

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 480**

51 Int. Cl.:

H01B 3/20 (2006.01)

H01F 27/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2007** **E 07730390 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013** **EP 2128874**

54 Título: **Equipo eléctrico aislado con un fluido dieléctrico biodegradable**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.09.2013

73 Titular/es:

SÁNCHEZ DE LEMA, ALBERTO (100.0%)
AVENIDA DE LA SALUD 23
28411 MORALZARZAL (MADRID), ES

72 Inventor/es:

SÁNCHEZ DE LEMA, ALBERTO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 423 480 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).

eicosenoico, behénico, erúxico, palmiolfítico, docosadienoico, lignosérico, tetracosenoico, margárico, margaroleico, gadoleico, caprílico, cáprico, laúrico, pentadecanoico y heptadecanoico. Se diferencian entre sí por el número de átomos de carbono y por el número de insaturaciones (dobles enlaces carbono-carbono)

5 Los tres ácidos grasos en una molécula de triacilglicerol pueden ser los mismos o pueden ser dos o tres ácidos grasos diferentes. La composición de ácidos grasos de los triacilgliceroles varía entre especies vegetales y menos entre cepas de una especie particular. Los aceites vegetales derivados de una cepa única tienen esencialmente la misma composición de ácidos grasos en sus triacilgliceroles. Cada triacilglicerol tiene propiedades únicas dependiendo de los ácidos grasos que contenga. Por ejemplo, algunos triacilgliceroles son más susceptibles a oxidación que otros. En este sentido, los aceites formados por triacilgliceroles con ácidos grasos mono-insaturados (con un solo enlace doble C=C) tienen una estabilidad a la oxidación mayor que los aceites formados por triacilgliceroles con ácidos grasos con dos o tres dobles enlaces carbono-carbono. Asimismo, los aceites formados por triacilgliceroles con ácidos grasos saturados (ningún doble enlace C=C) tendrán una estabilidad a la oxidación aun mayor que los ácidos grasos mono-insaturados pero su punto de fluidez mínima sería mucho más alto.

15 Las mayores ventajas del uso de aceites vegetales como fluidos dieléctricos se resumen en su excelente biodegradabilidad, su obtención a partir de fuentes naturales renovables, su no-toxicidad, su alto punto de ignición ($\cong 360$ °C) y su reducido coste en comparación con otras opciones con alto punto de ignición como los ésteres sintéticos. Todas las tendencias medioambientales, de salud y de seguridad han reforzado la idea de utilizar los fluidos dieléctricos basados en aceites vegetales.

20 Sin embargo, los aceites vegetales o sus derivados no están exentos de problemas en su aplicación como fluidos dieléctricos en equipo eléctrico.

Por ejemplo, el punto de congelación (o punto de fluidez mínima) de los aceites vegetales es una propiedad a tener en cuenta. El punto de congelación define la temperatura a la que un líquido pasa al estado sólido, con la consiguiente pérdida de propiedades refrigerantes. Según la única norma existente que especifica las propiedades de un aceite vegetal para su uso como fluido dieléctrico, la norma americana ASTM D6871-03, el punto de congelación debe ser como máximo de -10 °C. Por ello es importante que el fluido dieléctrico esté basado en aceites vegetales que aseguren la permanencia como líquido fluente, incluso cuando el fluido dieléctrico este sometido a temperaturas moderadamente bajas (menores que -15 °C). Habitualmente se utilizan aditivos para disminuir el punto de congelación y conseguir líquidos dieléctricos que sean más resistentes a las bajas temperaturas. Por ejemplo se han usado aditivos como PMA (polimetacrilato), oligómeros y polímeros de acetato de polivinilo y/o oligómeros y polímeros acrílicos, dietilhexil adipato, polialquilmacrilato.

Otros factores problemáticos en las propiedades de los aceites vegetales son la presencia de agua, crecimiento microbiano, la presencia de sólidos, etc.

35 Pero de hecho uno de los problemas más importantes que presentan los aceites vegetales es el de la oxidación. Los aceites vegetales son normalmente susceptibles a la polimerización cuando se exponen al oxígeno. La exposición al oxígeno activa los enlaces no saturados presentes en los ácidos grasos de los triacilgliceroles de los aceites causando la polimerización oxidativa del aceite, con efectos potencialmente adversos sobre las propiedades del propio fluido dieléctrico. Su susceptibilidad a la oxidación es un fuerte obstáculo para su utilización como dieléctrico.

40 El problema de la oxidación de los aceites se ha solucionado habitualmente mediante la adición de aceites de antioxidantes sintéticos como BHA (hidroanisol butilado), BHT (hidrotolueno butilado), TBHQ (butilhidroquinona terciaria), THBP (tetra-hidro-butro-fenona), palmitato de ascorbilo (aceite de romero), galato de propilo etc. Por otro lado, el problema de la oxidación de los fluidos dieléctricos basados en aceites vegetales se acentúa en aparatos eléctricos debido a la actividad catalítica del cobre o de otros metales presentes en este tipo de aparatos.

