

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 577**

51 Int. Cl.:  
**H01B 3/20**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07704608 .4**

96 Fecha de presentación: **15.02.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1984927**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.2008**

54 Título: **COMPOSICIÓN DE ACEITE PARA AISLAMIENTO ELÉCTRICO.**

30 Prioridad:  
**16.02.2006 JP 2006039407**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**06.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**06.02.2012**

73 Titular/es:  
**Shell Internationale Research Maatschappij B.V.  
2596 HR The Hague, NL**

72 Inventor/es:  
**BABA, Yoshiharu;  
TAKAHASHI, Hiroyuki;  
TERAI, Hideto y  
TANAKA, Norimitsu**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

**ES 2 373 577 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

Composición de aceite para aislamiento eléctrico

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una composición de aceite para aislamiento eléctrico.

10 Los transformadores, disyuntores de circuito de alta presión y otros dispositivos eléctricos de alta presión se rellenan con composiciones de aceite para aislamiento eléctrico antes de su uso. No obstante, es posible que dichos dispositivos se usen sin mantenimiento durante largos períodos una vez que se inicia la operación. De manera similar, se requiere que dichas composiciones mantengan propiedades físicas estables y propiedades eléctricas durante un periodo prolongado.

15 Se sabe que cuando se usan las composiciones de aceite para aislamiento eléctrico durante un largo período de tiempo, se deterioran, provocando una disminución de las propiedades anti-corrosión y una disminución de las propiedades eléctricas debido al incremento del valor ácido de las composiciones de aceite para aislamiento eléctrico y a la formación de un lodo. Además, con la tendencia hacia una mayor presión, un mayor tamaño y una vida útil más larga de los dispositivos eléctricos de alta presión, la estabilidad de las composiciones de aceite para  
20 aislamiento eléctrico usadas en el presente documento se hace más importante.

La IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) ha especificado el rendimiento requerido de las composiciones de aceite para aislamiento eléctrico para el relleno de transformadores, disyuntores de circuito de alta presión y otros dispositivos eléctricos, y el rendimiento requerido para las composiciones de aceite para aislamiento de aceite mineral capaces de soportar el uso a largo plazo como los estándares IEC 296 e IEC 60296.  
25

Mientras tanto, con las ventajas de la tecnología de refinado de aceite mineral, se ha adoptado ampliamente el método de hidro-refinado, haciendo posible obtener aceites a partir de compuestos aromáticos policíclicos, componentes insaturados, habiéndose retirado de forma apropiada el contenido de nitrógeno y el contenido de azufre. El principio, se consideró que era mejor que la composición de aceite para aislamiento eléctrico no presentara ningún contenido de nitrógeno o de azufre.  
30

Posteriormente, no obstante, la solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública N°. 2000-345177A divulgó que, con respecto a la estabilidad frente a la oxidación y a otros aspectos, resulta preferible que las composiciones de aceite para aislamiento eléctrico contengan cierta cantidad de estos componentes. De este modo, se ha propuesto en el documento JP 2000-345177A que, mediante la reducción del contenido de resina de la composición de aceite para aislamiento eléctrico hasta  $\leq 100$  ppm, y también mediante la incorporación de cantidades pequeñas de contenido de azufre de tipo sulfuro y de contenido total de nitrógeno, aumenta la estabilidad de la composición de aceite para aislamiento eléctrico y se inhiben los aumentos de carga eléctrica.  
35  
40

De hecho, resulta extremadamente difícil refinar crudo de petróleo mediante procesos de refinado de petróleo hasta un estado en el que el contenido de nitrógeno o el contenido de azufre sean tales que resulten apropiados para su uso en la composición de aceite para aislamiento eléctrico.

45 Por consiguiente, en la actualidad, aunque se han producido intentos para ajustar los componentes presentes mediante la adición de una combinación apropiada de aditivos o similar que presenta un contenido de nitrógeno o un contenido de azufre a los aceites refinados altamente purificados, existen limitaciones sobre los aditivos que se pueden usar, dependiendo de la especificación del aceite para aislamiento eléctrico, además, existen problemas de costes y complicaciones de gestión de la producción.

50 Por tanto, resulta deseable la posibilidad de obtener una composición de aceite para aislamiento eléctrico que presente un equilibrio de excelentes propiedades eléctricas, rendimiento a baja temperatura, estabilidad frente a la oxidación térmica y propiedades anti-corrosión por medio de un método simple y rentable.

55 En la presente invención, se ha encontrado de manera sorprendente que, a través de la adición de pequeñas cantidades de aceite de reserva claro sobre aceite mineral hidro-refinado y/o aceite de hidrocarburos sintético, es posible aumentar de manera simple y rentable la estabilidad frente a la oxidación térmica y obtener composiciones de aceite para aislamiento eléctrico que sean capaces de satisfacer los distintos tipos de rendimiento requeridos para la composición de aceite para aislamiento eléctrico en el Estándar IEC 296 y el Estándar IEC 60296.  
60

Por consiguiente, la presente invención proporciona una composición de aceite para aislamiento eléctrico que tiene un punto de inflamación (PMCC) de 130 °C o más y un punto de fluidez de -45 °C o menor, comprendiendo la composición aceite mineral hidro-refinado y/o un aceite de hidrocarburo sintético dentro del intervalo de 0,5 a 10 % en peso de aceite de reserva claro, basado en el peso total de la composición de aceite aislante eléctrica.

En una realización preferida de la presente invención, la composición de aceite para aislamiento eléctrico presenta un punto de inflamación (PMCC) de 135 °C o más.

5 El aceite mineral hidro-refinado que puede estar presente en la composición de aceite para aislamiento eléctrico de la presente invención se puede refinar mediante hidrogenación de aceite mineral. Ejemplos de aceites minerales hidro-refinados que se pueden usar de manera conveniente incluyen aceite mineral nafténico hidro-refinado y aceite mineral parafínico hidro-refinado.

10 A través del hidro-refinado de aceites minerales, se retiran sustancias aromáticas policíclicas, componentes insaturados y compuestos de azufre y compuestos de nitrógeno. En comparación con los aceites minerales parafínicos hidro-refinados, los aceites minerales nafténicos hidro-refinados pueden presentar mejores propiedades de flujo a baja temperatura y menor estabilidad frente a la oxidación y, por el contrario, en comparación con los aceites minerales nafténicos hidro-refinados, los aceites minerales parafínicos hidro-refinados pueden presentar propiedades inferiores de flujo a baja temperatura, pero mejora estabilidad frente a la oxidación.

