

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 695**

51 Int. Cl.:

**C10L 1/04** (2006.01)

**C10L 1/16** (2006.01)

**C10L 10/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2012 E 12190006 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2586852**

54 Título: **Proceso para preparar combustibles para aviones y sus productos**

30 Prioridad:

**25.10.2011 US 201161551088 P**

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

**12.03.2018**

73 Titular/es:

**SHELL INTERNATIONALE RESEARCH  
MAATSCHAPPIJ B.V. (100.0%)  
Carel van Bylandtlaan 30  
2596 HR The Hague , NL**

72 Inventor/es:

**DAHLSTROM, MARY ANN;  
HARTMAN, SCOTT JAMES SIEBERT y  
TREDGET, CARA SIOBHAN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 658 695 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**

Proceso para preparar combustibles para aviones y sus productos

Campo de la invención

Esta invención se refiere a un proceso para preparar un combustible para aviones y sus productos.

5 Antecedentes de la invención

Los combustibles típicos para aviones se preparan en refinerías a partir de una fuente de aceite mineral crudo. Típicamente, el aceite mineral crudo se separa por destilación en una fracción destilada de queroseno que hierve en el rango del combustible de aviación. Si es necesario, estas fracciones se someten a hidroprocesamiento para reducir los niveles de azufre y nitrógeno.

- 10 El aumento de la demanda de combustible para aviones y el impacto ambiental de las emisiones relacionadas con la aviación coloca a la industria de la aviación a la vanguardia del desafío energético mundial de hoy en día. Tal vez más tangible que el impacto global de los gases de efecto invernadero es el impacto de las emisiones locales de los aviones. Las emisiones cerca y alrededor de los aeropuertos tienen un impacto directo en la composición del aire y, por lo tanto, se han relacionado con una mala calidad del aire local, que puede vincularse más con los impactos en la salud humana. Se considera que las partículas y los óxidos de azufre y nitrógeno son los principales contribuyentes a la mala calidad del aire local.

15 Por lo tanto, la calidad del aire local se considera un elemento integral en la búsqueda de combustibles respetuosos con el medio ambiente. Esto ha llevado a un mayor enfoque en el desarrollo de combustibles de combustión más limpios, tales como los combustibles Fischer Tropsch que no contienen azufre o componentes aromáticos, a menudo vistos como precursores de la formación de partículas y óxidos indeseables. También es importante que los combustibles novedosos cumplan con la especificación del combustible de aviación sin tener un impacto perjudicial sobre la seguridad o el rendimiento de la aeronave. Sin embargo, debido a la naturaleza de los combustibles Fischer Tropsch de Shell (es decir, puramente parafínicos y ausentes tanto de compuestos aromáticos como de azufre), estos componentes no presentan todas las propiedades deseadas esperadas de un combustible para aviones. Por ejemplo, debido a la menor densidad del gas frente a los líquidos del combustible derivado de Fischer-Tropsch, no se considera como un combustible que cumple las especificaciones en su estado puro. Por lo tanto, la norma actual para combustibles de avión semisintéticos (ASTM D7566-11a), limita el componente de Fischer Tropsch a un máximo de 50% por volumen.

20 Además de esto, ciertos elastómeros no funcionan a un nivel que se considera adecuado para el uso cuando se usa un combustible Fischer Tropsch puro en un combustible de turbina/aviación (es decir, los elastómeros de nitrilo no se hinchan en combustibles Fischer Tropsch puros). Los elastómeros, cuando están en contacto con el combustible, tienden a hincharse en un pequeño grado y esta hinchazón ayuda a evitar fugas mientras permite que ciertas piezas se muevan con relativa libertad. Los elastómeros de nitrilo se usan ampliamente en aplicaciones de aviación y se encuentran comúnmente en muchos aviones tradicionales. Aunque el uso de estos elastómeros está disminuyendo (o incluso ya ha disminuido), hay muchos aviones operativos que aún contienen este tipo de elastómero. Se sabe que la hinchazón en los elastómeros de nitrilo es aproximadamente proporcional al contenido de compuestos aromáticos del combustible. Por lo tanto, los combustibles parafínicos están limitados en su aplicación debido a la ausencia de especies aromáticas. De nuevo, por esta razón, los combustibles parafínicos se mezclan hasta en un 50% en volumen del combustible base para el combustible de turbina de aviación.

- 30 El documento US 2011/0230686 describe mezclas de combustible para aviación de combustible a base de petróleo y querosenos parafínicos sintéticos, mezclados con bio-mesitileno. El documento US 2010/0281845 describe composiciones de combustible para aviación que comprenden combustibles a base de petróleo e isoprenoides bicíclicos C10.

Sumario de la invención

- 45 La invención se define en y por las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, en una realización de la invención se describe un método para aumentar la cantidad de un componente de combustible de queroseno parafínico sintético en un combustible de avión que comprende:

50 a) proporcionar un componente de combustible de queroseno parafínico sintético en el intervalo de ebullición del reactor que tiene al menos 99,5% en peso de hidrocarburos, siendo los hidrocarburos al menos 98,5% en peso de parafinas, menos de 1% en peso de compuestos bicíclicos, y menos de 0,5% en peso de compuestos aromáticos totales como se mide mediante la norma ASTM D2425;

b) proporcionar un componente de combustible de aviación basado en petróleo en el intervalo de ebullición del reactor;

c) proporcionar pinano; y

d) mezclar el componente a), b) y c), donde el componente c) está presente en una cantidad de 5 a 40 por ciento en peso, basado en la mezcla, y los componentes a) y b) están en una proporción mayor que 1 a 1, proporcionando de este modo una mezcla de combustible para aviones que tiene una densidad de 775 a 840 kg/m<sup>3</sup>.

5 En otra realización de la invención, se proporciona una composición de combustible para aviones con una densidad de 775 a 840 kg/m<sup>3</sup> que comprende:

a) un componente de combustible de aviación basado en petróleo distinto de b) que hierve para más de 90% en volumen a de 130 a 300°C;

10 b) más de 50 por ciento en peso, basado en los componentes combinados a) y b), de un componente de combustible de queroseno parafínico sintético en el intervalo de ebullición del reactor que tiene al menos 99,5% en peso de hidrocarburos, siendo dichos hidrocarburos al menos 98,5% en peso de parafinas, menos que 1% en peso de compuestos bicíclicos, y menos de 0,5% en peso de aromáticos totales medidos mediante la norma ASTM D2425; y

c) del 5 al 40 por ciento en peso, basado en la composición de combustible para aviones, de pinano.

Breve descripción de los dibujos

15 La Fig. 1 representa el hinchamiento del elastómero de combustibles puros y mezclas de combustibles de la invención a partir de los Ejemplos.

La Fig. 2 representa la densidad de combustibles puros y mezclas de combustibles de la invención a partir de los Ejemplos.

20 La Fig. 3 representa el contenido aromático de combustibles puros y mezclas de combustibles de la invención de los Ejemplos.

Descripción detallada de la invención

25 Se ha encontrado que el pinano facilita la mezcla del componente de combustible de aviación basado en petróleo y el componente de combustible de queroseno parafínico sintético permitiendo una mezcla con una mayor concentración del componente de combustible de queroseno parafínico sintético. La composición de combustible para aviones de la invención proporciona un combustible para aviones dentro del intervalo de especificación y tiene un hinchamiento de elastómero aceptable de los selladores de elastómero usados en motores a reacción junto con un intervalo de densidad aceptable.

30 El componente de combustible para aviones a base de petróleo se mezcla con pinano y el componente de combustible de queroseno derivado de Fischer-Tropsch en una proporción del componente de combustible de queroseno derivado de Fischer-Tropsch frente al componente de combustible para aviones a base de petróleo de más de 1 a 1, proporcionando así una mezcla de combustible de aviación que tiene una densidad de 775 a 840 kg/m<sup>3</sup> a 15°C.

