

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 549**

51 Int. Cl.:

**C10L 1/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2015 PCT/EP2015/074595**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2016 WO16074904**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2015 E 15787944 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3218452**

54 Título: **Microemulsiones de agua en combustible diésel**

30 Prioridad:

**10.11.2014 IT MI20141933**

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

**06.03.2020**

73 Titular/es:

**EME FINANCE LTD (100.0%)  
71-75 Shelton Street, Covent Garden  
London WC2H 9JQ, GB**

72 Inventor/es:

**FUMAGALLI, MARCO LUIGI**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 746 549 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**

Microemulsiones de agua en combustible diésel

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una microemulsión de agua en combustible diésel, en particular a una microemulsión de agua en combustible diésel para motores diésel de combustión interna. Esta microemulsión está dotada de una larga vida útil y, en comparación con los combustibles diésel convencionales, proporciona una reducción en los contaminantes generados por combustión y una salida de motor comparable.

**Antecedentes de la invención**

Hoy en día, las emulsiones de agua en combustible diésel se conocen y se usan como combustibles en motores de combustión interna diésel y en quemadores de calefacción, con el fin de reducir la presencia de contaminantes nocivos en los gases de escape, tales como NOx, SOx, CO y materia particulada (MP) sin comprometer el rendimiento del motor.

La práctica de añadir agua al combustible diésel se remonta a principios de 1900, y hay muchas implementaciones patentadas diferentes. Dependiendo de la aplicación, el contenido de agua puede variar del 8 % al 35 %, con una formulación típica de agua del 13 % para su uso en motores diésel.

Hay varios beneficios de la adición de agua al combustible diésel. La vaporización de agua en la cámara de combustión proporciona la dispersión del combustible en forma de gotas muy pequeñas y aumenta la superficie de contacto entre el combustible y el aire. Como resultado, la combustión es más eficiente, homogénea y con picos térmicos más bajos, reduciendo así las emisiones de veneno, tales como NOx y MP y otros subproductos no deseados.

Hoy en día, La tecnología de combustible de emulsión se considera una de las soluciones más prometedoras para la conservación de combustibles fósiles. Sin embargo, hay muy pocas emulsiones reales en el mercado debido a su escasa estabilidad, potencia reducida y costes excesivos.

Técnicamente, estas emulsiones, también llamadas "combustibles diésel blancos" por su color peculiar, son emulsiones de agua en combustible diésel, es decir, emulsiones de A/Ac en las que el agua, en forma de pequeñas partículas o gotitas, se distribuye uniformemente dentro del combustible diésel. En estos sistemas, el agua es la fase dispersa interna o discontinua, mientras que el combustible diésel es el medio de dispersión también conocido como fase externa o continua.

Hasta la fecha, se han realizado muchos intentos diferentes para poner la tecnología en un uso comercial generalizado, aunque han fallado sustancialmente en producir un rendimiento fiable y reproducible.

Las primeras emulsiones no fueron satisfactorias. De hecho, requirieron modificaciones del aparato de combustión, no garantizaron una dispersión óptima del agua en el combustible diésel y no era lo suficientemente estable con el tiempo, lo que comprometía la reducción esperada de las emisiones y el rendimiento calorífico del proceso de combustión.

Adicionalmente, estas viejas emulsiones eran bastante caras debido al alto coste del equipo de producción y de los agentes emulsionantes.

Las emulsiones son, por naturaleza, físicamente inestables, es decir, cuando se almacenan tienden a separarse con el tiempo en dos fases o capas distintas, con la fase acuosa en el fondo. El fenómeno de la separación completa e irreversible de la fase dispersa (agua) se conoce como coalescencia.

Cuando se produce la separación de fases, por ejemplo en un tanque, el combustible puede causar un empeoramiento considerable del rendimiento del motor e incluso su daño permanente. De hecho, la presencia de una fase acuosa a granel puede provocar la incautación de las bombas de alimentación y de los inyectores de combustible. El combustible puede no encenderse cuando la máquina arranca o se detiene debido a las temperaturas de combustión más bajas, puede volverse corrosivo y congelarse a temperaturas más bajas.

El solicitante observó además que, dado que la separación de fases continúa gradualmente, también la eficiencia de la combustión del combustible a lo largo del tiempo varía y su evaluación proporciona valores variables dependiendo del momento en que se realiza el experimento de combustión.

La elevada estabilidad en el tiempo y bajo un amplio rango de temperatura, por ejemplo, al menos cuatro meses en condiciones normales de almacenamiento y entre -20 °C y +50 °C, es un requisito esencial para un producto comercial y, en particular, es obligatorio según la ley italiana que regula las emulsiones de combustible.

Ha habido muchos intentos de fabricar emulsiones de agua estable en combustible diésel pero muy pocas llegaron al mercado.

5 La estabilización del sistema se ha probado principalmente mediante el uso de tensioactivos específicos y/o medios mecánicos, que permiten que la emulsión permanezca homogénea durante un período suficientemente largo para usarse sin separación de las dos fases inmiscibles.

10 En la preparación de emulsiones, las condiciones de fabricación son al menos tan cruciales como la selección de tensioactivos adecuados. Los métodos comunes para preparar emulsiones requieren que se añada energía al sistema de alguna forma. La energía se puede suministrar de varias maneras, por ejemplo, trituración, homogeneización, sacudidas, agitación y calor.

15 La energía necesaria para alcanzar el estado emulsionado es considerable y es mayor cuando la tensión superficial de las dos fases es muy alta. Para reducir el contenido de energía del sistema, lo que aumenta su estabilidad termodinámica, es importante no solo añadir tensioactivos, que reducen la tensión superficial, sino también asegurar la formación del mayor número posible de partículas coloidales y dispersarlas completamente.

20 Se han añadido agentes emulsionantes para prevenir la coalescencia, pero el desarrollo de estos agentes aún está en la etapa incipiente y presenta varios desafíos, incluyendo posibles efectos negativos sobre la combustión.

Con los años, varios estudios centrados en composiciones emulsionantes, lo que permitió una dispersión uniforme de agua en combustible diésel mediante la generación de micelas.

25 Varios tensioactivos, por encima de un cierto valor de concentración conocido como concentración crítica de micelas (CMC), se organizan en agregados supramoleculares llamados micelas. En disolventes apolares, la parte hidrofílica de los tensioactivos está orientada hacia adentro, mientras que la parte hidrofóbica está orientada hacia afuera.

30 Por encima de la C.M.C., varias propiedades del sistema se ven afectadas positivamente: aumenta la solubilidad, la tensión interfacial disminuye y la estabilidad general de la emulsión mejora.

35 Con los años, el tamaño de las partículas de la fase dispersa se ha vuelto cada vez más pequeño (micro o nanoemulsiones). Si las gotas son lo suficientemente pequeñas, la fuerza de gravedad que actúa sobre ellas es menor que las fluctuaciones térmicas o las sutiles fuerzas de agitación mecánica. En este caso, la emulsión puede volverse estable casi indefinidamente.

También se necesitaban emulsionantes, en cantidades mayores, para incorporar más agua, que, ventajosamente, proporciona una mayor reducción de contaminantes en las emisiones.

40 Sin embargo, la adición de una gran cantidad de emulsionantes a las emulsiones de combustible para mejorar la estabilidad y aumentar el contenido de agua, además de ser particularmente caro, no está exenta de inconvenientes técnicos.

45 De hecho, los emulsionantes pueden causar la formación de depósitos carbonosos adheridos a la superficie interna de la cámara de combustión y del aparato de inyección. Estos depósitos afectan negativamente al funcionamiento del motor y deben eliminarse continuamente.

50 Por lo tanto, sería deseable tener emulsiones de a/ac de combustible caracterizadas por una larga vida útil y emisiones reducidas y un buen rendimiento del motor. Incluso sería más deseable tener sin emulsiones de a/ac de combustible que contuvieran una baja cantidad de tensioactivos, a la vez que ofrecieran al menos la misma o incluso mejor estabilidad, contenido de agua, rendimiento del motor y reducción de contaminantes de emulsiones anteriores que comprenden una mayor cantidad de tensioactivos.

55 El solicitante ha observado que las microemulsiones que contienen tensioactivos a baja concentración se han mencionado en patentes anteriores, pero en general no se desvelaron específicamente.

60 El solicitante también se dio cuenta de que las composiciones de emulsión de la técnica anterior con un bajo contenido de emulsionantes no podían incorporar agua en grandes cantidades o tenían una estabilidad limitada. Adicionalmente, estas emulsiones a menudo eran significativamente menos eficaces que el combustible diésel.

Por ejemplo, el documento EP0958853 desvela un proceso para producir emulsiones de al menos dos fluidos sustancialmente inmiscibles, particularmente emulsiones de un combustible líquido con agua. Las emulsiones realmente desveladas comprenden el 2,0-2,5 % de tensioactivos.

65 La solicitud de patente WO97/34969 describe una emulsión entre agua e hidrocarburos, por ejemplo un combustible diésel. Las emulsiones indicadas en los ejemplos se estabilizan mediante la adición de aproximadamente el 1,9-2 %

de una composición emulsionante hecha esencialmente de sesquioleato de sorbitán, monooleato de polietilenglicol y un nonilfenol etoxilado, que tenga un HLB entre 6 y 8.

