



ESPAÑA

ES	(11) (21)	NUMERO 430.675	A3
	(22)	FECHA DE PRESENTACION 3 octubre 1.974	

PATENTE DE INTRODUCCION

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL H01R; H01C 1/026. —
(54) TITULO DE LA INVENCIÓN INTERRUPTOR DE CIRCUITO DEL TIPO DE VACIO PARA CORRIENTE ALTERNA. 17 NOV. 1976	
(16) PATENTE EXTRANJERA U OTRA FUENTE DE INFORMACION Patente norteamericana No. 3.246.979 registrada 19 abril 1.966.	
(71) SOLICITANTE (S) GENERAL ELECTRIC COMPANY.	
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 1 River Road, SCHENECTADY, New York 12305. Estados Unidos.	
(72) INVENTOR (ES)	
(73) TITULAR (ES)	
(74) REPRESENTANTE D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU	

"CONTACTOS PARA INTERRUPTOR DE CIRCUITO DEL TIPO A VACIO"

5 El presente invento se refiere a un interruptor
de circuito del tipo de vacío y mas particularmente a una es-
estructura de contacto para un interruptor de este tipo. El in-
vento se refiere en particular, aunque de modo no exclusivo, a
una estructura de contacto para un interruptor de circuito del
10 tipo de vacío que presenta una capacidad de tensión nominal de
por lo menos 7,2 Kilovoltios y una capacidad nominal de inte-
rrupción de corriente de por lo menos 8.000 amperios.

En algunos de sus aspectos mas generales, el in-
vento es aplicable a interruptores que tienen características
15 nominales de tensión y corriente bajas; pero para facilitar
el entendimiento del invento se hará referencia en la parte des-
criptiva de la memoria, a su aplicación a interruptores de cir-
cuito que presentan una característica nominal de tensión de
por lo menos 7,2 Kilovoltios y a una capacidad de interrupción
20 de corriente de por lo menos 8.000 amperios.

Existen tres requisitos básicos que han de ser sa-
tisfechos por los interruptores o disyuntores de circuitos sin
aceite de estas características. La primera de éstas consiste en
que el interruptor de circuito ha de ser capaz de soportar sin
25 desperfectos o descarga disruptiva, una tensión de impulso de
cresta de por lo menos 95Kv. y de manera continua una tensión de
por lo menos 36 Kv. eficaces, a 60 ciclos, aplicándose cada una de
estas tensiones a sus contactos totalmente abiertos. La tensión
de impulso se aplica bajo la forma de una onda normalizada que
30 alcanza su valor de cresta en 1,5 microsegundos y que disminuye hasta la mi

tad de su valor de cresta en 40 microsegundos. En lo que sigue, se hará referencia al primero de esos requisitos como requisito de rigidez dieléctrica. Los valores de rigidez dieléctrica especificados están tomados de la parte 2, página 5 de la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA), normas para interruptores de circuito de potencia, publicación SG4-1954, marzo 1954 revisado en noviembre 1955. Un segundo requisito consiste en que el interruptor ha de ser capaz de interrumpir 8.000 amperios eficaces a la tensión nominal. En lo que sigue, se hará referencia a este requisito como requisito de capacidad de interrupción. El tercer requisito consiste en que el interruptor ha de ser capaz de dejar pasar y cerrar corrientes momentáneas sustancialmente superiores a su corriente nominal de interrupción sin producir soldaduras perjudiciales entre sus contactos y sin producir otros desperfectos en los mismos. En lo que sigue, este tercer requisito se llamará requisito de protección contra soldaduras. Para cumplir este tercer requisito es importante impedir la formación no solamente de aquellas soldaduras que son tan fuertes que no pueden ser rotas salvo ejerciendo una fuerza excesiva durante una siguiente operación de abertura, pero también aquellas soldaduras que no pueden ser rotas limpiamente y sin producir una superficie de separación áspera entre los dos contactos. La producción de dicha superficie de separación áspera conduce a un desgaste excesivo de los contactos y disminuye también la rigidez dieléctrica. Este requisito de protección contra soldaduras es particularmente difícil de satisfacer en un interruptor de circuito del tipo de vacío porque los contactos de dichos interruptores han de ser extremadamente limpios y deben presentar superficies exentas de óxidos y otras películas contaminantes. Estas condiciones de limpieza de las superficies

son ideales para la formación de soldaduras perjudiciales, las cuales en numerosos casos podrían ser evitadas en gran medida si estuvieran presentes en las superficies de separación óxidos u otras películas contaminantes. Hasta la fecha, los esfuerzos realizados para satisfacer la totalidad de estos tres requisitos básicos en un interruptor unipolar del tipo de vacío han fracasado porque por lo que sabemos, no se ha encontrado ningún material de contacto que pueda satisfacer estos tres requisitos en un interruptor unipolar en el vacío. Los materiales que son capaces de satisfacer uno o incluso dos de esos requisitos, han fallado en cumplir el requisito o los requisitos restantes.

Por tanto, un objeto del invento consiste en proporcionar un interruptor de circuito unipolar del tipo de vacío capaz de satisfacer la totalidad de estos tres requisitos en un interruptor que presenta una tensión nominal de por lo menos 7,2 kv. y una capacidad de interrupción de corriente nominal de por lo menos 8.000 amperios eficaces.

En una forma de realización del invento, se utiliza en un interruptor de circuito del tipo de vacío dotado de una tensión nominal de por lo menos 7,2 kv. un par de contactos que pueden desplazarse el uno respecto al otro para acoplarse y desacoplarse. Los contactos tienen regiones de cierre del circuito que sirven igualmente como regiones de interrupción de circuito cuando se abren los contactos. Estas regiones están sustancialmente exentas de cualquier gas absorbido y de cualquier contaminante superficial y están hechas con una aleación que consiste esencialmente en un elemento constitutivo principal y en un elemento constitutivo menor, estando el elemento constitutivo menor fuertemente disperso a través de la aleación. El elemento constitutivo principal es un metal no refractario que

tiene un punto de ebullición inferior a 3.500° K, y el elemento constitutivo menor es un metal no refractario que (1) tiene una temperatura eficaz de solidificación inferior a la del elemento constitutivo principal, (2) presenta una solubilidad sustancial en el elemento constitutivo principal en estado líquido y (3) tiene una solubilidad reducida o nula en el elemento constitutivo principal en estado sólido. Con respecto a la condición (3) la solubilidad del elemento constitutivo menor en el elemento constitutivo principal ha de ser inferior al 2% en peso de la aleación a una temperatura controlada que corresponde bien a la temperatura eutéctica de la aleación, o a la temperatura de solidificación del elemento constitutivo menor si la aleación no es eutéctica. Hemos descubierto que la rigidez dieléctrica de un interruptor que utiliza este tipo de material de contacto, puede ser mejorada de manera insospechada si se limita el porcentaje del elemento constitutivo menor a un valor bajo crítico. Por este motivo, el porcentaje de este último metal se limita a un pequeño valor suficiente para mantener la rigidez dieléctrica del interruptor por encima de 95 kv. de tensión de impulso de cresta y para soportar 36 kv. eficaces a 60 ciclos, aplicándose ambas tensiones a dichos dos contactos cuando están completamente abiertos. La cantidad mínima del elemento constitutivo menor presente ha de ser sustancialmente superior a la solubilidad en estado sólido del elemento constitutivo menor en el elemento constitutivo principal a dicha temperatura de control.

Unos ejemplos de materiales que satisfacen los requisitos mencionados más arriba son las aleaciones de cobre y pequeños porcentajes de un elemento constitutivo menor elegido en el grupo que consiste esencialmente en el telurio, el bismu

to, el plomo y el talio; las aleaciones de plata y unos pequeños porcentajes de un elemento constitutivo menor elegido entre el grupo que consiste esencialmente en bismuto, plomo y telurio; y las aleaciones de aluminio y pequeños porcentajes de un elemento constitutivo menor elegido entre el grupo que consiste esencialmente en plomo, indio y estaño. El porcentaje en peso del elemento constitutivo menor en cada una de dichas aleaciones, se elige de modo que sea suficientemente pequeño para mantener la rigidez dieléctrica del interruptor por encima de las tensiones indicadas más arriba. A título de ejemplo y sin carácter limitativo, los porcentajes adecuados del elemento constitutivo menor constituyen un pequeño porcentaje del peso total de la aleación.

Para facilitar el entendimiento del invento, se hará referencia a la siguiente descripción tomada conjuntamente con las ilustraciones que la acompañan y en las cuales:

El gráfico 1 es una vista en sección de un interruptor de circuito de tipo de vacío que incorpora el invento.