35 La cantidad de un componente de combustible de queroseno parafínico sintético en un combustible para aviones se puede aumentar por encima del 50% en volumen al proporcionar un componente de combustible de queroseno parafínico sintético en el intervalo de ebullición del reactor, un componente de combustible para aviones a base de petróleo en el intervalo de ebullición del reactor, una cantidad de pinano de 5 a 40 por ciento en peso, de 5 a 35 por ciento en peso, de 10 a 35 por ciento en peso, de 5 a 30 por ciento en peso, de 10 a 30 por ciento en peso, de 5 a 25 por ciento en peso, incluso de 10 a 25 por ciento en peso, basado en la mezcla, de pinano.

40 Se ha encontrado además que el método proporciona un ajuste para el combustible de propósito que satisface la especificación de densidad y los valores de hinchamiento del elastómero mientras que tiene un contenido de aromáticos de menos de 10% en vol. o incluso menos de 8% en vol. El pinano, (2,6,6-trimetilbicyclo[3.1.1]heptano), tiene una fórmula empírica C<sub>10</sub>H<sub>18</sub> y está disponible comercialmente de fuentes tales como Sigma Aldrich Co. LLC, Alfa Aesar, Fisher Scientific International Inc.

45 En una realización, el combustible basado en petróleo es cualquier combustible para aviones conocido por los expertos en la materia que se pueda usar en este documento. La American Society for Testing Materials ("ASTM") y el Ministerio de Defensa del Reino Unido ("MOD", por sus siglas en inglés) han asumido los papeles principales en el establecimiento y mantenimiento de las especificaciones para combustibles de turbina de aviación civil o combustible para aviones. Las especificaciones respectivas emitidas por estas dos organizaciones son muy similares pero no idénticas. Muchos otros países emiten sus propias especificaciones nacionales para el combustible para aviones, pero son casi las mismas o casi idénticas a las especificaciones ASTM o MOD. La norma ASTM D1655 es la especificación estándar para combustibles de turbina de aviación e incluye especificaciones para los combustibles Jet A, Jet A-1 y Jet B. Defense Standard 91-91 es la especificación MOD para el Jet A-1.

50 El Jet A-1 es el combustible para aviones más común y se produce según un conjunto de especificaciones estandarizadas internacionalmente. Solo en los Estados Unidos, también se usa una versión de Jet A-1 conocida

como Jet A. Otro combustible para aviones que se usa comúnmente en la aviación civil se llama Jet B. El Jet B es un combustible más liviano en la región de nafta-queroseno que se utiliza para mejorar su rendimiento en climas fríos. Jet A, Jet A-1 y Jet B están especificados en la especificación ASTM D1655.

5 Alternativamente, los combustibles para aviones son clasificados por ejércitos de todo el mundo con un sistema diferente de números JP. Algunos son casi idénticos a sus contrapartes civiles y difieren solo por la cantidad de algunos aditivos. Por ejemplo, el Jet A-1 es similar al JP-8 y el Jet B es similar al JP-4.

10 Opcionalmente, las composiciones de combustibles descritas en la presente pueden comprender uno o más compuestos aromáticos. En algunas realizaciones, la cantidad total de compuestos aromáticos en las composiciones de combustible es de aproximadamente 1% a 50% en peso o volumen, en base al peso o volumen total de la composición de combustible. En otras realizaciones, la cantidad total de compuestos aromáticos en las composiciones de combustible es de 15% a 35% en peso o volumen, en base al peso o volumen total de las composiciones de combustible. En realizaciones adicionales, la cantidad total de compuestos aromáticos en las composiciones de combustible es de 15% a 25% en peso o volumen, en base al peso o volumen total de las composiciones de combustible. En otras realizaciones, la cantidad total de compuestos aromáticos en las composiciones de combustible es de 5% a 10% en peso o volumen, en base al peso o volumen total de la composición de combustible. En todavía otras realizaciones, la cantidad total de compuestos aromáticos en las composiciones de combustible es menor que 25% en peso o volumen, en base al peso o volumen total de las composiciones de combustible.

20 El combustible para aviones es un producto que hierve durante más del 90% en volumen a entre 130 y 300°C, que tiene una densidad de 775 a 840 kg/m<sup>3</sup>, preferiblemente de 780 a 830 kg/m<sup>3</sup>, a 15°C. (p. ej. ASTM D4502), un punto de ebullición inicial en el intervalo de 130 a 160°C y un punto de ebullición final en el intervalo de 220 a 300°C, una viscosidad cinemática a -20°C (ASTM D445) adecuadamente de 1,2 a 8,0 mm<sup>2</sup>/s y un punto de congelación por debajo de -40°C, preferiblemente por debajo de -47°C.

25 El combustible para aviones típicamente cumplirá con uno de los siguientes estándares. Requisitos del Jet A-1 en DEF STAN 91-91 (Norma del Ministerio de Defensa británico DEF STAN 91-91/Edición 5 del 8 de febrero de 2005 para combustible de turbina, Aviación "Tipo Queroseno", Jet A-1, código de la OTAN F-35, designación de servicio conjunto AVTUR o versiones actualizadas en el momento del ensayo) o "Lista de verificación" (Requisitos de calidad del combustible de aviación para sistemas operados conjuntamente (AFQRJOS) se basan en los requisitos más estrictos de la norma ASTM D1655 para Jet A-1 y DEF STAN 91-91 y algunos requisitos de manejo aeroportuario del material de orientación IATA para especificaciones de combustibles de turbina de aviación. El combustible para aviones que cumple con AFQRJOS generalmente se conoce como "Jet A-1 a la Lista de verificación" o "Jet A-1 de la Lista de verificación"). Los ejemplos de querosenos derivados de minerales que cumplen los requisitos de Jet A-1 y una corriente de queroseno utilizada en la producción de Jet A-1 se enumeran en la Tabla 1.

Tabla 1

<p>Combustible para aviones producido por el proceso Merox®.</p> <p>Combustible para aviones hidroprocesado, con 19 mg/L de antioxidante Ionox 75 (RDE/A/609).</p> <p>Combustible para aviones producido por lavado cáustico de queroseno de cadena recta.</p> <p>Corriente de queroseno de cadena recta.</p>
---

35 La fracción de bajo punto de ebullición, tal como se separa del gasóleo mineral, se puede usar como tal o en combinación con un queroseno derivado de un mineral, fabricado adecuadamente en el mismo lugar de producción. Dado que la fracción de bajo punto de ebullición puede cumplir ya con las especificaciones del combustible para aviones, es evidente que la relación de mezcla entre dicho componente y el queroseno mineral puede elegirse libremente. El queroseno derivado de minerales hervirá típicamente por más de 90% en volumen dentro del rango usual del queroseno de 130 a 300°C, dependiendo del grado y el uso. Típicamente tendrá una densidad de 775 a 840 kg/m<sup>3</sup>, preferiblemente de 780 a 830 kg/m<sup>3</sup>, a 15°C (por ejemplo, ASTM D4502 o IP 365). Típicamente tendrá un punto de ebullición inicial en el intervalo de 130 a 160°C y un punto de ebullición final en el intervalo de 220 a 300°C. Su viscosidad cinemática a -20°C (ASTM D445) podría ser adecuadamente de 1,2 a 8,0 mm<sup>2</sup>/s.

45 La fracción de queroseno mineral puede ser una fracción de queroseno de primera destilación aislada por destilación de dicha fuente de petróleo crudo o una fracción de queroseno aislada del efluente de procesos de conversión de refinería típicos, preferiblemente hidrocrqueo. La fracción de queroseno también puede ser la mezcla de queroseno y queroseno de primera destilación tal como se obtiene en un proceso de hidrocrqueo. Adecuadamente, las

propiedades del queroseno derivado de minerales son las del combustible para aviones deseado como se definió anteriormente.

El componente de combustible de queroseno parafínico sintético puede ser un componente de combustible derivado de Fischer-Tropsch o un componente de combustible bio-derivado o derivado de otras materias primas tales como el carbón y el petróleo. Por "derivado de Fischer-Tropsch" se entiende que un combustible es, o deriva de, un producto de síntesis de un proceso de condensación Fischer-Tropsch. La expresión "derivado no de Fischer-Tropsch" puede interpretarse en consecuencia. La reacción de Fischer-Tropsch convierte el monóxido de carbono y el hidrógeno en hidrocarburos de cadena larga, generalmente parafínicos:  $n(\text{CO} + 2\text{H}_2) = (-\text{CH}_2-)_n + n\text{H}_2\text{O} + \text{calor}$ , en presencia de un catalizador apropiado y típicamente a temperaturas elevadas, por ejemplo de 125 a 300°C, preferiblemente de 175 a 250°C, y/o presiones, por ejemplo de 5 a 100 bar, preferiblemente de 12 a 50 bar. Si se desea, pueden emplearse relaciones de hidrógeno:monóxido de carbono distintas de 2:1.