5 La solicitud de patente EP812615A1 describe un proceso para la producción de una emulsión estabilizada de combustible diésel y agua. Este proceso proporciona la preparación de una primera emulsión obtenida mezclando combustible diésel, agua y el tensioactivo, y, después, la mezcla de la emulsión así obtenida con más agua para producir la emulsión final. La emulsión se prepara usando un tensioactivo hidrófilo o lipófilo o una mezcla de los mismos en cantidades de aproximadamente 1,2 % con respecto al peso total de la emulsión.

10 La solicitud de patente WO 92/19701 revela emulsiones estabilizadas mediante la adición de alcanolamidas. En la preparación del Ejemplo 1, el emulsionante oleamida DEA se usa en una cantidad del 0,25 % en peso y se dice que la emulsión es estable durante dos horas en condiciones estáticas.

15 El documento EP2612898A1 describe nanoemulsiones de A/Ac, no se menciona ni se usa combustible diésel, en todos los ejemplos, la relación en peso entre el HLB y el tensioactivo no iónico de HLB más alto es de aproximadamente 4:1.

20 Todavía existe la necesidad de composiciones tensioactivas para agua en microemulsiones de combustible diésel que, incluso con un menor contenido de tensioactivos, todavía son capaces de proporcionar microemulsiones de combustible muy estables, que posiblemente comprenden agua también en gran cantidad y con un rendimiento de combustión comparable con el del combustible diésel de forma individual.

25 El solicitante ha encontrado sorprendentemente una composición emulsionante específica para agua en microemulsiones de combustible diésel, composición que proporciona agua homogénea en microemulsiones de combustible diésel, con una excelente vida útil y rendimiento del motor, incluso con un alto contenido de agua, que también es efectivo cuando se usa una cantidad baja de tensioactivos.

### Sumario

30 Por lo tanto, es un primer objeto de la presente invención una composición emulsionante (c) para agua en microemulsiones de agua en combustible diésel, que comprende:

- 1) del 20,0 al 33,0 % en peso de al menos un polímero no iónico, seleccionado entre poliglicéridos de mono-, di y triglicéridos de ácidos grasos;
- 35 2) del 6,0 al 10,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico lipófilo, que tienen un HLB inferior a 7 seleccionados entre ésteres de alquil sorbitán, alcoholes grasos y sus derivados polietoxilados, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas;
- 40 3) del 16,0 al 29,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico hidrófilo que tiene un HLB superior a 10 seleccionado entre los derivados de polioxietilenos de ésteres de alquil sorbitán, alcohol graso etoxilado, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas;
- 4) del 6,5 al 11,5 % en peso de al menos un tensioactivo aniónico seleccionado entre sulfatos orgánicos, sulfonatos, sales de fosfatos y carboxilatos;
- 5) del 9,5 al 16,5 % en peso de al menos un tensioactivo anfotérico.

45 Es un segundo objeto de la presente invención una microemulsión de agua en combustible diésel que comprende al menos

- a) del 5,0 al 30,0 % en peso de agua,
- b) al menos el 70,0 % en peso de un combustible diésel, y
- 50 c) la composición emulsionante según el primer objeto, preferentemente, en una cantidad de, como máximo, el 3,0 % en peso.

Es un tercer objetivo de la presente invención un proceso para la fabricación de una microemulsión de agua en combustible diésel que comprende:

- 55 I. proporcionar un combustible diésel (b) en una cantidad de al menos el 70,0 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final;
- II. añadir al combustible diésel (b) una composición emulsionante (c) según el primer objeto de la presente invención, preferentemente, en una cantidad de, como máximo, el 3,0 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final;
- 60 III. opcionalmente, mezclar previamente la composición emulsionante (c) y se obtiene el combustible diésel (b) hasta una mezcla (d),
- IV. añadir del 5,0 al 30,0 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final de agua (a), preferentemente por pulverización;
- 65 V. pasar la mezcla de (a), (b) y (c) al menos una vez a través de un dispositivo de mezcla, y
- VI. opcionalmente, recircular la mezcla final a través del dispositivo de mezcla, hasta obtener la microemulsión.

Es un cuarto objetivo de la presente invención, el uso de la presente microemulsión de agua en combustible diésel según el segundo objeto como combustible, preferentemente como combustible para aplicaciones automotrices o de calefacción.

5

### Definiciones

Con los términos "combustible diésel" o "gasóleo", se entiende cualquier combustible líquido utilizado en motores diésel, cuyo encendido de combustible tiene lugar como resultado de la compresión de la mezcla de aire de entrada.

10

Con el término "HLB" se entiende el equilibrio hidrofílico-lipofílico. El HLB es un valor empírico basado en el porcentaje relativo de los restos hidrofílicos con respecto a los lipofílicos en una molécula tensioactiva y tiene una escala arbitraria de 1 a 18.

15

Con la frase "ausencia de una fase acuosa separada visible" se entiende que, después de la centrifugación de acuerdo con UNICHIM MU 1548 de la microemulsión, no hay agua separada visible a simple vista en el fondo del tubo de ensayo.

20

Con el término "Span" se entiende un éster de alquilo de sorbitán

Con el término "Tween" se entiende un alquil éster de sorbitán polietoxilado.

### Descripción detallada

El primer objeto de la presente invención es una composición emulsionante (c) para agua en microemulsiones de combustible diésel que comprende:

1) del 20,0 al 33,0 % en peso de al menos un polímero no iónico, seleccionado entre poliglicéridos de mono-, di y triglicéridos de ácidos grasos;

2) del 6,0 al 10,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico lipofílico, que tienen un HLB inferior a 7 seleccionados entre ésteres de alquil sorbitán, alcoholes grasos y sus derivados polietoxilados, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas;

3) del 16,0 al 29,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico hidrófilo que tiene un HLB superior a 10 seleccionado entre los derivados de polioxietilenos de ésteres de alquil sorbitán, alcohol graso etoxilado, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas;

4) de 6 del 6,5 al 11,5 % en peso de al menos un tensioactivo aniónico seleccionado entre sulfatos orgánicos, sulfonatos, sales de fosfatos y carboxilatos;

5) del 9,5 al 16,5 % en peso de al menos un tensioactivo anfotérico

Preferentemente, la presente composición emulsionante se caracteriza por un valor global de HLB de 2,9 a 3,5, preferentemente de 3,0 a 3,3.

Preferentemente, una o más de las siguientes características tomadas solas o en combinación, caracterizan la composición emulsionante de la presente invención.

45

Los porcentajes en peso de los componentes de la composición emulsionante se refieren al peso total de la composición emulsionante.

La composición emulsionante según la presente invención comprende al menos:

50

1) del 20,0 al 33,0 % en peso de al menos un polímero no iónico seleccionado entre poliglicéridos de mono-, di y triglicéridos de ácidos grasos.

Preferentemente, el polímero no iónico se selecciona entre poliglicéridos de mono-, di y tri-glicéridos de ácidos grasos C14-C24, más preferentemente poliglicéridos de ácidos grasos oleico, linoleico, linolénico, más preferentemente poliglicéridos de ácido oleico.

55

Preferentemente, la cantidad de polímero no iónico es del 22,5 al 27,5 % en peso, más preferentemente del 24,0 al 26,0 %.

2) del 6,0 al 10,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico lipofílico, que tienen un HLB inferior a 7 seleccionados entre ésteres de alquil sorbitán (Span), alcoholes grasos y sus derivados polietoxilados, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas, preferentemente seleccionados entre ésteres de alquil sorbitán.

60

Preferentemente, la cantidad de tensioactivo no iónico lipofílico es del 6,7 al 8,2 % en peso, más preferentemente, del 7,0 al 8,0 % en peso.

Preferentemente, el tensioactivo no iónico lipofílico tiene un HLB inferior a 5, más preferentemente inferior a 3.

65

Preferentemente, el tensioactivo no iónico lipófilo tiene un HLB superior a 1,5, preferentemente mayor de 2,0.

3) del 16,0 al 29,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico hidrófilo que tiene un HLB superior a 10

seleccionado entre derivados de polioxietilenos de ésteres de alquil sorbitán (Tweens), alcohol graso etoxilado, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas, preferentemente, seleccionado entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán (Tweens).

5 Preferentemente, la cantidad de tensioactivo no iónico hidrófilo es del 19,0 al 23,0 % en peso, más preferentemente, del 20,0 al 22,0 % en peso.

Preferentemente, el tensioactivo no iónico lipofílico tiene un HLB superior a 10,5.

Preferentemente, el tensioactivo no iónico lipofílico tiene un HLB inferior a 12,0, preferentemente entre 10,5 y 11,5.

10 4) del 6,5 al 11,5 % en peso de al menos un tensioactivo aniónico seleccionado entre sulfatos orgánicos, sulfonatos, sales de fosfatos y carboxilatos, y sus mezclas, preferentemente alquilsulfatos, más preferentemente sales de laurilsulfato. Preferentemente, las sales sulfatos, sulfonatos, fosfatos y carboxilatos son sales alcalinas o alcalinotérricas. Preferentemente, la cantidad de tensioactivo aniónico es del 7,5 al 9,0 % en peso, más preferentemente, del 8,0 al 8,5 % en peso.

15 5) del 9,5 al 16,5 % en peso de al menos un tensioactivo anfotérico, preferentemente seleccionado de entre los tensioactivos anfotéricos que llevan como cationes aminas primarias, secundarias, terciarias o sales de amonio cuaternario, y como aniones sulfonatos, fosfatos, carboxilatos y sus combinaciones, tales como sultainas, betaínas, fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario y sus mezclas.

Preferentemente, el tensioactivo anfotérico se selecciona de entre fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario tal como fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas.

