

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 559**

51 Int. Cl.:

**C10L 1/182** (2006.01)

**G05D 11/13** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.08.2011 PCT/GB2011/051487**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2012 WO12017252**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.08.2011 E 11746296 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2601561**

54 Título: **Método y aparato para mezclar aditivos en un combustible**

30 Prioridad:

**05.08.2010 GB 201013202**

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

**10.12.2019**

73 Titular/es:

**ICON SCIENTIFIC LIMITED (100.0%)  
The Industrial Quarter, Unit 8, Bath Business  
Park, Peasdown St John  
Bath and North East Somerset BA2 8SF, GB**

72 Inventor/es:

**FOGARTY, KEVIN;  
HOPE, DAVID;  
THOMPSON, DAVE y  
BIRCHMORE, BOB**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

ES 2 734 559 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**

Método y aparato para mezclar aditivos en un combustible

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método y aparato para mezclar aditivos en un combustible a una concentración predecible.

**10 Antecedentes de la invención**

En un intento por reducir las emisiones de carbono de los vehículos de motor, muchos gobiernos están fomentando el uso de biocombustibles como sustituto del petróleo. Un biocombustible no producirá necesariamente menos carbono que el petróleo cuando se quema, pero puesto que los combustibles proceden normalmente de plantas o productos animales recién desarrollados y, puesto que esas plantas y animales habrán absorbido carbono atmosférico directa o indirectamente en toda su vida, las emisiones de carbono neto del combustible se pueden reducir en gran medida.

En los mercados de los EE.UU. y europeos, ya se les insta a los proveedores que añadan una proporción de bioetanol a todos los grados de gasolina/petróleo. En el Reino Unido, por ejemplo, a tenor de la Obligación de Uso de Combustible Renovable en el Transporte, los proveedores de combustibles fósiles deben garantizar que un porcentaje especificado de los combustibles de carretera que suministran estén formados de combustibles renovables. Este porcentaje es actualmente del 3,6929 %.

El nivel de etanol a dosificar en cualquier mezcla de gasolina particular se ve empujado por temas de comercialización y medioambientales. Frecuentemente, el proveedor querrá controlar los niveles de etanol en la gasolina muy precisamente para asegurar que no añadan demasiado poco y, de este modo, quebranten la ley, o demasiado y, de este modo, desperdicien recursos.

Esta tarea resulta más complicada por el hecho de que el etanol es volátil, como la mayoría de combustibles, y sus efectos sobre la gasolina son complicados de predecir. Esto resulta especialmente problemático si el combustible se va a almacenar durante un prolongado período de tiempo. Por lo tanto, simplemente mezclando un 5 % de etanol con un 95 % de gasolina no garantiza que el biocombustible resultante aprobará una prueba como que contiene un 5 % de etanol.

Por lo tanto, un sistema para mezclar de forma fiable etanol y gasolina resultaría muy útil. Los documentos US 2010/175313, US 6.258.987, US 6.679.302. US 2010/039884, US 5.600.134 y US 2005/022446 desvelan sistemas conocidos,

**40 Sumario de la invención**

Vista desde un aspecto, la presente invención proporciona un método para proporcionar un combustible que cumple una especificación predeterminada de propiedades. El método comprende tomar una muestra del combustible; mezclar un aditivo en la muestra en proporciones medidas; someter a prueba la muestra para determinar que la combinación del combustible y el aditivo cumple la especificación predeterminada de propiedades; y almacenar el combustible restante sin el aditivo para su posterior mezclado con el aditivo en el resto del combustible en la misma proporción medida.

De esta manera, la invención proporciona un método mediante el cual se puede adulterar un combustible de forma fiable y de un modo repetible. Puesto que el combustible se mezcla solo con los aditivos cuando es momento de usar el combustible, hay poco tiempo para que las características del combustible y los aditivos cambien después de su mezclado. No obstante, las propiedades del combustible en combinación con el aditivo pueden garantizarse como resultado del mezclado y la prueba llevados a cabo en una muestra del combustible. Puesto que muchos combustibles, tales como gasolina y etanol, son inherentemente inestables, por ejemplo, higroscópicos y pueden cambiar con el tiempo debido a, por ejemplo, la evaporación y reacciones con contaminantes medioambientales, el mezclado en el último momento posible asegura que las características del combustible permanecen altamente predecibles.

Un objeto del método y aparato descritos en el presente documento es dosificar gasolina con un volumen conocido de etanol desnaturalizado antes del análisis de esa gasolina por diversos analizadores en una cámara analizadora de mezclas de gasolina. El usuario puede, entonces, predecir el efecto que tiene añadir etanol a la gasolina en el depósito sobre las diversas propiedades medidas. El solicitante ha hallado que se pueden lograr precisiones del  $\pm 0,02$  %, suficiente para cumplir los requisitos legales en la mezcla de etanol con petróleo. La especificación predeterminada de propiedades puede incluir los requisitos de propiedades tales como presión de vapor, índice de octano y similares, que se determinan comúnmente para certificar una mezcla de gasolina.

Vista desde un aspecto alternativo, la invención proporciona un método para mezclar aditivos en un combustible a una concentración predecible. El método comprende: tomar una muestra del combustible; mezclar el aditivo en la muestra en proporciones medidas; someter a prueba la muestra para determinar que está presente la cantidad correcta de aditivo; almacenar el combustible restante hasta el momento de usar el combustible; y mezclar el aditivo en el resto del combustible en las mismas proporciones medidas.