El monóxido de carbono y el hidrógeno pueden derivarse ellos mismos de fuentes orgánicas o inorgánicas, naturales o sintéticas, típicamente de carbón, biomasa, por ejemplo virutas de madera, fracciones de combustible residual o, más preferiblemente, gas natural o de metano derivado orgánicamente. El combustible derivado de Fischer-Tropsch a veces se conoce como combustible GTL (Gas-a-Líquidos) porque la fuente de monóxido de carbono e hidrógeno más comúnmente publicada es el gas natural. Cuando en el contexto de la presente invención se hace referencia a un combustible GTL, también se hace referencia a combustibles derivados de carbón o biomasa.

La fracción de queroseno derivada de Fischer-Tropsch o gasóleo puede obtenerse directamente de la reacción de Fischer-Tropsch, o indirectamente, por ejemplo, por fraccionamiento de productos de síntesis de Fischer-Tropsch o de productos de síntesis de Fischer-Tropsch hidrotratados. El hidrotratamiento puede implicar hidrocrackeo para ajustar el intervalo de ebullición como se describe, por ejemplo, en los documentos GB-B-2077289 y EP-A-0147873, y/o hidroisomerización que puede mejorar las propiedades de flujo en frío aumentando la proporción de parafinas ramificadas. El documento EP-A-0583836 describe un proceso de hidrotratamiento en dos etapas en el que un producto de síntesis de Fischer-Tropsch se somete primero a hidroconversión bajo condiciones tales que no experimenta sustancialmente ninguna isomerización de hidrocrackeo (esto hidrogena los componentes olefínicos y que contienen oxígeno), y luego a al menos parte del producto resultante se hidroconvierte en condiciones tales que se producen hidrocrackeo e isomerización para producir un combustible de hidrocarburo sustancialmente parafínico. La(s) fracción(es) de queroseno deseadas o la fracción de gasóleo se pueden aislar posteriormente, por ejemplo, mediante destilación.

Los catalizadores típicos para la síntesis de Fischer-Tropsch de hidrocarburos parafínicos comprenden, como componente catalíticamente activo, un metal del Grupo VIII o de la tabla periódica, en particular rutenio, hierro, cobalto o níquel. Los catalizadores adecuados de este tipo se describen, por ejemplo, en el documento EP-A-0583836. El reactor de Fischer-Tropsch puede ser, por ejemplo, un reactor multitubular o un reactor de suspensión.

Un ejemplo de un proceso basado en Fischer-Tropsch es el SMDS (proceso de síntesis de destilado medio de Shell) descrito en "El proceso de síntesis de destilado medio de Shell", van der Burgt et al. El proceso (también denominado a veces la tecnología Shell "Gas-a-Líquidos" o "GTL") produce productos de rango destilado medio mediante la conversión de un gas de síntesis derivado de gas natural (principalmente metano) en una cera de hidrocarburo pesado de cadena larga (parafina), que luego puede hidroconvertirse y fraccionarse para producir combustibles líquidos de transporte, tales como las fracciones querosénicas usadas en la presente invención. Una versión del proceso SMDS, que utiliza un reactor de lecho fijo para el paso de conversión catalítica, se utiliza actualmente en Bintulu, Malasia. Las fracciones de queroseno y gasóleo preparadas por el proceso SMDS están comercialmente disponibles, por ejemplo, en la compañía Shell.

En virtud del proceso de Fischer-Tropsch, una fracción de queroseno derivada de Fischer-Tropsch o gasóleo no tiene niveles esencialmente de azufre y nitrógeno o son indetectables. Los compuestos que contienen estos heteroátomos tienden a actuar como venenos para los catalizadores de Fischer-Tropsch y, por lo tanto, se eliminan de la alimentación del gas de síntesis. Esto puede producir beneficios adicionales, en términos de efecto sobre el rendimiento del catalizador, en composiciones de combustible de acuerdo con la presente invención.

Además, el proceso de Fischer-Tropsch, como habitualmente se opera, no produce componentes aromáticos o prácticamente no los contiene. El contenido de aromáticos de un combustible derivado de Fischer-Tropsch, adecuadamente determinado mediante la norma ASTM D2425, estará típicamente por debajo del 1% p/p, preferiblemente por debajo del 0,5% p/p y más preferiblemente por debajo del 0,1% p/p.

En términos generales, las fracciones de queroseno derivadas de Fischer-Tropsch y gasóleo tienen niveles relativamente bajos de componentes polares, en particular tensioactivos polares, por ejemplo, en comparación con los combustibles derivados del petróleo. Se cree que esto puede contribuir a un mejor rendimiento antiespumante y deshumidificador en el combustible de gasóleo para automóviles final. Dichos componentes polares pueden incluir, por ejemplo, compuestos oxigenados y compuestos que contienen azufre y nitrógeno. Un bajo nivel de azufre en un combustible derivado de Fischer-Tropsch es generalmente indicativo de bajos niveles de compuestos oxigenados y que contienen nitrógeno, ya que todos son eliminados por los mismos procesos de tratamiento.

El componente de combustible de queroseno parafínico sintético también puede derivarse biológicamente de fuentes tales como algas y otras plantas. Los ácidos grasos de dicha fuente de aceite bioderivado pueden hidrotratarse para producir el componente de combustible de queroseno parafínico sintético. Las fuentes y el uso para aviones de querosenos parafínicos sintéticos de origen biológico, por ejemplo, se probaron y valoraron en un informe de la industria "Evaluación del queroseno parafínico sintético bioderivado (Bio-SPK)" publicado en junio de 2009 por The Boeing Company.

El componente de combustible de queroseno parafínico sintético en el intervalo de ebullición generalmente contiene al menos 99,5% en peso de hidrocarburos, siendo dichos hidrocarburos al menos 98,5% en peso de parafinas, menos de 1% en peso de compuestos bicíclicos y menos de 0,5% en peso de compuestos aromáticos totales medidos como se mide mediante la norma ASTM D2425. Preferiblemente, la destilación del intervalo de aviones es nominalmente de 150-300°C medida mediante la norma ASTM D86. El componente de combustible de queroseno parafínico tiene un contenido de carbono e hidrógeno mayor que 99,5% en peso medido por la ASTM D5291 y preferiblemente contiene parafinas normales, iso y monocíclicas de más del 98,5% en peso medido por GCGC y menos de 1% en peso de material aromático bicíclico y/o parafínico medido por GCGC.

Un combustible de queroseno parafínico sintético tiene preferiblemente las propiedades descritas en las Tablas A1.1 y A1.2 de la norma ASTM D7566 (Especificación estándar para combustible de turbina de aviación que contiene hidrocarburos sintetizados) a saber, una densidad de 0,730 a 0,770 g/cm<sup>3</sup> y un contenido de azufre de 15 ppm en peso (partes por millón en peso) o menos.

Opcionalmente, la composición de combustible puede comprender además un aditivo de combustible conocido por los expertos en la técnica. En ciertas realizaciones, el aditivo de combustible es de 0,1% a 50% en peso o volumen, basado en el peso o volumen total de la composición de combustible. El aditivo de combustible puede ser cualquier aditivo de combustible conocido por los expertos en la materia. En realizaciones adicionales, el aditivo de combustible se selecciona del grupo que consiste en compuestos oxigenados, antioxidantes, mejoradores de la estabilidad térmica, estabilizadores, mejoradores del flujo en frío, mejoradores de combustión, antiespumantes, aditivos antihumedad, inhibidores de la corrosión, mejoradores de la lubricidad, inhibidores de la formación de hielo, aditivos de limpieza de inyectores, supresores de humo, aditivos reductores de la fricción, desactivadores de metales, dispersantes, detergentes, desemulsionantes, colorantes, marcadores, disipadores estáticos, biocidas y combinaciones de los mismos.