El gráfico 2 es una vista en perspectiva ampliada de uno de los contactos del interruptor de la figura 1.

El gráfico 3 es una fotomicrografía con amplificación de 500 de la estructura de los granos de una aleación de cobre-bismuto que contiene 20% de bismuto en peso. La aleación se representa en su forma en estado tosco de fundición.

El gráfico 4 es una fotomicrografía similar a la figura 3, que se refiere a una aleación de cobre-bismuto que contiene 15% de bismuto en peso.

El gráfico 5 es una fotomicrografía similar a la figura 3, pero que se refiere a una aleación de cobre-bismuto que contiene 11% de bismuto en peso.

El gráfico 6 es una fotomicrografía similar a la figura 3 que se refiere a una aleación de cobre-bismuto que contiene 5% de bismuto en peso.

5 El gráfico 7 es una fotomicrografía similar a la figura 3 que se refiere a una aleación de cobre-bismuto que contiene 1% de bismuto en peso.

El gráfico 8 es una fotomicrografía similar a la figura 3 que se refiere a una aleación de cobre-bismuto que contiene 0,5% de bismuto en peso.

10 El gráfico 9 es una fotomicrografía con amplificación de 100 de la estructura de los granos de una aleación de cobre-plomo que contiene 1% de plomo en peso. La aleación se representa en su estado tosco de fundición.

15 El gráfico 10 es una fotomicrografía del mismo material que en la figura 9, pero con una amplificación de 500.

El gráfico 11 es una fotomicrografía con amplificación de 750 de una parte de un contacto tomada en un plano de la sección transversal generalmente perpendicular a la superficie del contacto que se acopla con el contacto opuesto. El contacto representado ha sido cerrado estando sometido a una corriente intensa para producir una soldadura, y ha sido separado del otro contacto sin corriente para romper la soldadura.

20 Haciendo ahora referencia al interruptor de la figura 1, esta última figura representa una envoltura 10 en la cual se ha hecho un elevado grado de vacío que incluye un recinto 11 de material aislante adecuado tal como vidrio o alumina y un par de caperuzas de extremidad metálicas 12 y 13, que cierran las extremidades del recinto. Unas juntas adecuadas 14 están dispuestas entre las caperuzas de extremidad y el recinto para que la envoltura 10 sea herméticamente estanca al va-

25

30

cío. La presión normal en el interior de la envoltura 10 en condiciones estáticas es inferior a 10^{-4} mm. de mercurio de modo que se obtiene una seguridad razonable de que el trayecto medio libre de los electrones será más largo que los trayectos de disrupción de potencial en el interior de la envoltura.

Las superficies aislantes internas del recinto 11 están protegidas contra la condensación de los vapores metálicos generados por el arco en el interior del recinto por medio de una pantalla metálica tubular 15 adecuadamente soportada en el recinto 11 y preferentemente aislada de ambas caperuzas de extremidad 12 y 13. Esta pantalla actúa de manera bien conocida para interceptar los vapores metálicos generados por el arco antes de que puedan alcanzar el recinto 11.

Situados en el interior de la envoltura 10 se halla un par de contactos separables 17 y 18 que se representan en su posición de acoplamiento o de circuito cerrado. El contacto superior 17 es un contacto fijo adecuadamente sujeto a una barra conductora 17a, estando su extremidad superior unida a la caperuza de extremidad superior 12. El contacto inferior 18 es un contacto móvil unido a una barra de accionamiento conductora 18a que está montada adecuadamente de modo que pueda realizar un movimiento vertical. El desplazamiento hacia abajo del contacto 18 da lugar a la separación de los contactos y abre el interruptor, mientras que el movimiento de retroceso del contacto 18 acopla nuevamente los contactos y por tanto cierra el interruptor. Cuando los contactos están totalmente abiertos la longitud típica del intervalo entre ellos es aproximadamente de 12,7 mm (1/2 pulgadas). La barra de accionamiento 18a sobresale a través de un orificio formado en la caperuza

za de extremidad inferior 13, y un fuelle metálico flexible 20 proporciona una junta alrededor de la barra 18a para permitir el movimiento vertical de la barra sin mermar la calidad del vacío en el interior de la envoltura 10. Como se representa en la figura 1, el fuelle 20 está sujeto de manera estanca en sus extremidades opuestas respectivas sobre la barra de accionamiento 18a y la caperuza de extremidad inferior 13.

Todas las partes internas del interruptor están sustancialmente exentas de contaminantes superficiales. Estas superficies limpias se obtienen mediante un tratamiento adecuado del interruptor, por ejemplo calentándolo en un horno durante la operación de formación del vacío en su interior. Una temperatura de calentamiento típica es de 400°C. Además, los contactos 17 y 18 son protegidos eficazmente contra los gases absorbidos internamente en el cuerpo de los contactos para impedir que estos gases se desprendan durante la formación de arcos de intensidad elevada. La manera con la cual se eliminan estos gases internos se describirá más detalladamente en lo que sigue.

Aunque el invento no se limite a ninguna configuración particular de los contactos, es preferible utilizar la configuración de contacto descrita y reivindicada en la patente de los Estados Unidos número 2.949.520 a nombre de Schneider, concedida al solicitante del presente invento. Por consiguiente, cada contacto tiene la forma de un disco y una de sus superficies principales está orientada hacia el otro contacto. La región central de cada contacto está provista de una zona vaciada 29 en su superficie principal y una zona amular de establecimiento de contacto 30 rodea esta zona vaciada.

Estas zonas anulares de establecimiento de contacto 30 se apoyan la una contra la otra cuando los contactos están en su posición cerrada de la figura 1, y tienen un diámetro tal que la corriente que fluye a través de los contactos cerrados siga un trayecto en circuito cerrado en forma de L, según se indica por medio de líneas de puntos en la figura 1. La corriente que fluye a través de dicho trayecto cerrado tiene un efecto magnético que alarga el circuito de una manera bien conocida. Por consiguiente, cuando los contactos se separan formando un arco entre las zonas 30, el efecto magnético de la corriente que fluye a través del trayecto en forma de L impulsará el arco radialmente hacia el exterior.

Quando las extremidades del arco se desplazan hacia la periferia externa de los discos 17 y 18, el arco está sometido a una fuerza magnética que actúa circunferencialmente y que tiende a producir el desplazamiento del arco circunferencialmente alrededor de los ejes centrales del disco. Esta fuerza magnética que actúa circunferencialmente es producida preferentemente por una serie de ranuras 32 formadas en los discos y que se extienden desde la periferia exterior de los discos radialmente hacia el interior en forma general de espiral según se representa en la figura 2. Estas ranuras 32 corresponden a ranuras de forma similar de la patente mencionada más arriba a nombre de Schneider y por tanto, obligan la corriente que fluye hacia o a partir de una extremidad de arco situada en cualquier punto angular de la región periférica externa del disco, a seguir un trayecto que tiene una componente neta que se extiende de manera generalmente tangencial con respecto a la periferia en la proximidad del arco. Esta configuración tangencial del trayecto de la corriente da

lugar a la formación de una componente de fuerza tangencial ne
ta que tiende a arrastrar el arco en una dirección circunferenen
cial alrededor de los contactos. En ciertos casos, el arco pue
de dividirse en una serie de arcos paralelos, y estos arcos pa
5 paralelos se desplazan rápidamente alrededor de la superficie de
contacto de la misma manera que la que se ha descrito más arri
ba.

Uno de los problemas que presenta el invento con-
siste en proporcionar un disyuntor o interruptor de circuito
10 unipolar del tipo de vacío del modelo general descrito capaz
de satisfacer las especificaciones convencionales previstas pa
ra un interruptor de circuito sin aceite con una tensión nomini
nal de por lo menos 7,2 kv. y una capacidad nominal de inte-
rrupción de por lo menos 8.000 amperios. Como se ha indicado
15 más arriba, existen tres requisitos básicos que dichos inte-
rruptores deben ser capaces de satisfacer -el requisito rela-
cionado con la rigidez dieléctrica, el requisito relacionado
con la capacidad de interrupción y el requisito relacionado
con la protección contra soldaduras. Respecto al requisito de
20 rigidez dieléctrica, el interruptor debe ser capaz de sopor-
tar sin disrupción una tensión de impulso de cresta de por lo
menos 95 kv. y una tensión permanente de 60 ciclos de por lo
menos 36 kv. eficaces, aplicándose cada una de estas tensio-
nes en sus contactos en su posición completamente abierta.
25 Una longitud de intervalo típica entre contactos completamen-
te abiertos es de aporximadamente 12,7 mm (1/2 pulgadas). En
general, el invento está relacionado con longitudes de inter-
valo inferiores a 25,4 mm aproximadamente (1 pulgada). Por
lo que al requisito de capacidad de interrupción se refiere,
30 el interruptor debe ser capaz de interrumpir 8.000 amperios

eficaces a la tensión nominal. Respecto al requisito relaciona
do con la protección contra soldadura de los contactos, el in-
terruptor debe ser capaz de dejar pasar y cerrar corrientes mo
mentáneas sustancialmente superiores a la corriente de interrup
5 ción nominal sin producir soldaduras fuertes entre sus contac-
tos ni soldaduras que se rompen con una superficie rugosa cuan-
do se abren.

