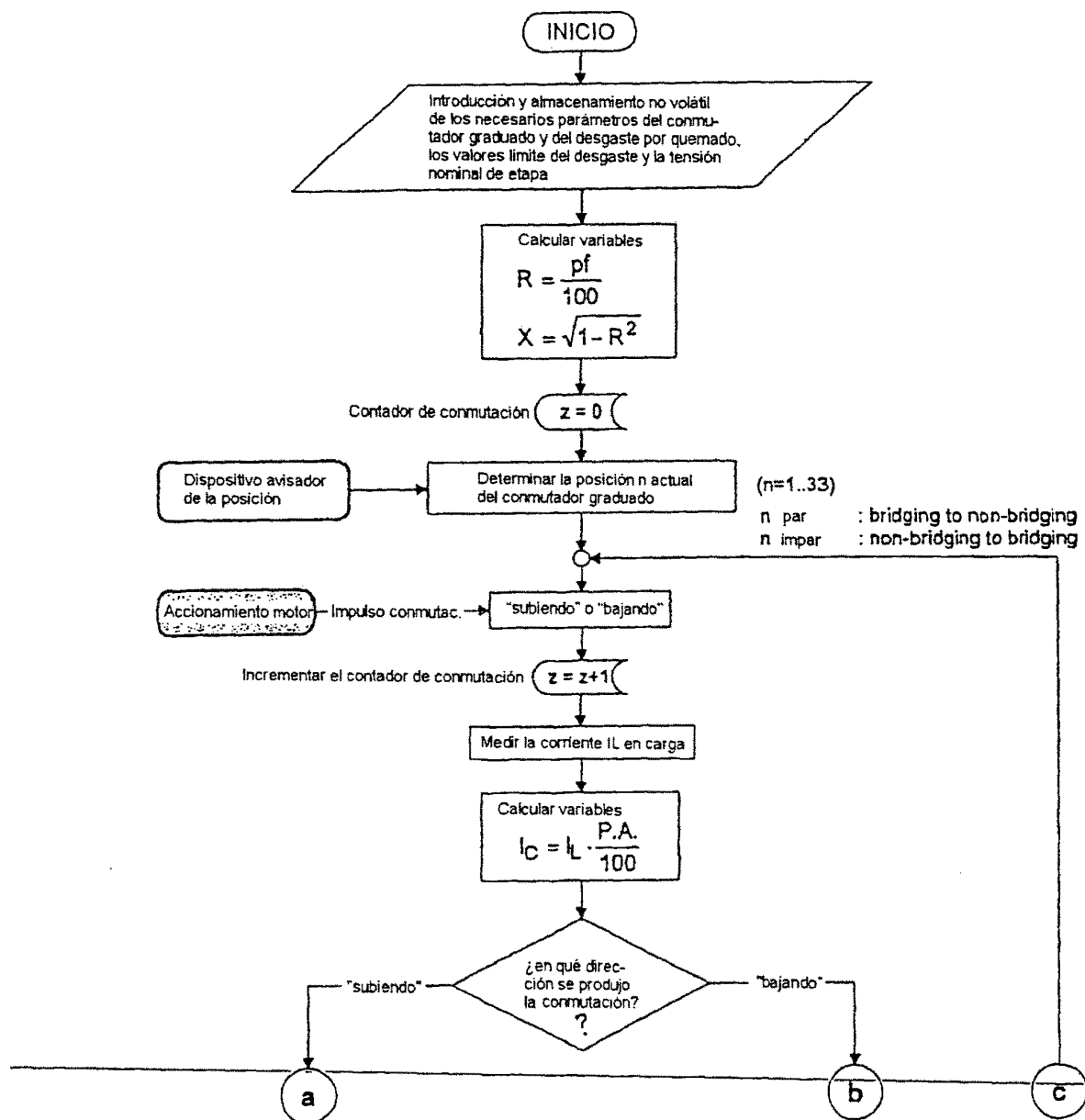


Fig. 1a

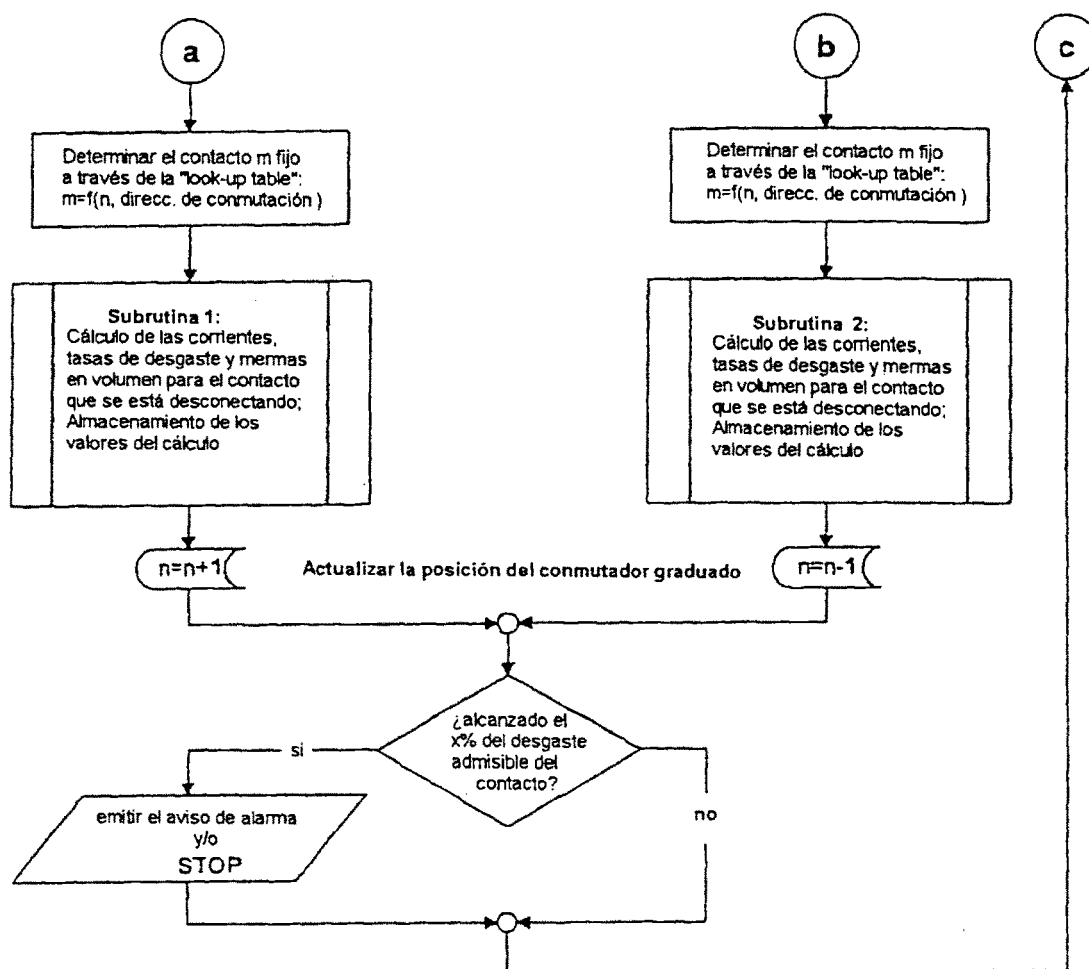