Si es necesario, el método puede comprender adicionalmente la etapa de ajustar las proporciones medidas del combustible y el aditivo cuando la prueba revela que la muestra contiene una cantidad incorrecta de aditivo, antes de mezclar el aditivo en el resto del combustible en las proporciones medidas ajustadas.

Normalmente, el combustible y el aditivo son fluidos en el momento de su mezclado. Resulta ventajoso utilizar reguladores fluidos cuando sea posible, ya que se mezclan más fácilmente que los combustibles sólidos. Sin embargo, aun así se pueden mezclar combustibles sólidos, por ejemplo, cuando se encuentran en la forma de polvos. Uno o ambos del combustible y el aditivo pueden ser líquidos en el momento de su mezclado.

También, normalmente, uno del combustible y el aditivo comprende un hidrocarburo, que puede destilarse de petróleo crudo y puede ser gasolina. Las fracciones de petróleo crudo y, en particular, gasolina, se usan ampliamente y necesitan, con frecuencia, mezclarse con cantidades precisas de otras sustancias antes de usarse. Por lo tanto, el presente método puede usarse para tales combustibles.

Normalmente, uno del combustible y aditivos comprende alcohol y el alcohol comprenderá, normalmente, etanol. De este modo, por ejemplo, el combustible puede ser gasolina, mientras que el aditivo es etanol, añadido para disminuir las emisiones de carbono neto del combustible. Sin embargo, también puede ser el caso que el combustible es etanol y el aditivo es petróleo, cuando el etanol, por ejemplo, va a desnaturalizarse para evitar el consumo humano. También puede haber presente otros productos químicos si se requiere.

Puede ser que uno del combustible y el aditivo comprende un biocombustible, tal como un hidrocarburo procedente de biomasa, por ejemplo, etanol procedente de azúcar en fermentación procedente de plantas o diésel procedente de aceites vegetales y grasas animales.

La invención también proporciona un aparato adaptado para llevar a cabo los métodos descritos anteriormente, comprendiendo el aparato: un sistema de mezcla para incorporar el aditivo en el combustible; y una línea de muestras para tomar una muestra del aditivo y combustible mezclados para su análisis.

El sistema de mezcla puede comprender un patín, que puede permitir mover e instalar fácilmente el sistema de mezcla.

Cuando el combustible y el aditivo son líquidos en el momento de su mezclado, el sistema de mezcla comprenderá, normalmente, una pluralidad de cilindros. Cada cilindro contendrá un pistón y, cada cilindro, comprenderá al menos una entrada, mediante la cual el combustible o aditivo se suministra al cilindro.

Normalmente, cada cilindro comprenderá una primera entrada y una segunda entrada, una en cada extremo del cilindro y una válvula que, en uso, dirige alternativamente el combustible o aditivo a la primera entrada o a la segunda entrada. Con esta disposición, el pistón de cada cilindro puede conducirse únicamente por la presión del fluido que entra en el cilindro.

También, normalmente, el sistema de mezcla comprenderá un cilindro primario y al, menos, un cilindro secundario, en donde los pistones en los cilindros secundarios se disponen para funcionar en sincronía con el pistón en el cilindro primario.

Cuando el sistema de mezcla comprende un cilindro primario y, al menos, uno secundario, y cuando cada cilindro comprende una primera entrada, una segunda entrada y una válvula tal como se ha descrito anteriormente, el cilindro primario puede comprender al menos un interruptor de proximidad, dispuesto para hacer funcionar la válvula en el cilindro primario cuando el pistón se acerca al extremo del cilindro primario. Cuando es así, el interruptor de proximidad en el cilindro primario también se puede disponer para hacer funcionar las válvulas en los cilindros secundarios.

Normalmente, el aparato comprende un intercambiador de calor y el combustible y el aditivo se colocan mediante lados opuestos del intercambiador de calor antes de su mezclado. Esto ayuda a asegurar que el combustible y el aditivo se encuentran a la misma temperatura cuando se mezcla y permite mezclarlos de forma más precisa.

En particular, con los fluidos volátiles usados como combustibles, los cambios en la temperatura pueden llevar a cambios en volumen y otras características que pueden complicar el control de las proporciones mezcladas. Por lo tanto, la temperatura de un sistema de mezcla de acuerdo con la invención se controla, normalmente, para controlar la temperatura del combustible y el aditivo. El sistema de mezcla y, en particular, los cilindros cuando se usan, pueden montarse, por lo tanto, en el interior de un recinto con temperatura controlada.

Las ventajas de estas realizaciones se indican a continuación en el presente documento y otros detalles y características de cada una de estas realizaciones se definen en las reivindicaciones dependientes adjuntas y en otros aparatos en la siguiente descripción detallada.

## 5 Breve descripción de los dibujos

Diversos aspectos de las enseñanzas de la presente invención y disposiciones que materializan esas enseñanzas, se describirán, a continuación, en el presente documento a modo de ejemplo ilustrativo en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

10

la Fig. 1 es un diagrama de un sistema de mezcla de etanol de acuerdo con la invención; y  
la Fig. 2 es una ilustración de un patín de inyección de etanol, también de acuerdo con la invención.

## Descripción detallada de realizaciones preferentes

15

A continuación, se describirán realizaciones preferentes de la presente invención haciendo referencia, en particular, a un método para incorporar aditivos en un combustible fluido.