15 Ejemplos de aceites de hidrocarburos sintéticos que se pueden usar de manera conveniente en la composición de aceite para aislamiento eléctrico de la presente invención incluyen polipropileno, polibuteno, polipenteno y otros aceites de hidrocarburo sintéticos isoparafínicos, poli- $\alpha$ -olefinas (PAO) del Grupo IV de la clasificación de aceite de base API (American Petroleum Institute) que se recogen a continuación en la Tabla 1, y aceites sintéticos Gas a Líquido (GTL).

De manera conveniente, se pueden usar aceites de base de hidrocarburo sintético comercializados por el grupo Shell con la denominación de "XHVI".

25 La solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública 52-072706 A y la solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública 07-228876 describen métodos de fabricación de aceites de hidrocarburos sintéticos que se pueden usar en la composición de aceite para aislamiento eléctrico de la presente invención.

30 Los aceites minerales hidro-refinados anteriormente mencionados y los aceites de hidrocarburos sintéticos se pueden usar solos. No obstante, el punto de fluidez, la viscosidad cinemática, la estabilidad frente a la oxidación térmica de la composición de aceite para aislamiento eléctrico de la presente invención se puede ajustar de manera óptima mediante la combinación apropiada de varias sustancias.

35 El aceite mineral hidro-refinado y/o el aceite de hidrocarburo sintético usado en la composición de aceite para aislamiento eléctrico de la presente invención presentan una viscosidad cinemática preferida a 40 °C dentro del intervalo de 8,0 a 24 mm<sup>2</sup>/g.

40 Aceites minerales hidro-refinados preferidos se pueden escoger entre aceites minerales nafténicos hidro-refinados y/o aceites minerales parafínicos hidro-refinados del Grupo II o el Grupo III de la clasificación de aceites de base API.

45 Los aceites de hidrocarburo sintéticos preferidos se pueden escoger entre aceites sintéticos isoparafínicos, aceites sintéticos GTL y poli- $\alpha$ -olefinas (PAO) que pertenecen al Grupo IV de la clasificación de aceites de base API o sus mezclas.

50 Debido a que la viscosidad cinemática del aceite de reserva claro es relativamente elevada en comparación con los aceites minerales hidro-refinados y/o con los aceites de hidrocarburo sintéticos, es particularmente preferido que la viscosidad cinemática intrínseca del aceite mineral hidro-refinado y/o del aceite de hidrocarburo hidro-refinado a 40 °C sea de 16 mm<sup>2</sup>/g o menos, más preferentemente de 12 mm<sup>2</sup>/s o menos si se usa aceite mineral hidro-refinado o aceite de hidrocarburo sintético junto con aceite de reserva claro.

55 Si se usan combinaciones de aceite mineral hidro-refinado y aceite de hidrocarburo sintético con aceite de reserva claro, preferentemente la viscosidad cinemática respectiva del aceite mineral y del aceite de hidrocarburo se encuentra cada una dentro del intervalo de 8,0 a 24,0 mm<sup>2</sup>/s, más preferentemente dentro del intervalo de 8,0 a 20,0 mm<sup>2</sup>/s.

TABLA 1

Clase	Contenido de azufre % en peso	Contenido saturado % en peso	Índice de viscosidad
Grupo I	> 0,03	< 90	80 – 120
Grupo II	≤ 0,03	≥ 90	80 -120
Grupo III	≤ 0,03	≥ 90	≥ 120
Grupo IV	Poli- $\alpha$ -olefina		
Grupo V	Sustancias que no pertenecen a los Grupos I-IV (ésteres, etc.)		

El aceite de reserva claro añadido al aceite mineral hidro-refinado anteriormente mencionado y/o al aceite de hidrocarburo sintético se puede obtener mediante destilación posterior a presión reducida, del aceite mineral residual a presión atmosférica obtenido cuando se destila el aceite mineral parafínico a presión atmosférica a partir de crudo de petróleo, y llevando a cabo procesos de eliminación de asfaltos, extracción con disolvente y eliminación de ceras con disolvente sobre dicho aceite residual a presión reducida. Es decir, dicho aceite de reserva claro puede ser un

5 aceite de base de aceite mineral pesado obtenido por medio de destilación a presión reducida del aceite mineral parafínico residual procedente de la destilación atmosférica de crudo de petróleo, y el tratamiento de eliminación de asfaltos, extracción con disolvente y eliminación de ceras con disolvente del aceite residual obtenido.

10 El aceite de reserva claro usado en la presente invención es preferentemente un aceite de base que pertenece al Grupo I de la clasificación de aceite de base API, con un contenido total de azufre dentro del intervalo de 0,4 a 2,0 % en peso, un contenido de mercaptano de 100 ppm en peso o menos, un contenido de azufre de tipo sulfuro de 0,5 % en peso o menos, un contenido total de nitrógeno dentro del intervalo de 100 a 500 ppm en peso, un contenido de nitrógeno básico de 300 ppm en peso o menos y un contenido total de componentes polares (IP368) dentro del

15 intervalo de 30 a 70 % en peso.

Varios compuestos de azufre y compuestos de nitrógeno se concentran en dicho aceite de reserva claro mediante procesos de destilación y procesos de extracción con disolvente. A través del uso de dicho aceite de reserva claro dentro del intervalo de 0,5 a 10 % en peso, en la composición de aceite para aislamiento eléctrico de la presente invención, preferentemente dentro del intervalo de 0,5 a 8,0 % en peso, basado en el peso total de dicha composición de aceite para aislamiento eléctrico, se incorporan el contenido de azufre anteriormente mencionado y el contenido de nitrógeno en cantidades apropiadas en la composición de aceite para aislamiento eléctrico. Además, es posible mejorar de forma considerable su estabilidad frente a la oxidación térmica. Si los contenidos de azufre de mercaptano anteriormente mencionado y de azufre de tipo sulfuro son demasiado elevados, entonces la corrosividad se hace más elevada, lo que no resulta deseable. Además, si el contenido de nitrógeno básico supera 300 ppm en peso, el rendimiento de estabilidad frente a la oxidación puede disminuir.

20 La composición de aceite para aislamiento eléctrico de la presente invención presenta una viscosidad cinemática preferida a 40 oC dentro del intervalo de 8,0 a 16,0 mm<sup>2</sup>/g, más preferentemente dentro del intervalo de 8,0 a 12,0 mm<sup>2</sup>/g. Con una viscosidad cinemática a 40 oC de menos que 8,0 mm<sup>2</sup>/g, no se puede obtener un punto de inflamación satisfactorio. Si la viscosidad cinemática a 40 oC supera 16,0 mm<sup>2</sup>/g, entonces la eficacia de circulación de la composición de aceite para aislamiento eléctrico en el transformador puede decrecer, pudiendo el efecto de refrigeración resulta inapropiado, y pudiendo tener lugar el sobrecalentamiento.