45 Todos los problemas anteriormente citados ya han sido planteados anteriormente en las patentes EP1365420, US 2004069975, US6613250, US6340658, US6645404, US6280659, JP2000090740 y JP2005317259, con soluciones diferentes.

Los inventores de la presente invención proponen un equipo eléctrico que comprende un líquido dieléctrico que aporta una solución técnica alternativa al problema de la oxidación y que proporciona unas características muy ventajosas al líquido para su aplicación como aislante y refrigerante de aparatos eléctricos.

50 La solución al problema de la oxidación del fluido dieléctrico dentro de equipo eléctrico proviene del uso de aceites con muy alto contenido en ácido oleico y obtenidos por procedimientos de refinado que permiten conservar en un alto porcentaje los tocoferoles naturales presentes en dichos aceites vegetales, dado que los procedimientos tradicionales de refinado comportan la pérdida de una importante cantidad de sus tocoferoles. Un ejemplo de procedimiento apropiado para los fines de la presente invención se describe en la patente US 5928696. Los autores han descubierto que determinados aceites vegetales con contenidos en ácido oleico muy altos y contenidos en linoleico bajos, y que conservan en gran medida sus tocoferoles naturales, tienen suficiente poder antioxidante como para evitar tener que añadir aditivos antioxidantes, tales como por ejemplo aditivos antioxidantes sintéticos no biodegradables, como se estaba haciendo hasta ahora. Los tocoferoles, sin embargo, además de ser

sustancialmente biodegradables, son sustancias que están presentes de forma natural en la composición de los aceites y que poseen importantes propiedades antioxidantes. Existen cuatro tipos de tocoferoles α -, β -, γ - y δ - tocoferol que poseen diferente poder antioxidante y que se presentan en diferentes proporciones dependiendo del tipo de aceite vegetal y de la variedad de la que se obtenga.

- 5 Además, para solucionar el problema de la aceleración de la oxidación por causa de la actividad catalítica de los metales presentes en equipo eléctrico, los autores de la presente invención estipulan la incorporación de desactivadores de metales tales como derivados de triazol, de benzotriazol, de dimercaptotriazol, etc.

Objeto de la invención

10 Un primer objeto de la invención es un equipo eléctrico para una red de distribución de energía eléctrica que comprende una cuba o envoltorio que integra uno o más elementos eléctricos aislados en un fluido dieléctrico biodegradable exento de aditivos antioxidantes añadidos, sintéticos o no, que comprende un aceite o una mezcla de aceites vegetales con un contenido en ácido oleico (C18:1) superior al 75 %, un contenido en tocoferoles naturales superior a 200 ppm y que incorpora un aditivo desactivador de metales en una proporción inferior al 1 % en peso.

15 El segundo objeto de la invención es un procedimiento para aislar y refrigerar elementos eléctricos en una red de distribución de energía que comprende sumergir o envolver dichos elementos eléctricos en un fluido dieléctrico biodegradable exento de aditivos antioxidantes sintéticos añadidos al mismo que comprende un aceite o una mezcla de aceites vegetales con un contenido en ácido oleico (C18:1) superior al 75 %, con un contenido en tocoferoles naturales superior a 200 ppm y un aditivo desactivador de metales en una proporción inferior al 1 %.

Descripción detallada la invención

20 La invención se refiere en primer lugar a un equipo eléctrico para una red de distribución de energía eléctrica que comprende una cuba o envoltorio que integra uno o más elementos eléctricos aislados en un fluido dieléctrico biodegradable exento de aditivos antioxidantes sintéticos añadidos al mismo que comprende un aceite o una mezcla de aceites vegetales con un contenido en ácido oleico (C18:1) superior al 75 %, caracterizado por tener un contenido en tocoferoles naturales superior a 200 ppm y un aditivo desactivador de metales en una proporción inferior al 1 %.

25 En una realización preferida de la invención el contenido de tocoferoles naturales del fluido es superior a 300 ppm y en una realización aun más preferida es superior a 400 ppm.

En una realización preferida de la invención el contenido en ácido oleico del aceite o los aceites vegetales que componen el fluido dieléctrico es superior al 80 % y en una realización aun más preferida dicho contenido es superior al 90 %.

30 Dado que en el equipo eléctrico los líquidos dieléctricos están usualmente en contacto con metales, el fluido dieléctrico incluye como aditivo un desactivador de metales para evitar que el cobre u otro metal en contacto con el aceite actúe como catalizador de las reacciones de oxidación del mismo. Por lo tanto, es adecuado incluir en la composición del líquido dieléctrico un desactivador de metales, tal como por ejemplo cualquier derivado del triazol, del benzotriazol o del dimercaptotriazol.