20 Preferentemente, la cantidad de tensioactivo anfotérico es del 10,0 al 15,0 %, más preferentemente del 11,0 al 13,0 %, del 12,0 al 12,5 % en peso.

La composición emulsionante puede comprender además uno o más aditivos comúnmente usados en el campo de las microemulsiones de agua en combustible diésel, tal como, por ejemplo, estabilizadores, agentes anticongelantes, potenciadores de octano, lubricantes, antiespumantes, agentes anticorrosión, adyuvantes y otros.

25 En particular, la presente composición emulsionante preferentemente comprende además uno o más de los siguientes aditivos:

6) un lubricante seleccionado de entre ácidos grasos, alcoholes grasos y ésteres grasos y sus mezclas. Preferentemente, el lubricante es líquido a temperatura ambiente. Preferentemente, el lubricante se selecciona de entre ácidos grasos, más preferentemente es ácido erúxico. La cantidad de lubricante se puede adaptar adecuadamente en vista de la presencia de lubricantes en el combustible diésel, preferentemente, en una cantidad del 3 al 13 % en peso;

30 7) un refuerzo de octano preferentemente seleccionado de entre nitrato de 2-etilhexilo y alcohol terc-butílico, preferentemente, alcohol terc-butílico, preferentemente, en una cantidad del 1,0 al 3,0 % en peso;

35 8) un agente anticongelante seleccionado de entre disolventes orgánicos, tal como 1,3-dioxolano, tetrahydrofurano, alcohol diclorobencílico y 1,2-dimetoxietano, etilenglicol, propilenglicol, glicerol y sus mezclas, preferentemente, en una cantidad del 2,0 al 5,0 % en peso;

9) un estabilizador de emulsión, tal como carboximetilcelulosa de sodio, preferentemente, en una cantidad del 2,0 al 7,0 % en peso;

40 10) un agente antiespumante, tal como un polidimetilsiloxano y otros derivados de silicona, o trifosfato de tributilo, preferentemente, trifosfato de tributilo, preferentemente, en una cantidad del 1,0 al 4,0 % en peso;

11) un agente adyuvante, tal como sílice, preferentemente, en una cantidad del 0,5-4,0 % en peso.

45 El porcentaje en peso anterior de los aditivos opcionales 6 a 11 se refiere al peso de la composición emulsionante.

En una realización, la presente composición emulsionante comprende al menos:

1) del 24,0 % al 26,0 % en peso de poliglicéridos de mono-, di y tri-glicéridos de ácidos grasos oleico, linoleico, linolénico, más preferentemente poliglicéridos de ácido oleico.

50 2) del 7,0 al 8,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico lipofílico, seleccionado de entre ésteres de alquil sorbitán (Spans), que tienen un HLB inferior a 7, preferentemente, un HLB inferior a 5, más preferentemente, un HLB inferior a 3.

3) del 20,0 al 22,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico hidrófilo seleccionado de entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán (Tweens), que tienen un HLB superior a 10, preferentemente superior a 10,5

55 4) del 8,0 al 8,5 % en peso de al menos un tensioactivo aniónico seleccionado de entre sales de alquilsulfatos, más preferentemente sales de laurilsulfato.

5) del 11,0 al 13 % en peso de al menos un tensioactivo anfotérico, seleccionado de entre fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario, tal como fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas; y, opcionalmente, uno o más de los aditivos enumerados anteriormente en los números 6 a 11.

60 En una realización, la presente composición emulsionante al menos:

1) del 24,0 % al 26,0 % en peso de poliglicéridos de mono-, di y tri-glicéridos de ácidos grasos oleico, linoleico, linolénico, más preferentemente poliglicéridos de ácido oleico.

65 2) del 7,0 al 8,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico lipofílico, seleccionado de entre ésteres de

alquil sorbitán (Spans), que tienen un HLB inferior a 7, preferentemente, un HLB inferior a 5, más preferentemente, un HLB inferior a 3.

3) del 20,0 al 22,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico hidrofílico seleccionado de entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán (Tweens), que tienen un HLB superior a 10, preferentemente superior a 10,5

4) del 8,0 al 8,5 % en peso de al menos un tensioactivo aniónico seleccionado de entre sales de alquilsulfatos, más preferentemente sales de laurilsulfato.

5) del 11,0 al 13 % en peso de al menos un tensioactivo anfotérico, seleccionado de entre fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario, tal como fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas;

6) del 10 al 13 % en peso de un lubricante seleccionado de entre ácidos grasos, alcoholes grasos y ésteres grasos y sus mezclas, y

opcionalmente, uno o más de los aditivos enumerados anteriormente en los números 7 a 11.

15 En una realización, la presente composición emulsionante comprende:

1) del 24,5 al 25,1 % en peso de un polímero no iónico seleccionado de entre poliglicéridos de mono-, di y triglicéridos de ácidos grasos,

2) del 7,2 al 7,8 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico lipofílico, que tienen un HLB inferior a 7 seleccionados entre ésteres de alquil sorbitán (Span), alcoholes grasos y sus mezclas, preferentemente seleccionados de entre ésteres de alquil sorbitán;

3) del 20,5 al 21,5 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico hidrofílico que tiene un HLB superior a 10 seleccionado de entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán (Tweens), ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas, preferentemente, seleccionado entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán (Tweens).

4) del 8,0 al 8,5 % en peso de al menos un tensioactivo aniónico seleccionado de entre sulfatos orgánicos, sulfonatos, sales de fosfatos y carboxilatos, y sus mezclas, preferentemente alquilsulfatos, más preferentemente sales de laurilsulfato.

5) del 12,0 al 12,5 % en peso de al menos un tensioactivo anfotérico, preferentemente seleccionado de entre tensioactivos anfotéricos que llevan como cationes aminas primarias, secundarias, terciarias protonadas o sales de amonio cuaternario, y como aniones sulfonatos, fosfatos, carboxilatos y sus combinaciones, tales como sultainas, betainas, fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario y sus mezclas. Preferentemente, el tensioactivo anfotérico se selecciona de entre fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario, tal como fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas; y, opcionalmente, uno o más de los aditivos enumerados anteriormente en los números 6 al 11.

En una realización, la presente composición emulsionante comprende:

1) del 24,5 al 25,1 % en peso de poliglicéridos de ácido oleico como polímero no iónico;

2) del 7,2 al 7,8 % en peso de tensioactivo no iónico lipofílico de triestearato de sorbitán;

3) del 20,5 al 21,5 % en peso de trioleato de polioxietileno sorbitán como tensioactivo no iónico hidrofílico;

4) del 8,0 al 8,6 % en peso de laurilsulfato de sodio como tensioactivo aniónico.

5) del 12,0 al 12,5 % en peso de fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas como tensioactivo anfotérico;

y, opcionalmente, uno o más de los aditivos enumerados anteriormente en los números 6 a 11.

En una realización, la presente composición emulsionante comprende:

1) del 24,5 al 25,1 % en peso de un polímero no iónico seleccionado de entre poliglicéridos de mono-, di y triglicéridos de ácidos grasos;

2) del 7,2 al 7,8 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico lipofílico, que tienen un HLB inferior a 7 seleccionados entre ésteres de alquil sorbitán (Span), alcoholes grasos y sus derivados polietoxilados, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas, preferentemente seleccionados de entre ésteres de alquil sorbitán;

3) del 20,5 al 21,5 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico hidrofílico que tiene un HLB superior a 10 seleccionado de entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán (Tweens), alcohol graso etoxilado, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas, preferentemente seleccionado de entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán (Tweens);

4) del 8,0 al 8,5 % en peso de al menos un tensioactivo aniónico seleccionado de entre sulfatos orgánicos, sulfonatos, sales de fosfatos y carboxilatos, y sus mezclas, preferentemente alquilsulfatos, más preferentemente sales de laurilsulfato.

5) del 12,0 al 12,5 % en peso de al menos un tensioactivo anfotérico, preferentemente seleccionado de entre tensioactivos anfotéricos que llevan como cationes aminas primarias, secundarias, terciarias protonadas o sales de amonio cuaternario, y como aniones sulfonatos, fosfatos, carboxilatos y sus combinaciones, tales como sultainas, betainas, fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario y sus mezclas. Preferentemente, el tensioactivo anfotérico se selecciona de entre fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario, tal como

fosfatidilcolina o lecitina, y su mezcla;

6) del 11,0 al 12,5 % en peso de un lubricante seleccionado de entre ácidos grasos líquidos, alcoholes grasos y ésteres grasos, y sus mezclas, preferentemente es ácido erúxico;

5 7) del 1,8 al 2,2 % en peso de un octano seleccionado de entre nitrato de 2-etilhexilo y alcohol terc-butílico, preferentemente es alcohol terc-butílico;

8) del 3,0 al 4,0 % en peso de un agente anticongelante seleccionado de entre disolventes orgánicos, tales como 1,3-dioxolano, tetrahidrofurano, alcohol diclorobencílico y 1,2-dimetoxietano, etilenglicol, propilenglicol, glicerol y sus mezclas;

9) del 4,0 al 5,5 % en peso de un estabilizador de emulsión, preferentemente de carboximetilcelulosa de sodio;

10 10) del 2,1 al 2,3 % en peso de un agente antiespumante, preferentemente de trifosfato de tributilo;

11) del 1,5 al 2,2 % en peso de un agente adyuvante, preferentemente de sílice.