La cantidad de aditivo para combustible en la composición de combustible descrita en este documento puede ser de 0,1% a menos de 50%, de 0,2% a 40%, de 0,3% a 30%, de 0,4% a 20%, de 0,5% a 15% o de 0,5% a 10%, basado en la cantidad total de la composición de combustible. En ciertas realizaciones, la cantidad de aditivo para combustible es menos de 50%, menos de 45%, menos de 40%, menos de 35%, menos de 30%, menos de 25%, menos de 20%, menos de 15%, menos de 10%, menos de 5%, menos de 4%, menos de 3%, menos de 2%, menos de 1% o menos de 0,5%, basado en la cantidad total de la composición de combustible. En algunas realizaciones, la cantidad está en % en peso, basado en el peso total de la composición de combustible. En otras realizaciones, la cantidad está en % en vol., basado en el volumen total de la composición de combustible.

Ejemplos ilustrativos de aditivos de combustible se describen con mayor detalle a continuación. Los mejoradores de la lubricidad son un ejemplo. En ciertos aditivos, la concentración del mejorador de la lubricidad en el combustible cae en el intervalo de 1 ppm a 50.000 ppm, preferiblemente de 10 ppm a 20.000 ppm, y más preferiblemente de 25 ppm a 10.000 ppm. Algunos ejemplos no limitantes de mejoradores de la lubricidad incluyen ésteres de ácidos grasos.

Los estabilizadores mejoran la estabilidad de almacenamiento de la composición del combustible. Algunos ejemplos no limitantes de estabilizadores incluyen aminas primarias de alquilo terciario. El estabilizador puede estar presente en la composición de combustible a una concentración de aproximadamente 0,001% en peso a aproximadamente 2% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible, y en una realización de 0,01% en peso a 1% en peso.

Los mejoradores de la combustión aumentan la tasa de combustión masiva de la composición del combustible. Algunos ejemplos no limitantes de mejoradores de la combustión incluyen ferroceno (diciclopentadienil hierro, mejoradores de la combustión basados en hierro (por ejemplo, TURBOTECT™ ER-18 de Turbotect (USA) Inc., Tomball, Tex.), mejoradores de la combustión basados en bario, mejoradores de la combustión basados en cerio y mejoradores de la combustión a base de hierro y magnesio (p. ej., TURBOTECT™ 703 de Turbotect (USA) Inc., Tomball, Tex.). El mejorador de la combustión puede estar presente en la composición de combustible a una concentración de 0,001% en peso a 1% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible, y en una realización de 0,01% en peso a 1% en peso.

Los antioxidantes previenen de la formación de deposiciones de goma en los componentes del sistema de combustible causados por la oxidación de los combustibles en el almacenamiento y/o inhiben la formación de compuestos de peróxido en ciertas composiciones de combustible que se pueden usar en esta invención. El antioxidante puede estar presente en la composición de combustible a una concentración de 0,001% en peso a 5%

## ES 2 658 695 T3

en peso, basado en el peso total de la composición de combustible, y en una realización de 0,01% en peso a 1% en peso.

5 Los disipadores estáticos reducen los efectos de la electricidad estática generada por el movimiento de combustible a través de sistemas de transferencia de combustible de alto caudal. El disipador estático puede estar presente en la composición de combustible a una concentración de 0,001% en peso a 5% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible, y en una realización de 0,01% en peso a 1% en peso.

10 Los inhibidores de la corrosión protegen de la corrosión a los metales ferrosos en los sistemas de operación de combustibles, tales como las tuberías y los tanques de almacenamiento de combustible. En circunstancias en las que se desea una lubricidad adicional, se pueden usar inhibidores de la corrosión que también mejoren las propiedades lubricantes de la composición. El inhibidor de la corrosión puede estar presente en la composición de combustible a una concentración de 0,001% en peso a 5% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible y en una realización de 0,01% en peso a 1% en peso.

15 Los inhibidores de hielo del sistema de combustible (también conocidos como aditivos antihielo) reducen el punto de congelación del agua precipitada a partir de los combustibles del reactor debido al enfriamiento a grandes altitudes y evitan la formación de cristales de hielo que restringen el flujo del combustible al motor. Ciertos inhibidores de formación de hielo del sistema de combustible también pueden actuar como biocidas. El inhibidor de formación de hielo del sistema de combustible puede estar presente en la composición de combustible a una concentración de 0,001% en peso a 5% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible y en una realización de 0,01% en peso a 1% en peso.

20 Los biocidas se usan para combatir el crecimiento microbiano en la composición de combustible. El biocida puede estar presente en la composición de combustible a una concentración de 0,001% en peso a 5% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible, y en una realización de 0,01% en peso a 1% en peso.

25 Los desactivadores de metal suprimen el efecto catalítico de algunos metales, particularmente el cobre, sobre la oxidación del combustible. El desactivador de metal puede estar presente en la composición de combustible a una concentración de 0,001% en peso a 5% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible, y en una realización de 0,01% en peso a 1% en peso.

30 Los mejoradores de la estabilidad térmica se usan para inhibir la formación de depósitos en las áreas de alta temperatura del sistema de combustible de la aeronave. El mejorador de la estabilidad térmica puede estar presente en la composición de combustible a una concentración de 0,001% en peso a 5% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible, y en una realización de 0,01% en peso a 1% en peso.

35 En algunas realizaciones, la composición de combustible tiene un punto de inflamación superior a 32°C, superior a 33°C, superior a 34°C, superior a 35°C, superior a 36°C, superior a 37°C, superior a 38°C, superior a 39°C, superior a 40°C, superior a 41°C, superior a 42°C, superior a 43°C, o superior a 44°C. En otras realizaciones, la composición de combustible tiene un punto de inflamación mayor que 38°C. En ciertas realizaciones, el punto de inflamación de la composición de combustible descrita en este documento se mide de acuerdo con la norma ASTM D 56. En otras realizaciones, el punto de inflamación de la composición de combustible descrita en este documento se mide de acuerdo con la norma ASTM D 93. En realizaciones adicionales, el punto de inflamación de la composición de combustible descrita en este documento se mide de acuerdo con la norma ASTM D 3828-98. En todavía otras realizaciones, el punto de inflamación de la composición de combustible descrita en este documento se mide de acuerdo con cualquier método convencional conocido por los expertos en la materia para medir el punto de inflamación de los combustibles.

40 En algunas realizaciones, la composición de combustible tiene una densidad a 15°C desde 775 kg/m<sup>3</sup> hasta 840 kg/m<sup>3</sup>. En ciertas realizaciones, la densidad de la composición de combustible descrita en este documento se mide de acuerdo con la norma ASTM D 4052. En realizaciones adicionales, la densidad de la composición de combustible descrita en este documento se mide de acuerdo con cualquier método convencional conocido por los expertos en la técnica para medir la densidad de combustibles.

45 En algunas realizaciones, la composición de combustible tiene un punto de congelación que es inferior a -30°C, inferior a -40°C, inferior a -50°C, inferior a -60°C, inferior a -70°C, o inferior a -80°C. En otras realizaciones, la composición de combustible tiene un punto de congelación de -80°C a -30°C, de -75°C a -35°C, de -70°C a -40°C, o de -65°C a -45°C. En ciertas realizaciones, el punto de congelación de la composición de combustible descrita en este documento se mide de acuerdo con la norma ASTM D 2386. En realizaciones adicionales, el punto de congelación de la composición de combustible descrita en este documento se mide según cualquier método convencional conocido por los expertos en la materia para medir el punto de congelación de los combustibles.

50 En algunas realizaciones, la composición de combustible tiene un punto de ebullición inicial que es de 140°C a 170°C. En otras realizaciones, la composición de combustible tiene un punto de ebullición final que es de 180°C a 300°C. En otras realizaciones más, la composición de combustible tiene un punto de ebullición inicial que es de 140°C a 170°C, y un punto de ebullición final que es de 180°C a 300°C. En ciertas realizaciones, la composición de combustible cumple la especificación de destilación de la norma ASTM D 86.