35 Además, el fluido dieléctrico incorporado en el equipo eléctrico de la invención comprende preferiblemente:

- a) un contenido en ácido linoleico (C18:2) inferior al 3,5 %
- b) un contenido en ácido linolénico (C18:3) inferior al 1 %
- c) un contenido en ácido palmítico (C16:0) inferior al 4 %
- d) un contenido en ácido esteárico (C18:0) inferior al 2,5 %

40 Son especialmente adecuados para su uso como fluido dieléctrico en el contexto de la presente invención aceites o mezclas de aceites de girasol, de colza, de soja, de algodón, de jojoba, de alazor, de oliva o de orujo de oliva con alto contenido de oleico, aunque la realización preferida de la invención implica el uso de aceite de girasol de alto oleico. Estos aceites, además de niveles altos de ácido oleico, poseen de manera natural una gran cantidad de tocoferoles que se pierden en gran parte en los procesos normales de refinado. El refinado de dichos aceites de acuerdo con procedimientos capaces de conservar en gran medida sus tocoferoles naturales contribuye a que estos aceites sean muy adecuados para su uso como fluidos dieléctricos sin peligro de oxidación de los mismos. Por ejemplo, los procedimientos descritos en la patente US 5928696 permiten obtener aceites con concentraciones de tocoferoles superiores a 400 ppm y con bajos contenidos en fosfátidos, ácidos grasos libres y ceras.

50 El aceite o aceites resultantes de los procedimientos citados pueden someterse a un proceso posterior de destilación al vacío, utilizando una combinación de calor y vacío, para eliminar una gran parte de su humedad. La deshumidificación del aceite es necesaria debido al hecho de que el aceite puede tener un nivel inicial de humedad que lo haga inapropiado para utilizarse como líquido dieléctrico. De esta forma, el aceite vegetal se procesa con objeto de eliminar la humedad excesiva hasta un nivel inferior a 50 ppm.

Los aceites así obtenidos se caracterizan por tener unos tiempos de inducción superiores a 25 horas en el ensayo Rancimat (EN 14112) y un índice de biodegradabilidad superior al 99 % después de 21 días (CEC-L-33-A-93). Es decir, usando los mencionados aceites o sus mezclas se consiguen fluidos dieléctricos de alta calidad y rendimiento excelente que satisfacen o exceden los estándares de seguridad y que a su vez no son tóxicos, son inocuos para el medioambiente y tienen un menor coste que otros fluidos dieléctricos.

5 El fluido dieléctrico incorporado al aparato de la invención puede llevar, además, aditivos adicionales dependiendo del tipo de aplicación a la que se le vaya a someter.

10 Para aplicaciones en equipo eléctrico presente en ambientes en los que la temperatura puede descender a temperaturas inferiores a -15 °C es recomendable añadir además un aditivo para disminuir el punto de congelación, preferiblemente del tipo polialquilmecrilato. El uso de estos aditivos permite obtener fluidos dieléctricos con puntos de congelación iguales o inferiores a -18 °C.

En una realización particular de la invención el equipo eléctrico de la invención puede ser cubículos de aparamenta y/o protección, transformadores, transformadores autoprotegidos con fusibles limitadores de corriente o centros de transformación con múltiples elementos de aparamenta y múltiples dispositivos de protección.

15 El segundo aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para aislar y refrigerar elementos eléctricos en una red de distribución de energía que comprende sumergir o envolver dichos elementos eléctricos en un fluido dieléctrico biodegradable exento de aditivos antioxidantes sintéticos añadidos al mismo que comprende un aceite o una mezcla de aceites vegetales con un contenido en ácido oleico (C18:1) superior al 75 %, con un contenido en tocoferoles naturales superior a 200 ppm y un aditivo desactivador de metales en una proporción inferior al 1 %.

20 Como resulta obvio, todos los elementos y características opcionales y adicionales aquí descritos y referentes al fluido dieléctrico son aplicables en el procedimiento de aislamiento y refrigeración de elementos eléctricos en una red de distribución aquí descrito.

Realización preferente de la invención

25 La especial composición en ácidos grasos de los triacilgliceroles de los aceites vegetales empleados y el proceso de obtención de los mismos, así como su secado final, confieren al líquido resultante unas propiedades físicas específicas que le hacen particularmente adecuado para su uso como líquido dieléctrico.