En una realización preferida, la presente composición emulsionante comprende:

15 1) del 24,5 al 25,1 % en peso de poliglicéridos de ácido oleico como polímero no iónico;

2) del 7,2 al 7,8 % en peso de triestearato de sorbitán como tensioactivo no iónico lipofílico;

3) del 20,5 al 21,5 % en peso de trioleato de polioxietileno-sorbitán como tensioactivo no iónico hidrofílico;

4) del 8,0 al 8,5 % en peso de laurilsulfato de sodio como tensioactivo aniónico;

20 5) del 12,0 al 12,5 % en peso de fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas como tensioactivo anfotérico;

6) del 11,0 al 12,5 % en peso de ácido erúxico como lubricante;

7) del 1,8 al 2,2 % en peso de alcohol terc-butílico como refuerzo de octano;

8) del 3,0 al 4,0 % en peso de una mezcla de disolventes orgánicos como agente anticongelante, preferentemente de 1,3-dioxolano, tetrahidrofurano, alcohol diclorobencílico y 1,2-dimetoxietano;

9) del 4,0 al 5,5 % en peso de carboximetilcelulosa de sodio como estabilizador de emulsión;

25 10) del 2,1 al 2,3 % en peso de trifosfato de tributilo como agente antiespumante;

11) del 1,5 al 2,2 % en peso de sílice como adyuvante.

En una realización preferida, la presente composición emulsionante (c) consiste en:

30 1) del 20,0 al 33,0 % en peso de al menos un polímero no iónico seleccionado entre poliglicéridos de mono-, di y triglicéridos de ácidos grasos,

2) del 6,0 al 10,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico lipofílico, que tienen un HLB inferior a 7 seleccionados entre ésteres de alquil sorbitán, alcoholes grasos y sus derivados polietoxilados, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas,

35 3) del 16,0 al 29,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico hidrofílico que tiene un HLB superior a 10 seleccionado de entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán, alcohol graso etoxilado, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas;

4) del 6,5 al 11,5 % en peso de al menos un tensioactivo aniónico seleccionado entre sulfatos orgánicos, sulfonatos, sales de fosfatos y carboxilatos;

40 5) del 9,5 al 16,5 % en peso de al menos un tensioactivo anfotérico.

y, opcionalmente, uno o más de los aditivos enumerados anteriormente en los números 6 al 11.

En una realización preferida, la presente composición emulsionante consiste en:

45 1) del 24,5 al 25,1 % en peso de un polímero no iónico seleccionado de entre poliglicéridos de mono-, di y triglicéridos de ácidos grasos,

2) del 7,2 al 7,8 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico lipofílico, que tienen un HLB inferior a 7 seleccionados entre ésteres de alquil sorbitán (Span), alcoholes grasos y sus mezclas, preferentemente seleccionados de entre ésteres de alquil sorbitán;

50 3) del 20,5 al 21,5 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico hidrofílico que tiene un HLB superior a 10 seleccionado de entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán (Tweens), ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas, preferentemente, seleccionado entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán (Tweens).

55 4) del 8,0 al 8,5 % en peso de al menos un tensioactivo aniónico seleccionado de entre sulfatos orgánicos, sulfonatos, sales de fosfatos y carboxilatos, y sus mezclas, preferentemente alquilsulfatos, más preferentemente sales de laurilsulfato.

60 5) del 12,0 al 12,5 % en peso de al menos un tensioactivo anfotérico, preferentemente seleccionado de entre tensioactivos anfotéricos que llevan como cationes aminas primarias, secundarias, terciarias protonadas o sales de amonio cuaternario, y como aniones sulfonatos, fosfatos, carboxilatos y sus combinaciones, tales como sultainas, betaínas, fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario y sus mezclas. Preferentemente, el tensioactivo anfotérico se selecciona de entre fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario, tal como fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas;

65 y uno o más de los aditivos enumerados anteriormente en los números 6 a 11.



En una realización, la presente composición emulsionante consiste en:

- 1) del 24,5 al 25,1 % en peso de poliglicéridos de ácido oleico como polímero no iónico;
- 2) del 7,2 al 7,8 % en peso de triestearato de sorbitán como tensioactivo no iónico lipofílico;
- 3) del 20,5 al 21,5 % en peso de trioleato de polioxietilensorbitán como tensioactivo no iónico hidrofílico;
- 4) del 8,0 al 8,6 % en peso de laurilsulfato de sodio como tensioactivo aniónico;
- 5) del 12,0 al 12,5 % en peso de fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas como tensioactivo anfotérico;

y uno o más de los aditivos enumerados anteriormente en los números 6 a 11.

En una realización preferida, la presente composición emulsionante consiste en:

- 1) del 24,5 al 25,1 % en peso de poliglicéridos de ácido oleico como polímero no iónico;
- 2) del 7,2 al 7,8 % en peso de triestearato de sorbitán como tensioactivo no iónico lipofílico;
- 3) del 20,5 al 21,5 % en peso de trioleato de polioxietilensorbitán como tensioactivo no iónico hidrofílico;
- 4) del 8,0 al 8,5 % en peso de laurilsulfato de sodio como tensioactivo aniónico.
- 5) del 12,0 al 12,5 % en peso de fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas como tensioactivo anfotérico;
- 6) del 11,0 al 12,5 % en peso de ácido erúxico como lubricante;
- 7) del 1,8 al 2,2 % en peso de alcohol terc-butílico como refuerzo de octano;
- 8) del 3,0 al 4,0 % en peso de la mezcla de disolventes orgánicos como agente anticongelante, preferentemente 1,3-dioxolano, tetrahidrofurano, alcohol diclorobencílico y 1,2-dimetoxietano;
- 9) del 4,0 al 5,5 % en peso de carboximetilcelulosa de sodio como estabilizador de emulsión;
- 10) del 2,1 al 2,3 % en peso de trifosfato de tributilo como agente antiespumante;
- 11) del 1,5 al 2,2 % en peso de sílice como adyuvante.

Ventajosamente, la presente composición emulsionante se puede usar para emulsionar diferentes tipos de combustible diésel, tales como, por ejemplo, combustible diésel para automóviles, combustible diésel de granja y combustible diésel para calefacción.

La presente composición emulsionante puede fabricarse mezclando todos los ingredientes o, preferentemente, dispersando el refuerzo de octano en el polímero no iónico, seguido de la adición de todos los otros componentes bajo agitación a temperatura ambiente hasta obtener una mezcla homogénea.

La presente composición emulsionante puede usarse ventajosamente para fabricar una microemulsión de combustible con alto contenido en agua y muy estable.

Preferentemente, la presente composición emulsionante se usa en una cantidad de, como máximo, el 3,0 %, como máximo el 2,0 %, como máximo el 1,5 %, como máximo el 1 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final.

El segundo objeto de la presente invención es una microemulsión de agua en combustible diésel que comprende al menos

- a) del 5,0 al 30,0 % en peso de agua,
- b) al menos 70,0 % en peso de un combustible diésel, y
- c) la composición emulsionante según el primer objeto, preferentemente, en una cantidad de, como máximo, el 3,0 % en peso.

Los porcentajes en peso de los componentes anteriores (a), (b) y (c) se refieren al peso total de la microemulsión final.

La microemulsión según la presente invención puede caracterizarse por una o más de las siguientes características, tomadas de forma individual o en combinación.

La presente microemulsión comprende al menos el 5 %, preferente al menos el 8 %, más preferentemente al menos el 10 % en peso de agua.

La presente microemulsión comprende como máximo el 30 %, preferente, como máximo, el 25 %, más preferentemente como máximo el 22 % en peso de agua.

Preferentemente, la presente microemulsión comprende del 5 al 30 %, más preferentemente del 8 al 22 % de agua.

Preferentemente, la presente microemulsión para su uso como combustible para automóviles comprende del 8 % al 15 %, preferentemente del 9 al 13 % en peso de agua.

Preferentemente, la presente microemulsión para su uso como combustible para aplicaciones de calefacción

comprende del 15 al 22 %, preferentemente del 18 % al 21 % de agua.

El agua (a) puede ser cualquier tipo de agua purificada, tal como agua destilada, desionizada o desmineralizada, preferentemente es agua desmineralizada, más preferentemente agua desmineralizada con una conductividad muy baja, por ejemplo, una conductividad no superior a 30 pS/m.

La presente microemulsión comprende al menos 70 %, preferentemente del 78 al 92 % de un combustible diésel (b).

El combustible diésel (b) puede ser cualquier mezcla de hidrocarburos, incluidas parafinas, hidrocarburos alifáticos e hidrocarburos cíclicos, derivados de la destilación fraccionada de petróleo (petroldiésel). En general, los combustibles diésel tienen puntos de ebullición que varían de aproximadamente 170 °C a aproximadamente 390 °C. De modo alternativo, se puede usar diésel sintético no derivado del petróleo, tal como biodiésel, biomasa a líquido (BTL), gas a líquido (GTL) y carbón a líquido (CTL). Los combustibles diésel son adecuados para alimentar motores diésel.

De manera ventajosa, la presente microemulsión tiene un menor contenido de emulsionantes con respecto a las microemulsiones de combustible anteriores, a igual o incluso mejor estabilidad.

La presente microemulsión puede comprender una cantidad mayor, por ejemplo, hasta 5 al 5 % en peso o más de la composición emulsionante, Sin embargo, preferentemente, comprende como máximo 3,0 %, preferentemente, como máximo 2,0 %, más preferentemente, como máximo 1,5 %, incluso más preferentemente como máximo 1,0 %, en peso de la composición emulsionante.

