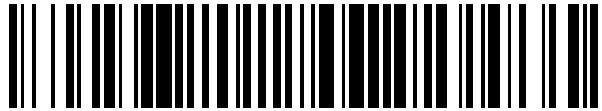


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 501 815**

51 Int. Cl.:

**H02B 13/055** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2011 E 11757888 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014 EP 2619863**

54 Título: **Aparato de corte de una corriente eléctrica de media o alta tensión y su procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

**22.09.2010 FR 1057603**

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

**02.10.2014**

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC ENERGY FRANCE  
(100.0%)**

**35, rue Josef Monier  
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**KIEFFEL, YANNICK;  
PICCOZ, DANIEL y  
GIRODET, ALAIN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 501 815 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 de corte de una corriente eléctrica de media o alta tensión y su procedimiento de fabricación

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un aparato de corte de una corriente eléctrica (también llamado aparato eléctrico de conexión/desconexión) para la media tensión, en el cual la extinción de los arcos eléctricos que pueden producirse está garantizada por un medio gaseoso que presenta unas propiedades de extinción de arco eléctrico comparables, e incluso superiores, a las del hexa-fluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) teniendo al mismo tiempo un impacto mínimo o nulo en el medio ambiente.

La invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de este aparato.

10 En lo que se ha expuesto y en lo que sigue, los términos « media tensión » y « alta tensión » se utilizan en su acepción habitual, es decir que el término « media tensión » designa una tensión que es superior a 1.000 voltios en corriente alterna y a 1.500 voltios en corriente continua, pero que no supera los 52.000 voltios en corriente alterna y los 75.000 voltios en corriente continua, mientras que el término « alta tensión » designa una tensión que es estrictamente superior a 52.000 voltios en corriente alterna y a 75.000 voltios en corriente continua.

15 El aparato de corte de una corriente eléctrica de acuerdo con la invención puede, en particular, ser un disyuntor, un interruptor, un combinado interruptor-fusibles, un seccionador, un seccionador de puesta a tierra o un contactor.

**Estado de la técnica anterior**

20 En los aparatos de corte de una corriente eléctrica de media o alta tensión, el corte de corriente se obtiene tradicionalmente mediante la separación de contactos eléctricos y la formación entre estos contactos de un arco eléctrico sobre el cual se sopla un fluido dieléctrico que permite enfriar este arco y provocar su extinción.

En la actualidad, el fluido dieléctrico que más a menudo se utiliza en los aparatos de corte es un gas, es decir el SF<sub>6</sub>.

Este gas presenta, en efecto, una rigidez dieléctrica relativamente alta, una buena conductividad térmica y unas bajas pérdidas dieléctricas. Es, además, químicamente inerte, ininflamable, no tóxico para el ser humano y los animales, y su precio es, incluso hoy en día, moderado.

25 Otra de sus ventajas reside en el hecho de que las especies moleculares e iónicas, que se forman cuando se ioniza en estado de plasma mediante un arco eléctrico, se recombinan rápidamente y casi totalmente, una vez apagado este arco eléctrico, para volver a dar SF<sub>6</sub>. Esto da como resultado que la cantidad de SF<sub>6</sub>, que está inicialmente presente en estado gaseoso en un aparato eléctrico de corte, se mantiene estable o casi estable a lo largo del tiempo.

30 Sin embargo, el SF<sub>6</sub> tiene como principal inconveniente que presenta un potencial de calentamiento global (PCG) de 23.900 (en relación con el CO<sub>2</sub> en 100 años) y un tiempo de permanencia en la atmósfera de 3.200 años, por lo que se le ha registrado por el Protocolo de Kioto (1997) en la lista de los gases cuyas emisiones deben limitarse.

Ahora bien, el mejor medio para limitar las emisiones de SF<sub>6</sub> sigue siendo limitar su uso en general y su uso en los aparatos de corte en particular.

35 Las mezclas de SF<sub>6</sub> y de nitrógeno se utilizan para limitar el impacto del SF<sub>6</sub> en el medio ambiente. En efecto, la adición de SF<sub>6</sub>, por ejemplo en la medida de entre un 10 y un 20 % en volumen, permite mejorar de forma significativa la rigidez dieléctrica del nitrógeno que, en tensión alterna (50 Hz), es sustancialmente tres veces más baja que la del SF<sub>6</sub>.