## ES 2 658 695 T3

En algunas realizaciones, la composición de combustible tiene una temperatura del Comprobador de Oxidación Térmica de Combustible para Aviones (JFTOT) que es igual o mayor que 245°C. En otras realizaciones, la composición de combustible tiene una temperatura JFTOT que es igual o mayor que 250°C, igual o superior a 255°C, igual o superior a 260°C, o igual o superior a 265°C.

- 5 En algunas realizaciones, la composición de combustible tiene una viscosidad a -20°C que es menor que 6 mm<sup>2</sup>/s, menor que 7 mm<sup>2</sup>/s, menor que 8 mm<sup>2</sup>/s, menor que 9 mm<sup>2</sup>/s, o menor que 10 mm<sup>2</sup>/s. En ciertas realizaciones, la viscosidad de la composición de combustible descrita en este documento se mide de acuerdo con la norma ASTM D 445.

- 10 En algunas realizaciones, la composición de combustible cumple con la norma ASTM D 1655 para Jet A-1. En otras realizaciones, la composición de combustible cumple con la norma ASTM D 1655 para Jet A. En otras realizaciones más, la composición de combustible cumple con la norma ASTM D 1655 para Jet B.

En otro aspecto, la invención proporciona una composición de combustible para aviones que tiene una densidad de 775 a 840 kg/m<sup>3</sup> que comprende:

- 15 a) un componente de combustible de aviación basado en petróleo distinto de b) que hierve para más de 90% en volumen a partir de 130 a 300°C;

- 20 b) más de 50 por ciento en peso, basado en los componentes combinados a) y b), de un componente de combustible de queroseno parafínico sintético en el intervalo de ebullición para aviones que tiene al menos 99,5% en peso de hidrocarburos, teniendo dichos hidrocarburos al menos 98,5% en peso de parafinas, menos que 1% en peso de compuestos bicíclicos, y menos que 0,5% en peso de compuestos aromáticos totales medidos mediante la norma ASTM D2425; y

c) del 5 al 40 por ciento en peso, basado en la composición de combustible para aviones, de pinano.

- 25 En otras realizaciones, el pinano está presente en una cantidad que está entre 5% y 40% en peso, basado en el volumen total de la composición de combustible. En aún otras realizaciones, el pinano está presente en una cantidad que está entre 5% y 35% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible. En aún otras realizaciones, el pinano está presente en una cantidad que está entre 10% y 35% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible. En aún otras realizaciones, el pinano está presente en una cantidad que está entre 5% y 30% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible. En aún otras realizaciones, el pinano está presente en una cantidad que está entre 10% y 30% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible. En aún otras realizaciones, el pinano está presente en una cantidad que está entre 5% y 25% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible. En aún otras realizaciones, el pinano está presente en una cantidad que está entre 10% y 25% en peso, basado en el peso total de la composición de combustible.

- 30 En otras realizaciones, el componente combustible de queroseno parafínico sintético está presente en una cantidad mayor que 50 por ciento en peso, preferiblemente mayor que 55 por ciento en peso, mayor que 60 por ciento en peso, mayor que 65 por ciento en peso, mayor que 70 por ciento en peso o incluso mayor que 75 por ciento en peso, basado en los componentes combinados a) y b).

- 35 En ciertas otras realizaciones, la composición de combustible para aviones tiene una densidad a 15°C de entre 770 y 840 kg/m<sup>3</sup>, tiene un contenido aromático de menos de 10% en vol., preferiblemente menos de 8% en vol. (medido de acuerdo con la norma ASTM D7566) - específicamente ASTM D1319, punto de inflamación que es igual o mayor que 38°C; y punto de congelación que es inferior a -40°C. En aún otras realizaciones, el combustible a base de petróleo es Jet A y la composición de combustible cumple con la norma ASTM D 1655 para Jet A. En otras realizaciones más, el combustible a base de petróleo es el Jet A-1 y la composición de combustible cumple con la norma ASTM D 1655 para Jet A-1. En aún otras realizaciones, el combustible a base de petróleo es Jet B y la composición de combustible cumple con la norma ASTM D 1655 para Jet B.

- 40 En otro aspecto, se proporciona un sistema de combustible que comprende un tanque de combustible que contiene la composición de combustible descrita en este documento. Opcionalmente, el sistema de combustible puede comprender además un sistema de refrigeración del motor que tiene un refrigerante del motor recirculante, una línea de combustible que conecta el depósito de combustible con el motor de combustión interna, y/o un filtro de combustible dispuesto en la línea de combustible. Algunos ejemplos no limitantes de motores de combustión interna incluyen motores alternativos (por ejemplo, motores de gasolina y motores diesel), motores Wankel, motores a reacción, algunos motores de cohetes y motores de turbina de gas.

- 45 En algunas realizaciones, el depósito de combustible está dispuesto con dicho sistema de refrigeración para permitir la transferencia de calor desde el refrigerante del motor de recirculación a la composición de combustible contenida en el depósito de combustible. En otras realizaciones, el sistema de combustible comprende además un segundo depósito de combustible que contiene un segundo combustible para un motor a reacción y una segunda línea de combustible que conecta el segundo depósito de combustible con el motor. Opcionalmente, la primera y la segunda líneas de combustible pueden estar provistas de válvulas accionadas electromagnéticamente que pueden abrirse o

cerrarse de manera independiente entre sí o de forma simultánea. En realizaciones adicionales, el segundo combustible es un Jet A.

5 En otro aspecto, se proporciona una disposición de motor que comprende un motor de combustión interna, un depósito de combustible que contiene la composición de combustible descrita en este documento, una línea de combustible que conecta el depósito de combustible con el motor de combustión interna. Opcionalmente, la disposición del motor puede comprender además un filtro de combustible y/o un sistema de refrigeración del motor que comprende un refrigerante de motor recirculante. En algunas realizaciones, el motor de combustión interna es un motor a reacción.

10 Cuando se usa una composición de combustible descrita en este documento, es deseable eliminar la materia particulada que se origina de la composición de combustible antes de inyectarla en el motor. Por lo tanto, es deseable seleccionar un filtro de combustible adecuado para usar en un sistema de combustible descrito en este documento. El agua en los combustibles utilizados en un motor de combustión interna, incluso en pequeñas cantidades, puede ser muy perjudicial para el motor. Por lo tanto, es deseable que cualquier agua presente en la composición del combustible se elimine antes de la inyección en el motor. En algunas realizaciones, el agua y la materia particulada pueden eliminarse mediante el uso de un filtro de combustible que utiliza una centrífuga de turbina, en el que el agua y la materia particulada se separan de la composición de combustible en una medida que permita la inyección de la composición de combustible filtrada al motor sin riesgo de daño para el motor. También se pueden usar otros tipos de filtros de combustible que pueden eliminar agua y/o material particulado.

20 En otro aspecto, se proporciona un vehículo que comprende un motor de combustión interna, un depósito de combustible que contiene la composición de combustible descrita en este documento, y una línea de combustible que conecta el depósito de combustible con el motor de combustión interna. Opcionalmente, el vehículo puede comprender además un filtro de combustible y/o un sistema de refrigeración del motor que comprende un refrigerante de recirculación del motor.

25 Si bien la invención es susceptible a sufrir diversas modificaciones y formas alternativas, se muestran realizaciones específicas de la misma a modo de ejemplos descritos en este documento en detalle. Debe entenderse que la descripción detallada de los mismos no pretende limitar la invención a la forma particular descrita, sino que, por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas como se definen por las reivindicaciones adjuntas. La presente invención se ilustrará mediante la siguiente realización ilustrativa, que se proporciona únicamente a modo de ilustración y no debe interpretarse como que limita la invención reivindicada de ninguna manera.

30 Ejemplos ilustrativos

Métodos de texto

Ensayo del hinchamiento del elastómero:

35 La inmersión de un anillo tórico de nitrilo en una gama de combustibles (por triplicado) se realizó en un único período de 24 horas. El cambio de volumen de la junta tórica de nitrilo se calculó midiendo la masa de agua desplazada.

Las mezclas de combustible se prepararon con la composición enumerada en la siguiente Tabla 2.