Los esfuerzos realizados para satisfacer estos
tres requisitos básicos en un interruptor de circuito unipolar
10 del tipo de vacío han fracasado hasta la fecha porque por lo
que sabemos no se ha encontrado ningún material de contacto que
pueda satisfacer estos tres requisitos a la vez en un interrup-
tor de vacío unipolar. Los materiales que han demostrado ser
capaces de satisfacer uno o incluso dos de estos requisitos han
15 fracasado en satisfacer los demás requisitos. Por ejemplo, los
contactos hechos de un material altamente refractario tal como
tungsteno pueden satisfacer el requisito relacionado con la ri-
gidez dieléctrica y el requisito de protección contra soldadu-
ras, pero son completamente inadecuados para satisfacer el re-
20 quisito de capacidad de interrupción. Como otro ejemplo, pode-
mos indicar que los contactos hechos de cobre pueden satisfa-
cer el requisito relacionado con la capacidad de interrupción
y el requisito de rigidez dieléctrica, pero son inadecuados pa-
ra satisfacer el requisito de protección contra soldaduras. Los
25 contactos hechos de cobre aleado con estaño y con cinc, es de-
cir bronces y latones, son capaces de satisfacer el requisito
de capacidad de interrupción y en algunos casos el requisito
de rigidez dieléctrica, pero no pueden satisfacer el requisito
de protección contra soldaduras. Para mencionar otro ejemplo,
30 los contactos formados con algunos de los materiales descritos

y reivindicados en la patente de los Estados Unidos número 2.975.225, a nombre de Lafferty, concedida al solicitante de la presente, han sido capaces de satisfacer sustancialmente el requisito de capacidad de interrupción y el requisito de protección contra soldaduras, pero no el requisito de rigidez dieléctrica. Un material de contacto descrito en la patente a nombre de Lafferty, el cual está en esta última categoría, es una aleación de cobre-bismuto que contiene de 10 a 35% de bismuto. Aunque adecuado para satisfacer el requisito de capacidad de interrupción y el requisito de protección contra soldaduras, este material, por lo menos cuando es tratado por las técnicas conocidas, no puede satisfacer sustancialmente el requisito de rigidez dieléctrica.

Hemos comprobado que estos tres requisitos pueden ser obtenidos en el interruptor del invento formando los contactos con una aleación que consiste esencialmente en un elemento constitutivo principal que es un material no refractario preferentemente con una buena conductibilidad eléctrica, que tiene un punto de ebullición inferior a 3.500° K, y un elemento constitutivo menor que: (1) tiene una temperatura de solidificación eficaz inferior a la del elemento constitutivo principal, (2) presenta una solubilidad sustancial en el elemento constitutivo principal en estado líquido y (3) tiene una solubilidad reducida o nula en el elemento constitutivo principal en estado sólido, es decir que tiene una solubilidad en estado sólido inferior al 2% en peso de la aleación, a la temperatura de control que corresponde a la temperatura eutéctica de la aleación o a la temperatura de solidificación del elemento constitutivo menor si la aleación no es eutéctica. El elemento constitutivo menor, además de satisfacer estos tres requisitos está altamente

te disperso en toda la aleación. El porcentaje máximo del elemento constitutivo menor presente en la aleación debe limitarse a un valor relativamente pequeño suficientemente reducido para que la rigidez dieléctrica del interruptor permita que éste

5 soporte una tensión superior a 36 kv. eficaces a 60 ciclos y una tensión de impulso de cresta de 95 kv. El porcentaje mínimo del elemento constitutivo menor ha de ser sustancialmente superior a un valor que corresponde a la solubilidad en estado sólido de este elemento constitutivo menor en el elemento constitutivo principal a dicha temperatura de control. Para ilustrar

10 este último requisito aplicado a una aleación de cobre-bismuto, la cantidad de bismuto presente en el cobre debe ser superior a 0,02% en peso, lo que rebasa la mayor solubilidad probable en estado sólido del bismuto en el cobre a la temperatura eutéctica de 270°C. Para asegurar el cumplimiento de este último requisito, es preferible que el porcentaje mínimo de bismuto presente sea de 0,05% aproximadamente. Unos ejemplos de aleaciones que satisfacen el requisito que se acaba de mencionar son: las aleaciones de cobre-bismuto, cobre-plomo, cobre-telurio, cobre-talio,

15 plata-bismuto, plata-plomo, plata-telurio, aluminio-plomo, aluminio-indio y aluminio-cinc, estando el elemento constitutivo secundario o menor de cada una de esas aleaciones presente en cantidades superiores a su solubilidad en estado sólido, pero todavía en porcentajes reducidos, por ejemplo: algunos porcientos

20 o menos en peso del peso total de la aleación. En la lista de aleaciones que antecede y en todas la referencias similares a aleaciones que se mencionan en esta memoria, el elemento constitutivo principal o primario se indica en primer lugar y el elemento constitutivo menor o secundario se indica a continuación.

25

30

Respecto a los porcentajes del elemento constitutivo menor que deben ser incluidos en la mezcla, no parece posible actualmente indicar límites numéricos precisos capaces de ser valederos para todas las mezclas reivindicadas aquí. Una razón de esta circunstancia es que estos porcentajes varían en cierto grado de un material al siguiente. Otro motivo consiste en que no se dispone actualmente de datos precisos relacionados con la solubilidad de todos estos materiales. Sin embargo, los peritos en la materia, al tanto de las enseñanzas del presente invento, según las cuales pequeñas cantidades de los elementos constitutivos menores reivindicados pueden ser incluidas en los elementos constitutivos principales reivindicados para producir las propiedades de protección contra soldadura deseadas sin mermar notablemente las propiedades de rigidez dieléctrica del material, no experimentarán ninguna dificultad para conseguir un pequeño porcentaje adecuado.

Para preparar estos materiales de contacto, es preciso tratar adecuadamente en primer lugar cada elemento constitutivo separado con el fin de liberarlo de los gases absorbidos y otros contaminantes, utilizando por ejemplo el procedimiento de refinación de zonas descrito en la solicitud de patente número de serie 854.392 a nombre de Hebb, del 20 de noviembre de 1959 y cedida al concesionario del presente invento. Los dos elementos constitutivos se funden a continuación y después se mezclan conjuntamente de manera cuidadosa mientras están todavía en estado líquido después de lo cual se reduce la temperatura de la mezcla para que los elementos constitutivos se solidifiquen de la manera descrita más detalladamente en lo que sigue. El material obtenido al solidificarse de esta manera se llamará en lo que sigue material "en estado toscó de fundición".

Se han realizado estudios metalográficos para intentar establecer si existen diferencias de estructura en los materiales de contacto aceptables desde el punto de vista de la rigidez dieléctrica y desde el punto de vista de protección con
5 tra soldaduras y para determinar cuales son los materiales in-
ceptables en ese aspecto. Durante el estudio de los materiales
de contacto en su forma "en estado tosco defundición" se obser-
vó una distinción que parece importante. Esta distinción consis-
te en la estructura de las fronteras entre los granos del ele-
10 mento constitutivo principal o primario. Más precisamente, en
los materiales aceptables, se ha comprobado que unos depósitos
definidos del elemento constitutivo menor o secundario están
presentes en estos límites entre los granos, pero típicamente
en cantidades insuficientes para producir un depósito conti-
15 nuo grueso del elemento constitutivo menor a lo largo de estas
fronteras entre los granos. En algunos de los materiales ina-
ceptables, particularmente los que no son aceptables desde el
punto de vista de protección contra soldadura, generalmente no
existía una cantidad notable de elemento constitutivo menor
20 presente en las fronteras entre los granos. En otros materia-
les que eran inaceptables, particularmente desde el punto de
vista de la rigidez dieléctrica, existía elemento constituti-
vo menor presente en las fronteras entre granos, pero general-
mente bajo la forma de un depósito continuo grueso, contraria-
25 mente a la ausencia de dicho depósito continuo grueso en los
materiales aceptables. La expresión depósito "grueso" signifi-
ca un depósito que tiene un espesor superior a 0,00125 mm ($5 \times$
 10^{-5} pulgadas). En los materiales aceptables, las fronteras
entre granos incluyen generalmente algunas partículas separa-
30 das del elemento constitutivo secundario que tienen un espesor

superior a este valor de 0,00125 mm (5×10^{-5} pulgadas), pero típicamente estas partículas están suficientemente separadas para impedir la formación de un depósito continuo a lo largo de las fronteras entre granos con un espesor superior a 0,00125 mm (5×10^{-5} pulgadas). Una película generalmente continua con un espesor sustancialmente inferior a este valor puede estar presente a lo largo de las fronteras entre granos en algunos de los materiales aceptables, pero nuestras investigaciones indican que las películas de este espesor reducido no son perjudiciales.