25 La composición de aceite para aislamiento eléctrico de la presente invención puede comprender uno o más aditivos de oxidante. De manera conveniente, los antioxidantes que se usan son antioxidantes fenólicos o amínicos.

Ejemplos de antioxidantes fenólicos que se pueden usar de manera conveniente en las composición de aceite para aislamiento eléctrico de la presente invención incluyen 4,4'-metilénbis(2,6-di-terc-butilfenol), 4,4'-bis(2,6-di-terc-butilfenol), 4,4'-bis(2-metil-6-terc-butilfenol), 2,2'-metilénbis(4-etil-6-terc-butilfenol), 2,2'-metilénbis(4-metil-6-terc-butilfenol), 4,4'-butilidénbis(3-metil-6-terc-butilfenol), 4,4'-isopropilidénbis(2,6-di-terc-butilfenol), 2,2'-metilénbis(4-metil-6-nonilfenol), 2,2'-isobutilidénbis(4,6-dimetilfenol), 2,2'-metilénbis(4-metil-6-ciclohexilfenol), 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol, 2,6-di-terc-butil-4-etilfenol, 2,4-dimetil-6-terc-butilfenol, 2,6-di-terc-butil- $\alpha$ -dimetilamino-p-cresol, 2,6-di-terc-butil-4(N,N'-dimetilaminometilfenol), 4,4'-tio-bis(2-metil-6-terc-butilfenol), 4,4'-tiobis(3-metil-6-terc-butilfenol), 2,2'-tiobis(4-metil-6-terc-butilfenol), sulfuro de bis(3-metil-4-hidroxi-5-terc-butilbencilo), sulfuro de bis(3,5-di-terc-butil-4-hidroxibencilo), propionato de 2,2'-tio-dietilénbis[3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenilo)], propionato de tridecil-3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenilo), propionato de pentaeritritil-tetraquis[3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenilo)], propionato de octil-3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenilo), propionato de octadecil-3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenilo), propionato de octil-3-(3-metil-5-terc-butil-4-hidroxifenilo).

30 Preferentemente, el contenido de uno o más de los aditivos de antioxidante es menor que 2 % en peso, más preferentemente menor que 1 % en peso, incluso más preferentemente menor que 0,6 % en peso, y del modo más preferido menor que 0,4 % en peso, basado en el peso total de la composición de aceite para aislamiento eléctrico.

35 En una realización preferida de la presente invención, la composición de aceite para aislamiento eléctrico comprende dentro del intervalo de 0,01 a 0,4 % en peso de antioxidante fenólico, basado en el peso total de la composición de aceite para aislamiento eléctrico.

40 En otras realizaciones de la presente invención, es preferible que la composición de aceite para aislamiento eléctrico comprenda dentro del intervalo de 0,01 a 0,08 % en peso o dentro del intervalo de 0,08 a 0,4 % en peso del antioxidante fenólico, basado en el peso total de la composición de aceite para aislamiento eléctrico.

También, otros aditivos que pueden estar presentes en la composición de aceite para aislamiento eléctrico de la presente invención dependen de la aplicación específica de la composición de aceite para aislamiento eléctrico.

45 A través de la adición del aceite de reserva claro al aceite mineral hidro-refinado anteriormente mencionado y/o al

aceite de hidrocarburo sintético, es posible obtener composiciones de aceite para aislamiento eléctrico conformes con el Estándar 296 de IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), Clase II, en el que tras mantener durante 168 horas a 100 °C durante el método de ensayo de estabilidad frente a la oxidación IEC 61125A, la formación de lodo es de 0,1 % en peso o menos, y el valor ácido es de 0,4 mg de KOH/g o menos.

Por consiguiente, en una realización preferida, la presente invención proporciona una composición de aceite para aislamiento eléctrico que presenta un punto de inflamación (PMCC) de 130 °C o más y un punto de fluidez de -45 °C o menos, comprendiendo la composición aceite mineral hidro-refinado y/o aceite de hidrocarburo sintético y dentro del intervalo de 0,5 a 10 % en peso de aceite de reserva claro, y siendo conforme la composición con el Estándar 296 de IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), Clase II, en el que tras 168 horas a 100 °C durante el método de ensayo de estabilidad frente a la oxidación IEC 61125A, la formación de lodo es de 0,1 % o menos, y el valor ácido es de 0,4 mg de KOH/g o menos.

Además, mediante la adición de aceite de reserva claro al aceite mineral hidro-refinado anteriormente mencionado y/o aceite de hidrocarburo sintético, es posible obtener composiciones de aceite para aislamiento eléctrico conformes con el Estándar IEC 60296, Tipo U, en el que tras 164 horas a 120 °C durante el método de ensayo de estabilidad frente a la oxidación IEC 61125C, la formación de lodo es de 0,8 % o menos, y el valor ácido es de 1,2 mg de KOH/g o menos.

Por consiguiente, en una realización preferida, la presente invención además proporciona una composición de aceite para aislamiento eléctrico que presenta un punto de inflamación (PMCC) de 130 °C o más, más preferentemente de 135 °C o más y un punto de fluidez de -45 °C o menos, comprendiendo la composición aceite mineral hidro-refinado y/o aceite de hidrocarburo sintético y dentro del intervalo de 0,5 a 10 % en peso de aceite de reserva claro, y siendo conforme la composición con el Estándar 60296 de IEC, Tipo U, en el que tras 164 horas a 120 °C durante el método de ensayo de estabilidad frente a la oxidación IEC 61125A, la formación de lodo es de 0,8 % o menos, y el valor ácido es de 1,2 mg de KOH/g o menos.

Además, en una realización preferida mediante la adición de un aceite de reserva claro, y la posterior adición dentro del intervalo de 0,01 a 0,4 % en peso, más preferentemente dentro del intervalo de 0,08 a 0,4 % en peso de un antioxidante, preferentemente un antioxidante fenólico, sobre el aceite mineral hidro-refinado anteriormente mencionado y/o el aceite de hidrocarburo sintético, es posible obtener composiciones de aceite para aislamiento eléctrico conformes con el Estándar EIC 60296, Tipo I, en que tras 500 horas a 120 °C durante el método de ensayo de estabilidad frente a la oxidación IEC 61125A, la formación de lodo es de 0,8 % o menos, y el valor ácido es de 1,2 mg de KOH/g o menos.