40 Sin embargo, debido al elevado PCG del SF<sub>6</sub>, el PCG de estas mezclas sigue siendo muy elevado. De este modo, por ejemplo, una mezcla formada por SF<sub>6</sub> y por nitrógeno, con una relación de volumen de 10/90, presenta entonces un PCG del orden de 8.650.

Por lo tanto, estas mezclas no se podrían considerar como medios gaseosos con un bajo impacto en el medio ambiente.

45 Lo mismo sucede con los perfluorocarbonos que presentan, de una manera general, unas propiedades dieléctricas interesantes, pero cuyos PCG se inscriben tradicionalmente en una gama que varía de 5.000 a 10.000 (6.500 para CF<sub>4</sub>, 7.000 para C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> y C<sub>4</sub>F<sub>10</sub>, 8.700 para c-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>, 9.200 para C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>).

50 Recientemente, se ha propuesto sustituir el SF<sub>6</sub> por trifluoroyodometano (CF<sub>3</sub>I) (Nakauchi y otros, XVI International Conference on Gas Discharge and their Applications, China, 11-15 de septiembre de 2006, [1]). En efecto, el CF<sub>3</sub>I presenta una rigidez dieléctrica superior a la del SF<sub>6</sub> y tanto en campo homogéneo como en campo heterogéneo, para un PCG inferior a 5 y un tiempo de permanencia en la atmósfera de 0,005 años.

Desgraciadamente, además de que el  $CF_3I$  es caro, presenta un valor medio de exposición (VME) del orden de entre 3 y 4 ppm y está clasificado entre las sustancias cancerígenas, mutágenas y reprotóxicas (CMR) de categoría 3, lo que resulta inadmisibile para un uso a escala industrial.

5 Por otra parte, los aparatos de corte en los que la extinción de arco eléctrico se lleva a cabo mediante aceite presentan el principal inconveniente de que explotan en caso de que no haya corte o exista un defecto interno.

10 Los aparatos de corte en los que la extinción de arco eléctrico se lleva a cabo mediante el aire ambiente son, por lo general, de grandes dimensiones, caros y sensibles al medio ambiente (humedad, contaminación) mientras que los aparatos de corte, en particular del tipo interruptores-seccionadores, de ampolla de vacío son muy caros y, por ello, apenas están presentes en el mercado. El documento US 2008/135817 da a conocer un aparato de corte que comprende un medio gaseoso con al menos una fluorocetona.

Teniendo en cuenta lo anterior, los inventores se han fijado por lo tanto como objetivo ofrecer un aparato de corte de una corriente eléctrica de media o alta tensión, en el cual la extinción de los arcos eléctricos que pueden producirse está garantizada por un fluido dieléctrico que, aunque presente un poder de extinción de arco eléctrico comparable, e incluso superior, al del  $SF_6$ , tenga un impacto en el medio ambiente mínimo o nulo.

15 También se han fijado como objetivo que este fluido dieléctrico no sea tóxico para el ser humano y los animales.

También se han fijado como objetivo que este fluido dieléctrico tenga un coste compatible con su uso en la fabricación de aparatos de corte a escala industrial.

### **Descripción de la invención**

20 Esos objetivos y otros más se alcanzan mediante la invención que propone, en primer lugar, un aparato de corte de una corriente eléctrica de media tensión, que comprende una cámara estanca en la cual se encuentran unos componentes eléctricos así como un medio gaseoso que garantiza la extinción de los arcos eléctricos que pueden producirse dentro de esta cámara, y que se caracteriza porque:

- el medio gaseoso comprende al menos una fluorocetona, sola o mezclada con al menos un gas que no pertenece a la familia de las fluorocetonas;
- 25 – la fluorocetona está presente en la cámara parcialmente en estado líquido y parcialmente en estado gaseoso; y porque
- la cámara comprende, además, unos medios para absorber las especies moleculares que se forman tras la ionización que experimenta esta fluorocetona durante un arco eléctrico.