20

la Figura 1 muestra un sistema de mezcla de etanol 1 de acuerdo con la invención. El sistema de mezcla de etanol 1 está diseñado para producir una precisión del  $\pm 0,02\%$  en volumen, de este modo, por ejemplo, si el nivel de dosificación requerido es del  $5\%$  de etanol en volumen, el nivel de dosificación proporcionado por el sistema de mezcla de etanol 1 se encontrará en el intervalo de  $4,98-5,02\%$ .

25

El sistema de mezcla de etanol 1 comprende dos partes principales, el patín de almacenamiento de etanol y el patín de inyección de etanol 2 (mostrado con más detalle en la figura 2). El sistema de mezcla de etanol 1 está comprendido de patines, es decir, construidos sobre palés, de modo que puede moverse e instalarse fácilmente. Una vez el sistema de mezcla está conectado en los tanques requeridos de combustible puede empezar a funcionar sin una instalación o construcción exhaustiva.

30

En general, el patín de inyección de etanol se instalará cerca de un analizador de procesos de modo que las mezclas de combustible pueden analizarse rápidamente para confirmar que cumplen la especificación requerida de propiedades. El patín de almacenamiento de etanol puede emplazarse con el patín de inyección o a una cierta distancia, conectado mediante tubos.

35

El patín de almacenamiento de etanol comprende un tanque de almacenamiento de etanol 3. La capacidad del tanque se determina por las necesidades del usuario y, por lo tanto, por el nivel de dosificación de etanol requerido para el mercado relevante, la demanda de los analizadores instalados y la longitud de la tirada de mezcla de gasolina. En general, la capacidad del tanque estará entre 1.000 y 15.000 litros. El tanque de almacenamiento de etanol 3 que se muestra en la figura 1 está fabricado con acero inoxidable austenítico, pero se pueden usar materiales dependiendo de las necesidades del usuario.

40

El tanque de almacenamiento de etanol 3 está equipado con un sistema de inertización de nitrógeno 4, que funciona usando nitrógeno de planta seco para mantener una sobrepresión de 5 milibares en el espacio vacío por encima del etanol. Esto es para evitar que se absorba agua en el etanol desde la atmósfera que rodea el tanque.

45

Los tanques de almacenamiento de etanol de acuerdo con la invención están equipados, normalmente, con un indicador de nivel visual y sistemas de control de nivel para que se pueda determinar fácilmente el etanol restante. El tanque de almacenamiento de etanol 3, por ejemplo, se proporciona con un sistema de detección de nivel de Radar de Onda Guiada (GWR) 5 que funciona por la longitud principal del tanque. Esto permite que el nivel del tanque se determine para que se encuentre dentro de  $\pm 1$  mm.

50

Es común añadir un agente desnaturizante al etanol para convertirlo no apto para el consumo humano. A menudo, el agente desnaturizante es gasolina y la concentración del agente desnaturizante debe controlarse de forma precisa ya que esta precisión tendrá un efecto sobre la precisión de la mezcla final de etanol/gasolina. Por lo tanto, el tanque de almacenamiento de etanol 3 se proporciona con una disposición de medidor de flujo de desplazamiento positivo mecánico compensado por temperatura 6 con un totalizador preconfigurable y una válvula de cierre automático para permitir al usuario añadir la cantidad requerida de agente desnaturizante. La precisión de este medidor de flujo es normalmente del  $0,05\%$ .

55

Dependiendo de la capacidad de un tanque de etanol 3 de acuerdo con la invención puede equiparse con una o dos unidades de bomba accionadas eléctricamente mono o trifásicas 7, 8 completas con contactores y disparos de sobrecarga térmica. Estas bombas se usarán o bien de forma única o en conjunto para mezclar el contenido del tanque y proporcionar un suministro presurizado de etanol al patín de inyección.

60

65

Todos los componentes eléctricos en el sistema de mezcla de etanol 1 se suministran con una certificación de zona peligrosa adecuada para cumplir los requisitos locales del cliente, que variará de país a país.

El sistema de mezcla de etanol 1 también comprende un patín de inyección de etanol 2, que mezclará gasolina desde la línea de proceso del usuario con la cantidad requerida de etanol (a menudo desnaturalizado) y suministrará la mezcla a la tasa de presión y flujo requeridas para cumplir los requisitos de los analizadores de gasolina en línea instalados.

5 El patín de inyección de etanol 2 se muestra en la Figura 2 y comprende un conjunto de cilindros volumétricos de precisión y pistones 11, 12, 13, 14, 15 con una precisión certificada mínima del  $\pm 0,02$  %. El cilindro de gasolina maestro 11 representa un volumen del 100 %. Este cilindro se corresponde y funciona como una bomba de doble actuación. La fuerza motriz para hacer funcionar el cilindro de gasolina maestro 11 se proporciona por la presión de gasolina en la línea de muestras de proceso, de modo que no se necesita otra fuente de energía. Las muestras a alta presión entran en un lado del cilindro y fuerzan la salida de las muestras del otro lado a una presión inferior, suministrando de este modo el combustible al resto del patín de inyección de etanol 2 y, finalmente, a la cámara analizadora. El cilindro de gasolina maestro 11 comprende válvulas solenoides 16 adecuadas para conmutar los lados de alta y baja presión del cilindro e interruptores de proximidad unidos al árbol del pistón. Por tanto, en un extremo de cada recorrido del pistón, los interruptores de proximidad activarán las válvulas solenoides 16, redirigiendo la presión de modo que el pistón se reconduce a lo largo del cilindro. De este modo, el cilindro de gasolina maestro 11 puede funcionar automática y continuamente sin ninguna fuente de energía exterior.