Por consiguiente, en una realización preferida, la presente invención además proporciona una composición de aceite para aislamiento eléctrico que presenta un punto de inflamación (PMCC) de 130 °C o más, más preferentemente de 135 °C o más y un punto de fluidez de -45 °C o menos, comprendiendo la composición aceite mineral hidro-refinado y/o aceite de hidrocarburo sintético, dentro del intervalo de 0,5 a 10 % en peso de aceite de reserva claro y dentro del intervalo de 0,01 a 0,4 % en peso, más preferentemente dentro del intervalo de 0,08 a 0,4 % en peso de un antioxidante, preferentemente un antioxidante fenólico y siendo conforme la composición con el Estándar 60296 de IEC, Tipo I, en el que tras 500 horas a 120 °C durante el método de ensayo de estabilidad frente a la oxidación IEC 61125C, la formación de lodo es de 0,8 % o menos, y el valor ácido es de 1,2 mg de KOH/g o menos.

Además, de la misma forma, mediante la adición de un aceite de reserva claro, y la posterior adición dentro del intervalo de 0,01 a 0,4 % en peso, más preferentemente dentro del intervalo de 0,01 a 0,08 % en peso de un antioxidante, preferentemente un antioxidante fenólico, sobre el aceite mineral hidro-refinado anteriormente mencionado y/o el aceite de hidrocarburo sintético, es posible obtener composiciones de aceite para aislamiento eléctrico conformes con el Estándar EIC 60296, Tipo T, en que tras mantener 332 horas a 120 °C durante el método de ensayo de estabilidad frente a la oxidación IEC 61125C, la formación de lodo es de 0,8 % o menos, y el valor ácido es de 1,2 mg de KOH/g o menos.

Por consiguiente, en una realización preferida, la presente invención además proporciona una composición de aceite para aislamiento eléctrico que presenta un punto de inflamación (PMCC) de 130 °C o más, más preferentemente de 135 °C o más y un punto de fluidez de -45 °C o menos, comprendiendo la composición aceite mineral hidro-refinado y/o aceite de hidrocarburo sintético, dentro del intervalo de 0,5 a 10 % en peso de aceite de reserva claro y dentro del intervalo de 0,01 a 0,4 % en peso, más preferentemente dentro del intervalo de 0,01 a 0,08 % en peso de un antioxidante, preferentemente un antioxidante fenólico y siendo conforme la composición con el Estándar 60296 de IEC, Tipo T, en el que tras 332 horas a 120 °C durante el método de ensayo de estabilidad frente a la oxidación IEC 61125C, la formación de lodo es de 0,8 % o menos, y el valor ácido es de 1,2 mg de KOH/g o menos.

Esto es para decir, la presente invención proporciona una composición de aceite para aislamiento eléctrico que es conforme con uno o más de los siguientes estándares: Estándar IEC 296 (Comisión Electrotécnica Internacional) (Clase II), Estándar IEC 60296 (Tipo U), Estándar 60296 IEC (Tipo I) y Estándar IEC 60296 (Tipo T).

La presente invención proporciona además el uso de una composición de aceite para aislamiento eléctrico como se

ha descrito anteriormente con el fin de prestar conformidad con uno o más de Estándar IEC 296 (Comisión Electrotécnica Internacional) (Clase II), Estándar IEC 60296 (Tipo U), Estándar 60296 IEC (Tipo I) y Estándar IEC 60296 (Tipo T).

5 La presente invención además proporciona el uso de la composición anteriormente descrita como aceite para aislamiento eléctrico para su aplicación en uno o más transformadores, reguladores, disyuntores de circuito, reactores de centrales eléctricas, reactores en derivación, transmisores de conmutación, cables y material eléctrico.

10 La presente invención se describe haciendo referencia a los siguientes Ejemplos que no se pretende que limiten el alcance de la misma de ningún modo.

**Ejemplos**

15 Como en el caso de los aceites minerales hidro-refinados, se prepararon los aceites minerales y los aceites de hidrocarburos sintéticos, los aceites de base A-J y el aceite de reserva claro que presentan las propiedades que se muestran en la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4.

Aceites de base A-J y Aceite de Reserva Claro

20 Las propiedades de los aceites de base A-J y del aceite de reserva claro se muestran en las Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 sobre la base de los siguientes criterios.

- (1) Punto de inflamación: como para JIS K 2265 (PMCC: método cerrado de Pensky-Martens, y COC: método abierto de Cleveland).
- 25 (2) Viscosidad cinemática (40 °C), viscosidad cinemática (100 °C): como para ASTM D445.
- (3) Punto de fluidez: como para ASTM D97.
- (4) Valor ácido: como para ASTM D974.
- (5) PCA (contenido de PCA): como para BS2000P-346.

30 TABLA 2

	(Unidades)	Aceite de base A	Aceite de base B	Aceite de base C	Aceite de reserva claro
Aspecto		Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Densidad (15 °C)	g/cm <sup>3</sup>	0,9040	0,8300	0,8324	0,9014
Punto de inflamación (COC)	°C	146	140	200	324
Punto de inflamación (PMCC)	°C	138	135	182	266 o más
Viscosidad cin. (40 °C)	mm <sup>2</sup> /s	8,628	9,310	12,54	485,9
Viscosidad cin. (100 °C)	mm <sup>2</sup> /s	2,203	2,250	3,103	31,53
Punto de fluidez	°C	-55,0	-55,0	-24,0	-10,0
Valor ácido	mg KOH/g	0,00	0,00	0,01	0,01
Contenido PCA	% en peso	1,1	0,0	0,2	1,4
Contenido de azufre total	% en peso	≤ 0,0005	≤ 0,0001	0,0001	1,05
Azufre de tipo sulfuro	% en peso	≤ 0,0005	≤ 0,0001	≤ 0,0001	0,39
Azufre mercaptano	% en peso	≤ 0,0001	≤ 0,0001	≤ 0,0001	0,0041
Contenido de nitrógeno total	ppm	≤ 1	≤ 1	≤ 1	235
Contenido de nitrógeno básico	ppm	≤ 1	≤ 1	≤ 1	141
Análisis de anillo n-d-M (ASTM D3238)	% Ca	6,6	0,0	0,0	6,2
	% Cn	60,7	30,0	23,5	25,6
	% Cp	32,7	70,0	76,5	68,2
Tipo de aceite de base		Aceite de base nafténica hidro-refinado (aceite mineral)	Aceite de base isoparafínico (aceite sintético)	Aceite de base parafínico hidro-refinado (aceite mineral) con buenas propiedades de flujo a baja temperatura	Aceite de base parafínico refinado con disolvente (aceite mineral)