30 En efecto, resulta que en el marco de sus investigaciones, los inventores han constatado que las fluorocetonas, que no son tóxicas, que se degradan muy rápidamente en la atmósfera a causa de la sensibilidad a los ultravioletas que presente el doble enlace del grupo cetona  $-C=O$  que estas contienen y que tienen, por ello, un PCG próximo a 1, presentan, en estado gaseoso, unas propiedades de extinción de arco eléctrico especialmente interesantes y, a este respecto, pueden sustituir de manera muy ventajosa el  $SF_6$  en los aparatos de corte de una corriente eléctrica.

35 Sin embargo, también se ha constatado que las fluorocetonas no presentan, tras la ionización en estado de plasma, una capacidad de reconstituirse similar a la que presenta el  $SF_6$  y que, por lo tanto, la cantidad de fluorocetona(s), que está inicialmente presente en estado gaseoso en un aparato de corte de una corriente eléctrica, se reduce a medida que aumenta el número de cortes realizados por este aparato.

La invención también prevé, para superar este problema adicional:

- 40 – por una parte, colocar una « fuente » de fluorocetona gaseosa en la cámara del aparato de corte, estando esta fuente representada por la fracción de fluorocetona que está presente en estado líquido dentro de esta cámara y que va a vaporizarse parcialmente en fluorocetona gaseosa cuando la presión parcial de la fracción de fluorocetona que, a su vez, está presente en estado gaseoso dentro de la cámara va a reducirse tras la aparición de un arco eléctrico debido a la incapacidad que presenta esta fluorocetona para reconstituirse una vez ionizada por este arco eléctrico; y
- 45 – por otra parte, atrapar las especies moleculares que se forman tras la ionización de la fluorocetona de tal modo que la formación de estas especies no genere un aumento demasiado importante de la presión total que impera dentro de la cámara y, por lo tanto, una reducción demasiado importante de la fracción de fluorocetona que está presente en estado gaseoso dentro de esta cámara.

50 De acuerdo con la invención, la fluorocetona se selecciona, de preferencia, entre las fluorocetonas que tienen un número total de átomos de carbono que varían de 3 a 8, pudiendo estas fluorocetonas comprender una o varias funciones cetona.

Además, se prefiere seleccionar la fluorocetona entre las fluorocetonas que responden a la fórmula empírica  $C_nF_{2n}O$  en la cual n es un número entero de varía de 3 a 8.

En la práctica, las fluorocetonas son:

- la fluorocetona de fórmula empírica  $C_3F_6O$  y de fórmula semi-desarrollada  $CF_3-CO-CF_3$ , que de aquí en adelante se llamará más simplemente C3K;
- 5 – la fluorocetona de fórmula empírica  $C_4F_8O$  y de fórmula semi-desarrollada  $CF_3-CO-CF_2-CF_3$ , que de aquí en adelante se llamará más simplemente C4K;
- la fluorocetona de fórmula empírica  $C_5F_{10}O$  y de fórmula semi-desarrollada  $CF_3-CO-CF-(CF_3)_2$ , que de aquí en adelante se llamará más simplemente C5K;
- la fluorocetona de fórmula empírica  $C_6F_{12}O$  y de fórmula semi-desarrollada  $CF_3-CF_2-CO-CF-(CF_3)_2$ , que de aquí en adelante se llamará más simplemente C6K;
- 10 – las fluorocetonas de fórmula empírica  $C_7F_{14}O$  y de fórmulas semi-desarrolladas  $CF_3-CF_2-CF_2-CO-CF_2-CF_2-CF_3$ ,  $CF_3-CF_2-CF_2-CO-CF-(CF_3)_2$  y  $(CF_3)_2-CF-CO-CF-(CF_3)_2$ , que de aquí en adelante se llamarán más simplemente C7K; y
- las fluorocetonas de fórmula empírica  $C_8F_{16}O$  y de fórmulas semi-desarrolladas  $CF_3-CF_2-CF_2-CF_2-CO-CF_2-CF_2-CF_3$ ,  $CF_3-CF_2-CF_2-CF_2-CO-CF-(CF_3)_2$  y  $(CF_3)_2-CF-CF_2-CO-CF-(CF_3)_2$ , que de aquí en adelante se llamará más simplemente C8K.
- 15

El gas que no pertenece a la familia de las fluorocetonas se selecciona, por su parte, de preferencia entre los gases que presentan, por una parte, una temperatura de ebullición muy baja, es decir tradicionalmente igual o inferior a  $-50$  °C a la presión estándar, y, por otra parte, una rigidez dieléctrica que es al menos igual a la que presenta el dióxido de carbono en unas condiciones de ensayo estrictamente idénticas (mismos equipos, misma configuración geométrica, mismos parámetros operativos...) a las utilizadas para medir la rigidez dieléctrica de dicho gas.