Preferentemente, la microemulsión según la presente invención comprende emulsionantes, preferentemente, los emulsionantes numerados previamente del 2 al 5 en la composición emulsionante, en una cantidad total de, como máximo, 1,3 %, como máximo 1,0 %, más preferentemente, de como máximo 0,8 %, incluso más preferentemente de como máximo 0,5 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final.

En la presente microemulsión, el porcentaje en peso de la suma de los emulsionantes 2 a 5 como se ha descrito anteriormente varía, preferentemente, del 0,2 % al 1,3 %, del 0,3 al 1,0 %, más preferentemente, del 0,3 al 0,8 % en peso.

La microemulsión según la presente invención aparece como una emulsión uniforme lechosa.

La mezcla de tensioactivos presentes en la composición emulsionante, a concentraciones superiores a la concentración micelar crítica, da lugar a las micelas inversas clásicas hechas de colas no polares y lipofílicas orientadas hacia afuera, es decir, hacia la fase continua no polar hecha de combustible diésel y las cabezas polares orientadas hacia adentro, definiendo así un núcleo hidrofílico que contiene la fase polar acuosa dispersa.

Una o más de las siguientes características caracterizan la microemulsión según la presente invención:

- i) una tensión interfacial inferior a 0,03  $\mu\text{N/m}$ , preferentemente inferior a 0,01  $\mu\text{N/m}$  y/o
- ii) radio de partículas inferior a 1  $\mu\text{m}$ , preferentemente, inferior a 0,9  $\mu\text{m}$  y/o
- iii) un sedimento inferior al 1 % y sin agua libre visible después de la centrifugación de acuerdo con UNICHIM MU 1548.

La tensión interfacial en la presente microemulsión es particularmente baja, preferentemente inferior a 0,03  $\mu\text{N/m}$ , preferentemente inferior a 0,01  $\mu\text{N/m}$ , medido de acuerdo con el método de pipeta de Donnan o el método de descenso de peso.

El radio de partícula es inferior a 1  $\mu\text{m}$ , preferentemente inferior a 0,9  $\mu\text{m}$ , evaluado mediante examen bajo microscopio óptico.

La prueba de estabilidad según UNICHIM MU 1548 evalúa la formación de un sedimento por centrifugación de acuerdo con una escala del 0 al 9 (del 0 % al 9 % en volumen) y la separación de una capa acuosa visible (puntuación de prueba: aprueba si no se detecta agua separada; falla si al menos una gota de agua es visible).

La puntuación de las microemulsiones presentes en esta prueba es un sedimento por debajo del 1 % y una puntuación "aprobada" ya que no era visible ninguna gota acuosa.

La presente microemulsión de agua en combustible diésel, especialmente cuando se prepara de acuerdo con el presente proceso e incluso cuando comprende cantidades muy bajas de tensioactivos, muestra estabilidad a largo plazo en condiciones estáticas: por ejemplo si se deja en un tanque, sin agitar durante al menos 4 meses o más, no se puede registrar la separación de la fase acuosa. Adicionalmente, ninguna fase acuosa se separa bajo centrifugación (estabilidad dinámica) de acuerdo con el método de prueba UNICHIM 1548.

Con emulsión estable en el tiempo, se pretende que las partículas coloidales de agua presentes en el combustible diésel, estén y permanezcan uniformemente dispersas en la fase continua, durante un período sustancialmente más largo con respecto a las emulsiones ya conocidas, incluso sin ninguna agitación. Adicionalmente, las presentes microemulsiones no solo no se separan cuando se almacenan en un tanque sin agitarse después de largos períodos de almacenamiento, sino que tampoco se fusionan en pruebas de estabilidad dinámica. Las presentes microemulsiones son termodinámicamente muy estables.

Estas características de estabilidad son esenciales en caso de emulsiones que se utilizarán para suministrar motores diésel, para los cuales se espera un período de almacenamiento durante la producción (por ejemplo, en tanques grandes), durante el envío y la distribución (por ejemplo, en camiones cisterna y en depósitos de instalaciones de distribución) y durante el uso final (en los tanques de vehículos de motor).

De hecho, las presentes microemulsiones permanecen estables y obtienen la calificación máxima en la prueba bastante exigente tal como UNICHIM MU 1548: incluso después de una centrifugación prolongada, ha dado como resultado un sedimento inferior al 1% y sin agua libre visible.

Las microemulsiones según la presente invención muestran varias ventajas tales como:

- excelente estabilidad a largo plazo y mayor vida útil (sin separación de agua en el tanque);
- reducción de la formación y emisión de contaminantes (NOx, partículas, etc.);
- reducción de depósitos carbonosos en la cámara de combustión y en el aparato de inyección;
- aumento del rendimiento calorífico del proceso de combustión (eficiencia de combustión mejorada con un rendimiento del motor comparable al del combustible diésel solo);
- alto contenido de agua;
- no se requiere modificación del motor;
- menores costes del equipo de producción;

Las ventajas adicionales de la presente microemulsión son, por ejemplo:

- no requieren lubricantes adicionales en la cámara de combustión (composición autolubrificante);
- reducción de acontecimientos de corrosión y congelación;
- la versatilidad como un solo tipo de composición emulsionante se puede utilizar para emulsionar diferentes tipos de aceites;
- costes más bajos, ya que los agentes emulsionantes pueden usarse en cantidades muy bajas.

La microemulsión según la presente invención puede fabricarse dispersando previamente la composición emulsionante en el combustible diésel y, posteriormente, mezclando esta primera dispersión con agua según técnicas convencionales.

Es un tercer objetivo de la presente invención un proceso para la fabricación de una microemulsión de agua en combustible diésel según el segundo objeto, que comprende:

- I. proporcionar un combustible diésel (b) en una cantidad de al menos 70 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final;
- II. añadir al combustible diésel (b) la composición emulsionante (c) según el primer objeto, preferentemente, en una cantidad de, como máximo, 3,0 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final;
- III. opcionalmente, mezclar previamente la composición emulsionante (c) y se obtiene el combustible diésel (b) hasta una mezcla (d);
- IV. añadir del 5,0 al 30,0 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final de agua (a), preferentemente por pulverización;
- V. pasar la mezcla de (a), (b) y (c) al menos una vez a través de un dispositivo de mezcla, y
- VI. recircular opcionalmente la mezcla a través del dispositivo de mezcla, hasta obtener la microemulsión.

Preferentemente, el proceso es un proceso discontinuo.

Por consiguiente, un proceso discontinuo para preparar la presente microemulsión de agua/combustible diésel, comprende: alimentar una cantidad predeterminada de combustible diésel en un tanque de mezcla;

- alimentar una cantidad predeterminada de la presente composición emulsionante en el tanque de mezcla;
- alimentar una cantidad predeterminada de agua al tanque de mezcla;
- recircular el lote en el tanque de mezcla que comprende dicho combustible diésel, dicha composición emulsionante y dicha agua a través de un conducto de recirculación y a través de un dispositivo de mezcla;
- descargar el lote de microemulsión de combustible.

El aparato preferente, el dispositivo de mezcla y el proceso, para la fabricación de la presente microemulsión, se describen en el documento WO2013/124726 al que se hace referencia en su totalidad para más detalles.

El aparato más preferente, el dispositivo de mezcla y las condiciones del proceso para fabricar la presente microemulsión se desvelan en la solicitud de patente italiana en trámite con la presente MI2014A001931 a nombre del mismo solicitante.

5 Un aparato preferente comprende:  
 al menos una unidad de alimentación de combustible diésel;  
 al menos una unidad de alimentación de composición emulsionante;  
 10 al menos una unidad de alimentación de agua;  
 al menos un tanque de mezcla en comunicación fluida con la unidad de alimentación de combustible diésel, con la unidad de alimentación de la composición emulsionante y con la unidad de alimentación de agua;  
 un dispositivo mezclador conectado operativamente a dicho tanque mezclador.

15 Un dispositivo de mezcla preferente comprende:  
 al menos un conducto para un flujo de líquido, extendiéndose dicho conducto a lo largo de una dirección principal y presentando una abertura de entrada y una boquilla de salida;  
 20 un tabique en forma de cono colocado en el conducto, coaxial con respecto a la dirección principal y que se ahúsa hacia la boquilla de salida, estando dicho tabique en forma de cono provisto de una pluralidad de agujeros hechos a través de su pared cónica;  
 una pluralidad de láminas dispuestas en al menos una porción del conducto colocado aguas abajo del tabique en forma de cono, dividiendo dicha pluralidad de láminas dicha porción en una pluralidad de pequeñas cámaras, en las que dichas láminas están provistas de agujeros pasantes; delimitando dichos agujeros y dichas pequeñas  
 25 cámaras un paso de laberinto para el líquido que fluye a través del conducto hacia la boquilla de salida.

La solicitud de patente en trámite con la presente MI2014A001931 proporciona una descripción detallada de al menos una forma de llevar a cabo el presente proceso, junto con aparatos y dispositivos de mezcla adecuados. En particular, un aparato preferente se describe en las páginas 15 a 18 y se representa en la figura 1, los dispositivos de mezcla preferentes se indican en las páginas 18 a 24 y se representan en las figuras 2 a 7 y un proceso preferente se desvela en las páginas 25 a 28.

Preferentemente, la recirculación a través del dispositivo de mezcla se realiza varias veces entre 7 y 11, preferentemente 9 o 10 veces.