Estas características de la estructura de los granos pueden entenderse más claramente haciendo referencia a los gráficos 2-6 que son fotomicrografías tomadas con una ampliación de 500 de la estructura de los granos en contactos de cobre-bismuto en su forma "en estado tosco de fundición" que presentan varios porcentajes de bismuto como elemento constitutivo menor. Haciendo referencia en primer lugar a los gráficos 1-3 éstas representan aleaciones de cobre-bismuto, en las cuales están presentes cantidades inadmisiblemente elevadas de bismuto. El gráfico 1 por ejemplo, ilustra la estructura de granos de una aleación que contiene 20% de bismuto. Puede verse en el gráfico 1 que los granos de cobre 50 están rodeados por un depósito relativamente grueso de bismuto. Este depósito de bismuto tiene un espesor medio de aproximadamente $15 \text{ a } 20 \times 125^{-5} \text{ mm}$ ($15 \text{ a } 20 \times 10^{-5}$ pulgadas) y se extiende generalmente de manera continua alrededor de cada frontera entre granos. En los ejemplos 2 y 3 que ilustran la estructura de granos de aleaciones de cobre-bismuto que contienen 15% y 11% de bismuto, respectivamente, el depósito grueso generalmente continuo de bismuto está todavía presente a lo largo de las fronteras entre los granos de cobre 50. El depósito de bismuto en la aleación de

bismuto de 11% tiene un espesor inferior a la aleación de bismuto de 15%, pero su espesor medio es todavía de aproximadamente 12×125^{-5} mm (12×10^{-5} pulgadas) y por tanto se considera todavía como depósito grueso según se ha definido más arriba. Se ha comprobado que estas aleaciones de los gráficos 1-3, aunque adecuadas desde el punto de vista de la protección contra soldadura, son incapaces de satisfacer los requisitos de rigidez dieléctrica mencionados más arriba. los gráficos 4 5 y 6 son fotomicrografías con ampliación de 500 relacionadas con aleaciones de cobre-bismuto que han demostrado ser aceptables para satisfacer los tres requisitos básicos indicados más arriba. Haciendo referencia ahora el gráfico 4 que ilustra una aleación de cobre-bismuto que contiene 5% de bismuto, puede verse que existen partículas relativamente gruesas 54 de bismuto presentes en las fronteras entre los granos de cobre, pero se trata de partículas discretas y suficientemente separadas para impedir la presencia de un depósito continuo grueso en una parte sustancial de la superficie de los granos. Existe una película fina 52 presente a lo largo de la frontera entre granos, pero esta película tiene un espesor medio inferior a 5×125^{-5} mm (5×10^{-5} pulgadas) y por tanto no puede considerarse como depósito grueso de acuerdo con la definición que antecede. Con la aleación de cobre-bismuto que contiene 1% de bismuto, representada el gráfico 5, existen todavía algunas partículas 54 de espesor sustancial, pero se trata igualmente de partículas discretas y suficientemente separadas para impedir la formación de un depósito continuo grueso. Sin embargo, una película de bismuto muy fina puede existir todavía a lo largo de las fronteras entre granos, según se indica en 56. Una aleación de cobre-bismuto que contie

ne 0,5% de bismuto se representa en el gráfico 6. Esta aleación, como la del gráfico 5, contiene partículas de bismuto en las fronteras entre granos y rastros de una película de bismuto 56 a lo largo de las fronteras entre granos, pero esta película claramente no constituye un depósito grueso de acuerdo con la definición que antecede.

Para ilustrar más completamente el carácter de la estructura de los granos en los materiales de contacto según el invento, se incluyen los gráficos 7 y 8. Estos gráficos son fotomicrografías de una aleación de cobre-plomo que incluye 1% de plomo en peso. El gráfico 7 tiene una ampliación de 100 y el gráfico 8 una ampliación de 500. Se ve claramente en esos gráficos que el elemento constitutivo menor, es decir el plomo, se deposita en las fronteras entre grano bajo la forma de partículas discretas 57 separadas en grado suficiente para impedir la formación de una película gruesa continua a lo largo de las fronteras entre granos.

Para asegurar que existirá una cierta cantidad notable de elemento constitutivo menor disponible en las fronteras entre los granos, la cantidad mínima del elemento constitutivo menor que ha de ser añadida al elemento constitutivo principal en estado líquido durante la preparación de la aleación ha de rebasar sustancialmente la solubilidad en estado sólido del elemento constitutivo menor en el elemento constitutivo principal, considerada a la temperatura eutéctica o a la temperatura de solidificación del elemento constitutivo menor si la aleación no es eutéctica. En caso contrario no existiría una cantidad notable de elemento constitutivo menor libre disponible para su depósito en las fronteras entre granos cuando la mezcla se solidifica al enfriarse. Esto

tutivo menor no producen sustancialmente ninguna reducción de la rigidez dieléctrica, pero se cree que el carácter del depósito del elemento constitutivo menor en las fronteras entre granos juega un papel importante al respecto. Con relación a este problema, cuando este depósito es un depósito continuo grueso tal como el que se obtiene con las aleaciones representadas en los gráficos 1-3 se cree que ciertas cantidades del elemento constitutivo menor se desplazan hacia la superficie del contacto y forman pequeñas esferas en la superficie, las cuales están debidamente unidas con ésta. La presencia de dichas esferas unidas de manera débil en la superficie, puede dar lugar a una disrupción dieléctrica. Pueden necesitarse semanas e incluso meses para que estas pequeñas esferas débilmente unidas a la superficie se formen en ella, pero incluso en este caso, generalmente no puede tolerarse la reducción de la rigidez dieléctrica del interruptor. Cuando el depósito del elemento constitutivo menor en las fronteras entre los granos no tiene la forma de un depósito grueso y continuo, como en los gráficos 4-6 se cree que el elemento constitutivo menor está sujeto más fuertemente en las fronteras entre los granos. Esto debe reducir eficazmente la probabilidad de una disrupción dieléctrica a través de las esferas débilmente unidas a la superficie del contacto. Si los materiales de los contactos del invento deben ser adecuados, particularmente desde el punto de vista de la rigidez dieléctrica y desde el punto de la protección contra las soldaduras, es importante que el elemento constitutivo menor de cada material de contacto esté perfectamente disperso a través del material del contacto para evitar regiones localizadas que sean excesivamente pobres o excesivamente ricas en elemento constitutivo menor. Es conveniente evitar dichas regiones localizadas

porque una riqueza excesiva del elemento constitutivo menor conduce a una reducción de la rigidez dieléctrica, tal y como se ha indicado más arriba, mientras que una pobreza excesiva en el elemento constitutivo menor conduce a soldaduras excesivamente fuertes, tal y como podrá verse más claramente en lo que sigue.

Esta necesidad de un elevado grado de dispersión explica por qué el elemento constitutivo menor debe ser soluble en el elemento constitutivo principal en fase líquida. Esto se explicará más fácilmente si se recuerda que estos materiales de contacto se preparan mezclando los elementos constitutivos altamente purificados mientras ambos están en estado líquido y reduciendo a continuación la temperatura de la mezcla hasta que los elementos constitutivos alcancen el estado sólido. A no ser que se haya hecho una mezcla uniforme de los elementos constitutivos en estado líquido, se obtendrá una dispersión relativamente mediocre del elemento constitutivo menor al endurecerse la mezcla cuando se enfría. Se ha comprobado que un grado sustancial de solubilidad entre los elementos constitutivos en fase líquida se necesita para asegurar un mezclado relativamente uniforme entre los dos elementos constitutivos y por tanto un elevado grado de dispersión.