20

Además, se prefiere que este gas no sea tóxico, es decir que no esté clasificado entre las sustancias consideradas como cancerígenas, mutágenas y/o tóxicas para la reproducción por el Reglamento (CE) nº. 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo del 16 de diciembre de 2008, y que presenta, por otra parte, un PCG bajo, es decir tradicionalmente igual o inferior a 500 y, aun mejor, igual o inferior a 10.

25 Gases que presentan todas estas propiedades son, por ejemplo, aire (PCG de 0), nitrógeno (PCG de 0), helio (PCG de 0), dióxido de carbono (PCG de 1), oxígeno (PCG de 0) y protóxido de nitrógeno (PCG de 310).

De este modo, los medios gaseosos que se pueden utilizar en el aparato de corte de acuerdo con la invención pueden, en particular, consistir en unas mezclas compuestas por una o varias de las fluorocetonas anteriormente mencionadas y por uno o varios gases seleccionados entre aire, nitrógeno, oxígeno, helio, dióxido de carbono y protóxido de nitrógeno como, por ejemplo, las mezclas C8K/aire, C8K/N<sub>2</sub>, C8K/O<sub>2</sub>, C8K/CO<sub>2</sub>, C7K/aire, C7K/N<sub>2</sub>, C7K/O<sub>2</sub>, C7K/CO<sub>2</sub>, C6K/aire, C6K/N<sub>2</sub>, C6K/O<sub>2</sub>, C6K/CO<sub>2</sub>, C5K/aire, C5K/N<sub>2</sub>, C5K/O<sub>2</sub>, C5K/CO<sub>2</sub>, C3K/C8K/aire, C3K/C8K/N<sub>2</sub>, C3K/C8K/O<sub>2</sub>, C3K/C8K/CO<sub>2</sub>, C3K/C7K/aire, C3K/C7K/N<sub>2</sub>, C3K/C7K/O<sub>2</sub>, C3K/C7K/CO<sub>2</sub>, C3K/C6K/aire, C3K/C6K/N<sub>2</sub>, C3K/C6K/O<sub>2</sub>, C3K/C6K/CO<sub>2</sub>, C4K/C6K/aire, C4K/C6K/N<sub>2</sub>, C4K/C6K/O<sub>2</sub>, C4K/C6K/CO<sub>2</sub>, C5K/C6K/aire, C5K/C6K/N<sub>2</sub>, C5K/C6K/O<sub>2</sub>, C5K/C6K/CO<sub>2</sub>, C3K/C5K/C6K/aire, C3K/C5K/C6K/N<sub>2</sub>, C3K/C5K/C6K/O<sub>2</sub>, C3K/C5K/C6K/CO<sub>2</sub>, C4K/C5K/C6K/aire, C4K/C5K/C6K/N<sub>2</sub>, C4K/C5K/C6K/O<sub>2</sub>, C4K/C5K/C6K/CO<sub>2</sub>, C6K/aire/N<sub>2</sub>, C6K/aire/CO<sub>2</sub>, C6K/aire/N<sub>2</sub>O, C4K/C5K/N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, C4K/C5K/He/O<sub>2</sub>, C4K/C5K/CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, C4K/C5K/N<sub>2</sub>O/O<sub>2</sub>, C4K/C5K/aire/N<sub>2</sub>, C4K/C5K/aire/He, C4K/C5K/aire/CO<sub>2</sub>, C4K/C5K/aire/N<sub>2</sub>O, C4K/C6K/N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, C4K/C6K/He/O<sub>2</sub>, C4K/C6K/CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, C4K/C6K/N<sub>2</sub>O/O<sub>2</sub>, C4K/C6K/aire/N<sub>2</sub>, C4K/C6K/aire/He, C4K/C6K/aire/CO<sub>2</sub>, C4K/C6K/aire/N<sub>2</sub>O, C5K/C6K/N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, C5K/C6K/He/O<sub>2</sub>, C5K/C6K/CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, C5K/C6K/N<sub>2</sub>O/O<sub>2</sub>, C5K/C6K/aire/N<sub>2</sub>, C5K/C6K/aire/He, C5K/C6K/aire/CO<sub>2</sub>, C5K/C6K/aire/N<sub>2</sub>O, etc., sobreentendiéndose que se pueden considerar todas las combinaciones entre dichas fluorocetonas y dichos gases.