20 El cilindro de gasolina maestro 11 está unido a dos cilindros secundarios 12, 13. En otras realizaciones de la invención, puede haber solo un cilindro secundario o puede haber tres o más. Cada cilindro secundario tiene un volumen que se corresponde con la fracción del volumen del cilindro maestro de gasolina que proporciona el porcentaje de etanol requerido. En el patín de inyección de etanol 2 el usuario puede escoger entre una mezcla del 4,6 % de etanol y una mezcla del 7,6 % de etanol seleccionando qué cilindro secundario usar. El usuario también puede también seleccionar una mezcla del 12,2 % usando ambos cilindros.

25 En uso, los cilindros secundarios 12, 13 se corresponden con el cilindro de gasolina maestro 11 y usan válvulas solenoides 16 activadas por los mismos interruptores de proximidad para actuar como bombas de doble actuación. En una instalación multicilindro tal como el patín de inyección de etanol 2, cualquier cilindro que no está en uso simplemente recirculará etanol desnaturalizado de nuevo a la línea de suministro de etanol desde el tanque de almacenamiento de etanol 3. El cilindro que está en uso bombeará un suministro medido de etanol desnaturalizado en una mezcladora estática 17, junto con la gasolina medida, para suministrarse a la cámara analizadora.

30 El usuario es, de este modo, capaz de seleccionar qué cilindro secundario se usa y, de este modo, el volumen de etanol añadido. El usuario también puede evitar el sistema por completo si se requiere gasolina que no contenga etanol.

35 Se eliminan errores de longitud de recorrido de pistón en el patín de inyección de etanol 2, ya que todos los cilindros se acoplan rígidamente y se controlan por los mismos interruptores de proximidad. Por lo tanto, cualquier variación en la longitud de recorrido se aplicará igualmente a todos los cilindros y, de este modo, se mantendrán las relaciones de mezclado.

40 Para mantener la precisión requerida es importante que durante los ciclos de bombeo, la gasolina y el etanol se encuentren a la misma temperatura para evitar errores debido a sus tasas de expansión térmica diferencial. Por tanto, para minimizar los diferenciales de temperatura, el etanol y la gasolina fluyen a través de lados opuestos de un intercambiador de calor 18 y los cilindros se montan dentro de un recinto con temperatura controlada 19. La temperatura del etanol y la gasolina se controlan mediante el sistema de control 20 del sistema de mezcla de etanol 1 y el sistema está diseñado para mantener las temperaturas de los dos combustibles más cerca de 2 °C.

45 Para eliminar cualquier error posible debido a las diferencias en la compresibilidad de la gasolina y el etanol, la presión de la gasolina y el etanol también se controla mediante el sistema de control 20 y la presión del etanol puede controlarse electrónicamente para supervisar la presión de la gasolina a un nivel de 0,5 bar o mejor.

50 Existen dos modos de comprobar la precisión del cilindro de gasolina maestro 11 y los cilindros secundarios 12, 13. En primer lugar, se proporciona un par de cilindros de comprobación 14, 15 y pistones. El rendimiento del cilindro de gasolina maestro 11 puede usarse para cargar el mayor de los cilindros de comprobación, el cilindro de comprobación de gasolina 15. Para asegurar que los pistones del cilindro de comprobación de gasolina se encuentran en la posición cero y para evitar cualquier vaporización, el lado opuesto de los pistones se presuriza ligeramente con nitrógeno o aire, cuando está en uso. Cuando el cilindro de comprobación de gasolina está completo, la extensión del árbol del pistón, que es proporcional al volumen en el cilindro de comprobación, se mide mediante un sensor LVDT (Transformador Diferencial de Variación Lineal) 21 y se compara con un valor de punto de referencia. Cualquier desviación más allá del valor de punto de referencia será notificado por el sistema de control.

55 El segundo cilindro de comprobación más pequeño es el cilindro de comprobación de etanol 14 y se usa para comprobar el suministro de etanol. Funciona exactamente del mismo modo que el cilindro de comprobación de gasolina 15, excepto en que se proporciona con un sensor LVDT 21 para cada cilindro secundario 12, 13. Cada sensor LVDT 21 mide un punto de referencia que se corresponde al nivel de dosificación de etanol de un cilindro

secundario 12, 13 en particular.

Este procedimiento de comprobación de los cilindros puede llevarse a cabo manualmente o la unidad de control 20 puede iniciar pruebas periódicas automáticamente de acuerdo con las preferencias del usuario.

5 Otro modo para analizar la precisión del patín de inyección de etanol 2 es teñir el etanol mientras que aún se encuentra en el tanque de almacenamiento de etanol 3, usando un tinte adecuado tal como azul de Sudán, que es un tinte de petróleo común. A continuación, se realiza una mezcla de referencia de gasolina y etanol teñido al nivel de precisión deseado y esta mezcla se usa como la referencia para un espectrofotómetro en línea de doble canal altamente sensible ajustado para controlar la absorbancia de luz del tinte. El canal de medición del espectrómetro controla el rendimiento del patín de inyección de etanol 2. Cualquier diferencia en la absorbancia de luz será directamente proporcional a la diferencia en la concentración de etanol. Esto permite que se lleve a cabo una comprobación continua de la precisión de la mezcla. Como alternativa, este procedimiento se puede usar como una comprobación aleatoria que usa un espectrofotómetro de laboratorio.