Materiales

Tabla 2: Combustibles.

Combustible	Descripción
1	GTL
2	Jet A-1 (a)
3	Jet A-1 (b)
4	Pinano
5	50% GTL y 50% Jet A-1 (a)
6	50% GTL y 50% Jet A-1 (b)
7	50% GTL, 35% Jet A-1 (a), 15% Pinano
8	50% GTL, 15% Jet A-1 (a), 35% Pinano

## ES 2 658 695 T3

9	50% GTL, 35% Jet A-1 (b), 15% Pinano
10	50% GTL, 15% Jet A-1 (b), 35% Pinano
11	70% GTL y 30% Jet A-1 (a)
12	70% GTL y 30% Jet A-1 (b)

Tabla 3: Resultados de la especificación para aviones para los combustibles 1-3.

Ensayo	Unidad	Combustible 1	Combustible 2	Combustible 3
Aspecto		Satisfactorio	satisfactorio	satisfactorio
Energía específica, neta	MJ/Kg	44,25	43,246	42,988
Punto de humo	mm	> 50,0	23	14
Punto de congelación	°C	-55,5	-53,7	-65,6
Densidad @ 15°C	kg/m <sup>3</sup>	736,7	801,6	821,1
Punto de inflamación	°C	40,5	41,0	42,5
IBP	°C	157,1	149,4	153,9
10% recuperado	°C	163,2	168,8	168,6
50% recuperado	°C	164,5	195,7	200,4
90% recuperado	°C	184,6	234,6	238,9
FBP	°C	205,0	252,2	258,0
Residuo	% V/V	0,2	1,0	1,6
Pérdida	% V/V	0,0	0,9	0,2
Azufre de mercaptano	%m/m	0,0	0,0011	<0,0003
Azufre total	% m/m	0,0	0,0385	<0,0003
Aromáticos FIA	% volumen	0,0	16,5	20,3
Acidez total	mg KOH/g	<0,002	<0,009	<0,001

El pinano se obtuvo de SENYUAN IND. & TRADE CO., LTD, China.

### 5 Ejemplos

Hinchamiento del elastómero

Tabla 4: Resultados del hinchamiento del elastómero para todos los combustibles.

Combustible	Descripción	Cambio de volumen, %
1	GT	-0,6
2	Jet A-1 (a)	10,9
3	Jet A-1 (b)	12,7
4	Pinano	46,3
5	50% GTL y 50% Jet A-1 (a)	6,1

6	50% GTL y 50% Jet A-1 (b)	6,5
7	50% GTL, 35% Jet A-1 (a), 15% Pinano	12,6
8	50% GTL, 15% Jet A-1 (a), 35% Pinano	19,8
9	50% GTL, 35% Jet A-1 (b), 15% Pinano	11,9
10	50% GTL, 15% Jet A-1 (b), 35% Pinano	19,4
11	70% GTL y 30 % Jet A-1 (a)	6,2
12	70% GTL y 30% Jet A-1 (b)	6,3

La Fig. 1 muestra los resultados del hinchamiento del elastómero para todos los combustibles. El combustible 1 (FT GTL) no causa hinchamiento en los elastómeros de nitrilo. Los resultados indican una ligera contracción en el elastómero. Sin embargo, este pequeño grado de contracción podría considerarse dentro del error experimental. Por lo tanto, se supone que el volumen del elastómero no se ve afectado por el combustible 1. Por esta razón, el combustible 1 se consideraría no apto para el uso como combustible para aviones -de acuerdo con la norma ASTM D4054, el efecto de los combustibles para aviones en un rango de elastómeros de nitrilo debería caer entre un rango de características de hinchamiento.

El combustible 4 (pinano) provoca la mayor cantidad de hinchamiento de elastómero observada entre los combustibles examinados en este documento. Sin embargo, este nivel de hinchamiento haría que este material no fuera apto para el uso, esta vez debido a los niveles más altos que los requeridos.

Los combustibles 2 y 3 (Jet A-1 (a) y (b)) hinchan los elastómeros en un grado similar (Combustible 2: 10,9% y Combustible 3: 12,7%). El combustible 3 contiene un mayor volumen de componentes aromáticos y se espera esta diferencia en el hinchamiento del elastómero (el hinchamiento de los elastómeros de nitrilo es proporcional al contenido aromático). El hinchamiento observado debido a la inmersión en los Combustibles 2 y 3 está dentro de un nivel aceptable y estos combustibles se consideran aptos para el propósito.

Los combustibles 8 y 10 (mezclas de tres componentes que contienen 35% de pinano) provocan que el material elastomérico se hinche en un 19,8% y 19,4%, respectivamente. Este nivel de hinchamiento es considerablemente más alto que los combustibles para aviones derivados del crudo (Combustibles 2 y 3), pero puede considerarse adecuado para el propósito.

Los combustibles 7 y 9 (mezclas de tres componentes que contienen 15% de pinano) provocan que el material elastomérico se hinche en un 12,6% y un 11,9%, respectivamente. Este grado de hinchamiento es similar al observado en los combustibles para aviones derivados de crudo (Combustibles 2 y 3) y se consideraría apropiado para el propósito.

La Tabla 5 demuestra que la relación de GTL:Jet A-1 para las mezclas de tres componentes está por encima de la restricción 1:1 actual, como se describe en la norma ASTM D7566-11a. Esta restricción se debe a la alteración/reducción del hinchamiento de los elastómeros de nitrilo como resultado del hinchamiento altamente parafínico del combustible GTL-elastómero que es proporcional al contenido aromático.

Sin embargo, cuando está presente el pinano, las mezclas que contienen la proporción GTL:Jet A-1 > 1:1 (es decir, > 50% GTL) provocan características de hinchamiento que se considerarían aptas para el propósito; véase la Tabla 5 a continuación.

Tabla 5: Combustibles de tres componentes.

Combustible	Hinchamiento del elastómero (% vol)	Relación GTL:Jet A-1
7	12,6	1,4
8	19,8	3,3
9	11,9	1,4
10	19,4	3,3

Por lo tanto, la adición de pinano permite una mayor proporción de FT-Combustible GTL para ser utilizado en combinación con el combustible para aviones y mantenerse dentro de las especificaciones con respecto al hinchamiento del elastómero.

Densidad

5

Tabla 6: Resultados de la densidad para todos los combustibles.

Combustible	Descripción	Densidad (kg/m <sup>3</sup> @ 15°C)	Pasa/No pasa
1	GTL	736,7	No pasa por: -38,3
2	Jet A-1 (a)	801,6	Pasa por: 26,6
3	Jet A-1 (b)	821,1	Pasa por: 46,1
4	Pinano	861,4	Pasa por: 86,4
5	50% GTL y 50% Jet A-1 (a)	769,2	No pasa por: -5,8
6	50% GTL y 50% Jet A-1 (b)	778,9	Pasa por: 3,9
7	50% GTL, 35% Jet A-1 (a), 15% Pinano	778,1	Pasa por: 3,1
8	50% GTL, 15% Jet A-1 (a), 35% Pinano	790,1	Pasa por: 15,1
9	50% GTL, 35% de Jet A-1 (b), 15% Pinano	784,9	Pasa por: 9,9
10	50% GTL, 15% Jet A-1 (b), 35% Pinano	793,0	Pasa por: 18,0%
11	70% GTL y 30% Jet A-1 (a)	756,2	No pasa por: -18,8
12	70% GTL y 30% Jet A-1 (b)	762,0	No pasa por: -13,0

10

La Fig. 2 muestra los resultados de densidad a 15°C para todos los combustibles. Como se muestra en la Tabla 6, el combustible 1 (FT GTL) tiene una densidad considerablemente menor que la especificación requerida para el combustible para aviones. Cuando el Combustible 1 se mezcla con el Combustible 2 (Jet A-1 (a)) en una relación 1:1, el combustible resultante (Combustible 5) tiene una densidad que está por debajo de la especificación para aviones (es decir, 769,2 kg/m<sup>3</sup>). Por lo tanto, se requiere un combustible Jet A-1 más denso para mezclarlo con el Combustible 1 a fin de proporcionar un combustible para aviones a especificación. Una mezcla de combustible 1 con combustible 3 (es decir, GTL y Jet A-1 (b)) suministra el combustible 6. Este combustible está dentro de las especificaciones con respecto a la densidad de acuerdo con la especificación del combustible para aviones. Esto ilustra la necesidad de una selección cuidadosa del combustible de aviación (con una densidad suficientemente alta) cuando se mezcla un combustible GTL y de aviación para formar un combustible semisintético de acuerdo con la norma ASTM D7566-11a.