30

35

40

El PCG global de estas mezclas está más o menos en relación con las presiones parciales de cada uno de sus componentes o en relación con el porcentaje de volumen de cada uno de estos componentes.

45 Entre estos medios gaseosos, se prefiere de manera más particular los que consisten en mezclas de C4K, de C5K, de C6K y/o de C7K y de uno o varios gases seleccionados entre nitrógeno, aire y dióxido de carbono.

Sea como sea, la fluorocetona o todas las fluorocetonas presentes en el medio gaseoso representa como mínimo un 1 % en volumen del volumen total de este medio y puede alcanzar un 100 % en volumen en función de la o de las fluorocetonas utilizadas, de la tensión asignada del aparato de corte y de las especificaciones con las que debe cumplir este aparato.

50 De este modo, por ejemplo, para un aparato de corte para alta tensión, las proporciones de fluorocetona(s) en volumen serán tradicionalmente de entre un 3 y un 40 % mientras que, para un aparato de corte para media tensión, serán por lo general más altas, tradicionalmente de entre un 3 y un 100 %.

La ionización en estado de plasma de una fluorocetona conduce a la formación de especies moleculares de menor masa molecular y, por lo tanto, de menor tamaño que esta. También, los medios para absorber las especies moleculares que se forman tras la ionización que experimenta la fluorocetona durante un arco eléctrico consisten, de preferencia, en uno o varios dispositivos que comprenden un material sólido y poroso capaz de absorber y de retener en sus poros únicamente moléculas que presentan un tamaño inferior al que presentan las moléculas de esta fluorocetona. Dicho material puede ser, en particular, alúmina activada, carbón activo, un tamiz molecular

55

carbonado (o MSC por « Molecular Sieve Carbon ») o una zeolita.

La invención también tiene por objeto un procedimiento de fabricación de un aparato de corte de una corriente eléctrica tal como se ha definido con anterioridad, que comprende una etapa de llenado de una cámara estanca, en la cual se encuentran unos componentes eléctricos, con al menos una fluorocetona, sola o mezclada con al menos un gas que no pertenece a la familia de las fluorocetonas, y que se caracteriza porque esta etapa de llenado comprende de forma sucesiva:

- la producción del vacío en la cámara;
- el calentamiento de esta cámara a una temperatura  $\theta_1$  superior a una temperatura máxima de uso del aparato;
- la inyección de la fluorocetona, en estado gaseoso, dentro de la cámara hasta que esta fluorocetona esté a una presión dentro de esta cámara comprendida entre la presión de vapor de saturación que presenta a la temperatura  $\theta_1$  y la presión de vapor de saturación que presenta a dicha temperatura máxima de uso del aparato;
- el enfriamiento de la cámara a una temperatura  $\theta_2$  inferior a dicha temperatura máxima de uso del aparato; y eventualmente
- la inyección del gas que no pertenece a la familia de las fluorocetonas dentro de la cámara hasta que se alcance dentro de esta cámara una presión total (o absoluta) predeterminada.

Se entenderá mejor la invención con la lectura de la descripción complementaria que viene a continuación y que se refiere a un ejemplo de realización de un aparato de corte de una corriente eléctrica mediante el procedimiento de acuerdo con la invención.

Evidentemente, no obstante, esta descripción complementaria únicamente se da a título ilustrativo del objeto de la invención y no constituye en modo alguno una limitación de este objeto.

**Descripción detallada de un ejemplo de realización de un aparato de corte de acuerdo con la invención**

El presente ejemplo se refiere a la fabricación de un aparato de corte que está destinado a usarse a una temperatura que no supera los 80 °C en su pared y en el cual se prevé que la extinción de los arcos eléctricos que pueden producirse la lleve a cabo un medio gaseoso compuesto por C6K y por CO<sub>2</sub> en una relación de volumen de 10/90.