Fig. 1b

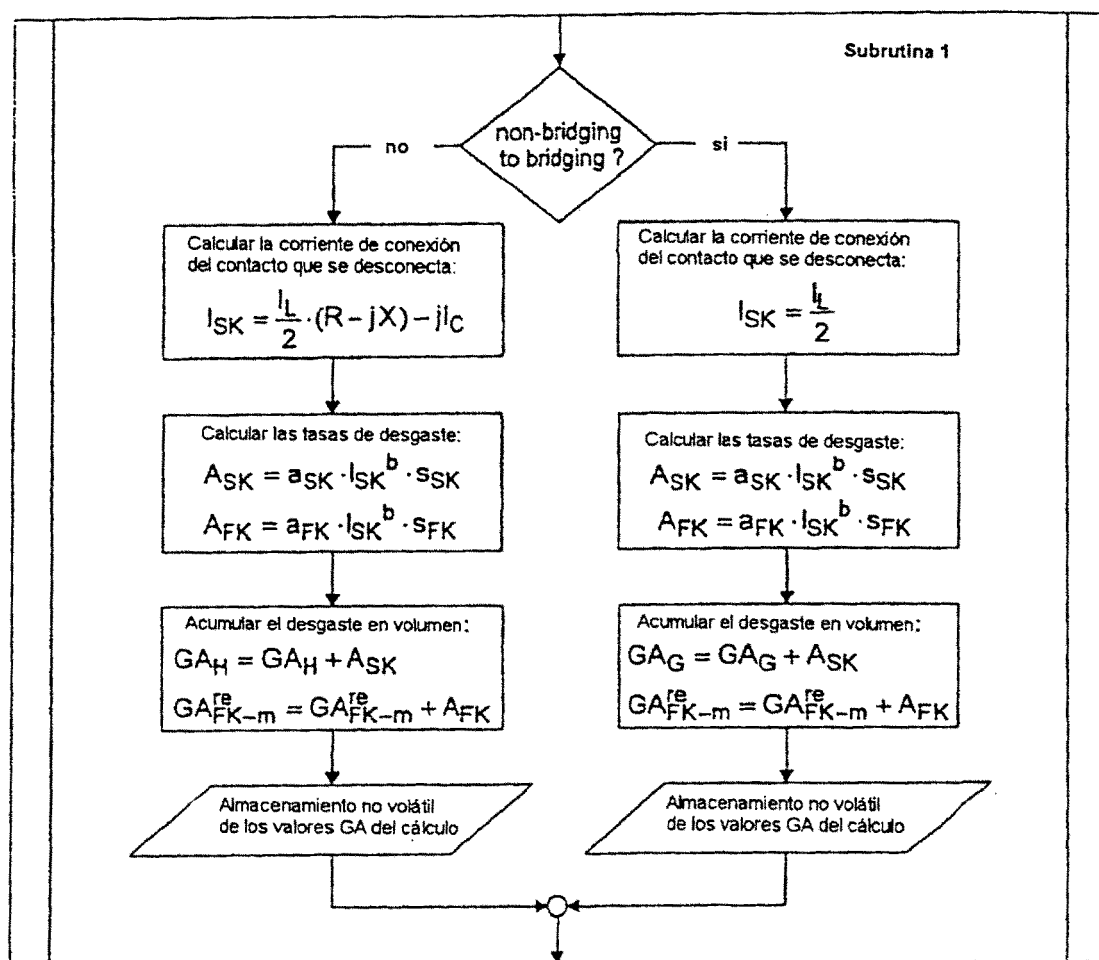


Fig. 1c