Un ejemplo preferido de la invención consiste en un transformador en el que se incluye como aislante y refrigerante un líquido dieléctrico con la siguiente composición:

Aceite de girasol con un alto contenido en ácido oleico con:

30 a) tocoferoles naturales

	ppm
α -tocoferol	402,0
β -tocoferol	17,1
γ -tocoferol	8,6
δ -tocoferol	
Total	427,7

b) triacilgliceroles, con la siguiente composición de ácidos grasos

	%
C16:0	< 4,0
C18:0	< 2,5
C18:1	> 90
C18:2	< 3,5
C18:3	< 1,0

ES 2 423 480 T3

c) 5000 ppm de un aditivo desactivador de metales derivado de dimercaptotiadiazol (Additin RC 8210 de Rhein Chemie) que corresponde a menos del 1 % en peso del total de la composición.

El líquido dieléctrico con la composición arriba indicada tiene las siguientes propiedades:

Propiedad	Valor
contenido en agua	< 50 ppm
rigidez dieléctrica	> 40 kV
pto. ignición	> 350 °C
pto. inflamación (copa abierta)	> 300 °C
pto. Congelación	< -15 °C
estabilidad a la oxidación - Rancimat EN14112 (aire a 110 °C, 10 l/h)	> 25 horas
estabilidad a la oxidación - Rancimat EN14112 (aire a 110 °C, 10 l/h) con cobre(*)	> 6,5 horas

5

Opcionalmente, para algunas realizaciones más exigentes, en lugares donde el equipo eléctrico está sometido a temperaturas extremadamente bajas, el punto de fluidez puede reducirse más añadiendo al aceite un aditivo para obtener un punto de congelación menor. De esta forma, pueden utilizarse aditivos comercialmente disponibles que sean compatibles con los aceites vegetales, tales como por ejemplo el producto conocido como Viscoplex 10-310.

10

REIVINDICACIONES

1. Un equipo eléctrico para una red de distribución de energía eléctrica que comprende una cuba o envoltante que integra uno o más elementos eléctricos aislados en un fluido dieléctrico biodegradable exento de aditivos antioxidantes sintéticos añadidos al mismo que comprende un aceite o una mezcla de aceites vegetales con un contenido en ácido oleico (C18:1) superior al 75 %, con un contenido en tocoferoles naturales superior a 200 ppm y un aditivo desactivador de metales en una proporción inferior al 1 %.
2. Un equipo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido dieléctrico comprende un aceite o mezcla de aceites con un contenido en ácido oleico (C18:1) superior al 80 %.
3. Un equipo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido dieléctrico comprende un aceite o mezcla de aceites con un contenido en ácido oleico (C18:1) superior al 90 %.
4. Un equipo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el contenido de tocoferoles naturales del fluido eléctrico es superior a 300 ppm.
5. Un equipo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el contenido de tocoferoles naturales del fluido dieléctrico es superior a 400 ppm.
6. Un equipo eléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el fluido dieléctrico tiene un punto de ignición superior a 350 °C.
7. Un equipo eléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el fluido dieléctrico comprende aceite o aceites vegetales que comprende:
- a) un contenido en ácido linoleico (C18:2) inferior al 3,5 %
 - b) un contenido en ácido linolénico (C18:3) inferior al 1 %
 - c) un contenido en ácido palmítico (C16:0) inferior al 4 %
 - d) un contenido en ácido esteárico (C18:0) inferior al 2,5 %
8. Un equipo eléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el fluido dieléctrico comprende un aditivo para disminuir el punto de congelación.
9. Un equipo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** el aditivo es del tipo polialquilmetacrílico.
10. Un equipo eléctrico de acuerdo con las reivindicaciones 8 y 9, **caracterizado porque** el fluido dieléctrico tiene un punto de congelación igual o inferior a -18 °C.
11. Un equipo eléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el desactivador de metales del fluido dieléctrico es un derivado del triazol, de benzotriazol o dimercaptotriazol.
12. Un equipo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el desactivador de metales es un derivado de dimercaptotriazol.
13. Un equipo eléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el aceite o mezcla de aceites vegetales del fluido dieléctrico pueden ser de aceites de girasol, de colza, de soja, de algodón, de jojoba, de alazor, de oliva o de orujo de oliva con un alto contenido de oleico.
14. Un equipo eléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores seleccionado entre cubículos de aparamenta y/o protección, transformadores, transformadores autoprottegidos con fusibles limitadores de corriente o centros de transformación con múltiples elementos de aparamenta y múltiples dispositivos de protección.
15. Procedimiento para aislar y refrigerar elementos eléctricos en una red de distribución de energía que comprende sumergir o envolver dichos elementos eléctricos en un fluido dieléctrico biodegradable exento de aditivos antioxidantes sintéticos añadidos al mismo que comprende un aceite o una mezcla de aceites vegetales con un contenido en ácido oleico (C18:1) superior al 75 %, con un contenido en tocoferoles naturales superior a 200 ppm y un aditivo desactivador de metales en una proporción inferior al 1 %.