TABLA 3

	(Unidades)	Aceite de base D	Aceite de base E	Aceite de base F	Aceite de base G	Aceite de base H
Aspecto		Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Densidad (15 °C)	g/cm <sup>3</sup>	0,9067	0,8429	0,8401	0,8709	0,8470
Punto de inflamación (COC)	°C	147	178	138	158	168
Viscosidad cin. (40 °C)	mm <sup>2</sup> /s	9,348	9,610	9,129	7,879	9,630
Viscosidad cin. (100 °C)	mm <sup>2</sup> /s	2,285	2,595	2,517	2,194	2,590
Punto de fluidez	°C	-55,0	-12,5	-12,5	-27,5	-12,5
Valor ácido	mg KOH/g	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Contenido de azufre total	ppm	0,04	0,04	0,04	≤ 0,01	0,28
Contenido de nitrógeno total	ppm	5	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Nitrógeno básico	ppm	4	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Análisis de anillo n-d-M (ASTM D3238)	% Ca	9,6	3,0	3,4	7,0	5,4
	% Cn	55,3	30,0	28,0	39,5	28,2
	% Cp	35,1	67,0	68,6	53,5	66,4
		Aceite de base nafténico hidro-refinado (aceite mineral)	Aceite de base isoparafínico (aceite mineral)	Aceite de base parafínico hidro-refinado (aceite sintético)	Aceite de base parafínico hidro-refinado (aceite mineral)	Aceite de base parafínico (aceite mineral)

TABLA 4

	(Unidades)	Aceite de base I	Aceite de base J
Aspecto		Transparente	Transparente
Densidad (15 °C)	g/cm <sup>3</sup>	0,8184	0,8186
Punto de inflamación (COC)	°C	234	226
Viscosidad cin. (40 °C)	mm <sup>2</sup> /s	16,10	16,40
Punto de fluidez	°C	-20,0	≤ 50
Contenido de azufre total	ppm	≤ 1	≤ 1
Contenido de nitrógeno total	ppm	1	≤ 1
Nitrógeno básico	ppm	≤ 1	≤ 1
Análisis de anillo n-d-M (ASTM D3238)	% Ca	0,0	0,0
	% Cn	8,8	10,0
	% Cp	91,2	90,0
		Aceite de base GTL ("XHVI") (aceite sintético)	Poli- $\alpha$ -olefina aceite sintético)

5 Usando los aceites A-J de base anteriormente mencionados y el aceite de reserva claro, se prepararon los Ejemplos 1-7, que son composiciones de aceite para aislamiento eléctrico de acuerdo con la presente invención que no contiene antioxidantes, de acuerdo con las composiciones que se muestran en las Tabla 5 y en la Tabla 6.

10 Además, se prepararon los Ejemplos 8-11, que son composiciones de aceite para aislamiento eléctrico de acuerdo con la presente invención que contiene antioxidantes, de acuerdo con las composiciones que se muestran en la Tabla 7.

Además, a modo de comparación con los ejemplos anteriormente mencionados, se prepararon los Ejemplos Comparativos 1-15 de acuerdo con las composiciones que se muestran en las Tablas 8-10.

15 Con respecto al "tratamiento de arcilla" al que se refieren las Tablas 5-10, se usó arcilla activada en la cantidad que se muestra con respecto al componente de aceite y se mezclaron juntos mediante agitación durante 15 minutos a 30-40 °C, y se separó la capa de aceite mediante filtración. Se llevó a cabo el procesado por medio de los métodos normales de refinado para las composiciones de aceite para aislamiento eléctrico en cuanto a decoloración, desodorización, deshidratación y mejora de la estabilidad de las composiciones de aceite para aislamiento eléctrico.

TABLA 5

Composición	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5
Aceite de base A (% en peso)	80	80	80	60	80
Aceite de base B (% en peso)	16	-	17	-	-
Aceite de base C (% en peso)	-	16	-	-	-
Aceite de base D (% en peso)	-	-	-	25	25
Aceite de base H (% en peso)	-	-	-	13	13
Aceite de reserva claro (% en peso)	4	4	3	2	2
Tratamiento de arcilla*	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %

\* % en peso con respecto a la cantidad de componentes de aceite usados

TABLA 6

Composición	Ej. 6	Ej. 7
Aceite de base A (% en peso)	70,8	71,6
Aceite de base I (% en peso)	25,5	-
Aceite de base J (% en peso)	-	24,5
Aceite de reserva claro (% en peso)	3,7	3,9
Tratamiento de arcilla*	1 %	1 %

\* % en peso con respecto a la cantidad de componentes de aceite usados

5

TABLA 7

Composición	Ej. 8	Ej. 9	Ej. 10	Ej. 11
Aceite de base A (% en peso)	80	80	80	80
Aceite de base B (% en peso)	16	-	16	-
Aceite de base C (% en peso)	-	16	-	16
Aceite de reserva claro (% en peso)	3,9	3,9	3,95	3,95
Antioxidante "BHT" (% en peso)	0,1	0,1	0,05	0,05
Tratamiento de arcilla*	1 %	1 %	1 %	1 %

Nota: El antioxidante "BHT" es 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol

\* % en peso con respecto a la cantidad de componentes de aceite usados

TABLA 8

Composición	Ej. Comp. 1	Ej. Comp. 2	Ej. Comp. 3	Ej. Comp. 4	Ej. Comp. 5
Aceite de base A (% en peso)	100	-	-	80	80
Aceite de base B (% en peso)	-	-	-	20	-
Aceite de base C (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de base D (% en peso)	-	-	100	-	-
Aceite de base E (% en peso)	-	-	-	-	20
Aceite de base F (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de base G (% en peso)	-	100	-	-	-
Aceite de base H (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de reserva claro (% en peso)	-	-	-	-	-
Tratamiento de arcilla*	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %

\* % en peso con respecto a la cantidad de componentes de aceite usados

10

TABLA 9

Composición	Ej. Comp. 6	Ej. Comp. 7	Ej. Comp. 8	Ej. Comp. 9	Ej. Comp. 10
Aceite de base A (% en peso)	80	80	80	80	60
Aceite de base B (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de base C (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de base D (% en peso)	-	-	-	20	40
Aceite de base E (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de base F (% en peso)	20	-	-	-	-
Aceite de base G (% en peso)	-	20	30	-	-
Aceite de base H (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de reserva claro (% en peso)	-	-	-	-	-
Tratamiento de arcilla*	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %

\* % en peso con respecto a la cantidad de componentes de aceite usados

TABLA 10

Composición	Ej. Comp. 11	Ej. Comp. 12	Ej. Comp. 13	Ej. Comp. 14	Ej. Comp. 15
Aceite de base A (% en peso)	70	70	60	80	90
Aceite de base B (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de base C (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de base D (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de base E (% en peso)	15	20	27	-	-
Aceite de base F (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de base G (% en peso)	-	-	-	-	-
Aceite de base H (% en peso)	15	10	13	20	10
Aceite de reserva claro (% en peso)	-	-	-	-	-
Tratamiento de arcilla*	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %

\* % en peso con respecto a la cantidad de componentes de aceite usados

5 Se usaron los valores estándar IEC como los valores de referencia estándar para el rendimiento del aislamiento eléctrico de las composiciones de aceite. Si se satisfacen estos valores de referencia estándar, entonces se considera que es posible el uso estable a largo plazo a lo largo de un amplio intervalo de temperatura.

10 Por consiguiente, para los Ejemplos 1 y 2 anteriormente mencionados (que no contienen antioxidantes), se midieron los valores de las propiedades de aceite para aislamiento eléctrico, y esos resultados se muestran en la Tabla 11 junto con los valores de referencia estándar para el Estándar IEC 296, Clase II.

Además, para los Ejemplos 1, 2, 6 y 7 anteriormente mencionados (que no contienen antioxidantes), se midieron los valores de las propiedades de aceite para aislamiento eléctrico, y esos resultados se muestran en la Tabla 12 junto con los valores de referencia estándar para el Estándar IEC 60296, Tipo U.

15 La medición de los valores de las propiedades, diferentes de (1) a (5), descritos para los aceites de base anteriormente mencionados, fueron como se comenta a continuación.

- 20 (6) Tensión superficial: como en ASTM D971  
 (7) Azufre corrosivo: como en ASTM D1275.  
 (8) Contenido de agua: como en ASTM D1533  
 (9) Ensayo de oxidación (168 horas a 100 °C): como en el método IEC 61125A.  
 (10) Ensayo de oxidación (164 horas a 120 °C): como en el método IEC 61125C.  
 (11) Voltaje de ruptura de aislamiento: como en ASTM 1816 (VDE).

25 Para los Ejemplos 3-5 anteriormente mencionados (que no contienen antioxidantes), se midieron los valores de densidad y estabilidad frente a la oxidación sobre la base de anteriormente mencionado Estándar IEC 296, Clase II (168 horas a 100 °C, método IEC 61125A), y los resultados se muestran en la Tabla 13.

30 Para los Ejemplos 8-9 anteriormente mencionados (que contiene antioxidantes), se midieron las propiedades del aceite para aislamiento eléctrico, y los resultados se muestran en la Tabla 14 junto con los valores estándar para el Estándar IEC 60296, Tipo I.

35 La medición de los valores de las propiedades, diferentes de (1) a (11), descritas para los aceites de base anteriormente mencionados y para los Ejemplos (que no contienen antioxidantes), fue como se muestra a continuación.

(12) Ensayo de oxidación (500 horas a 120 °C): como en el método IEC 61125C.

40 Los ejemplos 10 y 11 (que contenían antioxidantes) presentaron contenidos de antioxidante menores que en los Ejemplos 8 y 9, y se midieron los valores de las propiedades de aceite para aislamiento eléctrico, y los resultados se muestran en la Tabla 15 junto con los valores estándar para el Estándar IEC 60296, Tipo T.

La medición de los valores de las propiedades, diferentes de (1) a (11), descritas para los aceites de base anteriormente mencionados y para los Ejemplos (que no contienen antioxidantes), fue como se muestra a

continuación.

(13) Ensayo de oxidación (332 horas a 120 °C): como en el método IEC 61125C.

5 Para los Ejemplos Comparativos 1-15, se midió la estabilidad frente a la oxidación anteriormente mencionada sobre la base del Estándar IEC 296, Clase II (168 horas a 100 °C, método IEC 61125A), y los resultados se muestran en las Tablas 16-18.

### 10 Discusión

10 Para las composiciones de aceite para aislamiento eléctrico que no contienen antioxidante de los Ejemplos 1-7, los valores relativos a la estabilidad frente a la oxidación (ensayo de oxidación de IEC), que es referido como un valor característico importante, fueron considerablemente menores que el Estándar IEC 296, Clase II, los valores de referencia estándar (valores máximos) o el Estándar IEC 60296, Tipo U, valores de referencia estándar (valores máximos) y se juzgaron dichas composiciones como excelentes desde el punto de vista de composiciones de aceite para aislamiento eléctrico.

15 Con los Ejemplos 1 y 2, los valores del ensayo de oxidación por medio del método IEC 61125A (168 horas a 100 °C) en el Estándar IEC 296 y del ensayo de oxidación del método IEC 61125C (164 horas a 120 °C) del Estándar IEC 60296 fueron considerablemente menores que los valores de referencia estándar (valores máximos) en cualquiera de estos estándares y las composiciones resultaron excelentes.

20 Además, para los Ejemplos 1, 2 6 y 7, se obtuvieron resultados favorables para todos los valores característicos que se recogen en la Tabla 11 y en la Tabla 12, en particular la viscosidad cinemática a 40 °C y -30 °C, el punto de fluidez y el valor ácido y todas las composiciones cumplieron con los valores de referencia estándar para el Estándar IEC 296, Tipo II y/o el Estándar IEC 60296, Tipo U.

25 Además, para las composiciones de aceite para aislamiento eléctrico que contienen antioxidante de los Ejemplos 8 y 9, en el ensayo de oxidación del método IEC 61125C (500 horas a 120 °C) relativo al Estándar IEC 60296, Tipo I, los valores referidos a la estabilidad frente a la oxidación, que es referido como un valor característico importante, fueron cada uno considerablemente menores que los valores de referencia estándar (valores máximos) de los mismos, y se juzgaron como composiciones excelentes de aceite para aislamiento eléctrico. Además, se obtuvieron también resultados favorables para los otros valores característicos recogidos en la Tabla 14, en particular la viscosidad cinemática, satisfaciendo ambas composiciones los valores de referencia estándar para el Estándar IEC 60296, Tipo I.