La estructura del dispositivo de mezcla desvelada en MI2014A001931 somete el flujo a compresión, centrifugación, dispersión y cizallamiento de fuerzas y hace que las partículas impacten contra las paredes internas del conducto, mejorando considerablemente la emulsificación. Estas acciones se repiten varias veces durante la recirculación dentro del dispositivo de mezcla y cada vez que mejora el nivel de emulsificación.

Preferentemente, antes de ser alimentado, el combustible diésel (b) y/o el agua (a) y/o la composición emulsionante (c) se pasan independientemente a través de dispositivos de mezcla auxiliares, que incorporan microburbujas de aire. La incorporación de microburbujas de aire proporciona una emulsificación más fácil y más efectiva cuando (b), (c) y, entonces, (a) se mezclan entre sí.

Preferentemente, el combustible diésel (b), el agua (a), la composición emulsionante (c) y la mezcla (d) se proporcionan y mantienen a una temperatura de 18 a 25 °C, más preferentemente a aproximadamente 20-22 °C.

Este proceso, debido al peculiar dispositivo de mezcla y especialmente cuando la mezcla final se recircula más de una vez, proporciona alta energía al sistema y proporciona gotas de agua pequeñas y finamente dispersas. La microemulsión resultante está dotada de una excelente estabilidad a pesar de las cantidades relativamente bajas de tensioactivos incorporados.

Es un cuarto objetivo de la presente invención el uso de la presente microemulsión de agua en combustible diésel como combustible, preferentemente, como combustible para automoción y para aplicaciones de calefacción.

Preferentemente, la presente microemulsión para su uso como combustible para automóviles comprende del 8 % al 15 %, preferentemente del 9 al 13 % de agua.

60 Preferentemente, la presente microemulsión para su uso como combustible para calefacción en general comprende del 15 al 22 %, preferentemente del 18 % al 21 % de agua.

Usar las presentes microemulsiones como combustible para motores diésel es particularmente ventajoso también desde el punto de vista medioambiental. De hecho, El proceso de combustión es particularmente limpio y eficiente, con bajas emisiones y alto rendimiento del motor.

Con el objetivo de ilustrar mejor la presente invención, se abordan a continuación los siguientes ejemplos.

### Ejemplos

#### 5 Ejemplo 1: Preparación de una composición emulsionante

Se preparó una composición emulsionante según la presente invención con los siguientes ingredientes (todos los porcentajes en peso):

- 10 24,8 % de poliglicéridos de ácido oleico  
 2,0 % de alcohol t-butílico  
 21,0 % de trioleato de polioxietilenosorbitán (Tween® 85, HLB: 11,0)  
 0,8 % de 1,3-dioxolano  
 0,5 % de tetrahidrofurano  
 15 0,9 % de alcohol diclorobencílico  
 1,8 % de sílice  
 2,2 % de fosfato de tributilo  
 7,5 % de triestearato de sorbitán (Span® 65, HLB: 2,1)  
 3,5 % de fosfatidilcolina  
 20 11,8 % de ácido erúcico  
 4,7 % de carboximetilcelulosa de sodio  
 1,5 % de 1,2-dimetoxietano  
 8,3 % de lauril sulfato de sodio  
 8,7 % de lecitina

25 En un tanque mezclador, se añadió alcohol terc-butílico (2,0 kg) a los poliglicéridos de ácido oleico (24,8 kg) y se agitó a temperatura ambiente, hasta obtener una mezcla homogénea. Los otros componentes, a saber, Tween85® (21,0 kg); 1,3-dioxolano (0,8 kg); tetrahidrofurano (0,5 kg); alcohol diclorobencílico (0,9 kg); sílice (1,8 kg); fosfato de tributilo (2,2 kg); Span® 65 (7,5 kg); fosfatidilcolina (3,5 kg); ácido erúcico (11,8 kg); carboximetilcelulosa de sodio (4,7 kg); 1,2-dimetoxietano (1,5 kg); laurilsulfato de sodio (8,3 kg); lecitina (8,7 kg) se añadieron y se mantuvieron bajo agitación a temperatura ambiente hasta obtener una dispersión uniforme. La composición emulsionante como una mezcla similar a la miel tenía un HLB de 3,1.

#### 35 Ejemplo 2: Preparación de una microemulsión de agua en combustible diésel

Se preparó una microemulsión de agua en combustible diésel según la presente invención con los siguientes ingredientes:

- 40 a) 27,1 % de agua desmineralizada,  
 b) 72,2 % de combustible diésel,  
 c) 0,7 % de la composición emulsionante del Ejemplo 1.

45 El aparato y el dispositivo de mezcla utilizados para esta preparación se ilustran en las Figuras 1 y 2 a 7 y detalladas en los párrafos correspondientes de la descripción de la solicitud de patente en trámite con la presente MI2014A001931.

50 El combustible diésel (b) (3.600 l) se bombeó a través de un primer conducto al tanque de mezcla a un caudal de aproximadamente 10 l/s. Mientras bombea el combustible diésel, la composición emulsionante (c) del Ejemplo 1 (35 l) a una temperatura de 20 °C se bombeó al primer conducto a un caudal de aproximadamente 0,098 l/s. De esta manera, el combustible diésel se mezcló previamente con la composición emulsionante.

55 La mezcla premezclada de combustible diésel y composición emulsionante (d) se alimentó a través del dispositivo de mezcla colocado a lo largo de un conducto común justo antes de entrar en el tanque de mezcla. El tanque de mezcla se llenó con el combustible diésel premezclado y la mezcla de composición emulsionante (d) en aproximadamente 6 minutos, después se añadieron 1.350 litros de agua desmineralizada como un aerosol fino a aproximadamente 7,5 l/s en aproximadamente 3 minutos.

60 En esta fase, el lote total que comprende el combustible diésel, la composición emulsionante y el agua desmineralizada eran de aproximadamente 4.985 litros.

65 A continuación, se recirculó el lote diez veces en el tanque de mezcla a través de un conducto de recirculación, pasando cada vez a través del dispositivo de mezcla, a un caudal de aproximadamente 83 l/s, a una presión de aproximadamente 120 bar, en aproximadamente 10 min en total. Al final, el lote se recirculó una vez a través de un conducto de derivación sin dispositivo de mezcla, a un caudal de aproximadamente 2,4 l/s, a una presión de aproximadamente 2 bar, en aproximadamente 35 minutos y, después, se descargó.

**Ejemplo 3**

Otra microemulsión según la invención que comprende (a) 12,1 % de agua desmineralizada, (b) 85,9 % de combustible diésel y (c) 2,0 % de la composición emulsionante del Ejemplo 1 se preparó con el mismo procedimiento descrito en el Ejemplo 2.

Las composiciones de la microemulsión se resumen en la siguiente tabla 1:

Tabla 1

	Ej. 2	Ej. 3
Agua (a)	27,1 %	12,1 %
Combustible diésel (b)	72,2 %	85,9 %
Composición emulsionante (c) (ej. 1)	0,7 %	2,0 %

Prueba de estabilidad estática

Las microemulsiones según los ejemplos 2 y 3 se almacenaron en viales transparentes cerrados sin agitar, a temperatura ambiente, en la oscuridad y se inspeccionaron visualmente después de 1, 2, 3, 4 y 5 meses. No se detectó agua separada en ninguna de las muestras.

Prueba de estabilidad dinámica

Las microemulsiones de a/ac de los Ejemplos 2 y 3 según la presente invención se sometieron a la prueba de estabilidad según el método estándar UNICHIM MU 1548 (emulsiones de a/ac: evaluación del agua libre y la estabilidad después de la centrifugación). Esta prueba evalúa la estabilidad de la emulsión en términos de sedimentación (porcentaje en volumen de emulsión enriquecida en agua) y separación de la fase acuosa en el fondo del tubo de ensayo después de la centrifugación. La puntuación máxima permitida por la normativa italiana actual de combustible para la sedimentación es del 9 % v/v. Todas las muestras según la presente invención, centrifugadas al 4.200 fcr (fuerza centrífuga relativa), durante 5 minutos, obtuvieron una puntuación <1 % en términos de sedimentación (0,5 ml de sedimento) y pasaron la evaluación de agua libre visible separada (no se detectó agua libre mediante inspección visual).