15

El pinano puro tiene una densidad de 861,4 kg/m<sup>3</sup>, que es más alta que cualquiera de los componentes puros probados en este documento y por encima del límite de especificación para aviones.

20

La relación GTL frente a Jet A-1 dentro de los Combustibles 7-10 (las mezclas de tres componentes) es mayor que 1:1, es decir, mayor que 50% GTL. Sin embargo, debido a la presencia de pinano, la densidad del combustible final está dentro de las especificaciones o se adapta para su uso, véanse las tablas 6 y 7.

Tabla 7: Resultados de densidad para combustibles de tres componentes.

Combustible	Densidad ((Kg/m <sup>3</sup> @ 15°C)	Relación de GTL:Jet A-1	Pasa/No pasa
7	778,1	1,4	Pasa
8	790,1	3,3	Pasa
9	784,9	1,4	Pasa
10	793,0	3,3	Pasa

25

Tabla 8: Resultados de densidad para combustibles bi-componentes.

Combustible	Densidad ((Kg/m <sup>3</sup> @ 15°C)	Relación GTL:Jet A-1	Pasa/No pasa
5	769,2	1,0	No pasa
6	778,9	1,0	Pasa
11	756,2	2,3	No pasa
12	762,0	2,3	No pasa

Por lo tanto, la adición de pinano permite que se use una mayor proporción de combustible GTL en combinación con combustible de aviación y que permanezca en la especificación con respecto a la densidad.

5

Tabla 9: Contenido aromático para todos los combustibles.

Combustible	Descripción	% en volumen de compuestos aromáticos
1	GTL	0,0
2	Jet A-1 (a)	16,5
3	Jet A-1 (b)	20,3
4	Pinano	0,0
5	50% GTL y 50% Jet A-1 (a)	8,3
6	50% GTL y 50% Jet A-1 (b)	10,2
7	50% GTL, 35% Jet A-1 (a), 15% Pinano	5,8
8	50 % GTL, 15% Jet A-1 (a), 35% Pinano	2,5
9	50% GTL, 35% Jet A-1 (b), 15% de Pinano	7,1
10	50% GTL, 15% Jet A-1 (b), 35% Pinano	3,0
11	70% GTL y 30% Jet A-1 (a)	5,0
12	70% GTL y 30% Jet A-1 (b)	6,1

La Fig. 3 muestra el contenido aromático de todos los combustibles en % en volumen. La norma para combustible de aviación semisintético (ASTM 7566-11a) establece que el contenido aromático de un combustible de aviación semisintético no debe ser inferior al 8%. Sin embargo, este nivel de compuestos aromáticos es necesario para satisfacer las propiedades de hinchamiento del elastómero y para garantizar que el combustible del avión tenga una densidad que sea lo suficientemente alta. La norma para combustible del avión (ASTM D7566) realmente considera que los compuestos aromáticos son "no deseados" y solo limitan un límite superior del 25%. Por lo tanto, aunque los Combustibles 7-10 están fuera de la especificación de acuerdo con la especificación semisintética actual para compuestos aromáticos, estos combustibles son, de hecho, adecuados para el propósito con respecto a las propiedades de densidad e hinchamiento del elastómero.

10

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para aumentar la cantidad de un componente de combustible de queroseno parafínico sintético en un combustible para aviones que comprende:
  - 5 a) proporcionar un componente de combustible de queroseno parafínico sintético en el intervalo de ebullición para aviones que tiene al menos 99,5% en peso de hidrocarburos, siendo dichos hidrocarburos al menos 98,5% en peso de parafinas, menos de 1% en peso de compuestos bicíclicos, y menos de 0,5% en peso de aromáticos totales medidos mediante la norma ASTM D2425;
  - b) proporcionar un componente de combustible de aviación basado en petróleo que bulle para más del 90% en volumen a desde 130 a 300°C;
  - 10 c) proporcionar pinano; y
  - d) mezclar el componente a), b) y c), en donde el componente c) está presente en una cantidad de 5 a 40 por ciento en peso, basado en la mezcla, y los componentes a) y b) están en una proporción mayor que 1 a 1, proporcionando de este modo una mezcla de combustible para aviones que tiene una densidad de 775 a 840 kg/m<sup>3</sup> a 15°C.
- 15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el componente c) está presente en una cantidad de 5 a 35 por ciento en peso, en base a la mezcla.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el componente c) está presente en una cantidad de 10 a 35 por ciento en peso, en base a la mezcla.
4. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el componente c) está presente en una cantidad de 10 a 30 por ciento en peso, en base a la mezcla.
- 20 5. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la mezcla de combustible para aviones tiene un contenido aromático de menos de 10% en volumen, basado en la mezcla de combustible para aviones.
6. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la mezcla de combustible para aviones tiene un contenido aromático de menos de 8% en volumen, basado en la mezcla de combustible para aviones.
- 25 7. Una composición de combustible para aviones que tiene una densidad de 775 a 840 kg/m<sup>3</sup> a 15°C que comprende:
  - a) más de 50 por ciento en peso, basado en los componentes combinados a) y b), de un componente de combustible de queroseno parafínico sintético en el intervalo de ebullición para aviones que tiene al menos 99,5% en peso de hidrocarburos, siendo dichos hidrocarburos al menos 98,5% en peso de parafinas, menos de 1% en peso de compuestos bicíclicos, y menos de 0,5% en peso de compuestos aromáticos totales medidos mediante la norma ASTM D2425;
  - 30 b) un componente de combustible de aviación basado en petróleo distinto de b) que hierve para más de 90% en volumen a de 130 a 300°C; y
  - c) del 5 al 40 por ciento en peso, basado en la composición de combustible para aviones, de pinano.
- 35 8. La composición de combustible para aviones de acuerdo con la reivindicación 7, en la que el pinano está presente en una cantidad de 5 a 35 por ciento en peso, basado en la mezcla.
9. La composición de combustible para aviones de acuerdo con la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en la que está presente más del 55 por ciento en peso, basado en los componentes combinados a) y b), del componente de combustible de queroseno parafínico sintético.
- 40 10. La composición de combustible para aviones de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en la que está presente más del 60 por ciento en peso, en base a los componentes combinados a) y b), del componente de combustible de queroseno parafínico sintético.
11. La composición de combustible para aviones de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en la que el pinano está presente en una cantidad de 10 a 35 por ciento en peso, basado en la mezcla.
- 45 12. La composición de combustible para aviones de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en la que el pinano está presente en una cantidad de 10 a 25 por ciento en peso, basado en la mezcla.
13. La composición de combustible para aviones de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, en la que está presente más del 70 por ciento en peso, en base a los componentes combinados a) y b), del componente de combustible de queroseno parafínico sintético.