15 La detección de fugas de sello temprana se lleva a cabo mediante un detector de vapor inflamable instalado en el interior del alojamiento del patín de inyección cerca de los cilindros.

20 El sistema de mezcla de etanol 1 también comprende una unidad de control 20. La unidad de control 20 está basada sobre un PC industrial sin ventilador resistente con una memoria de estado sólida, eliminando la necesidad de discos duros magnéticos más vulnerables. El PC funciona según el sistema de funcionamiento de Linux. La GUI (interfaz gráfica de usuario) se proporciona mediante una pantalla táctil de cristal de 17" 22, adecuada para su funcionamiento directo con manos con guantes o sin ellos. La unidad de control 20 acepta entradas analógicas o digitales de todas las partes del sistema incluido el tanque de almacenamiento de etanol 3, y proporciona al operario una visión general del estado del sistema en una visualización simulada gráfica. El operario puede controlar el sistema completamente desde la GUI y llevar a cabo tareas tales como seleccionar los grados de la gasolina y establecer niveles de alarma. La unidad de control 20 mantiene un registro del número de operaciones de cilindro y válvula como ayuda para su mantenimiento. La unidad de control 20 no controla el funcionamiento del cilindro, ya que esto se lleva a cabo por interruptores de proximidad y relés cableados, pero la unidad controla todos los parámetros asociados. La unidad de control 20 está montada en una caja a prueba de explosiones adecuada para la clasificación de zona peligrosa local. La pantalla táctil 22 forma parte de la caja a prueba de explosiones.

35 Mientras que un sistema de mezcla de etanol 1 de acuerdo con la invención puede proporcionarse con algunas alarmas cableadas si se requiere, por ejemplo, para un tanque alto o bajo o una alarma mortal, se prevé que la salida primaria será mediante un enlace modbus RS485 23 desde la unidad de control 20. Si se requiere, se puede usar el enlace modbus 23 para controlar el sistema de forma remota, seleccionando los grados y llevando a cabo la comprobación de calibrado bajo demanda. En todo momento el control local tendrá prioridad sobre el control remoto.

40 La unidad de control 20 se emplazará normalmente con el patín de inyección de etanol 2. El tanque de almacenamiento de etanol se proporciona, por lo tanto, con una visualización simulada local para mostrar todos los parámetros asociados con el tanque.

45 La precisión es esencial para el funcionamiento de la invención. Por lo tanto, se deben tomar varias medidas para asegurar que se mantiene una precisión suficiente. La mayoría de estas medidas se han analizado anteriormente, pero ofrecemos un análisis más detallado en el presente documento.

#### Imprecisión debido a la expansión térmica en el tanque de almacenamiento de etanol

50 El tanque de almacenamiento de etanol 3 también se expandirá y contraerá con la temperatura y de ese modo, lo hará el contenido de etanol con un efecto contrarrestando el otro. La expansión del tanque es mínima en comparación con la expansión de etanol.

55 Por ejemplo, asumiendo que tenemos un tanque de 2,25 m de diámetro este tendrá una circunferencia inicial de 7,0685 m a una temperatura inicial. El coeficiente de expansión lineal de acero inoxidable de grado 316 es de  $15,9 \mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$ . Si asumimos un aumento de  $20^\circ\text{C}$  desde la temperatura inicial, la nueva circunferencia será de  $7,0685 + ((15,9 \times 7,0685 \times 20)/1.000.000) = 7,0707$  m. El área de sección transversal en la condición inicial =  $3,9761 \text{ m}^2$  y el área de sección transversal en la condición de  $\pm 20^\circ\text{C}$  =  $3,9785 \text{ m}^2$ . La diferencia es de  $0,0024 \text{ m}^2$ . Puesto que el nivel del tanque para cualquier capacidad está directamente relacionado con el área de sección transversal, el error sería de  $0,0024/7,0685 \times 15.000 = 5,09 \text{ l}$ . Esto es para un cambio de  $20^\circ\text{C}$  de modo que para un cambio de temperatura de  $1^\circ\text{C}$  será de  $0,25 \text{ l}$  o  $0,0017 \%$ . Mientras que se expande el tanque, el etanol también se expande. El coeficiente de expansión cúbica de etanol es de  $0,00109/^\circ\text{C}$  o  $0,109 \%$ . La expansión efectiva es, por lo tanto,  $0,109 - 0,0017 = 0,102 \%/^\circ\text{C}$ .

65 Se puede llevar a cabo un cálculo similar para la gasolina, haciendo la suposición de que los internos del medidor de desplazamiento positivo no cambian significativamente con la temperatura en comparación con el cambio del volumen de gasolina.

Esto resulta de ayuda, por lo tanto, para medir la temperatura del etanol y la gasolina en los tanques y corregir el volumen a una referencia de 20 °C.

Imprecisión debido a la desnaturalización del etanol

5 Como se ha mencionado anteriormente, el etanol en el tanque de almacenamiento de etanol 3 se desnaturalizará, a menudo, añadiendo un 1 % en volumen de gasolina al tanque. Teniendo en cuenta la presión de calibrado del tanque y la precisión de la adición de gasolina debe ser posible conseguir una adición de gasolina de 1,00 % ± 0,004 % (entre 0,996 y 1,004 %).

10 Puesto que esta gasolina estará contenida en solo del 4,6 al 7,6 % de la mezcla final la contribución de error será pequeña pero el contenido de gasolina del etanol debe tenerse en cuenta en la mezcla final si se va a alcanzar la mezcla deseada.