Análisis fisicoquímico de microemulsiones

Las propiedades fisicoquímicas de la microemulsión del Ejemplo 3 se evaluaron y recogieron en la siguiente Tabla 2:

Tabla 2

Propiedad	Unidad	Resultado	Procedimiento de prueba
Aspecto		lechoso, turbio	SOP 520
Color		amarillento	SOP 520
Densidad a 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	853,2	EN ISO 12185
Tamaño de las micelas	µm	0,72	Microscopio óptico
Punto de inflamación	°C	88	Grabner
Punto de fluidez	°C	-31	ISO 3016
Residuo de carbono	% (m/m)	< 0,01	EN ISO 10370
Agua (KF)	% (m/m)	12,1	Norma DIN 51777/1
Corrosión sobre cobre (3h a 50 °C)		1a	EN ISO 2160
Corrosión en plata (3 h a 50 °C)		0	Norma ASTM D 130 mod
Ceniza	% (m/m)	0,007	EN ISO 6245
Azufre	mg/kg	35,9	EN ISO 20846
Nitrógeno	mg/kg	42	ASTM D 4629
Análisis elemental	% (m/m)		ASTM D 5291
Carbono		81	
Hidrógeno		13,6	
Bifenilos policlorados (PCB)	% (m/m)		Norma DIN 12766-1
PCB 28		< 0,5	
PCB 52		< 0,5	
PCB 101		< 0,5	
PCB 118		< 0,5	
PCB 138		< 0,5	
PCB 153		< 0,5	

(continuación)

Propiedad	Unidad	Resultado	Procedimiento de prueba
PCB 180		< 0,5	
Suma de PCB según Chem RRV		< 0,5 < 20	
Estandarización de PCB		sin PCB	
ICP con digestión ácida (HNO <sub>3</sub> / HF)	mg/kg		IS
Ag Plata		<1	SOP 613
Al Aluminio		0,3	
Ba Bario		0,1	
Ca Calcio		0,2	
Cd Cadmio		<1	
Cr Cromo		<1	
Cu Cobre		0,2	
Fe Hierro		0,4	
Mg Magnesio		0,2	
Mn Manganeso		<1	
Mo Molibdeno		<1	
Ni Níquel		<1	
P Fósforo		<1	
Pb Plomo		<1	
Si Silicio		0,2	
Sn Estaño		<1	
Ti titanio		<1	
V Vanadio		<1	
Zn Cinc		11	
Cloro		<6	SOP 601

Como puede observarse a partir de la tabla anterior, las presentes microemulsiones cumplen con los requisitos técnicos y legales para las emulsiones de agua en combustible diésel establecidas en la normativa vigente. En particular, muestran una densidad correcta, un alto punto de inflamación y un buen punto de fluidez (-31 °C) a pesar del combustible diésel utilizado como fase continua fue un aceite de verano (punto de fluidez - 7 °C). Adicionalmente, a pesar del alto contenido de agua, la microemulsión no es corrosiva (corrosión en cobre 1a, corrosión en plata 0).

5

#### 10 Prueba de combustión

Para evaluar la calidad de la microemulsión de la presente invención como combustible en procesos de combustión, las pruebas se realizaron con un motor diésel. La microemulsión probada tenía la siguiente composición:

15

- 14,5 % de agua
- 83,8 % de combustible diésel y
- 1,7 % de la composición emulsionante (c) del Ejemplo 1, y se preparó como se describe en el Ejemplo 2.

20

En particular, se evaluaron tanto la masa de partículas en el gas de escape como el rendimiento del motor alimentado con las presentes microemulsiones y se compararon con los obtenidos con el combustible diésel como tal.

#### Concentración de la masa de partículas del gas crudo (materia particulada MP)

25

Se organizaron diferentes sensores de nanopartículas (sensores del Clasificador de tamaño por difusión (DiSC)) para analizar los gases de escape de un vehículo (Ford Transit Connect) equipado con un motor diésel (motor de 4 cilindros, capacidad cúbica 1.753 cm<sup>3</sup>) y filtro de partículas diésel.

30

En particular, los sensores DiSC mini "Goldy" y DiSC std "Testo" se conectaron a una unidad de dilución y acondicionamiento NanoMet colocada directamente en el tubo de escape del vehículo para mediciones del gas crudo.

35

El sistema NanoMet diluye el aerosol crudo y elimina los componentes de partículas volátiles, con ello solo se alimentan partículas sólidas a los sensores de partículas. Los sensores colocados directamente en el tubo de escape del vehículo detectaron las concentraciones de partículas.

Se realizaron mediciones del número y tamaño de partícula; estos datos se utilizaron para estimar las concentraciones de masa de las partículas. La siguiente Tabla 3 muestra la estimación de la concentración de masa de partículas del gas crudo detectado por los sensores DiSC mini "Goldy" y DiSC std "Testo".

5

Tabla 3

(Concentración de masa promedio [mg/m <sup>3</sup> ] - estimada usando la teoría de forma esférica de partículas)								
Modelo	ID del dispositivo	posición del sensor	Combustible diésel de referencia			Combustible de emulsión		
			Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
DiSC mini	Goldy	NanoMet	1,26	0,94	0,75	0,21	0,22	0,21
DiSC std	Testo	NanoMet	0,44	0,56	0,58	0,09	0,09	0,08

La concentración de masa total de partículas calculada en función de la concentración del número de partículas y el tamaño medio detectado por los sensores DiSC se reduce en un factor de aproximadamente 5 durante los ciclos ejecutados con combustible en emulsión en comparación con los primeros ciclos cuando el vehículo se alimentó con combustible estándar.

10

En conclusión, se observaron reducciones significativas de la masa de partículas cuando se usó combustible en emulsión de acuerdo con la presente invención en lugar del combustible diésel estándar.

15

#### Rendimiento del motor

El banco de pruebas (banco Tecno EL) estaba equipado con un motor IVECO Tector Diésel (tipo F4BE0684B \* D 402). El motor se alimentó primero con combustible diésel convencional y, a continuación, después de vaciar por completo el sistema de carga de aceite, con la microemulsión de agua en combustible diésel descrita anteriormente. Se midieron las rondas del motor por minuto (rpm), el par del motor, la potencia real, la potencia corregida (a velocidad completa), las presiones y temperaturas del aceite y la turbina cuando el motor se alimentó primero con combustible diésel convencional y luego con el presente combustible en microemulsión. Algunos de estos datos se recopilan en las siguientes tablas 4 y 5:

25

Tabla 4

Combustible diésel						
N.	Rpm	Par Kgf.m	Potencia real CV	Potencia corregida CV	Presión de aceite Bar	Presión de turbina Bar
1	1949	72,3	142,1	140,3	4,20	1,149
2	1849	75,6	139,8	138,0	4,11	1,181
3	1761	76,7	128,6	126,9	4,46	1,039
4	1624	76,9	126,8	125,1	3,93	0,880
5	1538	76,1	120,2	118,7	3,85	0,803
6	1445	76,6	111,9	110,4	3,77	0,726

Tabla 5

Combustible de emulsión						
N.	Rpm	Par Kgf.m	Potencia real CV	Potencia corregida CV	Presión de aceite Bar	Presión de turbina Bar
1	1962	67,0	131,4	129,7	6,18	1,011
2	1689	68,5	132,1	130,5	4,10	0,954
3	1739	71,6	125,0	124,2	4,01	0,858
4	1648	70,5	117,8	116,3	3,93	0,767
5	1549	72,7	110,7	149,3	3,86	0,700
6	1494	73,0	108,9	107,6	3,77	0,635

En cuanto a la evaluación del rendimiento del motor, los datos enumerados en las tablas 4 y 5 muestran que la pérdida de par y potencia, con respecto al combustible diésel, en cualquier caso es insignificante (aproximadamente 1 % o incluso menos). Este es un excelente resultado con respecto a los combustibles de emulsión de agua en aceite anteriores.

30

Adicionalmente, los datos indicados anteriormente respaldan la conclusión de que, para una potencia desarrollada igual, el motor alimentado con la presente emulsión quema menos combustible diésel. La disminución en el consumo real de combustible diésel puede atribuirse a una mejora en la eficiencia del proceso de combustión térmica realizado por el motor alimentado con las microemulsiones de la presente invención.

35



## ES 2 746 549 T3

Las temperaturas de combustión del motor son más bajas cuando las presentes microemulsiones se usan como combustible, lo que da como resultado una reducción de contaminantes nocivos en el gas de escape.

Cumplimiento de la especificación de las emulsiones de combustible en *a/ac* de acuerdo con las regulaciones italianas ("Caratteristiche Tecniche Delle Emulsioni Stabilizzate", publicado en Gazzetta Ufficiale N. 78, 3 de abril 2000) Las emulsiones de agua-diésel, que cumplen con la siguiente especificación, eran elegibles para una tasa reducida de impuestos especiales en Italia. Se permitió el uso de las emulsiones en vehículos de servicio mediano y pesado. La última especificación de emulsión de combustible en agua-diésel (norma CUNA NC 637-01 (diciembre de 2003) se tabula a continuación:

10

Tabla 6

Propiedad de combustible	Unidad	Límite		Ensayo
		Min	Máx	
Aspecto		Lechoso		Visual
Densidad a 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	835	870	ISO3675, ISO12185
Contenido en agua	% m/m	12,0	15,0	ISO8534
Estabilidad, bajo centrifugación	(4.200 fcr, 5 min)*			
- separación de fases	% v/v	-	9,0	UNICHIM MU 1548
- agua libre		Aprobado		
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,0	7,0	ISO 3104
Azufre	% m/m	-	0,031	ISO 14596, EN 24260
Ceniza sulfatada	% m/m	-	0,01	ISO 3987
Contaminantes totales	mg/kg	-	24	EN 12662
Corrosión de cobre, 3 h a 50 °C	índice	Clase 1		ISO 2160
Punto de inflamación	°C	> 55	-	ISO 2592, UNI EN ISO 22719
Contenido total de nitrato †	mg/kg	750	-	ISO 13759
Lubricidad (diámetro de cicatriz de desgaste corregido, dcd 14 mbar a 60 °C)	µm	-	460	ISO 12156-1
CFPP ‡	°C	-	Invierno: -10 verano: 0	EN 116
* La muestra debe tomarse inmediatamente después de la liberación				
† Expresado como 2-etil-hexil-nitrato (EHN)				
‡ Se permiten aditivos anticongelantes para el grado de invierno, siempre que el contenido total de agua no cambie				

Adicionalmente, se aplican los siguientes requisitos:

- 15
- La emulsión debe usarse dentro de los 4 meses posteriores a la liberación
  - Mezcla de emulsiones producidas con diferentes tecnologías o mezcla de emulsiones con combustible diésel en depósitos, no se permite
  - El combustible diésel utilizado para las emulsiones debe cumplir la norma UNI EN 590: 2000
- 20
- Para la preparación de la emulsión se debe utilizar agua desionizada con una conductividad máxima del 30 µS/cm
  - Los emulsionantes y aditivos no deben contener compuestos de flúor, cloro o metales pesados Las microemulsiones según la presente invención cumplen las especificaciones anteriores.