Cuando se reduce la temperatura de la mezcla durante el enfriamiento, el elemento constitutivo principal en razón de su punto de solidificación o de su punto de fusión más elevado, se solidifica en primer lugar de modo que una aleación rica en elemento constitutivo menor está todavía en estado líquido cuando la estructura de los granos del elemento constitutivo principal se está formando. Durante el proceso de solidificación, ya que cada grano del elemento constitutivo principal se forma alrededor de su núcleo característico, la mayor parte de la alea

ción todavía líquida rica en el elemento constitutivo menor, es empujada en la porción periférica externa del grano que se forma. Cuando la totalidad del grano del elemento constitutivo principal se ha solidificado en su forma final, la aleación líquida rica en elemento constitutivo menor está todavía en la periferia externa del grano y por tanto se depositará en las fronteras entre los granos adyacentes al endurecerse en respuesta a un enfriamiento suplementario. Por tanto, unas cantidades bien definidas del elemento constitutivo menor están presentes en sustancialmente todas las fronteras entre los granos adyacentes del elemento constitutivo principal, y se obtiene así un grado relativamente elevado de dispersión del elemento constitutivo menor en todo el material de contacto, según se desea.

Como se ha indicado en lo que antecede, el elevado grado de dispersión nos permite evitar regiones localizadas excesivamente pobres en elemento constitutivo menor y esto es conveniente desde el punto de la protección contra soldaduras. Esto se entenderá más claramente teniendo en cuenta lo que se cree actualmente es el mecanismo de acuerdo con el cual se forman soldaduras entre los contactos. Este mecanismo se explicará con relación con aquellas soldaduras que han sido comprobadas como siendo las más perturbadoras es decir las soldaduras que se forman durante el cierre del interruptor de circuito en presencia de corrientes elevadas. Al respecto, cuando se desplazan los contactos para cerrarlos, rebotan a menudo a una corta distancia inmediatamente después de chocar inicialmente y a continuación rebotan el uno hacia el otro, ayudados por la fuerza de cierre aplicada al contacto móvil y por la elasticidad de la estructura de soporte de los contactos. Se forma un arco cuando los contactos rebotan separándose por primera vez, y este arco

funde las porciones superficiales adyacentes de los contactos de modo que cuando se cierran de nuevo una película fundida es tá presente en la superficie de separación. Cuando el arco se apaga después de cerrarse nuevamente los contactos, la energía aplicada a la superficie de separación entre los contactos dis minuye bruscamente, y la película formada en la superficie de separación se enfría rápidamente y se solidifica. Se obtiene así una soldadura entre los dos contactos. Cuanto más intensa es la corriente del arco, tanto más importante es la superficie cubierta por la película fundida y por consiguiente, tanto más importante y resistente será normalmente la soldadura. Este proceso de enfriamiento que se produce cuando el arco se extin gue al acoplarse nuevamente los contactos, es un arco altamen te direccional, ya que la película fina fundida está situada entre dos masas sólidas relativamente frías. Por tanto, la so lidificación se hace desde el líquido situado entre las dos su perficies de separación sólidas hacia un plano situado central mente en la película transversalmente a los contactos. La sol idificación es rápida y se hace probablemente en menos de 0,010 segundos. Este enfriamiento direccional rápido hace que la es tructura de granos de la película solidificada, tome una forma de columna y da lugar a una separación de los dos elementos constitutivos del material de contacto en razón de la diferen cia de sus temperaturas de solidificación y de su reducida so lubilidad en estado sólido. Cuando la solidificación empieza, un componente del material será el elemento constitutivo prin cipal en forma sólida alpha, y el otro componente será una alea ción todavía líquida rica en el elemento constitutivo, menor. Ya que el elemento constitutivo principal con temperatura de sol idificación más elevada se solidifica en primer lugar, desplaza

la aleación todavía fundida rica en elemento constitutivo menor, hacia la región más caliente situada en el centro de la zona de la soldadura. Cuando la temperatura disminuye, esta aleación fundida pasa a ser progresivamente más rica en el elemento cons-
5 titutivo menor y se solidifica eventualmente a su temperatura eutéctica, o si no es eutéctica, a la temperatura del elemento constitutivo menor. Por tanto, la última región que se solidi-
fica es rica en el elemento constitutivo menor y esta solidifi-
cación se produce en un plano situado a lo largo de la super-
10 ficie de separación entre los dos contactos.

Los estudios metalográficos de la región de superficie de separación indican que con los materiales de con-
tacto según el invento, existe una frontera distinta que se ex-
tiende generalmente a lo largo de un plano único transversal-
15 mente a la dirección del desplazamiento de los contactos. En es-
ta frontera generalmente plana se hallan pequeñas partículas del
elemento constitutivo menor. La naturaleza planar de estas su-
perficies de separación y la presencia de las partículas del ele-
mento constitutivo menor a lo largo del plano da lugar a una u-
20 nión mecánicamente débil a lo largo de este plano, la cual pue-
de ser rota fácilmente cuando se separan los contactos durante
una operación de abertura ulterior. Además, esta unión es más
débil que el resto de cualquier otro contacto y el resultado es
que la rotura que acompaña la separación de los contactos se
25 produce de manera limpia a lo largo de esta unión sin arrastrar
un número notable de grandes partículas a partir del cuerpo del
material de contacto.

Como ilustración del carácter de esta super-
ficie de separación, se suministra la fotomicrografía del grá-
30 fico 9. Esta fotomicrografía ha sido tomada con una amplifica

ción de 750 en un plano de sección transversal generalmente perpendicular a la superficie de separación. Se representa un solo contacto el cual ha sido desplazado en primer lugar para que se acople con su contacto correspondiente en presencia de una corriente intensa para producir una soldadura y a continuación ha sido separado del contacto correspondiente en ausencia de corriente para romper la soldadura. La sección transversal ha sido tomada a través de la región de la soldadura rota. El material del contacto era una aleación de cobre-bismuto conteniendo 5% de bismuto en peso. El plano de la superficie de separación se representa en 60 con unas partículas 61 de bismuto situadas a lo largo de este plano. La estructura columnar de los granos se representa en 62 y pueden verse partículas de bismuto en 63 entre los granos columnares. Al ser rota la soldadura, una pequeña partícula del contacto correspondiente ha sido arrancada accidentalmente del contacto correspondiente y se representa en 64. Aunque idealmente esta partícula debiera haber quedado con el contacto correspondiente, es tan pequeña que no disminuye notablemente la limpieza de la fractura de la soldadura. Al respecto, se ve que sobresale de la superficie generalmente plana 60 tan solo 0,1778 mm aproximadamente (0,0007 pulgadas). Las partículas de bismuto situadas a lo largo de la parte de la superficie 60 situada debajo de esta partícula 64 se ven de manera particularmente clara en el gráfico 9. Para asegurar que existirá una cantidad amplia del elemento constitutivo menor o secundario presente a lo largo del plano de unión entre los dos contactos, es importante que el elemento constitutivo menor sea fuertemente disperso a través del material de contacto de modo que esté disponible para desplazarse hacia cualquier superficie de separación cuando se produzca una soldadura. Si no existe

una cantidad notable de elemento constitutivo menor disponible en la región de la soldadura, no se producirá el debilitamiento deseado de la unión soldada. Por tanto, se necesita un elevado grado de dispersión del elemento constitutivo menor para producir la resistencia deseada a la formación de soldaduras perjudiciales.

Un cierto número de otros factores tienen un efecto importante sobre la necesidad de que cantidades importantes del elemento constitutivo menor deben o no estar presentes en la superficie de separación de la soldadura para producir el debilitamiento deseado. Uno de estos factores es el punto de solidificación bajo del elemento constitutivo menor con relación al del elemento constitutivo principal. Este punto de solidificación bajo permite que el elemento constitutivo menor permanezca en estado fundido aunque el elemento constitutivo principal se esté solidificando y permite así que el proceso de solidificación empuje el elemento constitutivo menor hacia la superficie de separación entre los dos contactos cuando los granos columnares se forman hacia la superficie de separación. Con elementos constitutivos menores que cumplen los requisitos indicados más arriba, pero que tienen un punto de solidificación más elevado que el del elemento constitutivo principal, el elemento constitutivo menor se solidifica en primer lugar y solamente el elemento constitutivo principal será empujado hacia la superficie de separación al formarse los granos columnares hacia la superficie de separación. Esto daría lugar a una soldadura relativamente fuerte en la superficie de separación de los contactos con una resistencia más baja en los puntos separados de la superficie de separación en razón de la presencia de cantidades notables del elemento constitutivo menor en estos puntos. Se ob

tendría así una soldadura en la superficie de separación difícil de romper y que se rompe con una superficie rugosa desplazada respecto a la superficie de separación al romperse.