15 Por ejemplo, si el usuario desea mezclar 100 volúmenes de gasolina y 4,6 volúmenes de etanol necesitará añadir ligeramente más etanol ya que el etanol ya contiene un 1 % de gasolina. De modo que el usuario debe añadir  $4,6/0,99 \times 100 = 4,64646$  volúmenes de etanol desnaturalizado. Estos 4,64646 volúmenes tienen  $4,64646 \times 0,01 = 0,04646$  volúmenes de gasolina de modo que debemos añadir  $100 - 0,04646 = 99,9535$  volúmenes de gasolina a este para conseguir la relación de 100:4,6. Si corregimos el valor de gasolina de nuevo al 100 % necesitamos añadir 4,64862 (4,65) volúmenes de etanol desnaturalizado a 100 volúmenes de gasolina para conseguir una relación de 100:4,6. Se necesitaría aplicar un cálculo similar para conseguir una adición del 7,6 % o cualquier otra cantidad deseada.

25 Además, cuando se desnaturaliza el etanol añadiendo gasolina antes de su uso, se requiere un calibrado del tanque preciso. La precisión de este calibrado se verá afectada por la precisión de las dimensiones del tanque. Normalmente, en realizaciones de la presente invención, se asume que el tanque es perfectamente redondo y que, por lo tanto, una medición del nivel en la parte recta del tanque estará directamente relacionada con el contenido del tanque. Sin embargo, el sistema de mezcla de etanol 1 puede calibrarse de forma más precisa cargando el tanque de almacenamiento de etanol 3 con agua y midiendo el nivel alcanzado por los volúmenes conocidos de fluido.

30 Imprecisión debido a la expansión térmica en el patín de inyección de etanol

La gasolina y el etanol se expanden/contraen a tasas ligeramente distintas con la temperatura, el etanol a 0,109 %/°C, la gasolina a 0,100 %/°C. Los pistones y cilindros también se expandirán y contraerán con la temperatura. Como con el tanque anterior, el efecto de expansión en los cilindros y pistones es mínimo, del orden del 0,0017 %/°C en términos de volumen.

40 Siempre y cuando los cilindros de gasolina y etanol se mantengan a la misma temperatura este efecto se ve compensado. Siempre y cuando la temperatura de los cilindros sea exactamente la misma, la relación de mezclado se mantendrá sobre un intervalo de temperatura bastante amplio ( $> \pm 10$  °C). Sin embargo, si las temperaturas difieren, los efectos de expansión son más graves. La relación se mantendría teóricamente dentro de una diferencia de temperatura de  $\pm 3$  °C. De modo que el objetivo del control de temperatura global en el sistema de mezcla de etanol 1 es asegurar que las temperaturas diferenciales no superen de 1 a 2 °C.

45 Imprecisión debido a la compresión de fluidos

Tanto el alcohol como la gasolina son comprimibles hasta cierto punto. De nuevo, las tasas difieren, en especial para la gasolina que no tiene una composición constante. El etanol es comprimible hasta el punto de aproximadamente 0,01 %/bar, mientras que la gasolina es menos comprimible. También el grado de compresibilidad disminuye con la presión, que hace que los efectos de compresibilidad sean complicados de predecir.

50 Idealmente, el mezclado debe llevarse a cabo a una presión atmosférica o a la presión más baja posible para eliminar la posibilidad de errores de compresibilidad. Normalmente, un sistema de acuerdo con la invención está limitado por los requisitos de presión de los analizadores instalados a una presión mínima de 7 bares.

55 Para minimizar errores de compresibilidad, la presión del etanol se mantiene cerca de la presión de la gasolina entrante mediante un regulador de presión eléctricamente controlado.

Prueba

60 Para las pruebas de aceptación de fábrica se determina la función y precisión del sistema de mezcla de etanol 1 gravimétricamente mediante el uso de agua, tal como se ha descrito anteriormente. También se usa un procedimiento gravimétrico para calibrar los volúmenes de los cilindros de comprobación.

65 Para las pruebas de aceptación de sitio y comprobación rutinaria se usan los cilindros de comprobación, tal como también se ha descrito anteriormente. Como alternativa, se puede usar cromatografía de gases para la precisión de

las pruebas. Finalmente, se puede usar un método fotométrico usando un espectrómetro adecuado y un tinte de azul de Sudán.

- 5 El etanol usado no sería del 100 % de pureza de modo que el nivel de impurezas en el etanol y en la gasolina agregada se tendrían que tener en cuenta. Por lo tanto, cualquier comprobación también implicaría determinar el contenido de etanol del tanque, así como el contenido de etanol de la mezcla.