Este aparato comprende, de manera conocida en sí misma, una cámara cerrada, con un volumen de 10 l, y un determinado número de componentes eléctricos que están alojados dentro de esta cámara. También están alojados dentro de esa cámara unos medios específicos para absorber las especies moleculares que se forman tras la ionización de C6K como, por ejemplo, una zeolita del tipo de las que comercializa la empresa CECA bajo la denominación comercial Siliporite™.

Para llenar la cámara con C6K y con CO<sub>2</sub>, se comienza produciendo el vacío dentro de esta cámara hasta obtener una presión residual del orden de 0,1 kPa (10<sup>-3</sup> bares) dentro de esta cámara.

A continuación, se calienta la cámara para llevar su temperatura interna a 40 °C.

Manteniendo la temperatura interna en este valor, se inyecta el C6K, que se ha calentado previamente a una temperatura superior a su punto de ebullición (49 °C a presión normal) de tal modo que esté en estado gaseoso, dentro de la cámara por diferencia de presión y hasta que la presión del C6K dentro de la cámara sea de 73 kPa (0,73 bares).

Se detiene el calentamiento de la cámara y se deja que su temperatura interna vuelva a 20 °C.

La presión de C6K dentro de la cámara cae entonces a 33 kPa (0,33 bares) que, como se puede ver en la siguiente tabla 1, en la cual se indican los valores de presión de vapor de saturación (PVS) de C6K en función de la temperatura, corresponde a la PVS que presenta esta fluorocetona a la temperatura de 20 °C, y la fracción de fluorocetona correspondiente a los 40 kPa restantes pasa entonces a fase líquida.

Se inyecta entonces el CO<sub>2</sub> dentro de la cámara hasta que se obtiene una presión total dentro de esta cámara de 330 kPa (3,3 bares).

C6K tiene un volumen molar de 22,4 l/mol a 0 °C y 101,32 kPa (1 atmósfera) y una masa molecular de 316 g/mol. Se puede, por lo tanto, determinar la masa y el volumen de la fracción de C6K que está presente en estado líquido dentro de la cámara, es decir 53,3 g y 33 ml a 20 °C.

A la temperatura de 20 °C, la cámara del aparato así obtenida contiene, por lo tanto, un medio gaseoso que está sometido a una presión total de 330 kPa (3,3 bares), que está formado por una mezcla de C6K y de CO<sub>2</sub> en una relación de volumen de 10/90 y en la cual la presión parcial de C6K es de 33 kPa (0,33 bares), así como 33 ml de C6K en estado líquido.

Este medio gaseoso está adaptado para utilizarse como medio de extinción de arco eléctrico.

## ES 2 501 815 T3

Con la aparición de un arco eléctrico, una parte de la fracción de C6K, que está presente en estado gaseoso dentro de la cámara, se va a descomponer en especies moleculares de menor masa molecular y, por lo tanto, de menor tamaño que esta. Esto va a tener como efecto el aumento de la presión total que impera dentro de la cámara mientras baja la presión parcial de C6K por debajo de su PVS.

- 5 Las especies moleculares así formadas quedan atrapadas en el tamiz molecular mientras que una parte de la fracción de C6K, que está presente en estado líquido dentro de la cámara, va a pasar a la fase gaseosa, lo que va a tener el efecto de conducir la presión parcial de C6K a un valor igual a su PVS (esto es 33 kPa o 0,33 bares a 20 °C) y la relación de volumen C6K/CO<sub>2</sub> a su valor de origen.

- 10 Mediante este mecanismo, se puede mantener estable o casi estable la relación de volumen C6K/CO<sub>2</sub>, para una temperatura dada, a pesar del número de cortes realizados por el aparato.

Tabla 1

Temperatura	PVS
20 °C	33 kPa (0,33 bares)
30 °C	50 kPa (0,50 bares)
40 °C	73 kPa (0,73 bares)
50 °C	104 kPa (1,04 bares)
60 °C	145 kPa (1,45 bares)
70 °C	197 kPa (1,97 bares)
80 °C	262 kPa (2,62 bares)
90 °C	343 kPa (3,43 bares)
100 °C	442 kPa (4,42 bares)

### Referencia citada

- 15 [1] Nakauchi y otros, XVI International Conference on Gas Discharge and their Applications, China, 11-15 de septiembre de 2006.