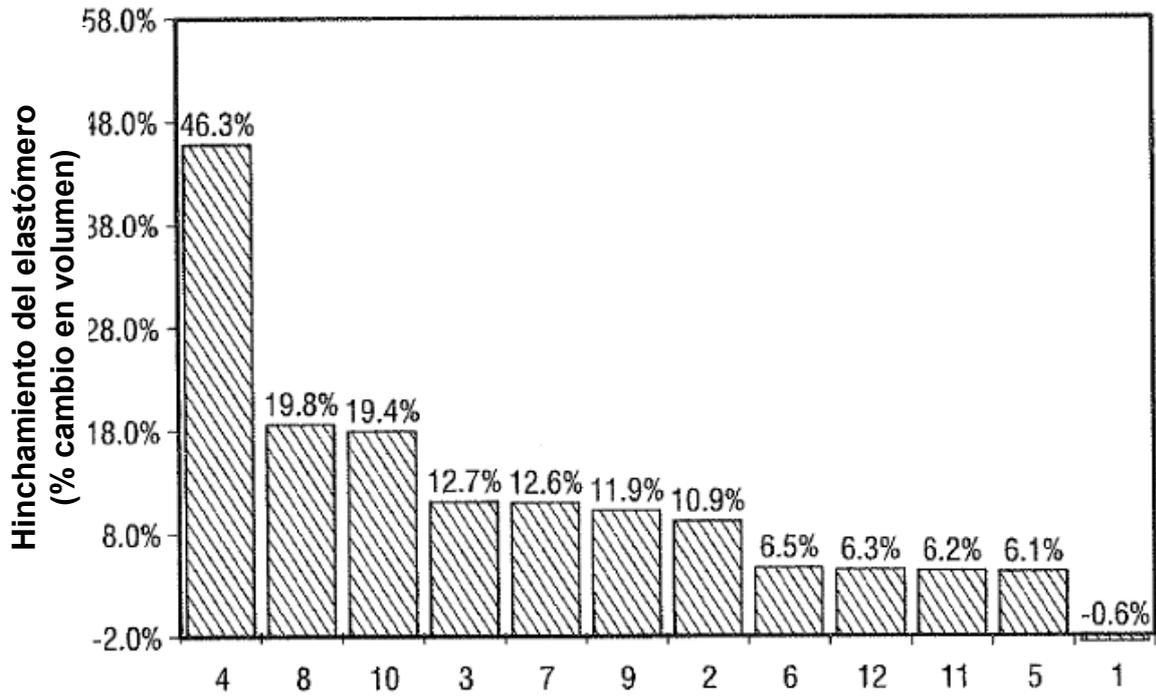


FIG. 1

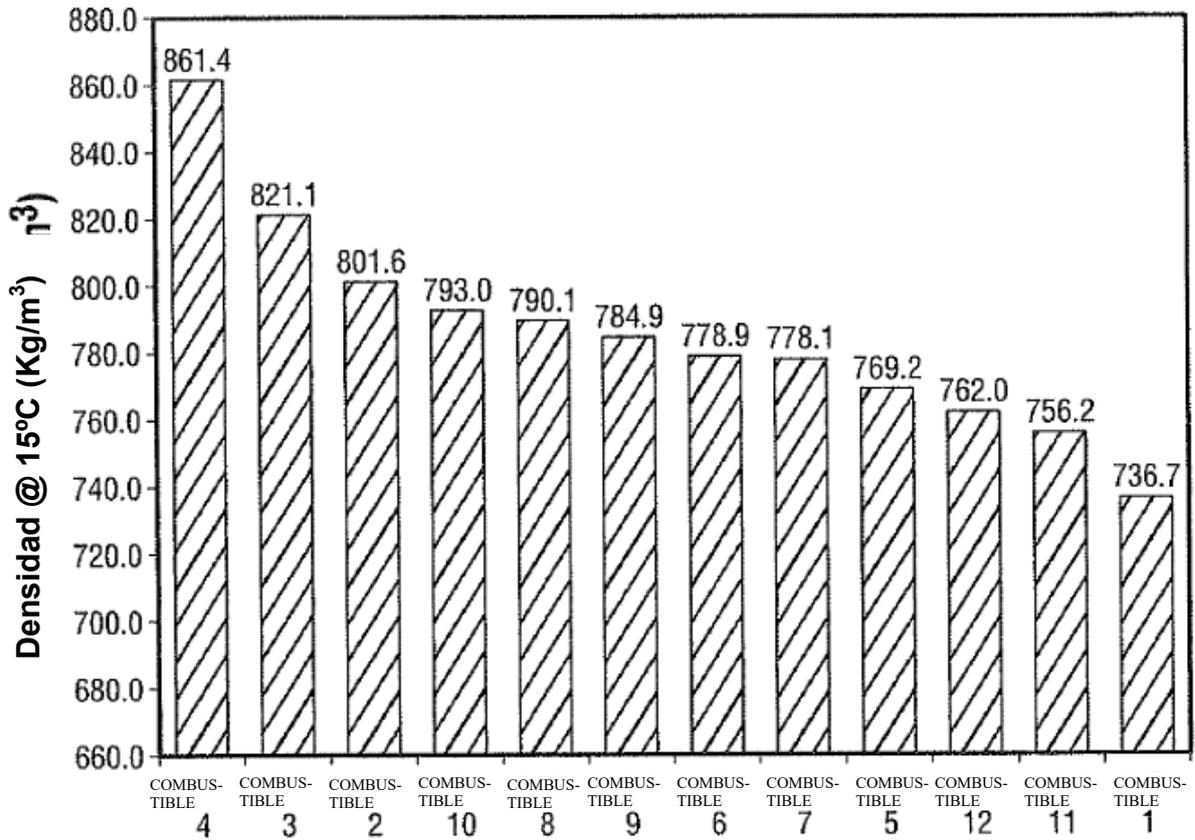
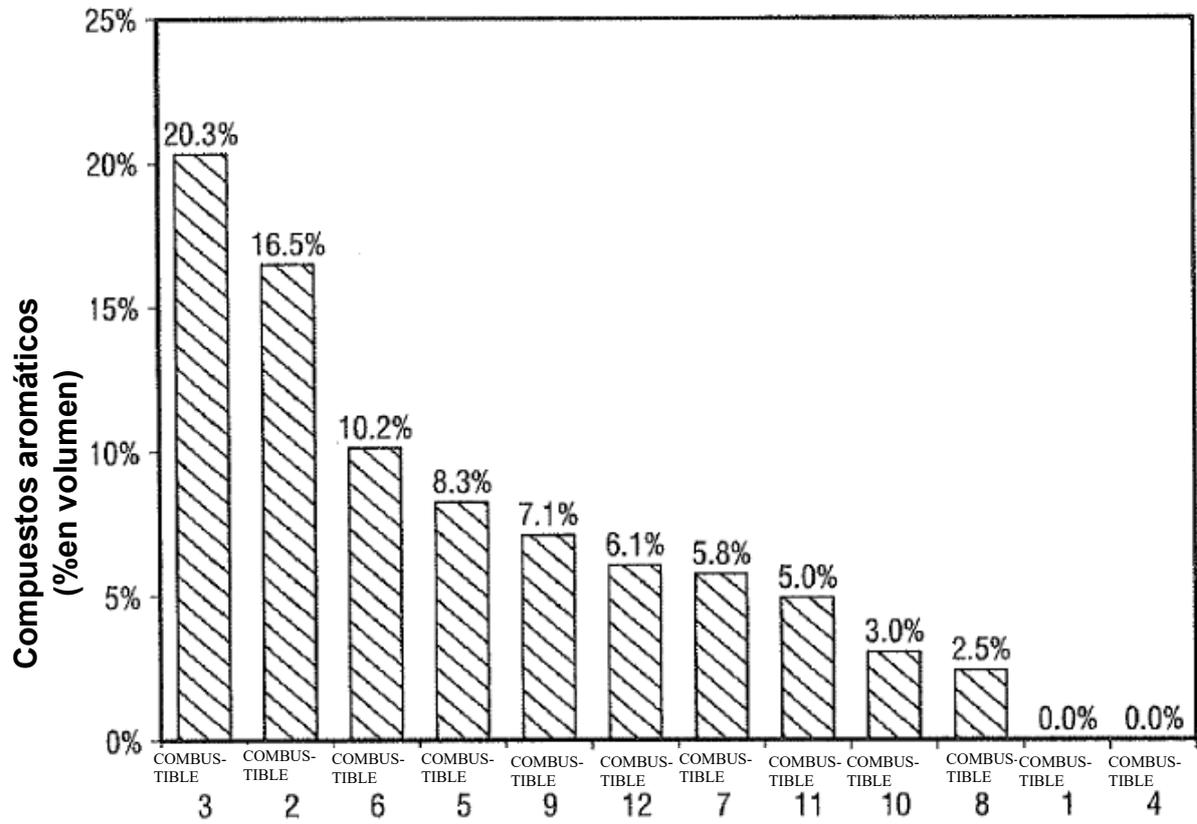


FIG. 2



**FIG. 3**

**COMBUSTIBLE N°**