**REIVINDICACIONES**

1. Un método para proporcionar un combustible que cumple una especificación predeterminada de propiedades, comprendiendo el método:
- 5           tomar una muestra del combustible;  
mezclar un aditivo en la muestra de combustible en proporciones medidas como líquidos en un sistema de mezcla (1);  
someter a prueba la muestra para determinar que la combinación del combustible y el aditivo cumple la especificación predeterminada de propiedades;
- 10           **caracterizado por**  
ajustar las proporciones medidas del combustible y el aditivo cuando la prueba revela que la muestra contiene una cantidad incorrecta de aditivo, para cumplir la especificación predeterminada de propiedades;  
almacenar el combustible restante sin el aditivo para su posterior mezclado con el aditivo en el resto del combustible en la misma proporción medida; y  
15           usar el sistema de mezcla (1) que comprende una pluralidad de cilindros (11, 12, 13) para incorporar el aditivo líquido en el combustible líquido en proporciones medidas.
2. Un método como se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde al menos uno del combustible y el aditivo es un hidrocarburo, en particular, un hidrocarburo destilado de petróleo crudo.
- 20           3. Un método como se reivindica en la reivindicación 2, en donde uno del combustible y el aditivo comprende gasolina o alcohol, en particular, etanol.
- 25           4. Un método como se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en donde uno del combustible y el aditivo comprende un biocombustible.
5. Un aparato adaptado para llevar a cabo el método para proporcionar un combustible que cumple una especificación predeterminada de propiedades de cualquier reivindicación anterior, comprendiendo el aparato;
- 30           un sistema de mezcla (1) que comprende una pluralidad de cilindros (11, 12, 13) para incorporar aditivo líquido en combustible líquido en proporciones medidas;  
una línea de muestras para tomar una muestra del aditivo y combustible mezclados para su prueba;  
medios para ajustar las proporciones medidas del combustible y aditivo cuando la prueba revela que la muestra contiene una cantidad incorrecta de aditivo.
- 35           6. Un aparato tal como se reivindica en la reivindicación 5, en donde el sistema de mezcla (1) comprende un patín (2).
7. Un aparato como se reivindica en la reivindicación 5 o reivindicación 6, en donde cada cilindro (11,12,13) contiene un pistón y, cada cilindro (11, 12, 13) comprende al menos una entrada, mediante la cual el combustible o aditivo se suministra al cilindro (11, 12, 13).
- 40           8. Un aparato tal como se reivindica en la reivindicación 7, en donde cada cilindro (11, 12, 13) comprende una primera entrada y una segunda entrada, una en cada extremo del cilindro (11, 12, 13) y una válvula que, en uso, dirige alternativamente el combustible o aditivo a la primera entrada o a la segunda entrada.
- 45           9. Un aparato tal como se reivindica en la reivindicación 8, en donde, en uso, el pistón de cada cilindro (11, 12, 13) se conduce únicamente por la presión del fluido que entra en el cilindro (11, 12, 13).
- 50           10. Un aparato como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde el sistema de mezcla (1) comprende un cilindro primario (11) y al menos un cilindro secundario (12, 13), en donde los pistones en los cilindros secundarios (12, 13) están dispuestos para funcionar en sincronía con el pistón en el cilindro primario (11).
11. Un aparato como se reivindica en la reivindicación 10 que depende de la reivindicación 8, en donde el cilindro primario (11) comprende al menos un interruptor de proximidad, dispuesto para hacer funcionar la válvula (16) en el cilindro primario (11) cuando el pistón se acerca al extremo del cilindro primario (11).
- 55           12. Un aparato tal como se reivindica en la reivindicación 11, en donde el interruptor de proximidad en el cilindro primario (11) también está dispuesto para hacer funcionar las válvulas en los cilindros secundarios (12, 13).
- 60           13. Un aparato como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, en donde el aparato comprende un intercambiador de calor (18) y el combustible y el aditivo se colocan mediante lados opuestos del intercambiador de calor (18) antes de su mezclado.
- 65           14. Un aparato como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 5 a 13, en donde los cilindros (11, 12, 13) están montados en el interior de un recinto con temperatura controlada (19).