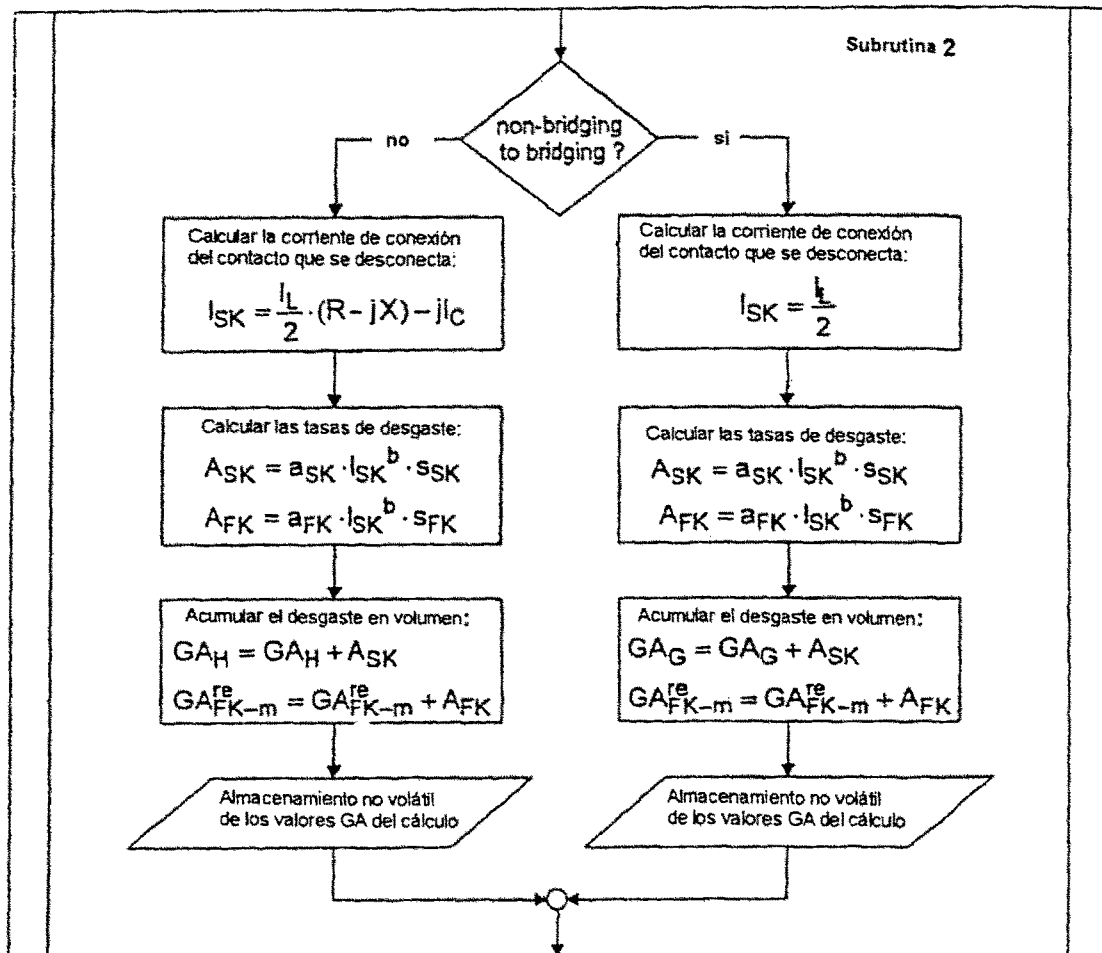


Fig. 1 d

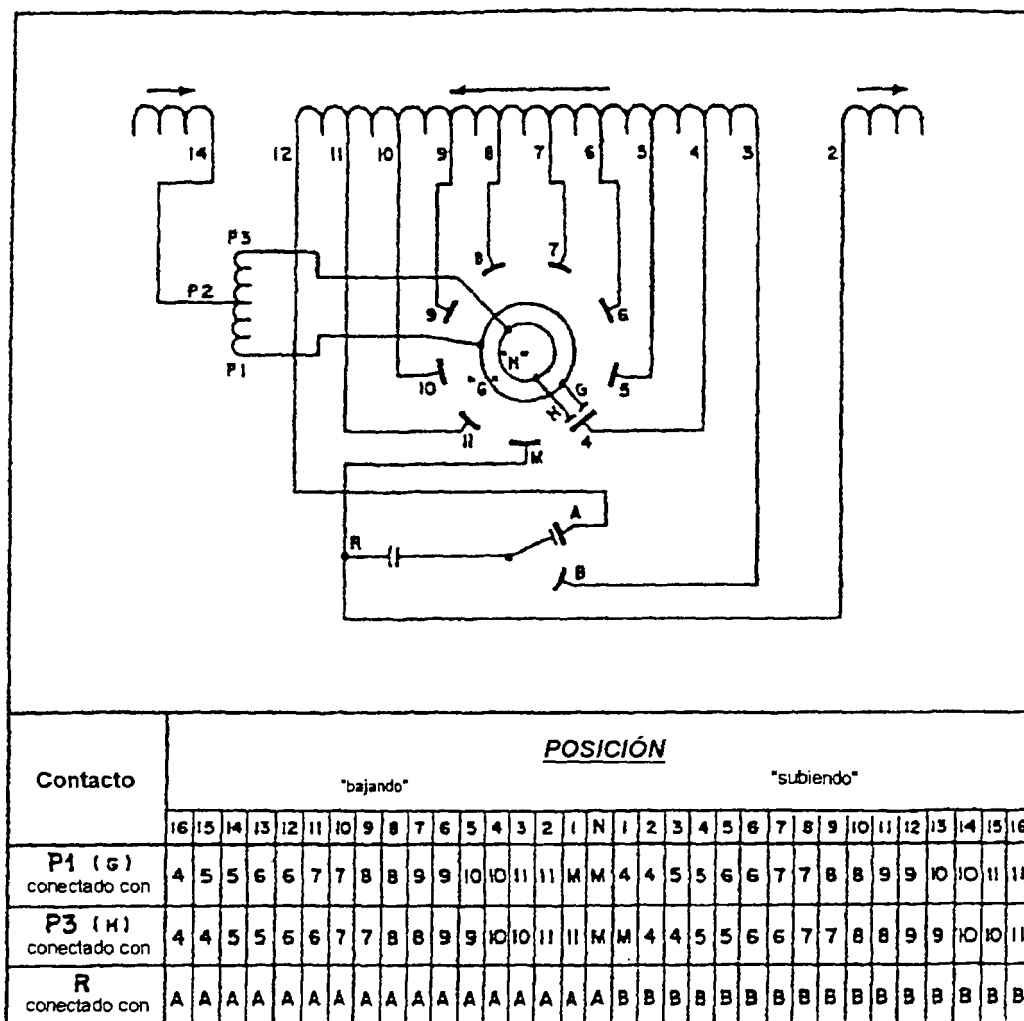
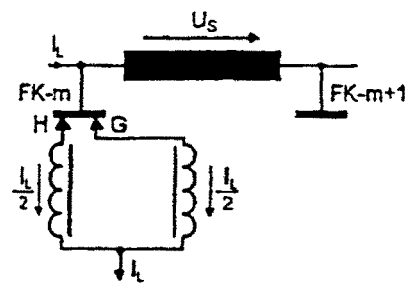


Fig. 2



- Estado de la técnica -

Fig. 3