Otro factor que contribuye a la presencia del elemento constitutivo menor o secundario en la superficie de separación de los contactos es la solubilidad muy reducida en estado sólido del elemento constitutivo menor en el elemento constitutivo principal. Debido a esta solubilidad muy baja en combinación con el punto de solidificación más bajo del elemento constitutivo menor, el elemento constitutivo menor permanece separado del elemento constitutivo principal cuando el elemento constitutivo principal se solidifica hacia el centro de la soldadura. De este modo el elemento constitutivo menor es empujado hacia la superficie de separación y por tanto está disponible en la superficie de separación para debilitar la unión. Cuando existe una solubilidad sustancial en estado sólido, la cantidad de elemento constitutivo menor libre en la superficie de separación disminuye mucho si no desaparece del todo, y se obtiene así una unión relativamente fuerte en la superficie de separación. Consideremos, por ejemplo, aleaciones de cobre-estaño y aleaciones de cobre-cinc, es decir bronce y latones, y aleaciones de cobre-silicio las cuales son todas caracterizadas por su elevada solubilidad en estado sólido entre los elementos constitutivos. Con estas aleaciones se ha comprobado que la unión en la superficie de separación es más fuerte que en el resto del material de los contactos y que se forman soldaduras fuertes entre los contactos. No solamente se ha necesitado una fuerza excesiva para romper estas soldaduras, sino que las roturas que finalmente se producen son muy rugosas y caracterizadas por grandes partículas arrancadas del contacto correspon-

diente. Por el contrario, cuando se utilizan los materiales de contacto según el invento, se necesitan fuerzas mucho más débiles para romper las soldaduras y las soldaduras se rompen limpiamente en la superficie de separación. Los materiales particulares que dan lugar a soldaduras que pueden ser rotas con las fuerzas más reducidas son las aleaciones de cobre-bismuto, cobre-plomo, plata-bismuto, y plata-plomo.

En algunas de las aleaciones aceptables, los elementos utilizados para preparar las aleaciones forman compuestos intermetálicos los unos con los otros incluso aunque el elemento menor tenga o no una solubilidad en estado sólido en el elemento principal. De manera típica, cuando se forman compuestos intermetálicos por los elementos en cuestión, el compuesto intermetálico y el elemento constitutivo principal forman una mezcla eutéctica que tiene un punto de solidificación inferior al punto de solidificación del elemento constitutivo principal. Para las aplicaciones de este invento, el compuesto intermetálico puede ser considerado como elemento constitutivo menor y el punto de solidificación efectivo del elemento constitutivo menor puede ser considerado como el punto de solidificación de la mezcla eutéctica. Por ejemplo, en una aleación preparada a partir de 99% de cobre y 1% de telurio en peso, se forma el compuesto intermetálico Cu_2Te y aparece en las fronteras entre granos bajo la forma de una aleación en estado tosco de fundición. El Cu_2Te tiene un punto de solidificación de $1.125^{\circ}C$, pero la aleación eutéctica formada por el compuesto intermetálico con el cobre tiene un punto de solidificación de $1.051^{\circ}C$. Esta última temperatura es inferior al punto de solidificación del cobre puro que es de $1.083^{\circ}C$. Por tanto, el punto de solidificación eficaz del Cu_2Te , es decir del elemento constitutivo me-

nor es inferior al punto de solidificación del elemento constitutivo principal, es decir el cobre.

Otro factor que tiene un efecto sobre las propiedades de soldadura de los contactos es la conductibilidad eléctrica del material de los contactos. En términos generales, una buena conductibilidad eléctrica es conveniente para impedir la soldadura. Con el objeto de obtener esta buena conductibilidad eléctrica, el elemento constitutivo principal debe ser un buen conductor eléctrico y la solubilidad del elemento constitutivo menor en el elemento constitutivo principal ha de ser reducida. Esta reducida solubilidad permite que el elemento constitutivo principal conserve su elevada conductibilidad a pesar de la presencia del elemento constitutivo menor, En el caso de que exista una solubilidad apreciable, la conductibilidad del elemento constitutivo principal se ve muy reducida, por ejemplo la adición de estaño al cobre disminuye mucho la conductibilidad del cobre.

La razón por la cual el elemento constitutivo principal debe ser un metal no refractario, es que los metales refractarios tienen una capacidad de interrupción de corriente relativamente mediocre. Al respecto, cuando se intenta interrumpir corrientes de más de varios cientos de amperios con contactos de metal refractario, el metal refractario emite electrones después de alcanzar la corriente nula cuando está sometido a las temperaturas que acompañan estos arcos. Esta emisión termoiónica merma seriamente la capacidad del vacío de recobrar su rigidez dieléctrica después de anularse la corriente y por tanto hace que los contactos refractarios sean incapaces de interrumpir con seguridad corrientes de más de varios cientos de amperios bajo una tensión de 13,8 kv. Por este motivo, se excluyen del

invento los metales refractarios tales como el tungsteno y el molibdeno.

Contrariamente a esta capacidad de interrupción limitada proporcionada por los contactos de metal refractario, ha sido posible interrumpir de manera segura corrientes mucho más elevadas con contactos 17 y 18 en los cuales las regiones 30 están hechas con materias de acuerdo con el invento. Por ejemplo, con unos contactos 17 y 18 cuyas regiones 30 están hechas con cobre aleado con 1% en peso de bismuto, ha sido posible interrumpir 15.400 amperios eficaces a 15,5 kv. Como otro ejemplo podemos indicar que con contactos 17 y 18 en los cuales las regiones 30 estaban hechas de cobre aleado con 1% en peso de plomo, ha sido posible interrumpir 16.300 amperios eficaces a 15,5 kv.

Aunque los contactos 17 y 18 pueden hacerse totalmente con los materiales de contacto según el invento, se entiende que es generalmente suficiente formar solamente las regiones de establecimiento de circuito y de rotura de circuito 30 con estos materiales. El resto de cada contacto puede hacerse con otro material adecuado para interrumpir corrientes elevadas y dotado de buenas propiedades de rigidez dieléctrica por ejemplo, cobre puro. Los contactos mencionados en el párrafo anterior estaban hechos de esta manera.

Debe además entenderse que en sus aspectos más generales, el invento no se limita a la utilización de materiales idénticos para las regiones 30 de ambos contactos. Por ejemplo, solamente uno de los contactos necesita tener su región de establecimiento y abertura de circuito 30 hecha con los materiales particulares según el invento. La región de establecimiento y abertura de circuito 30 del segundo contacto puede hacerse con

un material diferente siempre y cuando este material diferente incluya como elemento constitutivo principal un metal en el cual el elemento constitutivo menor del primer contacto presenta una solubilidad en estado sólido inferior al 2% en peso, considerada a la temperatura eutéctica o a la temperatura de solidificación del elemento constitutivo menor si la aleación no es eutéctica. Por ejemplo, uno de los contactos puede hacerse con cobre aleado con unos pocos por ciento de bismuto o plomo y el otro contacto de cobre puro. Como otro ejemplo podemos indicar que uno de los contactos puede hacerse de cobre y algunos pocos por ciento de bismuto, mientras que el otro contacto puede hacerse de cobre y algunos pocos por ciento de plomo. Cuando se utilizan materiales diferentes para los contactos opuestos, la solubilidad en estado sólido reducida entre el elemento constitutivo principal de un contacto y el elemento constitutivo menor del otro contacto, ayuda a impedir las soldaduras de contacto perjudiciales mediante la producción de una superficie de separación débil entre los dos contactos al cerrarse éstos.

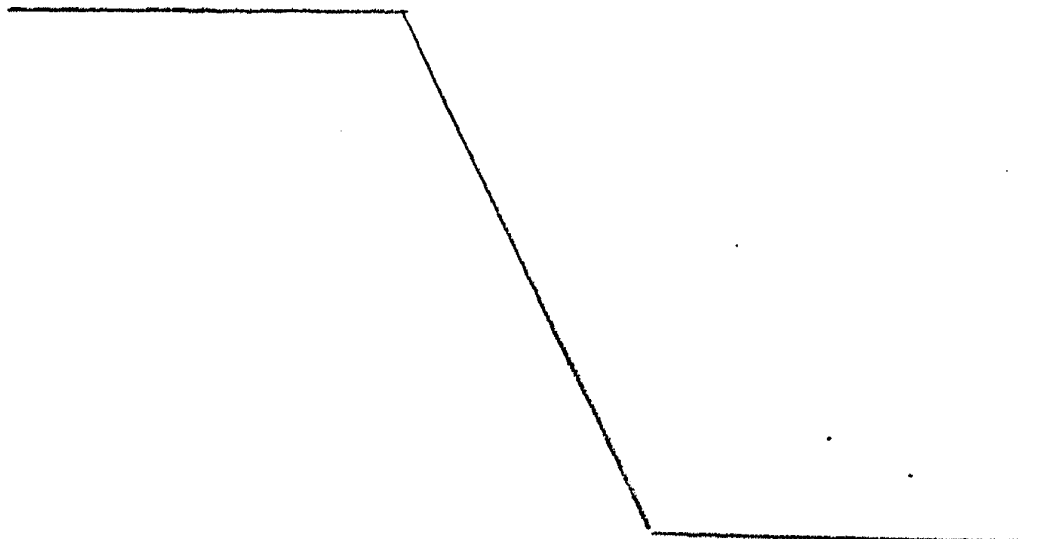
Para permitir el tratamiento a alta temperatura deseado del interruptor, el material de los contactos debe tener una presión de vapor suficientemente baja para realizar el tratamiento térmico a la temperatura deseada sin que se produzca una vaporización excesiva del material de los contactos. La expresión vaporización excesiva se refiere a una vaporización que da lugar a un deterioro de las superficies aislantes del interruptor producido por un revestimiento metálico depositado a partir del vapor procedente de los contactos. En regla general, la presión de vapor eficaz del material de los contactos no debe ser superior a 10^{-3} mm de mercurio a la temperatura de tratamiento térmico.