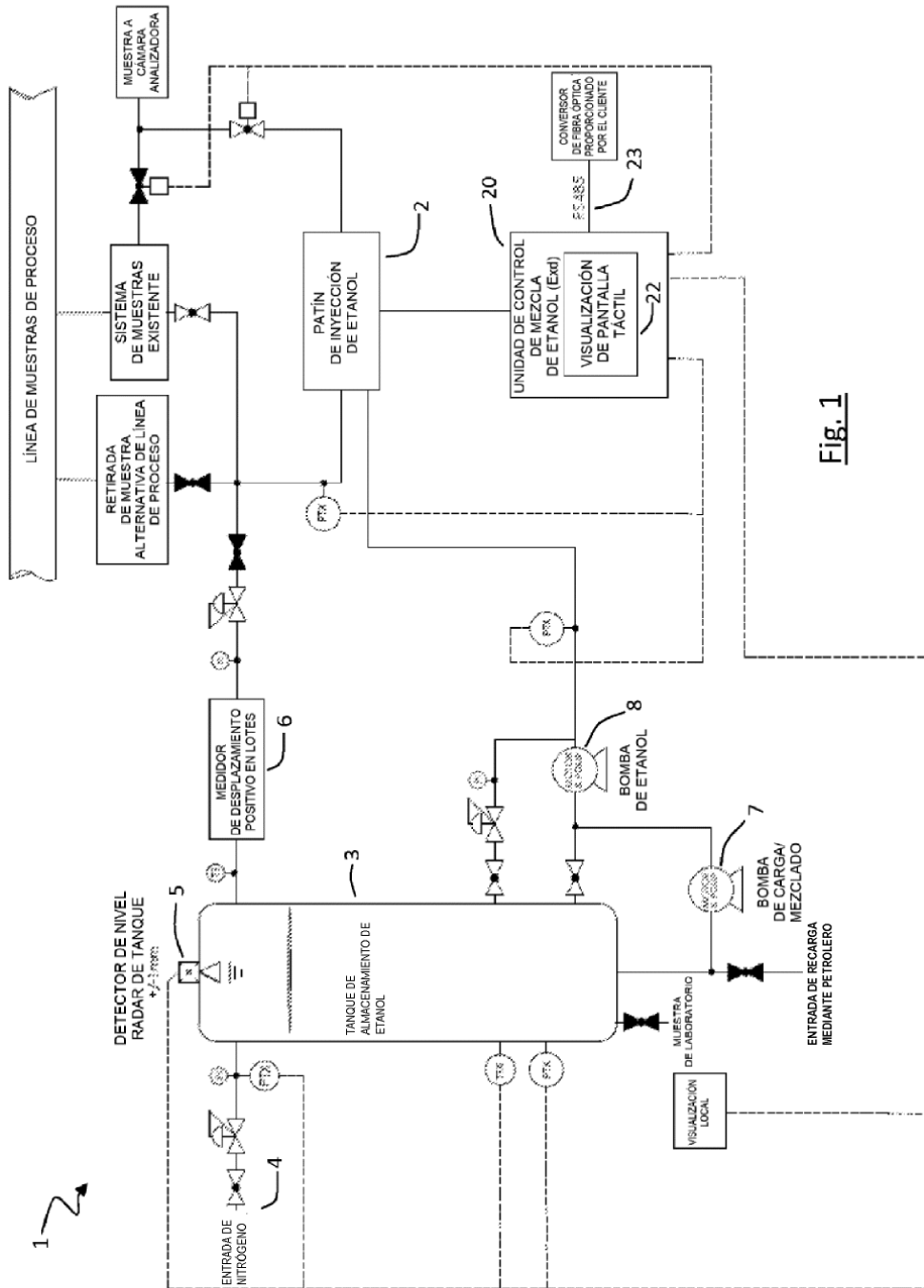


Fig. 1

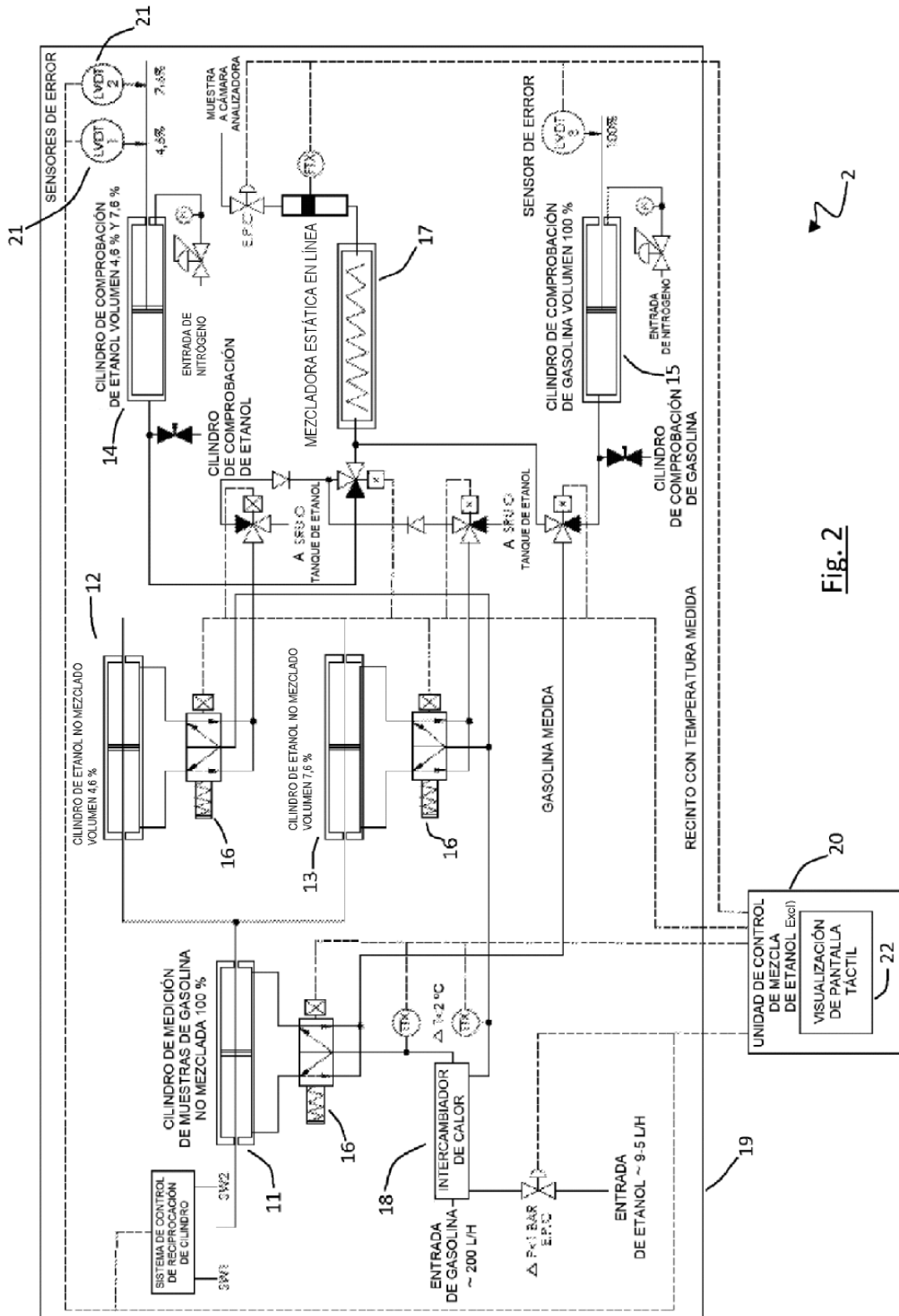


Fig. 2