## REIVINDICACIONES

1. Composición emulsionante (c) para microemulsiones de agua en combustible diésel, que comprende:

- 5 1) del 20,0 al 33,0 % en peso de al menos un polímero no iónico, seleccionado entre poliglicéridos de mono-, di y triglicéridos de ácidos grasos;  
 2) del 6,0 al 10,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico lipofílico, que tienen un HLB inferior a 7 seleccionados entre ésteres de alquil sorbitán, alcoholes grasos y sus derivados polietoxilados, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas;  
 10 3) del 16,0 al 29,0 % en peso de al menos un tensioactivo no iónico hidrófilo que tiene un HLB superior a 10 seleccionado entre los derivados de polioxietilenos de ésteres de alquil sorbitán, alcohol graso etoxilado, ésteres de ácidos grasos polietoxilados, ésteres de glicerol y sus mezclas;  
 4) del 6,5 al 11,5 % en peso de al menos un tensioactivo aniónico seleccionado entre sulfatos orgánicos, sulfonatos, sales de fosfatos y carboxilatos;  
 15 5) del 9,5 al 16,5 % en peso de al menos un tensioactivo anfotérico.

2. La composición emulsionante de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:

- 20 1) del 22,5 al 27,5 %, preferentemente del 24,0 al 26,0 % en peso del polímero no iónico  
 2) del 6,7 al 8,2 %, preferentemente del 7,0 al 8,0 % en peso del tensioactivo no iónico lipofílico;  
 3) del 19,0 al 23,0 %, preferentemente del 20,0 al 22,0 % en peso del tensioactivo no iónico hidrófilo;  
 4) del 7,5 al 9,0 %, preferentemente del 8,0 al 8,5 % en peso del tensioactivo aniónico;  
 5) del 10,0 al 15,0 %, preferentemente del 11,0 al 13,0 % en peso del tensioactivo anfotérico.

25 3. La composición emulsionante de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en la que

- 1) el polímero no iónico se selecciona de entre los poliglicéridos de mono-, di y tri-glicéridos de ácidos grasos C14-C24, preferentemente de entre poliglicéridos de ácidos grasos oleico, linoleico, linolénico, más preferentemente de entre poliglicéridos de ácido oleico;  
 30 2) el tensioactivo no iónico lipofílico, que tiene un HLB inferior a 7 se selecciona de entre ésteres de alquil sorbitán;  
 3) el tensioactivo no iónico hidrófilo que tiene un HLB superior a 10 se selecciona de entre derivados de polioxietileno de ésteres de alquil sorbitán;  
 4) el tensioactivo aniónico se selecciona de entre sales orgánicas de sulfatos, sulfonatos, fosfatos y carboxilatos, y sus mezclas, preferentemente de entre alquilsulfatos;  
 35 5) el tensioactivo anfotérico se selecciona de entre fosfolípidos con un grupo de amonio cuaternario, tal como fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas.

40 4. La composición emulsionante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además uno o más de los siguientes aditivos:

- 6) un lubricante seleccionado de entre ácidos grasos, alcoholes grasos y ésteres grasos, y sus mezclas, preferentemente entre ácidos grasos, preferentemente, en una cantidad del 3 al 13 % en peso;  
 45 7) un refuerzo de octano preferentemente seleccionado de entre nitrato de 2-etilhexilo y alcohol terc-butílico, preferentemente, en una cantidad del 1,0 al 3,0 % en peso;  
 8) un agente anticongelante seleccionado de entre disolventes orgánicos, tal como 1,3-dioxolano, tetrahydrofurano, alcohol diclorobencílico y 1,2-dimetoxietano, etilenglicol, propilenglicol, glicerol y sus mezclas, preferentemente, en una cantidad del 2,0 al 5,0 % en peso;  
 50 9) un estabilizador de emulsión, tales como carboximetilcelulosa sódica, preferentemente, en una cantidad del 2,0 al 7,0 % en peso;  
 10) un agente antiespumante, preferentemente, en una cantidad del 1,0 al 4,0 % en peso;  
 11) sílice, preferentemente, en una cantidad del 0,5-4,0 % en peso.

55 5. La composición emulsionante (c) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que consiste en:

- 1) del 20,0 al 33,0 %, preferentemente del 22,5 al 27,5 %, más preferentemente, del 24,5 al 25,1 % en peso de poliglicéridos de ácido oleico como polímero no iónico;  
 2) del 6,0 al 10,0 %, preferentemente del 6,7 al 8,2 %, más preferentemente del 7,2 al 7,8 % en peso de triarato de sorbitán como tensioactivo no iónico lipofílico;  
 60 3) del 16,0 al 29,0 %, preferentemente del 19,0 al 23,0 %, más preferentemente del 20,5 al 21,5 % en peso de trioleato de polioxietilenosorbitán como tensioactivo no iónico hidrófilo;  
 4) del 6,5 al 11,5 %, preferentemente del 7,5 al 9,0 %, más preferentemente del 8,0 al 8,5 % en peso de laurilsulfato de sodio como tensioactivo aniónico;  
 5) del 9,5 al 16,5 %, preferentemente del 10,0 al 15,0 %, más preferentemente del 12,0 al 12,5 % en peso de fosfatidilcolina o lecitina, y sus mezclas como tensioactivo anfotérico;  
 65 6) del 3 al 13 %, preferentemente del 11,0 al 12,5 % en peso de ácido erúxico como lubricante;

- 7) del 1,0 al 3,0 %, preferentemente del 1,8 al 2,2 % en peso de alcohol terc-butílico como refuerzo de octano;
- 8) del 2,0 al 5,0 %, preferentemente del 3,0 al 4,0 % en peso de agentes anticongelantes, preferentemente de una mezcla de disolventes orgánicos, preferentemente 1,3-dioxolano, tetrahidrofurano, alcohol diclorobencílico y 1,2-dimetoxietano;
- 5 9) del 2,0 al 7,0 %, preferentemente del 4,0 al 5,5 % en peso de carboximetilcelulosa de sodio como estabilizador de emulsión;
- 10) del 1,0 al 4,0 %, preferentemente del 2,1 al 2,3 % en peso de trifosfato de tributilo como agente antiespumante;
- 10 11) del 0,5-4,0 %, preferentemente del 1,5 al 2,2 % en peso de sílice como adyuvante.
6. La composición emulsionante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 que tiene un valor global de HLB de 2,9 a 3,5, preferentemente de 3,0 a 3,3.
7. Microemulsión de agua en combustible diésel que comprende:
- 15 a) del 5,0 al 30,0 % en peso de agua,  
 b) al menos el 70,0 % en peso de combustible diésel, y  
 c) la composición emulsionante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, preferentemente, en una cantidad de, como máximo, el 3,0 % en peso.
- 20 8. La microemulsión de acuerdo con la reivindicación 7 que comprende del 8 % al 15 % de agua como combustible para automoción.
9. La microemulsión de acuerdo con la reivindicación 7 que comprende del 15 % al 22 % de agua, como combustible para aplicaciones de calefacción.
- 25 10. La microemulsión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que comprende como máximo el 2,0 %, preferentemente, como máximo el 1,5 %, más preferentemente, como máximo el 1,0 %, en peso de la composición emulsionante (c).
- 30 11. La microemulsión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10 **caracterizada por** uno o más de los siguientes parámetros:
- 35 i) una tensión interfacial inferior a 0,03  $\mu\text{N/m}$ , preferentemente inferior a 0,01  $\mu\text{N/m}$  y/o  
 ii) radio de partículas inferior a 1  $\mu\text{m}$ , preferentemente, inferior a 0,9  $\mu\text{m}$  y/o  
 iii) un sedimento inferior al 1 % y sin agua libre visible después de la centrifugación de acuerdo con UNICHIM MU 1548.
- 40 12. Un proceso para la fabricación de una microemulsión de agua en combustible diésel, que comprende:
- I. proporcionar un combustible diésel (b) en una cantidad de al menos el 70,0 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final;
- 45 II. añadir la composición emulsionante (c) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, preferentemente, en una cantidad de, como máximo, el 3,0 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final, al combustible diésel (b);
- III. opcionalmente, mezclar previamente la composición emulsionante (c) y se obtiene el combustible diésel (b) hasta una mezcla (d);
- IV. añadir del 5,0 al 30,0 % en peso con respecto al peso total de la microemulsión final de agua (a), preferentemente por pulverización;
- 50 V. pasar la mezcla de (a), (b) y (c) al menos una vez a través de un dispositivo de mezcla,  
 VI. recircular opcionalmente la mezcla a través del dispositivo de mezcla, hasta obtener la microemulsión.
13. El proceso de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la mezcla de (a), (b) y (c) se recircula de 7 a 11 veces a través del dispositivo de mezcla.
- 55 14. Una microemulsión de agua en combustible diésel de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11 obtenible por el proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13.
- 60 15. Uso de una microemulsión de agua en combustible diésel de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11 o 14 como combustible, preferentemente como combustible para aplicaciones automotrices o de calefacción.