El término "metal" utilizado en esta memoria con referencia a los elementos constitutivos de los materiales de con tacto no se limita a metales elementales solamente, sino que incluye aleaciones igualmente. El término "aleación" está destinado a incluir mezclas así como aleaciones en solución sólida. El término "metal" incluye igualmente en su significado los compuestos intermetálicos.

Aunque el invento sea particularmente aplicable a interruptores con tensiones nominales de 7,2 kv. y más y con corrientes nominales iguales o superiores a 8.000 amperios eficaces, el invento en sus aspectos más generales, es aplicable también a interruptores que tienen características de tensión y corriente más bajas.

Aunque se haya representado y descrito unos mo dos de realización particulares del invento, los peritos en la materia se darán cuenta que varios cambios y modificaciones pueden realizarse sin alejarse del invento en sus aspectos más generales y por tanto en las reivindicaciones adjuntas están cubiertos todos dichos cambios y modificaciones que caen dentro del verdadero espíritu y alcance del invento.

En resumen la patente de introducción que se solicita deberá recaer en las siguientes:

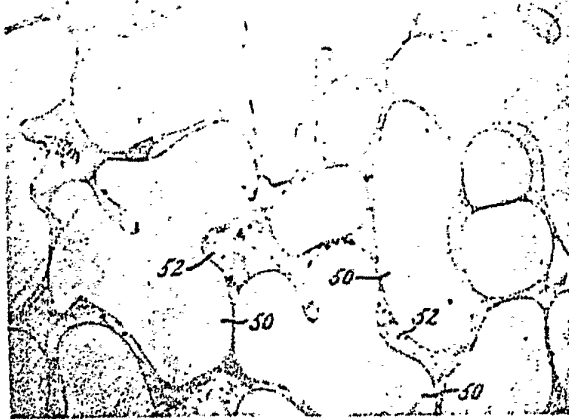


EJEMPLOS GRAFICOS

=====

GRAFICO 1

5



10

GRAFICO 2

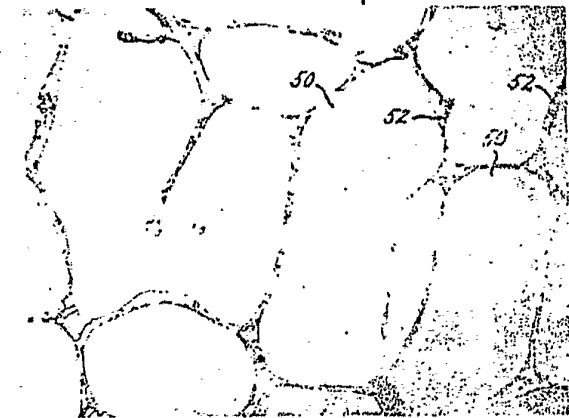
15



20

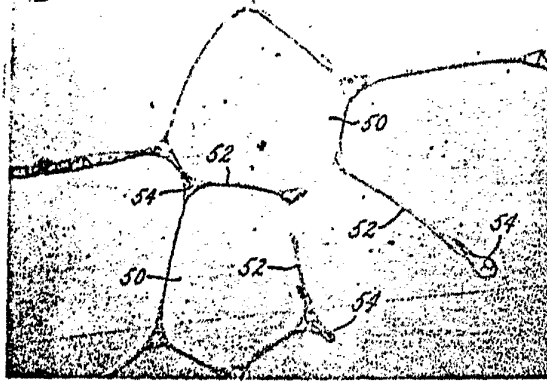
GRAFICO 3

25



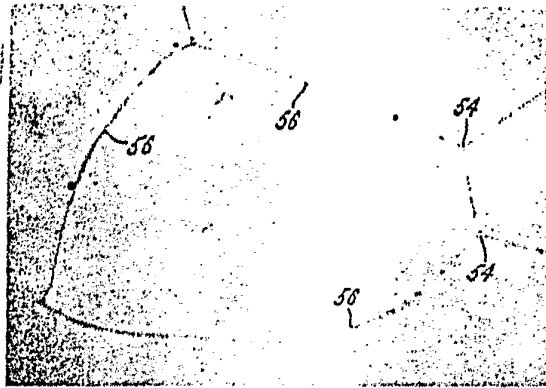
30

GRAFICO 4



5

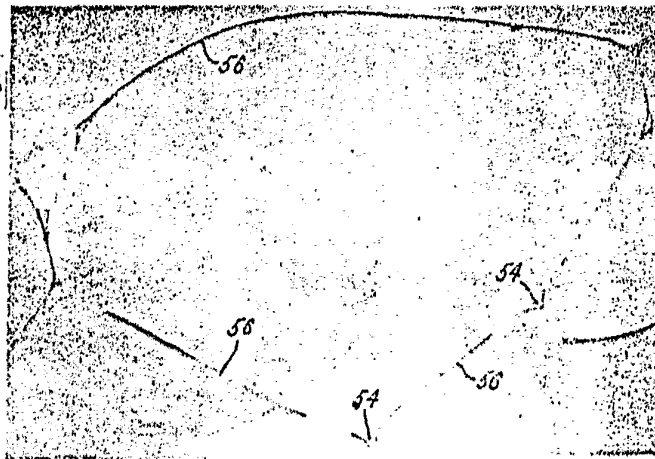
GRAFICO 5



10

15

GRAFICO 6

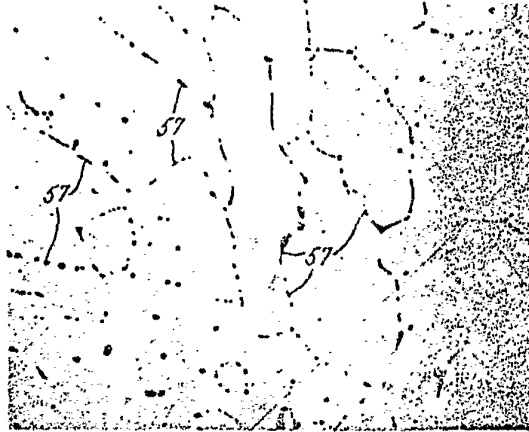


20

25

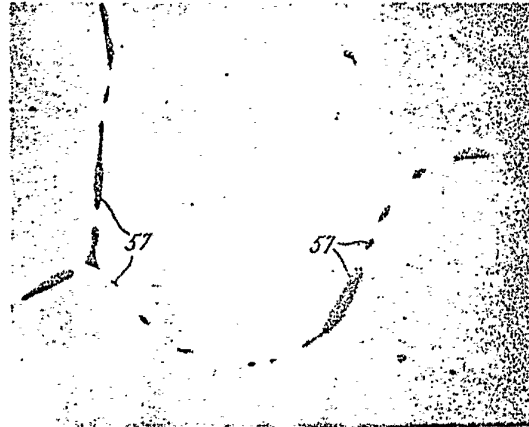
30

5 GRAFICO 7



10

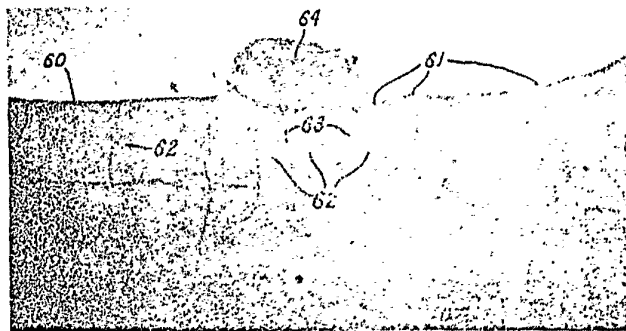
15 GRAFICO 8



15

20

25 GRAFICO 9



25

30

REIVINDICACIONES

1.- Interruptor de circuito del tipo de vacío para corriente alterna, que tiene una tensión nominal de por lo menos 7,2 kv, que incluye: un par de contactos que pueden desplazarse el uno respecto al otro para acoplarse y desacoplarse, estando dichos contacto sustancialmente exentos de gases absorbidos y de contaminantes superficiales, teniendo por lo menos uno de dichos contactos unas regiones de cierre y de abertura de circuito formadas por una aleación que consiste esencialmente en un elemento constitutivo principal a base de metal no refractario que tiene un punto de ebullición inferior a 3.500^oK, y un elemento constitutivo menor a base de un metal no refractario que, (1) tiene una temperatura de solidificación eficaz inferior a la del elemento constitutivo principal, (2) tiene una solubilidad sustancial en el elemento constitutivo principal en estado líquido y (3) es soluble en el elemento constitutivo principal en estado sólido en un grado inferior a 2% del peso de la aleación, considerada a la temperatura de control que corresponde a la temperatura eutéctica o a la temperatura de solidificación del elemento constitutivo menor si no es eutéctica, estando dicho elemento constitutivo menor fuertemente disperso a través de dicha aleación y estando presente en una cantidad superior a la solubilidad en estado sólido del constitutivo menor en el elemento constitutivo principal a dicha temperatura de control y en una cantidad suficientemente pequeña para mantener la resistencia dieléctrica del interruptor por encima de 95 kv de tensión de cresta de impulsos y por encima de 36 kv de valor eficaz a 60 ciclos, estando ambas tensiones medidas a través de dichos contactos cuando

do están completamente abiertos.

5 2.- Interruptor de circuito según la reivindicación 1, caracterizado porque ambos contactos tienen regiones de cierre y de abertura de circuito formadas en una aleación según se define en la reivindicación 1.

10 3.- Interruptor de circuito según la reivindicación 1, caracterizado porque el otro de dichos contactos tiene unas regiones de cierre y de abertura de circuito que se acoplan con las regiones de cierre y de abertura de circuito de dicho primer contacto cuando dicho interruptor está cerrado, estando las regiones de cierre y de abertura de circuito de dicho otro contacto formadas con un material que tiene su elemento constitutivo principal constituido por una mezcla en la cual el elemento constitutivo menor de dicho primer contacto tiene una solubilidad en estado sólido inferior a 2% en peso de la aleación de dichos dos últimos elementos constitutivos, considerada a la temperatura eutéctica de dicha última aleación o a la temperatura de solidificación de dicho elemento constitutivo menor si no es eutéctica.