30 Además, con las composiciones de aceite para aislamiento eléctrico de los Ejemplos 10 y 11, que contenían pequeñas cantidades de antioxidante, en el ensayo de oxidación del método IEC 61125C (332 horas a 120 °C) relativo al Estándar IEC 60296, Tipo T, los valores relativos a la estabilidad frente a la oxidación, que es referido como un valor característico importante, fueron cada uno considerablemente menores que los valores de referencia estándar del mismo, y se juzgaron dichas composiciones como composiciones excelentes de aceite para aislamiento eléctrico. También se obtuvieron resultados favorables para los otros valores característicos recogidos en la Tabla 15, en particular para la viscosidad cinemática, y ambas composiciones cumplieron con los valores de referencia estándar para el Estándar IEC 60296, Tipo T.

35 No obstante, con las sustancias de los Ejemplos Comparativos 1-15, en las cuales no se usó el aceite de reserva claro, en el ensayo de oxidación del método IEC 61125A (168 horas a 100 °C) que se refiere al Estándar IEC 296 anteriormente mencionado, ninguna de las composiciones cumplió con los valores de referencia estándar para el Estándar IEC 296, Clase II. En otras palabras, las sustancias de los Ejemplos Comparativos 1-9 y 15 superaron considerablemente los valores de referencia estándar (valores máximos) y se juzgó que las composiciones comparativas resultaron inapropiadas para su uso como composiciones de aceite para aislamiento eléctrico. Además, aunque las composiciones de los Ejemplos Comparativos 10-14 cumplieron con los valores de referencia estándar relativos al valor de ácido, dichas composiciones no cumplieron con los valores de referencia estándar relativos a lodo, y se juzgó que dichas composiciones comparativas no se podían usar como composiciones de aceite para aislamiento eléctrico apropiadas.

40  
45  
50  
55

ES 2 373 577 T3

TABLA 11

		Valores de referencia de los criterios del Estándar IEC 296, Clase II	Ej. 1	Ej. 2
Antioxidante		No detectado	No detectado	No detectado
Viscosidad Cin. (mm <sup>2</sup> /g)	40 °C	≤ 11,0	10,06	10,73
	-30 °C	≤ 1800	1571	1389
Punto de inflamación (PMCC)	°C	≥ 130	136	138
Punto de fluidez	°C	≤ -45	< -50	< -50
Aspecto		Transparente	Transparente	Transparente
Densidad (20 °C)	g/cm <sup>3</sup>	≤ 0,895	0,8885	0,8890
Tensión superficial (25 °C)	mN/m	≥ 40	46	46
Valor de ácido	mg KOH/g	≤ 0,03	0,00	0,00
Azufre corrosivo	140 °C x 19 horas	No corrosivo	No corrosivo	No corrosivo
Contenido de agua (KF)	mg/kg	≤ 30	10	10
Tangente de pérdida dieléctrica (90 °C)		≤ 0,005	0,0031	0,0028
Ensayo de oxidación a 100 °C x 168 horas (método IEC 61125A)	Lodo (% peso)	≤ 0,10	0,04	0,04
	Valor ácido (mg KOH/g)	≤ 0,40	0,17	0,15
Voltaje de ruptura de aislamiento (electrodo VDE)	kV	≥ 30	80	80

TABLA 12

		Valores de referencia de los criterios del Estándar IEC 60296, Tipo U	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 6	Ej. 7
Antioxidante		No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado
Viscosidad Cin. (mm <sup>2</sup> /g)	40 °C	≤ 11,0	10,06	10,73	11,7	11,8
	-30 °C	≤ 1800	1571	1389	1413	1307
Punto de inflamación (PMCC)	°C	≥ 135	136	138	145	143
Punto de fluidez	°C	≤ -40	< -50	< -50	-45	< -50
Aspecto		Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Densidad (20 °C)	g/cm <sup>3</sup>	≤ 0,895	0,8885	0,8890	0,8787	0,8796
Tensión superficial (25 °C)	mN/m	≥ 40	46	46	46	46
Valor de ácido	mg KOH/g	≤ 0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Azufre corrosivo	140 °C x 19 horas	No corrosivo	No corrosivo	No corrosivo	No corrosivo	No corrosivo
Contenido de agua (KF)	mg/kg	≤ 30	10	10	10	10
Tangente de pérdida dieléctrica (90 °C)		≤ 0,005	0,0031	0,0028	0,0029	0,0027

Ensayo de oxidación a 100 °C x 168 horas (método IEC 61125A)	Lodo (% peso)	≤ 0,8	0,27	0,25	0,25	0,22
	Valor ácido (mg KOH/g)	≤ 1,2	0,39	0,39	0,38	0,35
	Tangente de pérdida dieléctrica (90 °C)	≤ 0,500	0,180	0,184	0,170	0,175
Contenido de PCA	% en peso	≤ 3	2,5	2,4	2,3	2,3
Voltaje de ruptura de aislamiento (electrodo VDE)	kV	≥ 30	80	80	80	80

TABLA 13

		Valores de referencia de los criterios del Estándar IEC 296, Clase II	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5
Antioxidante		No detectado	No detectado	No detectado	No detectado
Densidad (20 °C)	g/cm <sup>3</sup>	≤ 0,895	0,8877	0,8941	0,8942
Ensayo de oxidación a 100 °C x 168 horas (método IEC 61125A)	Valor ácido (mg KOH/g)	≤ 0,40	0,15	0,18	0,17
	Lodo (% peso)	≤ 0,10	0,08	0,06	0,04

5

TABLA 14

		Valores de referencia de los criterios del Estándar IEC 60296, Tipo I	Ej. 8	Ej. 9
Antioxidante		0,08 – 0,4 % en peso	0,1 % en peso	0,1% en peso
Viscosidad Cin. (mm <sup>2</sup> /g)	40 °C	≤ 12	10,04	10,68
	-30 °C	≤ 1800	1580	1385
Punto de inflamación (PMCC)	°C	≥ 135	135	140
Punto de fluidez	°C	≤ -40 °C	< -50	< -50
Aspecto		Transparente	Transparente	Transparente
Densidad (20 °C)	g/cm <sup>3</sup>	≤ 0,895	0,8885	0,8890
Tensión superficial	25 °C	≥ 40	46	46
Valor de ácido	mg KOH/g	≤ 0,01	0,001	0,001
Azufre corrosivo	140 °C x 19 horas	No corrosivo	No corrosivo	No corrosivo
Contenido de agua (KF)	mg/kg	≤ 30	10	10
Tangente de pérdida dieléctrica (90 °C)		≤ 0,005	0,0016	0,0009
Ensayo de oxidación a 100 °C x 168 horas (método IEC 61125C)	Lodo (% peso)	≤ 0,8	0,52	0,47
	Valor ácido (mg KOH/g)	≤ 1,2	0,52	0,49
	Tangente de pérdida dieléctrica (90 °C)	≤ 0,500	0,245	0,117
Contenido PCA	% en peso	≤ 3	2,5	2,4
Voltaje de ruptura de aislamiento (electrodo VDE)	kV	≥ 30	80	80