## REIVINDICACIONES

1. Aparato de corte de una corriente eléctrica de media tensión, que comprende una cámara estanca en la cual se encuentran unos componentes eléctricos así como un medio gaseoso que garantiza la extinción de los arcos eléctricos que pueden producirse dentro de esta cámara, el medio gaseoso comprende al menos una fluorocetona, sola o mezclada con al menos un gas que no pertenece a la familia de las fluorocetonas, y que **se caracteriza porque**:
- la fluorocetona está presente dentro de la cámara parcialmente en estado líquido y parcialmente en estado gaseoso; y **porque**
  - la cámara comprende, además, unos medios para absorber las especies moleculares que se forman tras la ionización que experimenta esta fluorocetona durante un arco eléctrico.
2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la fluorocetona está seleccionada entre las fluorocetonas que tienen un número total de átomos de carbono que varía de 3 a 8 carbonos y una o varias funciones cetona.
3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** la fluorocetona está seleccionada entre las fluorocetonas que responden a la fórmula empírica  $C_nF_{2n}O$  en la cual n es un número entero que varía de 3 a 8.
4. Aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en el cual la fluorocetona está seleccionada entre las fluorocetonas que responden a las siguientes fórmulas semi-desarrolladas:
- CF<sub>3</sub>-CO-CF<sub>3</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CO-CF<sub>2</sub>-CF<sub>3</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CO-CF-(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CF<sub>2</sub>-CO-CF-(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CO-CF<sub>2</sub>-CF<sub>3</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CO-CF-(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;  
 (CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-CF-CO-CF-(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CO-CF<sub>2</sub>-CF<sub>3</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CO-CF-(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; y  
 (CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-CF-CF<sub>2</sub>-CO-CF-(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.
5. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el gas que no pertenece a la familia de las fluorocetonas está seleccionado entre aire, nitrógeno, oxígeno, helio, dióxido de carbono y protóxido de nitrógeno.
6. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, **caracterizado porque** el medio gaseoso consiste en una mezcla de una o varias de las fluorocetonas seleccionadas entre las fluorocetonas que responden a las siguientes fórmulas semi-desarrolladas:
- CF<sub>3</sub>-CO-CF<sub>3</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CO-CF<sub>2</sub>-CF<sub>3</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CO-CF-(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CF<sub>2</sub>-CO-CF-(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CO-CF<sub>2</sub>-CF<sub>3</sub>;  
 CF<sub>3</sub>-CF<sub>2</sub>-CF<sub>2</sub>-CO-CF-(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;  
 (CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-CF-CO-CF-(CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>,
- y de un gas o varios gases seleccionado(s) entre nitrógeno, aire y dióxido de carbono.
7. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la fluorocetona o la totalidad de las fluorocetonas presentes en el medio gaseoso representa al menos un 1 % en volumen del volumen total de este medio.
8. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los medios para absorber las especies moleculares consisten en uno o varios dispositivos que comprenden alúmina activada, carbón activo, un tamiz molecular carbonado y/o una zeolita.
9. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** es un disyuntor, un interruptor, un seccionador, un combinado interruptor-fusibles, un seccionador de puesta a tierra o un contactor.
10. Procedimiento de fabricación de un aparato de corte de una corriente eléctrica de media tensión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende una etapa de llenado de una cámara estanca, en la cual se encuentran unos componentes eléctricos, con al menos una fluorocetona, sola o mezclada con al menos un gas que no pertenece a la familia de las fluorocetonas, y que **se caracteriza porque** esta etapa de llenado comprende de forma sucesiva:

## ES 2 501 815 T3

- la producción de un vacío parcial en la cámara;
- el calentamiento de esta cámara a una temperatura  $\theta_1$  superior a una temperatura máxima de uso del aparato;
- 5 - la inyección de la fluorocetona, en estado gaseoso, dentro de la cámara hasta que esta fluorocetona esté a una presión dentro de esta cámara comprendida entre la presión de vapor de saturación que presenta a la temperatura  $\theta_1$  y la presión de vapor de saturación que presenta a la temperatura máxima de uso del aparato;
- el enfriamiento de la cámara a una temperatura  $\theta_2$  inferior a dicha temperatura máxima de uso del aparato; y eventualmente
- 10 - la inyección del gas que no pertenece a la familia de las fluorocetonas dentro de la cámara hasta que se alcance dentro de esta cámara una presión total predeterminada.