15

20

4.- Interruptor en el vacío según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho elemento constitutivo menor está presente en una cantidad inferior a 5% aproximadamente del peso de la aleación.

25 5. Interruptor de circuito del tipo de vacío para corriente alterna según la reivindicación 1, caracterizado además porque dicho material de contacto aleado tiene una estructura de grano caracterizado por granos yuxtapuestos del elemento constitutivo principal y depósitos del elemento constitutivo menor en los límites entre los granos,

30

1 siendo la cantidad del elemento constitutivo menor tan pe-
 queña que, típicamente, las partículas del elemento consti-
 tutivo menor en los límites entre los granos que tienen un
 espesor superior a 0,00127 mm (5×10^{-5} pulgadas) están su-
5 ficientemente separados para impedir la presencia a lo lar-
 go de los límites entre los granos de un depósito continuo
 grueso con un espesor superior a 0,00127 mm (5×10^{-5} pulga-
 das).

 6.- Interruptor de circuito según la reivin-
10 dicación 5, caracterizado porque ambos contactos tienen unas
 regiones de cierre y de abertura de contactos formadas con
 una aleación según se define en la reivindicación 5.

 7.- Interruptor de circuito según la reivin-
15 dicación 5, caracterizado porque el otro de dichos contac-
 tos tiene unas regiones de abertura y cierre de contactos
 que se acoplan con las regiones de cierre y de abertura de
 contacto de dicho primer contacto cuando se cierra dicho in-
 terruptor, estando las regiones de cierre y de abertura de
 dicho otro contacto formadas de un material que tiene su
20 elemento constitutivo principal hecho de un metal en el
 cual el elemento constitutivo menor de dicho primer contac-
 to tiene una solubilidad en estado sólido inferior a 2% del
 peso de la aleación de dichos dos últimos elementos consti-
 tutivos, considerada a la temperatura eutéctica de dicha úl-
25 tima aleación o a la temperatura de solidificación de dicho
 elemento constitutivo menor si no es eutéctica.

 8.- Interruptor de circuito del tipo de vacío
30 para corriente alterna según la reivindicación 3 en el que di-
 chas regiones de cierre y de abertura de circuito, están hechas
 de una aleación elegida en el grupo que consiste esencialmente

1 cobre-telurio, cobre-bismuto, cobre-plomo, cobre-talio,
plata-bismuto, plata-plomo, plata-telurio, aluminio-plomo,
aluminio-indio y aluminio-estaño, especificándose en primer
5 lugar el elemento constitutivo de cada aleación y a continua-
ción el elemento constitutivo menor.

9. Interruptor del circuito del tipo de vacío se-
gún la reivindicación 8, caracterizado porque la aleación de di-
cho primer contacto tiene una estructura granular caracterizado
10 por granos yuxtapuestos del elemento constitutivo principal y -
depósitos del elemento constitutivo menor en los límites entre
los granos, siendo la cantidad del elemento constitutivo menor
tan pequeña que típicamente, las partículas del elemento consti-
tutivo menor en los límites entre los granos que tienen un espe-
sor superior a 0,00127 mm (5×10^{-5} pulgadas) están suficiente-
15 mente separados para impedir la presencia de un depósito grueso
continuo con un espesor superior a 0,00127 mm (5×10^{-5} pulgadas).

10. Interruptor de circuito del tipo de vacío
según la reivindicación 8, caracterizado porque dicho elemen-
to constitutivo menor de dicho primer contacto está presente
20 en una cantidad inferior a aproximadamente 5% del peso.

11. Interruptor de circuito del tipo de vacío
para corriente alterna, según la reivindicación 1 en el que
la cantidad de dicho elemento constitutivo menor es inferior a
5% aproximadamente del peso de dicho material.

25 12. Se reivindica por último como objeto sobre
el que ha de recaer la Patente de Introducción que se solicita:
INTERRUPTOR DE CIRCUITO DEL TIPO DE VACIO PARA CORRIENTE ALTER-
NA.

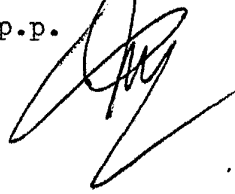
30 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la

presente memoria descriptiva que consta de cuarenta y una páginas
mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 3 octubre 1.974 .

BERNARDO UNGRÍA

P.P.



5

10

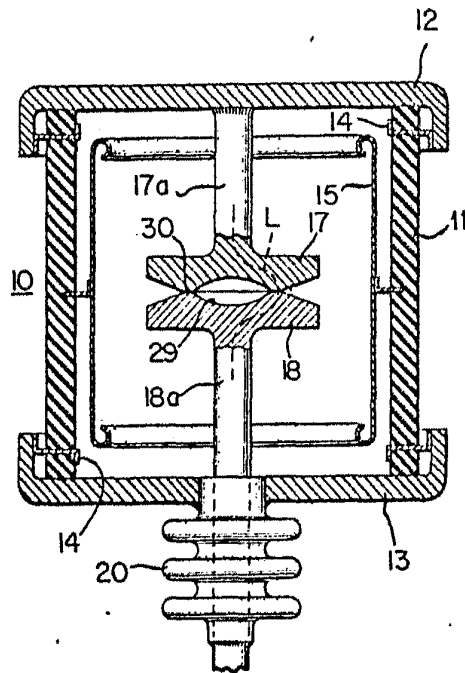


FIG. 1

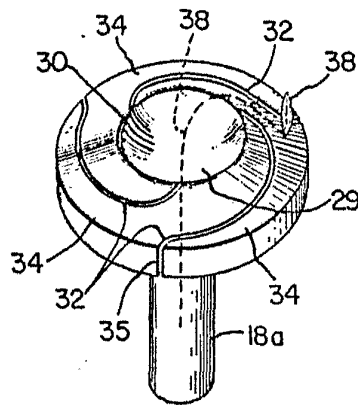


FIG. 2

ESCALA VARIABLE

Madrid, 30 de Octubre de 1974

BERNARDO UNGRIA

P. P.