TABLA 15

		Valores de referencia de los criterios del Estándar IEC 60296, Tipo T	Ej. 10	Ej. 11
Antioxidante		0,01 – 0,08 % en peso	0,05 % en peso	0,05% en peso
Viscosidad Cin. (mm <sup>2</sup> /g)	40 °C	≤ 12	10,13	10,77
	-30 °C	≤ 1800	1692	1405
Punto de inflamación (PMCC)	°C	≥ 135	135	140
Punto de fluidez	°C	≤ -40 °C	< -50	< -50
Aspecto		Transparente	Transparente	Transparente
Densidad (20 °C)	g/cm <sup>3</sup>	≤ 0,895	0,8887	0,8892
Tensión superficial	25 °C	≥ 40	46	46
Valor de ácido	mg KOH/g	≤ 0,01	0,001	0,001
Azufre corrosivo	140 °C x 19 horas	No corrosivo	No corrosivo	No corrosivo
Contenido de agua (KF)	mg/kg	≤ 30	10	10
Tangente de pérdida dieléctrica (90 °C)		≤ 0,005	0,0016	0,0009
Ensayo de oxidación a 100 °C x 168 horas (método IEC 61125C)	Lodo (% peso)	≤ 0,8	0,43	0,44
	Valor ácido (mg KOH/g)	≤ 1,2	0,47	0,45
	Tangente de pérdida dieléctrica (90 °C)	≤ 0,500	0,215	0,160
Contenido PCA	% en peso	≤ 3	2,5	2,4
Voltaje de ruptura de aislamiento (electrodo VDE)	kV	≥ 30	80	80

TABLA 16

Propiedad		Valores de referencia de los criterios del Estándar IEC 296, Clase II	Ej. Comp. 1	Ej. Comp. 2	Ej. Comp. 3	Ej. Comp. 4	Ej. Comp. 5
Ensayo de oxidación 100 oC x 168 horas (método 61225CA)	Lodo (% peso)	≤ 0,10	8,58	1,62	1,63	7,96	8,86
	Valor ácido (mg KOH/g)	≤ 0,40	17,21	1,41	0,92	12,09	11,40

TABLA 17

Propiedad		Valores de referencia de los criterios del Estándar IEC 296, Clase II	Ej. Comp. 6	Ej. Comp. 7	Ej. Comp. 8	Ej. Comp. 9	Ej. Comp. 10
Ensayo de oxidación 100 oC x 168 horas (método 61225CA)	Lodo (% peso)	≤ 0,10	5,95	6,84	5,67	1,35	0,28
	Valor ácido (mg KOH/g)	≤ 0,40	6,77	8,73	7,19	0,81	0,14

TABLA 18

Propiedad		Valores de referencia de los criterios del Estándar IEC 296, Clase II	Ej. Comp. 11	Ej. Comp. 12	Ej. Comp. 13	Ej. Comp. 14	Ej. Comp. 15
Ensayo de oxidación 100 oC x 168 horas (método 61225CA)	Lodo (% peso)	$\leq 0,10$	0,31	0,30	0,24	0,43	1,57
	Valor ácido (mg KOH/g)	$\leq 0,40$	0,12	0,13	0,15	0,14	1,01

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una composición de aceite para aislamiento eléctrico que presenta un punto de inflamación (PMCC) de 130 °C o más y un punto de fluidez de -45 °C o menor, comprendiendo la composición aceite mineral hidro-refinado y/o aceite de hidrocarburo sintético dentro del intervalo de 0,5 a 10% en peso de aceite de reserva claro, basado en el peso total de composición de aceite para aislamiento eléctrico.
- 10 2. La composición de aceite para aislamiento eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha composición presenta un punto de inflamación (PMCC) de 135 °C o más.
3. La composición de aceite para aislamiento eléctrico de la reivindicación 1 ó 2, en la que dicha composición comprende en el intervalo de 0,01 a 0,4 % en peso de antioxidante fenólico, basado en el peso total de composición de aceite para aislamiento eléctrico.
- 15 4. La composición de aceite para aislamiento eléctrico de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que dicha composición comprende en el intervalo de 0,01 a 0,08 % en peso de antioxidante fenólico, basado en el peso total de la composición de aceite para aislamiento eléctrico.
- 20 5. La composición de aceite para aislamiento eléctrico de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que dicha composición comprende en el intervalo de 0,08 a 0,4 % en peso de antioxidante fenólico, basado en el peso total de la composición de aceite para aislamiento eléctrico
- 25 6. La composición de aceite para aislamiento eléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el aceite mineral hidro-refinado presenta una viscosidad cinemática dentro del intervalo de 8,0 a 24 mm<sup>2</sup>/s a 40 °C y se escoge entre un aceite mineral nafténico hidro-refinado y/o un aceite mineral parafínico hidro-refinado del Grupo II o Grupo III de la clasificación API de aceites de base.
- 30 7. La composición de aceite para aislamiento eléctrico de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el aceite de hidrocarburo sintético presenta una viscosidad cinemática dentro del intervalo de 8,0 a 24 mm<sup>2</sup>/s a 40 °C y se escoge entre un aceite sintético isoparafínico, aceite sintético GTL, una poli- $\alpha$ -olefina (PAO) que pertenece al Grupo IV de la clasificación API de aceite de base o a una de sus mezclas.
- 35 8. La composición de aceite para aislamiento eléctrico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el aceite de reserva claro es una fracción de aceite de base de aceite mineral pesado obtenida por medio de destilación a presión reducida del aceite mineral parafínico residual procedente de la destilación atmosférica de crudo de petróleo, y la eliminación de asfaltos, la extracción con disolvente y el tratamiento de eliminación de ceras con disolvente del aceite residual obtenido.
- 40 9. La composición de aceite para aislamiento eléctrico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, siendo la composición conforme con uno o más de los siguientes estándares: Estándar IEC 2,96 (Comisión Electrotécnica Internacional) (Clase II), Estándar IEC 60296 (Tipo U), Estándar IEC 60296 IEC (Tipo I) y Estándar IEC 60296 (Tipo T).